Н А Ц И О Н А Л Ь Н А Я А К А Д Е М И Я
Н А У К Б Е Л А Р У С И
О Т Д Е Л Е Н И Е Б И О Л О Г И Ч Е С К И Х Н А У К

ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ИНСТИТУТ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ БОТАНИКИ ИМЕНИ В.Ф.КУПРЕВИЧА»

ОБЩЕСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
«БЕЛОРУССКОЕ БОТАНИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО»

БЕЛОРУССКОЕ ОБЩЕСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
ФИЗИОЛОГОВ РАСТЕНИЙ

Б О Т А Н И К А

(И С С Л Е Д О В А Н И Я)

Выпуск XXXVIII

Посвящается Международному году
биологического разнообразия

Минск
«Право и экономика»
2010

УДК 582
ББК 65.1
Б86

Б86 Ботаника (исследования): Сборник научных трудов. Выпуск 38 /Ин-т эксперимент. бот. НАН Беларуси – Минск: Право и экономика, 2010. - 465 с.
ISBN 978-985-442-812-3

В сборнике представлены оригинальные научные статьи белорусских ученых – представителей научно-исследовательских учреждений Национальной академии наук и ВУЗов Беларуси, содержащие результаты экспериментальных исследований, теоретических и практических разработок в широком спектре направлений ботанической науки, физиологии и экологии растений.

Публикуемые в сборнике научные статьи рецензируются ведущими специалистами в области ботаники, экологии, физиологии и биохимии растений.

Р е д а к ц и о н н а я к о л л е г и я :

акад. НАН Беларуси, проф. Н.А.Ламан
акад. НАН Беларуси, проф. В.И.Парфенов
к.б.н. Г.Н.Алексейчук
к.б.н. Д.Г.Груммо
д.б.н. А.И.Заболотный
к.б.н. Н.А.Копылова
д.б.н. В.Н.Прохоров
д.б.н., проф. Л.М.Сапегин
член-корр. НАН Беларуси, проф. Е.А.Сидорович
д.б.н. В.В.Сарнацкий
д.б.н. Г.Ф.Рыковский
д.б.н., проф. А.Т.Федорук
к.б.н. Е.О.Юрченко

Н а у ч н ы е р е д а к т о р ы :
акад. НАН Беларуси, проф. Н.А.Ламан
акад. НАН Беларуси, проф. В.И.Парфенов

О т в е т с т в е н н ы й с е к р е т а р ь
к.б.н. Т.А.Будкевич

ISBN 978-985-442-812-3

ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф.Купревича», 2010
Оформление. ИООО «Право и экономика», 2010

Адрес редакции: 220072, г.Минск, ул.Академическая, 27, Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф.Купревича НАН Беларуси.
Факс +375 (17) 284-18-53, E-mail: exp-bot@biobel.bas-net.by

Флора и систематика

УДК 582.572.225 : 581.4 (470.13)

Г.А. ВОЛКОВА

ИТОГИ ИЗУЧЕНИЯ БИОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ВИДОВ РОДА *ALLIUM* L. ПРИ ИНТРОДУКЦИИ НА ЕВРОПЕЙСКИЙ СЕВЕРО-ВОСТОК

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г.Сыктывкар, Россия

Введение. Семейство луковые (*Alliaceae* J. Agardh.) объединяет около 30 родов и 650 видов, распространенных на всех континентах, кроме Австралии. Однако большинство видов сосредоточено в умеренных областях северного полушария. Виды луковых очень разнообразны по своей экологической приуроченности и встречаются повсюду – от высогорий до побережья морей, на лугах и в лесах. Самым большим в этом семействе является род Allium L. – лук [5].

В северном полушарии произрастает около 500 видов лука. Из них 300 встречается на территории бывшего СССР. В Сибири произрастают 54 вида и 3 подвида рода *Allium* L. [24]. Очень богата луками флора Средней Азии. Только в западногиссарской флоре (Западный Тянь-Шань) насчитывается 44 вида лука, из них 10 видов – эндемики и субэндемики [20, 21, 22, 23]. Обзор кавказских видов рода *Allium* L. в определителе Г.Л. Кудряшовой [9, 10] включает 51 дикорастущий вид вместо 66, указанных для флоры Кавказа А.А. Гроссгеймом [4] и 69 – Н.Б. Чолокашвили [27].

Согласно ревизии А.П. Серегина [17] род *Allium* L. в Восточной Европе – от Новой Земли до пустынь Прикаспия – представлен 48 видами. При этом половина из них, а именно 24 вида произрастают в аборигенной флоре Крыма. По сравнению с предыдущей сводкой для этой территории приводятся пять новых видов и один подвид, один вид исключается из флоры региона, а шесть рассматриваются в качестве синонимов.

В отличие от флор Сибири, Средней Азии, Кавказа и некоторых других, флора Северо-Востока европейской части России, в том числе Республики Коми, бедна луками. Установлено, что в этом регионе произрастает всего 3 вида (*A. angulosum* L., *A. schoenoprasum* L. и A. *strictum* Schrad.) и еще 4 (*A. cepa* L., *A.*

fistulosum L., *A. porrum* L., *A. sativum* L.) издавна встречаются в культуре. Целенаправленная интродукция представителей рода *Allium* L., известного многими полезными растениями – декоративными, пищевыми, лекарственными, кормовыми, начата в Ботаническом саду Института биологии в 80-х годах прошлого столетия. За этот период семенами по делектусам, посадочным материалом в ходе экспедиций и командировок привлечены сотни образцов лука, относящихся к 140 видам, 5 разновидностям и 3 сортам. Среди них более 20 видов относятся к редким растениям различных регионов. За период почти в 30 лет обобщен опыт интродукции представителей рода *Allium* L. в монографии Г.А. Волковой «Биоморфологические особености видов рода *Allium* L. при интродукции на европейский Северо-Восток» [3].

Материалы и методы исследований

Одной из основных задач интродукции растений является обогащение отечественной флоры за счет флористических богатств других стран и регионов. Немаловажную роль в обогащении культурной флоры Республики Коми играет интродукция новых видов рода *Allium* L. Наибольшую помощь в создании коллекции живых растений рода *Allium* L. оказали Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН (г. Москва), ботанический сад Ботанического института им. В.Л. Комарова и Павловская опытная станция НИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова (г. Санкт-Петербург), ботанический сад АН Латвии (г. Саласпилс), Центральный ботанический сад НАН Беларуси (г. Минск), ботанические сады городов Владивосток, Екатеринбург, Кировск, Липецк, Саратов, Якутск, а также Киева, Харькова, Одессы, Бишкека, Хорога, Кишинева, Тарту, Лейпцига, Страсбурга и некоторых других. Большая часть из 140 видов лука получена семенами по делектусам. Наиболее интенсивное привлечение образцов лука в интродукцию семенами проходило в 1984 (108) и 1985 (141), а также в 1989 (94), 1990 (104), 2004 (105) годах. Всего за три десятка лет были привлечены в интродукцию более 1 тыс. образцов лука.

В современной интерпретации интродукция растений является методом изучения процессов адаптации растений к новым условиям. В прямом эксперименте с интродуцентами выявляются их адаптационные возможности и изменчивость морфологических признаков.

Существуют многочисленные методы предварительного отбора и оценки интродуцентов: климатических аналогов Г. Майра, эколого-географический [1], эколого-исторический [11], родовых комплексов [14, 15, 16], флоро-генетический [18]. При всей исключительной важности отмеченных выше методов отбора и изучения интродуцируемых растений, вопрос об успешности введения нового растения в культуру в каждом конкретном случае решают прямой эксперимент и опыт интродукции [25].

Коллекция рода *Allium* L. создана по методу родового комплекса. Первичная оценка интродуцированных образцов лука (видов, разновидностей и сортов) проводилась по методикам ВИР и ГБС РАН. Для изучения луковичных геофитов необходимо иметь по 30 экз. каждого образца. Срок изучения луковичных растений для окончательной оценки их перспективности – три-четыре года [19]. В.Н. Былов [2], принимая во внимание небольшое число растений в образце и отсутствие повторностей считает, что наблюдения и учеты новых растений должны проводиться в течение четырех-пяти лет, а иногда и шести лет нормального цветения растений. Такой срок наблюдений, по его мнению, позволяет значительно повысить достоверность полученных данных при изменяющихся погодных условиях различных лет.

В течение вегетационных периодов в Ботаническом саду ежедекадно проводились фенологические наблюдения за ростом и развитием растений, отмечались начало, массовое наступление и конец фазы бутонизации, цветения и созревания семян. При этом проводились линейные промеры листьев, цветоносов, соцветий, цветков, подсчитывали их количество и описывали декоративные качества (форму и окраску). Для определения семенной продуктивности (потенциальной и реальной) подсчитывали количество завязей и цветков в одном соцветии. Коэффициент вегетативного размножения определяли подсчетом луковиц в гнезде при периодической пересадке растений на новое место через три-четыре года.

Математическая обработка данных осуществлялась по методике биометрических расчетов Г.Н. Зайцева [6].

Успешность интродукции луков оценивалась по данным визуальных наблюдений за комплексом признаков, важнейшими из которых являются генеративное развитие, вегетативное размножение, выживаемость в неблагоприятное время года. Затем

на основании анализа данных, накопленных в процессе описания и предварительного изучения всех интродуцентов, из их числа выделены наиболее перспективные по хозяйствено-ценным признакам и общей приспособленности к местным условиям.

Результаты и их обсуждение

Изучение морфологических признаков луков

Род *Allium* L. (лук) объединяет многолетние и двулетние травянистые растения с хорошо развитыми или почти неразвитыми луковицами, отличающимися резким специфическим (луковым или чесночным) запахом и вкусом. Листья трубчатые или линейные. Зонтиковидное соцветие на ранней стадии заключено в чехол. Форма чехла является видовым признаком [8]. Цветки обоеполые, правильные. Лепестков околоцветника – шесть, свободные или спаянные, с одной жилкой, обычно после цветения не опадающие. Тычинок, сросшихся между собой или с околоцветником тоже шесть. Пыльники прикреплены со стороны спинки. Завязь трех- или одногнездная, с шестью или большим числом семязачатков. Столбик один, прикреплен у основания завязи, остающийся. Плод – коробочка, раскрывающаяся по гнездам. Семена угловатые или круглые [7].

Размножаются луки семенами, а также подземными и воздушными луковицами. В соцветии нередко образуются луковички при основании цветоножек (*A. caeruleum* Pall. var. *bulbiferum*, *A. sativum* L. var. *bulbiferum*). Луковички эти округлые, зеленые или коричневые, лишенные кожистых оболочек и тем значительно отличающиеся от подземных. У видов, образующих луковички в соцветии, наблюдаются разные степени подавления полового (семенного) размножения. У некоторых видов, например у чеснока (*A. sativum* L.) отмечаются столь глубокие нарушения процесса полового размножения, что семенообразование почти не имеет места. Фиксируется корреляция между семенной и вегетативной репродукцией: чем больше фертильной пыльцы, тем меньше продукция луковичек в соцветии. Вегетативное размножение особенно развито у полиплоидов. Большая роль при вегетативном размножении принадлежит луковицам и корневищам. Из вегетативных почек, расположенных на донце луковиц, развиваются новые дочерние луковицы. Некоторые виды образуют детки-луковички на луковицах и верхушках листьев.

По основным ботаническим признакам все многообразие видов лука делится на две группы: луковичные и луковично-корневищные. Луковичные формы характеризуют однолетнее стеблевое образование (донце), развитые запасающие сочные чешуи, в том числе закрытые, не являющиеся основанием вегетировавшего листа, сравнительно короткий вегетационный период, резкая и одновременная сменяемость корневой системы и надземной части. Корневищные формы имеют многолетнее стеблевое образование – корневище, выполняющее функции запасающего органа, к которому прикрепляются относительно слаборазвитые луковицы. Для корневищных луков характерны продолжительный период вегетации, неодновременная сменяемость корневой системы и надземной части растений, отсутствие периода глубокого физиологического покоя. Различают виды со слабовыраженным корневищем и развитыми луковицами (*A. altaicum* Pall. – л. алтайский, *A. obliquum* L. – л. косой) и виды с хорошо развитым корневищем и слабовыраженными луковицами (*A. ursinum* L. – л. медвежий, *A. victorialis* L. – л. победный, *A. nutans L.* – л. поникающий и др.).

Луковицы, имеющие специализированные, запасающие чешуи, называются настоящими, а не имеющие – ложными. Типичными представителями с настоящими луковицами являются лук репчатый (*A. cepa* L.) и чеснок (*A. sativum* L.). Такие виды, как порей, батун, шнитт, душистый, слизун и некоторые другие, имеют ложную луковицу.

Луковица представляет собой утолщенные основания листьев, или сочные чешуи, прикрепляющиеся к укороченному стеблю (донцу), на котором между сочными чешуями размещаются вегетативные и генеративные почки. Вегетативная почка разрастается в самостоятельную ветвь – луковицу, которая является дополнительным органом вегетативного размножения. Если не отделять дочерние луковицы (ветви) и предоставить растению естественно развиваться, то в растении образуется до 300 и более ветвей. В исследованиях Ботанического сада Института биологии Коми НЦ при выращивании A. lineare L. из семян Таллиннской репродукции без деления гнезд до десятка лет образовалось 520 дочерних луковиц – ветвей, *A. komarowii* Lipsky (Таллин, 1996) – 308, *A. barsczewskii* Lipsky (Местной репродукции, 2000) – 376, A. *oliganthum* Kar. et Kir. (Барнаул, 1998) – 352, *A. galanthum* Kar. et Kir.

(Каунас, 1996) – 297, *A. giganteum* Regel (Каунас, 1996) – 247, A. *amphibolum* Ledeb. (Местной репродукции, 2000) – 206, A. *ascalonicum* L. (Марсель, 1996) – 185 и т.д.

Как отмечает В.А. Кокорева [8], луковичные виды лука имеют мочковатую корневую систему из слабоветвящихся корней, которые не проникают глубоко в почву. Корни у этих видов однолетние и отмирают одновременно с окончанием вегетации надземных органов. У корневищных видов корни образуются на донце луковиц (обычно однолетние, располагающиеся в почве горизонтально) и на корневище (многолетние, растут вертикально в глубь почвы).

Генеративные почки, заложенные на донцах луковиц между чешуями, дают цветоносы (стрелки), заканчивающиеся шаровидным соцветием. Оно состоит из 20-800 цветков, в зависимости от вида лука, и покрыто чехликом (оберткой), который имеет удлиненный (до 10-15 см у чеснока, порея и некоторых других видов) или очень короткий носик (1-5 см у лука душистого, слизуна и др.). В исследованиях Ботанического сада Института биологии наибольшая длина чехличного носика отмечена у следующих видов: *A. flavum* L. (л. желтый) – 17.4 см, *A. carinatum* var. pulchellum (л. килеватый хорошенький) – 16.7 см, A. bucharicum Regel (л. бухарский) – 13.2, *A. porrum* L. (л. порей) – 11.5, A. *paczoskianum* Tuzs. (л. Пасчосского) – 9.9, *A. longicuspis* Regel (л. длинноостроконечный) – 9.4, *A. triquetrum* L. (л. трехгранный) и *A. globosum* Bieb. ex Redoute (л. шаровидный) – 5.0 см.

Максимальное число цветков в соцветии (в среднем, в скобках max.-min.) отмечено у следующих видов лука: *A. porrum* L. – 586(756-479), *A. longicuspis* Regel – 526(557-497), *A. suworowii* Regel 323(357-290), *A. atrosanguineum* Kar. et Kir. – 298(352-254), *A. altaicum* Pall. – 294(377-200), *A. pskemense* B. Fedtsch. – 291(307-278), *A. amphibolum* Ledeb. – 272(306-250), *A. szovitsii* Regel – 275(301-234).

Наименьшее число цветков в соцветии у *A. oreophilum* C.A. Mey. – 16(21-12), *A. tripedale* Trautv. – 17(20-13), *A. moly* L. – 18(21-16), *A. platyspathum* Schrenk – 21(26-12), *A. barsczewskii* Lipsky – 30(41-23), *A. sibiricum* L. – 30(35-27).

Стрелка соцветия округлая, полая, вздутая или уплощенная, выполненная. Так, цветонос (стебель) со вздутием на $^1/_3$ высоты имеется у лука Вавилова (*A. vavilovii* M. Pop. et Vved.). Укороченный стебель (донце) у многолетних видов лука сильно

разрастается и ветвится, образуя тип корневища (шнитт, батун, душистый, слизун и др.).

По строению листьев представители рода *Allium* L. делятся на виды с полыми округлыми (батун, алтайский, шалот и др.) и плоскими выполненными (афлатунский, высокий, высочайший, гигантский, каратавский, Розенбаха, Суворова, Шуберта). Существует мнение, что в процессе эволюции плоский лист у лука произошел из дудчатого листа [20].

Цветок состоит из шести чашелистиков белой (*A. ramosum* L. и *A. albidum* Fisch. ex Bieb.), розовой (*A. schoenoprasum* f. Roseum и др.), сиреневой (*A. carinatum* L. и *A. sewerzowii* Regel), красно-фиолетовой (*A. opeophilum* C.A. Mey. и *A. aflatunense* cv. Purpur Sensation), желтой (*A. flavum* L., *A. moly* L., *A. longicuspis* Regel), вишневой (*A. jajlae* Vved. и *A. cyathophorum* Bur. et Franch.) и др. окрасок, а также шести тычинок и одного пестика. Пыльники и пыльца развиваются обычно на несколько часов раньше пестика, для большинства луков типична протерандрия, что способствует перекрестному опылению. Опылители лука – насекомые, в незначительной степени опыление происходит с помощью ветра, в связи с чем для сохранения чистоты видов желательна пространственная изоляция. Однако большинство видов лука между собой не переопыляются.

Плод – коробочка, у большинства видов с шестью парно расположенными семенами черного цвета. Семена трехгранные, морщинистые или круглые, шаровидные, как у лука победного – *A. victorialis* L., л. медвежьего – *A. ursinum* L. и л. охотского – *A. ochotense* Prokh. Семена играют исключительную роль в природе и сельскохозяйственной практике человека. Они являются важнейшим, а зачастую и единственным средством размножения и расселения растений. При благоприятных условиях для жизни растений семена обеспечивают сохранение за земле растительного генофонда [12].

При прорастании семени лука корешок, основание семядоли и почечки выступают из семенной кожуры. Семядоля изгибается в виде петельки, причем верхняя часть ее остается в семени, а корешок растет в почве, тем самым создавая натяжение. Это напоминает натяжение тетивы в первобытном орудии – луке, откуда по мнению В.И. Эдельштейна, и произошло русское название этого растения. Считается, что семена лука сохраняют всхожесть до трех

лет, но при особо благоприятных условиях – более 20 лет. В исследованиях Ботанического сада Института биологии семена прорастали после 10-12-летнего хранения в комнатных условиях (*A. amphibolum* Ledeb., *A. hymenorhizum* Ledeb., *A. fistulosum* L., *A. sibiricum* L.) без стратификации и со стратификацией (*A. caesium* Schrenk, *A. fistulosum* L.).

Большое внимание в исследованиях Ботанического сада Института биологии уделялось разнообразию видового потенциала, выявлению закономерностей изменчивости морфологических признаков интродуцентов одного вида, но разного происхождения. Так, *A. nutans* L. и *A. altaicum* Pall. представлены в коллекции 10-11, а многие виды тремя-пятью образцами. Анализ численности экземпляров каждого образца лука в динамике за последние годы показал, что у 16 видов выпадов растений не было вовсе, а у 23 видов лука выпад растений составил менее 10%. Значительный выпад растений из-за экстремальных погодных условий и частично из-за механических повреждений при агротехнических приемах ухода за растениями отмечен у 14 видов лука (свыше 30%). У остальных видов и разновидностей гибель растений была в пределах 10-30%.

Репродуктивная биология

Изучение всего разнообразия видов показало, что в условиях интродукции на европейском Северо-Востоке способны завязывать семена не все луки. Погодные условия вегетационных периодов позволяют стабильно получать семена местной репродукции только у 65 таксонов (видов, разновидностей и сортов). Ежегодно первыми созревают семена лука афлатунского – *A. aflatunense* B. Fedtsch. Это эндем Тянь-Шаня и эфемероидность развития этого среднеазиатского вида, как и других видов из Средней Азии, сохраняется в условиях интродукции.

Семенная продуктивность, как потенциальная, так и фактическая, т.е. количество семяпочек и семян на генеративном побеге (или в одном соцветии), определена у преобладающего большинства видов лука. При этом отмечены виды в наиболее высокой и низкой семенной продуктивностью. В ходе исследований изучены также качественные признаки семян: масса 1000 шт., количество семян в 1 г, а у 44 видов также форма семян и ультраскульптура их поверхности с помощью электронного микроскопа BS-300 с различным увеличением.

Изучение вегетативного возобновления луков показало, что высокий коэффициент размножения при вегетативном воспроизводстве отмечен у видов лука: *A. albidum* Fisch. ex Bieb. (11.0-11.5), *A. altaicum* Pall. (11.2-11.6), *A. altissimum* Regel (21.0), *A. amphibolum* Ledeb. (13.0), *A. ascalonicum* L. (10.7-11.0), *A. caeruleum* Pall. (14.4), *A. carolinianum* DC. (19.4), *A. galanthum* Kar. et Kir. (14.8), *A. giganteum* Regel (13.5), *A. globosum* Bieb. ex Redoute (17.8), *A. jajlae* Vved. (19.0-42.0), *A. ramosum* L. (16.3-21.5) и др.

Изучение репродуктивной биологии выявило закономерность, что виды, имеющие низкую семенную продуктивность, хорошо размножаются вегетативно делением гнезда луковиц или бульбочками.

Адаптационные изменения и перспективы использования изучаемых растений

Изучение изменчивости морфологических признаков интродуцированных на европейский север видов лука позволило выявить высокие показатели коэффициента вариации различных признаков, что свидетельствует об успешности интродукции благодаря способности адаптироваться видов лука различного географического происхождения в новых условиях произрастания.

По совокупности биологических и хозяйственно полезных признаков изученных растений лука (зимостойкость, способность к самовозобновлению семенным и вегетативным способами, декоративные и пищевые достоинства) выделены перспективные виды, рекомендуемые для широкого использования в народном хозяйстве Республики Коми в качестве декоративных, лекарственных и пищевых культур.

Перспективными из всего разнообразия изученных таксонов признаны 58 видов, 5 разновидностей и 2 сорта лука. В число перспективных, кроме местных региональных, сибирских и дальневосточных видов, вошли многие среднеазиатские виды (33).

К декоративным лукам отнесены 54 вида, 3 разновидности и 2 сорта. К числу пищевых луков относятся 19 видов, при этом 6 являются одновременно декоративными.

Комплексное значение (декоративное, лекарственное и пищевое) имеют 19 видов. Среди них среднеазиатские луки-анзуры, которые, помимо высоких декоративных качеств и пищевых достоинств, обладают лечебными свойствами и могут использоваться как лекарственные растения.

Заключение

Интродукция видов рода *Allium* L., включающего многие декоративные, пищевые, лекарственные и кормовые растения, играет важную роль в обогащении флоры Республики Коми. За период с 1981 до настоящего времени из 68 ботанических садов мира привлечены семенами и посадочным материалом около 1.0 тыс. образцов лука, относящихся к более 140 таксонам (видам, разновидностям, сортам).

Природно-климатические условия места интродукции благоприятствуют росту и развитию большинства видов лука. Анализ интродуцированных видов лука по географическому происхождению показывает, что в коллекции луков преобладают среднеазитские виды (37% от всего разнообразия). Восточно-европейские (28.8%) и сибирские (27.2%) уступают им по количеству интродуцированных видов. При этом в группе среднеазиатских видов много перспективных и декоративных растений, а также пищевых и комплексных.

Результаты изучения морфологических признаков и биологических особенностей видов рода *Allium* L. позволили установить следующие закономерности: 1) увеличение коэффициента вегетативного размножения часто сопровождается уменьшением способности к половому воспроизведению; 2) в условиях Севера успешно адаптируются среднеазиатские виды лука, многие из которых являются редкими в своем регионе (*A. aflatunense* B. Fedtsch., *A. altissimum* Regel, *A. carolinianum* DC., *A. cristophii* Trautv., *A. elatum* Regel, *A. giganteum* Regel, *A. karataviense* Regel, *A. longicuspis* Regel, *A. rosenbachianum* Regel, *A. stipitatum* Regel, *A. suworowii* Regel, *A. turkestanicum* Regel). Эти сведения представлены по С.К. Черепанову [26] и книге «Редкие и исчезающие виды..., [13]».

В ходе многолетних исследований определена семенная продуктивность интродуцированных видов лука, изучены качественные признаки семян, установлены возможности вегетативного воспроизводства. Изучена адаптационная изменчивость различных органов луков – интродуцентов. Изучение изменчивости морфологических признаков луков на европейском Севере позволило выявить высокие коэффициенты их вариабельности, что свидетельствует об успешности интродукции благодаря способности видов различного географического

происхождения адаптироваться в новых условиях произрастания. В ходе исследований выявлены также перспективные виды с декоративными, пищевыми и лечебными достоинствами.

Литература

1. Аврорин Н.А. Переселение растений на Полярный Север // Эколого-географический анализ. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1956.
2. Былов В.Н. Основы сравнительной сортооценки декоративных растений // Интродукция и селекция цветочно-декоративных растений. М.: Наука, 1978. С. 7-32.
3. Волкова Г.А. Биоморфологические особенности видов рода Allium L. при интродукции на европейский Северо-Восток. Сыктывкар, 2007.
4. Гроссгейм А.А. Флора Кавказа. Баку: Изд-во Аз. ФАН, 1940.
5. Жизнь растений. М.: Просвещение, 1982. Т. 6.
6. Зайцев Г.Н. Методика биометрических расчетов. М.: Наука, 1973.
7. Казакова А.А. Лук // Культурная флора СССР. Л. Колос, 1978. Т. 10.
8. Кокорева В.А. Луки декоративные // Азбука цветовода. М.: Дрофа, 2003. С. 233-247.
9. Кудряшова Г.Л. Кариосистематические заметки о кавказских видах рода Allium (Alliaceae) // Ботан. журн. 1990. Т. 75. № 6. С. 829-832.
10. Кудряшова Г.Л. Конспект видов рода Allium (Alliaceae) Кавказа // Ботан. журн. 1992. Т. 77. С. 86-88.
11. Культиасов М.В. Эколого-исторический метод в интродукции растений // Бюл. Гл. ботан. сада. 1963. Вып. 15. С. 24-39.
12. Николаева М.Г., Лянгузова И.В., Поздова Л.М. Биология семян. СПб., 1999.
13. Редкие и исчезающие виды природной флоры СССР, культивирумые в ботанических садах и других интродукционных центрах страны. М.: Наука, 1983.
14. Русанов Ф.Н. Новые методы интродукции растений // Бюл. Гл. ботан. сада. М. Изд-во АН СССР. 1950. Вып. 7. С. 27-29.
15. Русанов Ф.Н. Теория и опыт переселения растений в условиях Узбекистана. Ташкент: ФАН, 1974.
16. Русанов Ф.Н. Принципы и методы изучения коллекций интродуцированных живых растений в ботанических садах // Бюл. Гл. ботан. сада. М.: Наука, 1976. Вып. 100. С. 26-29.
17. Серегин А.П. Новые и редкие виды рода Allium L. (Alliaceae) флоры Крыма и некоторые вопросы систематиков представителей рода // Бюл. Московского общества испытателей природы, 2004. Отдел биологический. Т. 109. Вып. 5. С. 43-47.
18. Соболевская К.А. Эколого-исторические аспекты флоры Алтая и их значение в интродукции // Успехи интродукции растений. М.: Наука, 1973. С. 43-65.

19. Тамберг Т.Г. Коллекция декоративных растений // Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. Л., 1971. Т. 46. Вып. 1. С. 229-242.

20. Филимонова З.Н. Морфология проростка и биология сеянцев первого года развития видов рода Allium L. // Узб. биол. журн. 1958. № 6. С. 61-66.

21. Филимонова З.Н. Морфология луковицы некоторых видов рода Allium L. // Узб. биол. журн. 1959. № 4. С. 20-31.

22. Филимонова З.Н. К вопросу о морфологии луковицы видов рода Allium L. // Интродукция и акклиматизация растений. Ташкент, 1966. Вып. 4. С. 171-174.

23. Филимонова З.Н. Морфогенез корневища некоторых видов Allium L. // Интродукция и акклиматизация растений. Ташкент, 1969. Вып. 5. С. 110-117.

24. Фризен Н.В. Луковые Сибири. Новосибирск: Наука, 1988.

25. Черемушкина В.А., Днепропетровский Ю.М., Гранкина В.А., Судобина В.П. Корневищные луки Северной Азии: Биология, экология, интродукция. Новосибирск: Наука, 1992.

26. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб.: Мир и семья-95, 1995.

27. Чолокашвили Н.Б. К изучению системы рода Allium L. // Заметки по систематике и географии растений АН ГССР. Тбилиси, 1975. Вып. 31. С. 41-52.

G.A. VOLKOVA

FINDINGS OF THE STUDY ON BIOMORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE *ALLIUM* L. GENUS SPECIES WHEN INTRODUCED IN THE EUROPEAN NORTH-EAST

Summary

The paper highlights the study results about ontogenesis and morpho-biological properties of 140 species, varieties, and forms of the Allium L. (onion) genus having been introduced by seeds and bulbs in the Botanical Garden of the Institute of Biology of the Komi Science Centre of the Ural Division RAS from different scientific centers of Russia and abroad. Description of morphological features of plants and ultra-sculptures of seeds surface has been conducted for the means of diagnosing each sample at species level. Summarizing prospecting properties (winter-resistance, self-restoration capability, size, form, and color of inflorescences, flowers, and leaves) we have isolated promising onion species advised for broad use in national economy of Komi Republic as ornamental, medicinal or food plants.

УДК 582.29 (476)

В.В.ГОЛУБКОВ[1], А.А ЗАВАРЗИН[2]

ОБЗОР И РЕВИЗИЯ ЛИШАЙНИКОВ БЕЛАРУСИ: РОД *PELTIGERA* WILLD.

[1] Гродненский государственный университет им.Я.Купалы
[2] Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург

Введение. Прошло более 30 лет после публикации последней работы, в которой обобщались данные по лишайникам Беларуси, включая семейство Peltigeraceae [1]. За это время появились новые сведения, требующие анализа и обобщения. Кроме того, отсутствие современного ключа по лишайникам рода *Peltigera* Беларуси, значительно затрудняет работу и, в ряде случаев, делает публикуемые флористические данные не корректными для таксономических обобщений.

Материалы и методы исследования. В основу работы положены предпринятое первым автором обобщение всех исследований, ранее проведенных на территории Беларуси и содержащих информацию о лишайниках из рода *Peltigera*, и критическая ревизия коллекционного материала лишайников рода *Peltigera*, хранящегося на территории Беларуси. В исследовании использованы материалы гербариев кафедры ботаники факультета биологии и экологии Гродненского государственного университета (GRSU), лаборатории флоры и систематики растений и лаборатории микологии Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси (MSK-L), а также небольшой коллекции Березинского биосферного заповедника, которые были просмотрены и определены в течении 2006-2009 гг. Материалы, собранные на территории Беларуси, но хранящиеся в различных коллекциях за пределами Беларуси в работе не были учтены.

Результаты и их обсуждение. Первые упоминания о лишайниках из рода *Peltigera* на территории Беларуси относятся к концу XVIII века, когда в 1781 г. в работе «Флора Литвы» французским исследователем Ж.Э. Жилебером приводится 2 вида: *Lichen aphthosus* L. (*Peltigera aphthosa* (L.) Willd.) и *Lichen caninus* L. (*Peltigera canina* (L.) Willd.) [2].

Дальнейшие упоминания о находках лишайников рассматриваемого рода связаны с публикациями конца 19 – начала и середины 20 веков [3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 и др.], которые периодически обобщались разными авторами в сводках и монографиях [1, 9, 10, 11,]. Данные по современной лихенобиоте Беларуси и, в том числе, по разнообразию и распространению видов рода *Peltigera*, связаны с 80 и 90 ми годами 20 века [12, 13].

Ревизия гербарного материала выявила возможную неточность или неполноту опубликованных флористических данных по рассматриваемому роду. Так установлено, что большинство гербарных образцов, определенных ранее как *Peltigera aphthosa* (L.) Willd., относятся к другому виду – *P. leucophlebia* (Nyl.) Gyeln. (в том числе образцы, собранные в окрестностях г. Могилева Н. Довнаром и определенные А. А. Еленкиным как Peltigera variolosa (Mass.) Gyeln.; образцы, собранные М. П. Томиным в 1937 году в Осиповичском районе Могилевской области, в 1946 году в окрестностях поселка Ведерье –Журавлево Полоцкой области в верховье реки Березены, собранный А. Пидобличко и определенный М. П. Томиным как *Peltigera variolosa* (Mass.) Gyeln. и образец, собранный Н. В. Горбач в 1963 году в урочище “Увязок” на территории Березинского государственного заповедника в Витебской области). Таким образом, сборы *P. aphthosa*, сделанные в Мядельском районе Минской области 1983 года [12], вероятно, следует считать пока единственным известным местопроизрастанием лишайника этого вида на территории Беларуси.

Гербарные образцы, хранившиеся в коллекциях Беларуси под наименованием «Peltigera polydactyla», содержат материал по трем видам: *Peltigera hymenina* (Ach.) Delise, *Peltigera polydactylon* (Neck.) Hoffm., и *Peltigera neopolydactyla* (Gyeln.) Gyeln. Среди образцов *P. rufescens* обнаружен материал другого вида – *Peltigera ponojensis* Gyeln.

Таким образом, учитывая возможные неточности в определении видов рода при подготовке к публикации данных флористических исследований, о распространении ряда видов по территории Республики можно судить только на основании имеющегося гербарного материала, В общей сложности, в настоящее время для территории Беларуси достоверно известно произрастание 15 видов из рода *Peltigera* и 1 вид (*P. membranacea*)

требует дополнительной проверки. Большинство отмеченных видов харак-теризуются широким распространением на Европейском континенте или в Голарктике в целом. Наиболее широко на территории республики представлены *P. canina, P. didactyla, P. malacea, P. polydactylon, P. praetextata* и *P. rufescens*. Значительно реже встречаются такие виды, как *Peltigera extenuata, P. hymenina, P. leucophlebia, P. neckeri, P. neopolydactyla, Peltigera ponojensis*, что может быть связано с их требованиями к экологическим и экотопическим условиям, редко представленным на территории республики. Виды *P. aphthosa, P. horizontalis* и *P. lepidophora* относятся к редким видам, включены в 3-е издание Красной книги Республики Беларусь и отмечены одной или в нескольких точках на территории республики: *P. horizontalis* известна из 4 местонахождений [21, 23, 24], *P. lepidophora* – из 3, *P. aphthosa* – из 1 [12, 17].

Отмеченные для территории республики виды можно условно разделить на три группы: трехбионтные (1), цианобионтные с опушенной верхней поверхностью (2) и цианобионтные с голой верхней поверхностью (3).

1. Трехбионтные виды рода характеризуются наличием в слоевище зеленой водоросли и на территории Беларуси представлены лишь 2 видами: *Peltigera aphthosa* (L.) Willd. и *Peltigera leucophlebia* (Nyl.) Gyln. *P. aphthosa* хорошо отличается от P. leucophlebia наличием на нижней поверхности лопастей (с другой стороны от апотеция) цельного корового и альгального слоев. У *P. leucophlebia* такого не наблюдается, или же имеются отдельные бугорки корового и альгального слоев с нижней стороны под апотецием. В случае стерильных образцов P. aphthosa на нижней ее стороне практически отсутствует жилкование (кроме нескольких крупных жилок) и имеется четкая и резкая граница между светлым краем и темной (черной) остальной нижней поверхностью. Второй признак – вдавленные или уплощенные цефалодии с ровными или волнистыми краями у *P. aphthosa*, и выпуклые, скомканные (“мозговидные”) у *P. leucophlebia* [25].

2. Цианобионтные виды с опушенной верхней поверхностью являются самой многочисленной по количеству видов группой: *Peltigera canina* (L.) Willd., *P. didactyla* (With.) J. R. Laundon., *P. extenuata* (Vainio) Lojka, *P. lepidophora* (Nyl.ex Vain.) Bitter, *P. malacea* (Ach.) Funck, *P. ponojensis* Gyeln., *P. praetextata* (Florke

ex.Sommerf.) Zopf., *P. rufescens* (Weis) Humb. Сюда же относится и *Peltigera membranacea* (Ach.) Nyl. Из видов этой группы наиболее часто встречаются и широко распространены в Беларуси P. canina и P. rufescens. Оба характеризуются талломами с обильно опушенными сверху лопастями, нижняя поверхность которых покрыта сетью чернеющих жилок с пушистыми и сливающимися ризинами [25]. Обычно P. canina отличается широко округлыми лопастями с заворачивающимися книзу краями и обильно ветвящимися во все стороны, пушистыми ризинами. У талломов *P. rufescens* лопасти обычно вытянутые и узкие, с довольно курчавыми краями,завернутыми кверху. На нижней стороне ризины по краю простые, а далее – ветвятся и образуют ряды по жилкам. *P. ponojensis* внешне, похожая на *P. rufescens*, хорошо отличается от нее светлыми жилками на всем протяжении от самого края до центра нижней поверхности слоевища и светлыми простыми ризинами. *P. membranacea*, внешне очень похожая на *P. canina*, отличается от последней по полупрозрачному (во влажном состоянии) таллому с бугристо-волнистой верхней поверхностью, покрытой густым войлоком, исчезающим к центру; узкие жилки на нижней поверхности образуют характерный рисунок из “многоугольных промежутков” и несут темные ризины с короткими ответвлениями по бокам похожими на пушистую муфту. Указание на сборы *P. membranacea* в Европейской части России (Республика Коми, Республика Карелия, Ленинградская область) основаны на образцах, морфологические признаки которых близки, но не полностью идентичны описанию типового материала данного вида. То же относится и к единственному образцу с территории Беларуси, который наиболее близок по своим морфологическим параметрам к *P. membranacea*. Другой вид, близкий к *P. canina*, - *P. praetextata* хорошо отличается от нее образованием в центре (часто вдоль трещин) и по краям слоевища простых и ветвящихся чешуек (филлидиев), а также одиночными, темными, длинными и голыми косицевидными ризинами, никогда не сливающимися в сплошную массу. Последний признак позволяет хорошо отличать талломы *P. praetextata* от *P. canina в сл*учае отсутствия филлидиев.

Особняком в этой группе стоит *P. malacea*, филогенетически часто сближаемая с трехбионтными пельтигерами. *P. malacea* широко распространена в разных местообитаниях, характеризуется толстыми талломами с темной сердцевиной, хорошо заметной на

сломе. Лопасти чаше всего слегка удлиненные и с заворачивающимися кверху краями. Верхняя поверхность грубая, шершавая с коротким войлоком хотя бы по самому краю лопастей.

Отдельно следует выделить виды, размножающиеся в основном вегетативно и имеющие для этого специальные органы размножения (соредии, изидии и др.). На территории республики к таковым относятся: *P. didactyla, P. extenuata и P. lepidophora*. Первые два вида (*P. didactyla* и *P. extenuata*) отличаются от всех остальных видов группы присутствием на поверхности соредиев, которые оформляются в округлые "изгрызенные" соралии. Талломы *P. didactyla* либо состоят из мелких, более или менее правильных чешуек или из почти исключительно фертильных, вытянутых, вертикально, приподнимающихся лопастей. Талломы *P. extenuata* характеризуются сравнительно крупными широко округлыми ветвящимися лопастями и соралиями, дающими розовую реакцию при применении КС. Третий вид *P. lepidophora* мелким размером таллома очень похож на *P. didactyla*, но отличается характерными изидиями, напоминающими «лепешки», лежащие на поверхности таллома и прикрепленные к нему своей широкой стороной.

3. Группа цианобионтных лишайников с голой верхней поверхностью - включает на территории Беларуси следующие виды: *P. hymenina* (Ach.) Delise, *P. horizontalis* (Huds.) Baumg., *P. neckeri* Hepp. ex. Mull. Arg., *P. neopolydactyla* (Gyeln.) Gyeln., P. polydactylon (Neck.) Hoffm.

P. horizontalis характеризуется в первую очередь плоскими, горизонтально сидячими апотециями с коричневыми дисками, в остальном ее можно отличить по характерным темным и толстым ризинам в виде пучков, располагающимися концентрическими рядами на нижней поверхности лопастей (что особенно заметно по краям лопастей).

P. polydactylon лишайник со средним размером талломов и блестящими коричневыми или серыми лопастями, на концах обычно со свернутыми в трубочку апотециями с коричневыми дисками. Нижняя поверхность обычно по краю с отчетливым жилкованием**,** и при этом жилки коричневые, плоские (на одном уровне с промежутками) и как бы слегка размытые. Самый край лопастей с нижней стороны также коричневый или коричневатый (как будто с налетом). Ризины короткие, простые или распушающиеся. Близкий к предыдущему виду *P. neopolydactyla*

отличается не сливающимися, длинными черными ризинами и светлым краем лопастей с нижней поверхности.

P. neckeri легко идентифицируется по трубчатым апотециям с черным диском и отличается от других представителей группы также частым наличием беловатого налета по краям блестящих лопастей и довольно грубым жилкованием. Жилки быстро темнеют (чернеют) от краев к центру, а белые промежутки между ними как бы вдавленные относительно поверхности, образованной жилками.

P. hymenina в отличие от предыдущего вида характеризуется средними размерами довольно тонких талломов, обычно с матовой верхней поверхностью лопастей. Нижняя поверхность светлая (охристая) рыхлая. Жилкование либо практически отсутствует, либо имеются неясные рыхлые жилки с такими же паутинистыми, но более светлыми и заглубленными промежутками.

Ревизия имеющихся образцов Пельтигеровых лишайников, собранных на территории Беларуси, а также проведенные на территории Беларуси флористические исследования [17, 18, 19, 20, 21, 22] позволили выявить ряд ранее не отмечавшихся для региона видов, что в совокупности с изменившимися представлениями на систематику рода делает необходимым составление ключа для определения видов рода *Peltigera* Республики Беларусь. При составлении ключа нами использован в большей степени морфолого-анатомический подход [16, 25], а не дискутируемое в литературе возможное филогенетическое (истинно таксономическое) группирование видов [26, 27, 28]. Такой выбор обусловлен задачей настоящей работы – обеспечения инструментария для проведения полевых флористических исследований. При характеристике видов использованы параметры образцов, собранных на территории Беларуси.

Ключ для определения видов рода *Peltigera* в Беларуси

1. Влажное слоевище яркого зеленого цвета; на срезе /сломе/ хорошо заметен салатно-зеленого цвета водорослевый слой; на верхней поверхности хорошо заметны темные наружные образования - цефалодии (с цианобионтом); нижняя поверхность с крупными черными жилками или жилкование практически не выражено ……..……..……**2**

- Влажное слоевище не ярко-зеленое или цефалодии с цианобионтом на верхней поверхности отсутствуют……..**3**

2**.** Края лопастей ровные или слабо курчавые, плоские или заворачивающиеся кверху; цефалодии плоские до вдавленных; войлок на верхней поверхности обычно заметен по краям лопастей; коровой слой на нижней поверхности под апотециями сплошной; жилкование на нижней поверхности обычно слабо выражено (если есть, то только несколько крупных жилок); граница между светлой краевой зоной и темной (черной) пилемой четкая

P. aphthosa (L.) Willd.

- Край лопастей сильно курчавый, войлочный; цефалодии разного размера, выпуклые; апотеции образуются на удлиненных, суженных лопастях, и обычно становятся седловидными; коровой слой на нижней поверхности развивается в виде отдельных бугорков; жилкование на нижней поверхности отчетливо выражено, жилки обычно крупные, выпуклые, промежутки овальные, вдавленные; светлая краевая зона постепенно темнеет к центру

P. leucophlebia (Nyl.) Gyeln.

3. На верхней поверхности таллома развиваются соредии, собранные в округлые или неправильной формы соралии Таллом без соредиев……..……..**5**

4. Таллом состоит из мелких чешуек или из почти исключительно фертильных лопастей *P. didactyla* (With.) J. R. Laundon

- Таллом с крупными широкоокруглыми лопастями; соралии при действии КС приобретают розоватый оттенок.

P. extenuata **(**Vaino) Lojka.

5. Верхняя поверхность всегда голая, без опушения (редко по краю лопастей может встречаться беловатый налет - пруина - заметный под лупой), блестящая или матовая **6**

- Верхняя поверхность покрыта волосками (томентозная), хотя бы по самому краю лопастей (лупа!), шершавая или гладкая **10**

6. Талломы крупные с волнистыми лопастями с широко округлыми прямыми или слабо курчавыми краями; жилкование на нижней поверхности отчетливое (хотя бы по краю); ризины темные, в пучках, концентрическими рядами по ходу роста лопастей; апотеции блюдцевидные, плоские, горизонтальные

P. horizontalis (Huds.) Baumg

- Талломы разных размеров, диски апотециев не плоские, но более или менее седловидной формы или трубчато закрученные,

узкие; ризины темные, косицевидные, не собраны в концентрические пучки…….....**7**

7. Талломы тонкие, ломкие, у самого края лопастей иногда покрыты тонким белым налетом, который заметен только при большом увеличении; нижняя сторона таллома имеет светло-желтую окраску по краю, темнеющую к центру; жилкование выражено слабо (в виде нескольких широких и плоских, рыхлых и паутинистых жилок, слегка темнеющих и “расползающихся” к центру, и отдельных более светлых пятен промежутков); ризины коричневые, простые, косицевидные до разветвленных; апотеции на коротких лопастях, до 4 мм длины, светло-коричневые до красно-коричневых.

P. hymenina (Ach.) Delise

- Талломы разных размеров с серой до коричневой верхней поверхностью (ближе к концам лопастей возможен налет), нижняя сторона таллома не имеет желтоватой окраски **8**

8. Талломы крупные, довольно тонкие; лопасти 2-3 см ширины, широко-округлые, волнистые, со слабо курчавыми цельными краями; верхняя поверхность блестящая, серых тонов, когда сухая; жилки мясистые, довольно толстые, хотя бы местами выпячивающиеся над поверхностью, по краю светлые, постепенно и не равномерно темнеющие к центру; ризины темные, косицевидные до слабо распушенных, длинные (до 7-10 мм): апотеции светло-коричневые, трубчатые, на суженных лопастях

P .neopolydactyla Gyeln.

- Талломы различных размеров; жилки разнообразные, но обычно отчетливо выражены хотя бы по краю, быстро темнеющие к центру; промежутки овальные, светлые; ризины до 5 мм длины.....**...**..... **9**

9**.** Талломы с черными трубчатыми апотециями до 4 мм длины; верхняя поверхность таллома блестящая, со слегка отогнутыми краями; на краях отдельных лопастей может быть белый, слабо заметный налет (пруина); жилки на нижней поверхности темные, широкие, резко контрастирующие со светлыми промежутками, которые между жилками либо на одной плоскости, либо кажутся вдавленными.

P. neckeri Hepp. ex Mill.Arg

- Талломы с коричневатыми трубчатыми или седловидными апотециями на суженных вертикальных лопастях;

преимущественно средних размеров; лопасти с заворачивающимися кверху краями (часто сильно курчавыми до филлидиозных); верхняя поверхность от блестящей до матовой; нижняя поверхность хотя бы по краю с отчетливой сетью плоских коричневых жилок (находящихся в одной плоскости с промежутками); край лопастей снизу с коричневым налетом; ризины разнообразные, но преимущественно короткие и тонкие, иногда распушающиеся

P. polydactylon (Neck.) Hoffm.

10. Талломы с изидиями или филлидиями, развивающимися группами..... **11**

- Талломы без изидиев или филлидиев ……..... **12**

11. Таллом из мелких (до 2-3 см), обычно округлых лопастей с маленькими щитовидными, уплощенными, более или менее темно-коричневыми изидиями

P. lepidophora (Vain.) Bitter.

- Талломы средние до крупных, с лопастями с ровными или заворчивающимися книзу краями; войлок на верхней поверхности расположен ближе к краям; нижняя поверхность с сетью темнеющих к центру, голых и плотных жилок; ризины светлые или черные, длинные, голые и если ветвящиеся, то на самом верху; обычно с плоскими, вертикально стоящими рядами филлидиями или на талломе бывают трещины с краями неровной формы, едва заметно превращающиеся в плоские чешуйки

P. praetextata (Flцrke ex Sommerf.) Zop

11. Жилкование на нижней поверхности практически не выражено; нижняя поверхность темная, иногда с беловатыми пятнышками по краям; сердцевина темная, толстая (снизу на изломе виден темный войлок); верхняя поверхность матовая до почти шершавой, опушение заметно только по самому краю лопастей

P. malacea (Ach.) Funck.

- Жилкование на нижней поверхности практически всегда выражено; верхняя поверхность всегда с хорошо выраженным войлочным опушением…..... **12**

12. Лопасти таллома средних размеров, обычно удлиненные, с завернутыми кверху или плоскими краями; таллом жесткий, верхняя поверхность с опушением (хотя бы ближе к краям); может образовываться белый налет..... **13**

- Таллом и его лопасти обычно крупные, тонкие либо толстые; края лопастей чаще загнуты книзу; верхняя поверхность с отчетливым белым войлоком …….. **14**

13. Лопасти удлиненные, сильно войлочные (“томентозные”) на верхней поверхности, иногда в центральной части покрытые толстым белым налетом; жилки темные; ризины быстро темнеющие и сливающиеся в ряды по жилкам

P. rufescens (Weiss.) Humb.

- Лопасти вытянутые, серые в сухом состоянии; верхняя поверхность с полосой войлока вдоль края, матовая в центре; жилкование отчетливое, но жилки светлые даже в центре таллома; ризины простые, светлые

P. ponojensis Gyeln.

14. Слоевище тонкое, полупрозрачное во влажном состоянии, бугристо-волнистое; верхняя поверхность с густым войлоком, исчезающим к центру; жилки долгое время достаточно светлые, ясные и узкие, формируют характерный рисунок из “многоугольных промежутков”; ризины темные (редко светлые у краев лопастей), отдельные, с частыми короткими ответвлениями по бокам (похожие на коротко щетинистый ершик или пушистую муфту)

P. membranacea (Ach.) Nyl.

- Слоевище крупное, толстое; ризины светлые по краю, затем темнеющие, или сразу темные, голые косицевидные или кустистые, распушающиеся в сплошную массу…..…… **15**

15. Ризины однообразно окрашены, густо ветвящиеся, кустовидные (редко слабоветвящиеся, но все равно хотя бы местами сливающиеся в общую массу)

P. canina (L.) Willd.

- Ризины голые, косицевидные, всегда отдельные и не сливающиеся в сплошную массу

P. praetextata (Flqrke ex Sommerf.) Zop

Заключение

В результате проделанной работы (обзора литературы и ревизии кол-лекционных образцов лишайников рода *Peltigera*) был составлен современ-ный ключ для определения видов лишайников рода Peltigera в Беларуси.

Литература

1. Горбач Н. В. Лишайники Белоруссии: Определитель. - Минск: Наука и техника, 1973. 528 с.

2. Голубков В. В Анализ списка лишайников в книге Ж. Э. Жилибера “Флора Литвы” // Материалы IV международной научно–практической конференции «Актуальные проблемы экологии – 2008» Гродно, 29 – 31 октября 2008 года, С. 31-34

3. Савич В. П. Результаты лихенологических исследований 1923 года в Белоруссии // Зап. Белорус. Гос. Ин-та сельск. и лесн. хоз-ва. 1925.Вып.4. С. 1-33.

4. Крейер Г.К.К флоре лишайников Могилевской губернии: Сборы 1908-1910 годов. - Юрьев: Тип. К. Маттисена, 1913. 438 с.

5. Bachmann E., Bachmann Fr. Litausche flechten // Hedwigia. 1920. Bd. 61. H. 6. S. 319-342.

6. Tessendorf F. Vegetationsskizze vom Oberlaufe der Schtschara // Bericht der Freien Vereinigung fьr Pflanzen-geographie und systematische Botanik (fьr die Jahre 1920 und 1921).Berlin-Dahlem, im Selbstverlag der Vereinigung, 1922. S. 25-103.

7. Krawiec F. Materialy do flory porostow polnocno-wschodniej Polski // Sprawozdanie komisji fizyog. 1938. T. 71. S. 65-82.

8. Горбач Н. В. Материалы к флоре лишайников Белорусии.// Сб. ботан. работ. – Минск: Изд-во АН БССР, 1961. Вып. 3. С. 174–177.

9. Томин М. П. Определитель лишайников БССР. Ч. 1. Кустистые и листоватые формы. - Минск: АН БССР, 1936. 90 с.

10. Томин М. П. Определитель кустистых и листоватых лишайников БССР. - Минск: АН БССР, 1937. 312 с.

11. Горбач Н.В. Определитель листоватых и кустистых лишайников БССР. – Минск: Наука и техника, 1965. 180 с.

12. Голубков В. В., Шуканов А. С. Лишайники государственного ландшафтного заказника "Голубые озёра" // Ботаника: Исследования. – Минск: Наука и техника, 1983. Вып. 25. С. 5667.

13. Голубков В. В. Видовой состав и структура лихенофлоры государственного заповедно-охотничьего хозяйства "Беловежская пуща". Ч. 1. Видовой состав и структура лихенофлоры Беловежской пущи: Анот. список. - Минск, 1987. 85 с. Деп. в ВИНИТИ 17.3.1987, N 2829.

14. Holtan-Hartwig J. The lichen genus Peltigera, exclusive of the P. canina group, in Norway // Sommerfeltia. 1993. Vol. 15 p. 1-77

15. Vitikainen O. Taxonomic revision of Peltigera (lichenized Ascomycotina) in Europe // Acta Botanica Fennica. 1994. Vol. 152. 96 p.

16. Заварзин А. А. Ключ для определения лишайников рода Peltigera. Willd. окрестностей морской биологической станции СПбГУ // Вестник Санкт-Петербургского университета, 2000. Сер. 3. Вып. 2. № 11. С. 33 - 37.

17. Красная книга Республики Беларусь: Редкие и находящиеся под угрозой исчезающее виды дикорастущих рас-тений. Гл. редколлегия: Л. И Хоружик и др.- Мн.: Бел.Эн., 2005. С. 355-384.

18. Mothejunaite J, Golubkov V. V. Cyanolichenes of freshwater aqatic and subaqatic habitats in Lithuania and Belarus // Botanica Lithuanica. 2005. T. II (I). S. 35-40.

19. Макромицеты, микромицеты и лихенизированные грибы Беларуси. Гербарий Института экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича (MSK-F, MSK-L) / О .С. Гапиенко [и др.]; науч. редакторы акад. В. И. Парфенов.канд биол.наук О. С. Гапиенко. - Минск: ИВЦ. Минфина, 2006. С. 475 - 490.

20. Голубков В. В., Кобзарь Н. Н. Первый аннотированный список лишайникообразующих и лихенофильных грибов Березинского биосферного заповедника // Особо охраняемые природные территории Беларуси. Исследования. Вып. 2. Минск: Белорусский дом печати, 2007. С. 11-34

21 Голубков В. В., Кочан О. М. Экология и особенности распространения лишайников рода Peltigera, собранных в Западной части Юго-Западной ветви Белорусской гряды. Актуальные проблемы экологии-2007 : тез. докл. III Междунар. науч.-практ. конф., Гродно, 21 – 23 нояб. 2007 г. / ГрГУ им Я. Купалы ; редкол.: Н. П. Канунникова (отв. ред.) [и др.]. Гродно : ГрГУ, 2007. С. 119.

22. Белый Н. П., Голубков В. В. Новые и редкие виды лишайников Березинского биосферного заповедника // Особо охраняемые природные территории Беларуси. Исследования. Вып. 2. Минск: Белорусский дом печати, 2008. С. 69 - 83

23. Горбач Н. В. Новые лишайники для Белоруссии // Флорист. и геоботан. исслед. в Белоруссии. - Минск, 1970. С. 22-24.

24. Голубков, В. В. Видовой состав и структура лихенофлоры государственного заповедно-охотничьего хозяйства "Беловежская пуща". Ч. 1. Видовой состав и структура лихенофлоры Беловежской пущи: Анот. список. АН БССР / В.В. Голубков. – Минск, 1987. 85 с. – Деп. в ВИНИТИ 17. 3. 1987. – N 2829 – В87 // РЖ: 04В. Ботаника. 1987.

25. Заварзин А. А. К характеристике рода Peltigera на территории России (предварительный список и ключ для определения таксонов) // Сборник трудов Первой Российской лихенологической школы. – Петрозаводск: изд. Петр ГУ, 2001. С. 46 - 67

26. Miadlikowska J., Lutzoni F. Phylogenetic revision of the genus Peltigera (lichen-forming Ascomycota) based on morphological, chemical, and large subunit nuclear ribosomal DNA data // International Journal of Plant Science, 2000. Vol.161. №6. P. 925 – 958.

27. Miadlikowska J., Lutzoni F. New approach to an old problem - resolving the Peltigera canina species complex (Peltigeraceae, lichenized Ascomycota). - Inoculum // Newsletter of the Mycological Society of America 2002. Vol. 53б № 3. P. 44.

28. Goffinet, B., Miadlikowska, J., Goward, T. Phylogenetic inferences based on nrDNA sequences support five morphospecies within the Peltigera didactyla complex (lichenized Ascomycota) // The Bryologist, 2003. Vol. 106, № 3. P. 349 - 364.

V.V. GOLUBKOV, A.A. ZAVARZIN

REVIEW AND REVIZION OF LICHENS IN BELARUS: GENUS *PELTIGERA* WILLD.

Summary

Fifteen *Peltigera* species have been reported for the territory of Belarus. About half of the species (*P. canina*, *P. dydactyla*, *P. malacea*, *P. polydactylon*, *P. praetextata*, *P. rufescens*) are common, while such taxa as *P. aphthosa*, *P. horizontalis*, *P. hymenina*, *P. leucophlebia* and *P. lepidophora* have limited distribution and are rare in the country. Identification key for *Peltigera* species of Belarus is composed.

УДК 635.9.581.44

Л.К. ДАДАШЕВА

ПЕРВИЧНЫЕ ИТОГИ ИНТРОДУКЦИИ РЕДКИХ ВИДОВ РОДОВ *TULIPA* L. И *IRIS* L. НА СЕВЕРО-ВОСТОКЕ АЗЕРБАЙДЖАНА

Центральный ботанический сад НАН Азербайджана

Введение. Важную роль в разработке научных основ охраны редких и исчезающих видов геофитов имеют интродукционные исследования, проводимые с целью изучения биоэкологических особенностей и процессов адаптации. Особый интерес представляет современное состояние популяций редких видов тюльпанов и ирисов. В последние годы производственная, хозяйственная и рекреационная деятельность человека в северо-восточном регионе страны привела к значительному сокращению ареалов редких видов. Вместе с тем некоторые редкие виды геофитов продолжают расти в агроэкосистемах, находясь под постоянным антропогенным прессингом. Мониторинговые исследования, в течение 5 лет, за состоянием природных ценопопуляций, выявили резкое сокращение численности тюльпанов и ирисов.

Целью наших исследований было создание коллекционного фонда интродуцированных редких геофитов в Апшеронском, Шемахинском и Кусарском районах северо-восточной части Азербайджана, а также изучение биоразнообразия и ареала распространения, получение научных и практических результатов, необходимых для разработки способов охраны [1].

Материалы и методы исследования. Обьектами исследований были тюльпан Эйхлера (*Tulipa eichleri* Regel), тюльпан Биберштейна (*T. biebersteiniana* Schult. et Schult.), тюльпан Юлии (*T. julia* C. Koch), тюльпан Шмидта (*T. schmidtii* Fomin), тюльпан многоцветный (*T. polychrom* Staft), ирис остродольный (*Iris acutiloba* C.A.Mey.), ирис Прилипко (*I. prilipkoana* Kem.-Nath.), ирис волчий (*I. lycotis* Woronow), ирис Гроссгейма (*I.grossheimii* Woronow ex Grossh.), иридодиктум сетчатый (*Iridodictium reticulatum* (Bieb). Rodionenko) занесенные в "Красную Книгу" Азербайджана [5,7].

Материалы (семена, луковицы и корневища) для выращивания в культурных условиях были собраны в 2002-2003 годах в природных ценопопуляциях Апшеронского, Кобустанского, Шемахинского, Хачмазского, Кусарского районов Азербайджана. Часть материалов, в том числе посадочные материалы тюльпана Шмидта, ириса Прилипко, ириса волчьего, которые не произрастают в данном регионе, были взаимствованы из коллекционного фонда геофитов Центрального Ботанического Сада Национальной Академии Наук Азербайджана (ЦБС НАНА). Посадочные материалы были собраны в основном в конце вегетационного периода, в мае и июне месяцах. Виды *Tulipa eichleri, T.biebersteiniana, T.julia, Iris acutiloba, I.grossheimii, Iridodictium reticulatum* были перенесены на опытные участки в начале вегетации, в фазе бутонизации и в конце цветения начиная с марта по апрель месяц.

Для выяснения оптимальных сроков семенного размножения посев семян производили в теплице при температуре 20-22° и в открытом грунте (по 100 штук в четырех повторностях для каждого вида) весной (конец февраля - начало марта) и осенью (сентябрь-ноябрь). Глубина заделки семян определена в пределах 0,3-1,0 см. в зависимости от диаметра. Более эффективным методом проращивания семян является стратификация при температуре +3-1С° и без стратификации, при подзимнем посеве в открытый грунт.

Доразвитие зародыша семян во время холодной стратификации происходило за 60-70 дней.

Заготовки луковиц и корневищ тюльпанов, ирисов и иридодиктумов общей численностью до 1000 штук (по 25 шт. из 9 видов) сортировались по размерам 5 вариантов для каждого вида от 0.5 до 5.2 см. Заготовки I, II и III разбора (2.5-5.2 см.) высаживали в глубину 15-20 см, IV разбора (0.5-2.4 см) и V разбора (0.3-1.9 см) в глубину 8-10 см, при расстоянии между рядами 20-25 см, между растениями 10-15 см. Растения высаживали в сентябре, октябре и феврале.

В 2003-2008 гг. мониторинговые исследования в природных ценопопуля-циях по общепринятой методике [6]. Многолетние интродукционные испыта-ния редких растений в Шемахинском, Кусарском и Апшеронском районах по известным методам [2,3,4] позволили выявить экологическую пластичность и перспективность использования их в ландшафтной архитектуре.

Результаты и их обсуждение. В ходе исследований установлено, что семена исследованных видов тюльпанов и ирисов имеют органическое состоя-ние покоя. Период их прорастания составляет 80-90 дней, иногда 1-3 года. Пос-ле прохождения стратификации семена *Tulipa eichleri*, *T.biebersteiniana* и *T.schmidtii* проращивали в теплице, в посевных ящиках, при температуре 10-15С0. Спустя 40-45 дней появились 30-40% всходов от общего числа. Также был проведен посев семян тюльпанов, ирисов и иридодиктума в открытый грунт в разное время (сентябрь, октябрь, ноябрь и февраль месяц), в трех вариантах и повтор-ностях. Показано, что семена прошедшие холодовую обработку имеют боль-ший потенциал к прорастанию по сравнению с нестратифицированными семе-нами. У отдельных видов (*Iris prilipkoana*, *I. lycotis* и *I. grossheimii*) зрелые семена независимо от наличия предшествующих внешних воздействий прорастают на второй год. Прорастание семян тюльпанов проходило наиболее интенсивно и с высоким процентом всхожести семян (65-80%) (табл. 1).

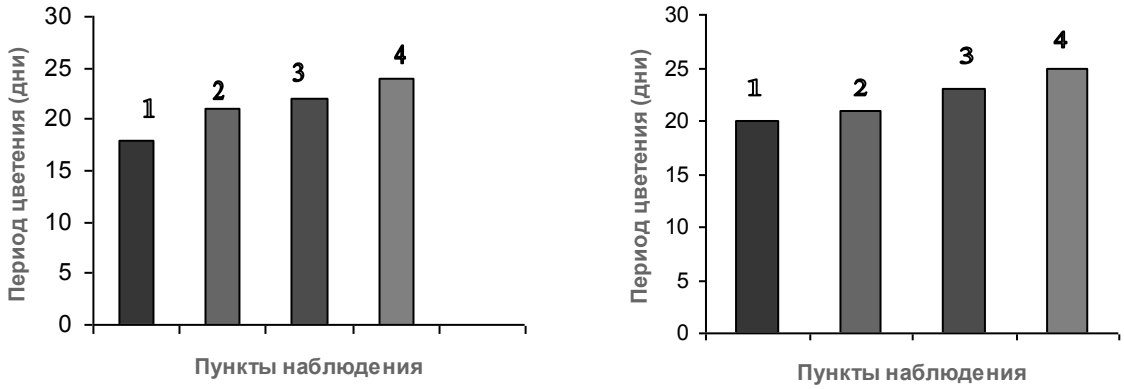
Как видно из таблицы 1, семена *T. eichleri* и *T. schmidtii* посеянные на Апшероне во II декаде октября взошли в III декаде февраля и их всхожесть составил 75-80%. В Кусарском районе в те же сроки грунтовая всхожесть сос-тавил всего 50-60 %. Тогда как всхожесть семян посеянных в Кусаре в более ранний период (10-20

сентября) составил от 65% по 70%. Всхожесть семян *T.biebersteiniana* в Кусарах составил 48%, в Шемахе 52%, на Апшероне 65%. Оптимальными сроками посева семян тюльпанов и ирисов на Апшероне установлены II декада октября, в Шемахинском районе III декада сентября, а в Кусарском районе II декада сентября. При семенном размножении цветение тюльпанов начинается через 3-4 года, а ирисов через 4-6 лет. При этом семена первого и второго года сбора дают большую всхожесть.

Таблица 1. Фенология прорастания семян некоторых видов тюльпанов

№	Вид	Район	Время посадки	Появление всходов	Период вегетации, дни	Всхожесть семян, %
1	*T. eichleri*	Апшерон Шемаха Кусары	20.X 20.X 20.X	20. II 10. III 15. III	75 65 65	80% 65% 60%
2	*T. schmidtii*	Апшерон Шемаха Кусары	20.X 20.X 20.X	26. II 12 III 16 III	69 64 58	75% 58% 50%
3	*T.biebersteiniana*	Апшерон Шемаха Кусары	20.X 20.X 20.X	25. II 10. III 12. III	63 59 56	65% 52% 48%

В результате исследований выявлено, что перенесенные из природы в культурные условия растения оказались устойчивыми - 40 % этих растений зацвели на следующий год, 65% на второй год. Многолетние наблюдения показывают, что при переносе изучаемых видов из дикорастущей флоры в культуру тюльпаны и ирисы сохраняют собственные фенологические ритмы и высокую потенциальную возможность семенного возобновления, отличаются более длительным периодом цветения. Период формирования генеративного побега от начала развития до начала цветения в разных условиях составляет 20-50 дней, а длительность прегенеративного периода 2-3 года. Период цветение дикорастущих видов тюльпан и ирисов составляет от 18 до 25 дней, что на несколько дней превышает фенофазу цветения в природных условиях (рисунок).



Период цветения *Iris acutiloba* С.А.Меу. и *Tulipa eichleri* Regel: 1 – в природе; 2 - в Шемахе; 3 - в Кусарах; 4 - на Апшероне

На рисунке показаны периоды цветения *Iris acutiloba* и *Tulipa eichleri.* Продолжительность цветения *I. acutiloba* на природе с конца апреля до начала мая 18 дней, в условиях культуры на Апшероне с 6 по 30 апреля – 24, в Кусарах с 20 апреля по 12 мая – 21, в Шемахе с 15 апреля по 7 мая – 22 дня. Длительность цветения *T. eichleri* на природе 20 дней, в культуре на Апшероне с 10 по 24 апреля – 23, в Кусарах с 26 апреля по 17 мая – 21, в Шемахе с 15 апреля по 10 мая – 25 дней.

Проведенными исследованиями также были установлены оптимальные сро-ки вегетативного размножения растений в данных условиях На Апшероне оптимальный срок вегетативного размножения ирисов и иридодиктиума I дека-да октября, в Кусарах I декада сентября, а в Шемахе II декада сентября, для тюльпанов на Апшероне II декада октября, в Кусарах II декада сентября , в Шемахе III декада сентября. Анализ всхожести деток и интенсивность роста моло-дых растений выявил, что для посадок рациональнее отбирать детки размером 2.5-5.2 см в зависимости от вида. В культурных условиях наблюдается улучше-ние габитуса растений, увеличение размеров репродуктивных и вегетативных органов, повышение декоративных качеств (табл.2).

В таблице 2 показан сравнительный анализ биоморфологических данных цветков некоторых видов. Размеры диаметра, длина и ширина внутренних и внешних долей околоцветников *Iris acutiloba, I. grossheimii, I. lycotis, Tulipa eichleri, T. schmidtii* по сравнению с природными данными выросли на 0.5-1

раза.Успешность интродукции исчезающих видов определен по пятибалльной шкале. Многолетние наблюдения за особенностями роста и развития растений в условиях интродукции, в различных почвенно-климатических условиях показа-ли, что *Tulipa eichleri, T. biebersteiniana, T. julia, T. Polychroma, Iris acutiloba, I. grossheimii, I. reticula-tum,* в культуре нормально развиваются, цветут и плодоносят, дают обильный самосев и легко дичают. Эти виды определены наиболее перс-пективными для выращивания во всех 3 районах. Редкие виды *Tulipa schmidtii, Iris prilipkoana, I. lycotis* в условиях Апшерона показали более устойчивые результаты и определены перспективными.

Таблица 2. Размеры цветка некоторых видов геофитов в природных и культурных условиях (см)

Вид	В природе			В культуре		
	диаметр цветка	внутрен-ние доли	внешние доли	диаметр цветка	внутрен ние доли	внешние доли
Iris acutiloba	4.0-5.0	5.6x2.0	5.0x1,8	5.0-7.0	5.8x1.8	6.3x2.1
I. grossheimii	4.0-5.0	4.0x1.9	4.5x2.0	6.0-8.0	5.5x2.2	5.8x2.5
I. lycotis	5.0-6.0	6.0x2.5	5.0x2.0	7.0-12.0	7.5x3.8	6.5x3.2
I. prilipkoana	5.0-6.0	5.5x1.4	6.0x1.2	7.0-8.0	6.5x1.6	7.8x1.4
Indodiction reticulatum	4.5-5.0	4.5x1.6	4.9x1.8	5.0-7.0	5.6x2.0	5.3x1.9
Tulipa biebersteiniana	2.0-2.5	2.5x0.9	2.2x0.7	2.5-3.5	3.2x1.3	2.7x1.1
T. eichleri	5.6-6.0	4.2x2.6	4.7x2.9	7.0-9.0	6.7x3.0	7.1x3.4
T. julia	3.5-4.0	2.3x1.5	2.5x1.7	6.0-7.5	5.9x3.0	6.3x3.2
T. polychroma	2.9-3.0	1.5x1.2	1.9x1.0	3.0-3.5	2.3x1.4	2.7x1.8
T. schmidtii	6.0-7.5	2.9x2.5	3.2x2.9	9.0-10.5	4.8x3.9	5.5x4.0

Заключение. Внутривидовое разнообразие дикорастущих видов тюльпанов, ирисов и иридодиктумов имеет огромное значение для использования их в декоративном цветоводстве. Проведенные исследования по интродукции редких видов в Апшеронском, Шемахинском и Кусарском районах позволили выя-вить перспективность повсеместного выращивания этих видов далеко за преде-лами их природного ареала. Выявлено,что 77,5 % интродуцируемых видов успешно растут, дают потомство в условиях культуры во всех 3 районах. 32,5 % - перспективны, в основном имеют устойчивые показатели на Апшероне.

Редкие виды, успешно прошедшие интродукционное изучение, обладающие широкой амплитудой жизненности, включены в реинтродукци-онный эксперимент. Начиная с 2005 года проведены несколько экспериментов по восстановлению нарушенных микропопуляций *Tulipa eichleri* и *T.biebersteiniana* в Кобустанском и Шемахинском районах, *Iris acutiloba* на Апшероне. Мониторинг за состоянием под опытных растений выявил положительный результат вегетативной реинтродукции.

Изучаемые редкие виды тюльпанов и ирисов имеют высокую степень декоративности даже без селекционной работы. Внутривидовое и генетическое разнообразие этих видов, отличающихся по форме, окраске, размером цветка, срокам цветения является ценным природным богатством для использования в зеленом строительстве.

Литература

1. Дадашева Л.К. // Изучение и сохранение биоразнообразия редких видов родов Tulipa L. и Iris L. в Азербайджане: Материалы 4-ой Международной научной конференции. СПб., 2007. С. 125-127.

2. Зайцев Г.Н. Фенология травянистых многолетников. М., 1978.

3. Ибадлы О.В. Геофиты Кавказа. Баку, 2002 .

4. Карпун Ю.Н. Основы интродукции растений. СПб., 2002.

5. Красная книга Азербайджанской ССР / Под ред. Адыгезалова В.М. Баку, 1989.

6. Работнов Т.А. Методы определения возраста и длительности жизни у травянистых растений // Полевая геоботаника. М.-Л., 1960. Т.2.

7. Флора Азербайджана / Под. ред. Д.Н.Сосновского. Баку, 1952. Т.2.

L.K.DADASHEVA

PRIMARY RESULTS OF INTRODUCTION OF RARE SPECIES FROM GENUS *IRIS* L. AND *TULIPA* L. IN THE NORTH-EAST OF AZERBAIJAN

Summary

In the article it was shown the results of scientific researches on introductions of the wild species of tulips and irises in the North-East part of Azerbaijan. These results were received on piolot areas of the centres of ecological education and experiences training in Apsheron, Gusar and Shemakha regions. On the basis of long standing researches it was defined conservation and the use of these species in the laying out of parks.

УДК 582.998.1(476)

М.А. ДЖУС

РОД ГРУДНИЦА – *LINOSYRIS CASS.* (ASTERACEAE) ВО ФЛОРЕ БЕЛАРУСИ

Белорусский государственный университет

Введение. В ходе полевых флористических исследований в ближайших окрестностях г. Мозыря нами обнаружена грудница обыкновенная, или ленок – *Linosyris vulgaris* Cass. ex Less. Достоверные сведения о нахождении этого вида в Беларуси отсутствовали более 110 лет, на основании чего он не упоминается в последней флористической сводке – Определителе высших растений Беларуси [1]. В 3-ем издании «Красной книги Беларуси» вид значится в списке растений, вероятно исчезнувших с территории Беларуси [2].

Материалы и методы исследования. Исследования проводились в августе 2009 г. маршрутным и детально-маршрутным методом. Особое внимание уделялось изучению синантропных и прибрежно-водных растительных сообществ. Собранный гербарный материал хранится в Гербарии кафедры ботаники Белорусского государственного университета (MSKU). Кроме того, несколько растений *L. vulgaris* высажены на коллекционный участок редких и охраняемых растений флоры Беларуси, относящийся к данному учреждению.

Результаты и их обсуждение. Мозырская краевая ледниковая возвышенность отличается сложной ландшафтной структурой. Характерные для этой территории холмисто-моренно-эрозионные ландшафты являются редкими для Белорусского Полесья. Наиболее возвышенной частью данного геоморфологического района является Мозырская гряда, относящаяся к наиболее расчлененным территориям в республике. Она изобилует ложбинами, балками, задернованными и активными оврагами, глубина которых достигает 40–60 м с длиной главного ствола до 2,5–3 км. Здесь же расположена самая высокая точка Белорусского Полесья. В районе г. Мозыря эта гряда сложена лёссами и лёссовидными суглинками, которые подстилаются в основном моренными суглинками. Особенности рельефа, высокое плодородие почв обусловливает значительное богатство и разнообразие растительного покрова в этом районе. Вместе с тем следует подчеркнуть, что Мозырская

возвышенность является своеобразным форпостом в распространении многих редких видов растений, весьма различных по своему происхождению (*Aposeris foetida* (L.) Less., *Cimicifuga europaea* Schipcz., *Clematis recta* L., *Huperzia selago* (L.) Bernh. ex Schrank et Mart., *Cervaria rivinii* Gaertn., *Melittis sarmatica* Klokov, *Pyrethrum corymbosum* (L.) Scop. и др.). Она постоянно привлекает внимание ботаников и справедливо считается одним из наиболее интересных с флористической точки зрения районов Беларуси. В недавно опубликованных флористических сводках по данному району *L. vulgaris* не значится [3, 4].

Впервые для флоры Беларуси *L. vulgaris* указывается в 1893 г. И.К. Пачоским для окрестностей г.п. Туров («…около Турова между кустарниками на песчаной почвъ въ плавняхъ Припяти и по водораздълу Припяти и Ствиги» [5]). Данное указание подтверждается гербарными сборами, которые хранятся в Гербариях ботанического института им. В.Л. Комарова, г. Санкт-Петербург (LE) и института ботаники им. Н.Г Холодного, г. Киев (KW) (рис. 1).

В работе «Обзор растительности Белорусского Полесья», подготовленной В.В. Адамовым по результатам экспедиции 1925 г., *L. vulgaris* повторно приводится для Житковичского р-на (Житковичи (встречается очень редко) [6]). Однако в изученных нами Гербариях Беларуси (MSK, MSKU) и сопредельных государств (KRAM, KW, MW, LE, LW) цитируемый образец не обнаружен. Можно предположить, что он был утерян или ошибочно определен. Отметим, что в данной работе указываются и другие чрезвычайно редкие для флоры Беларуси виды (*Polystichum braunii* (Spenn.) Fee, *Carex tomentosa* L., *Cenolophium denudatum* (Hornem.) Tutin, *Silene noctiflora* L., *Swertia perennis* L. и др.). Некоторые из них (*Centaurea salicifolia* M. Bieb., *C. stereophylla* Bess., *Euphorbia subtilis* Prokh.), которые до настоящего времени достоверно для территории республики не известны.



Рис. 1. Гербарные образцы *Linosyris vulgaris* из окрестностей г.п. Туров (Гербарий KW и LE)

В коллективной работе «Illustrierte Flora von Mitteleuropa» [7] на карте общего распространения *L. vulgaris* под знаком «?» указано островное, изолированное местонахождение вида в окрестностях г. Минска, но отсутствует указание на локалитет в окрестностях г.п. Туров (рис. 2). Возможно, этот факт основан на том, что длительное время г.п. Туров административно относился к бывшей Минской губернии с центром в г. Минске.

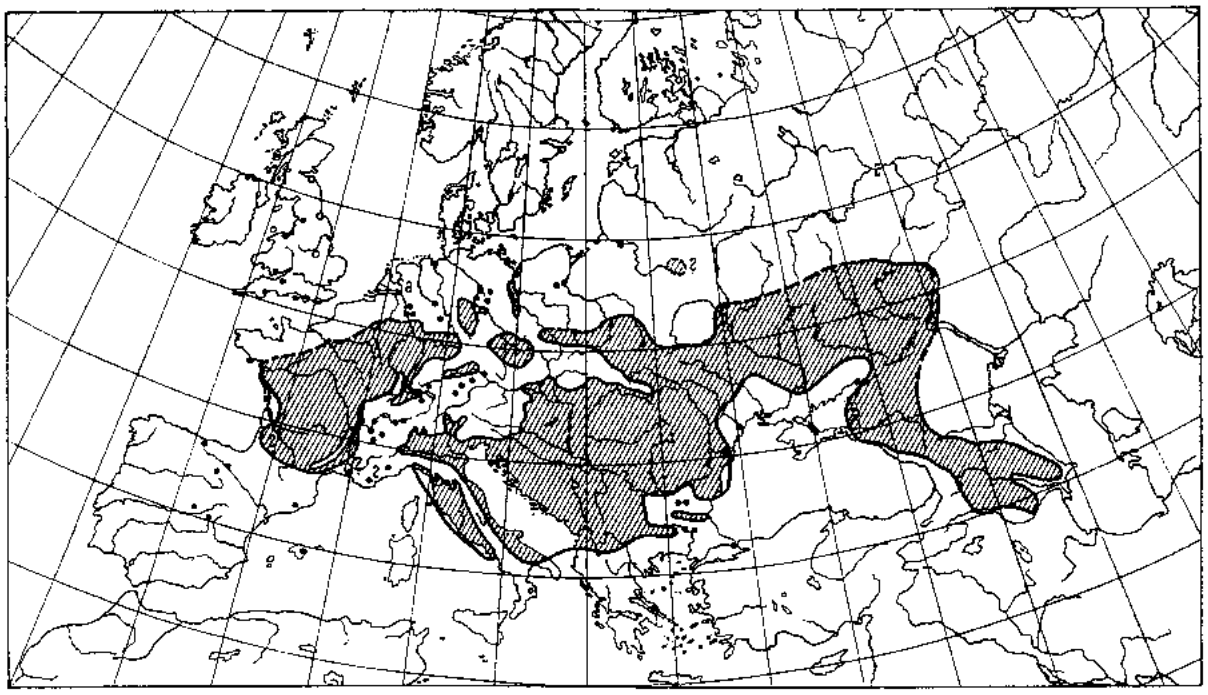


Рис. 2. Общее распространение *Linosyris vulgaris* [7]

В связи с тем, что *L. vulgaris* относится к очень редким представителям флоры Беларуси и информация о нем в белорусской ботанической литературе крайне немногочисленна, мы приводим морфологическое описание вида на основе литературных данных и оригинальных собранных нами гербарных образцов.

L. vulgaris – многолетнее растение высотой 10–50(70) см, голое или почти голое. Отходящие от удлиненного узловатого корневища стебли обычно немногочисленные или одиночные, прямостоячие, густо облиственные, обычно лишь в верхней части разветвленные, с косо вверх направленными веточками, заканчивающимися одной или несколькими корзинками на ножках. Листья очередные, цельные и цельнокрайние, линейные или узколинейные, 1–7 см длиной и 1–3 (редко до 5) мм шириной, сидячие, к основанию постепенно суженные, на верхушке оттянутые в короткое хрящеватое острие, с одной срединной жилкой, сверху обычно покрытые точечными железками, по краю шероховатые от мелких шипиков, верхушечные (на веточках общего соцветия) обычно довольно многочисленные, сильно уменьшенные, переходящие в листочки обертки. Листочки обертки многорядные, черепитчато расположенные, от широко обратноконических до почти полушаровидных, 6–8 мм дл. и 7–15 мм шириной, наружные и внутренние листочки почти одинаковые по длине (реже наружные заметно короче внутренних), по краю с очень мелкими

сосочковидными трихомами, наружные зеленоватые, линейно-шиловидные или узколинейные, постепенно заостренные, с одной жилкой, самые внутренние из продолговатого основания оттянутые в ланцетно-шиловидное или шиловидное окончание, светло-желтовато-зеленые, с узким перепончатым краем и 1–3 жилками. Корзинки довольно мелкие, 8–12 мм длиной, коротко цилиндрические или обратноконические, собраны в сложные щитковидные соцветия. Цветоложе слабо выпуклое, ячеистое. Все цветки в корзинке трубчатые, обоеполые, светло-желтые, в количестве 15–40, расположены в несколько рядов, обычно превышают по длине листочки обертки (рис. 3). Пыльники на верхушке с широко-ланцетными придатками, при основании тупые, нити тычинок голые. Столбик на верхушке двулопастный, с яйцевидно-ланцетными туповатыми придатками, которые в 1,5–2 раза короче ветвей столбика. Все семянки одинаковые, продолговатые, 3–5 мм длиной, к основанию суженные, более или менее сплюснутые со спинки, часто с выдающимися боковыми ребрышками, равномерно покрытые полуприжатыми волосками. Хохолок семянки 5–6 мм длиной, беловатый, состоящий из 2(3) неправильных рядов шероховатых щетинок одинакового строения, спаянных у основания в кольцо. Число хромосом 2n=18 (36) [8, 9, 10, 11]. Цветет в условиях Беларуси в конце лета (август) – начале осени (сентябрь), плодоносит в октябре.

Род *Linosyris* относится к трибе *Asteraeae* Cass. и насчитывает около 5 видов, распространенных преимущественно в степной и лесостепной зонах Европы и Азии от атлантического побережья на западе до Алтая и западных провинций Китая на востоке [8]. Типом рода является *L. vulgaris*. Этот вид – единственный представитель рода на территории Беларуси.

Linosyris vulgaris Cass. ex Less. 1832, Syn. Gen. Compos. : 195, in syn. – *Chrysocoma linosyris* L. 1753, Sp. Pl. : 841. – *Aster linosyris* (L.) Bernh. 1800, Syst. Verz. Erfurt. : 151. – *Crinitaria linosyris* (L.) Less. 1832, Syn. Gen. Compos. : 195. – *Galatella linosyris* (L.) Reich. fil. 1853, Icon. Fl. germ. 16 : 8. – *Crinitina linosyris* (L.) Soják, 1982, Zprávy Krajsk. Vlastiv. Muz. Olomouci, 215:1.

Вид описан из Средней Европы (по протологу «Habitat in Europa temperatiore»). Лектотип не выбран. Вероятные типовые материалы хранятся в Лондоне (экземпляр № 982.8, LINN, фото!; экземпляр № 396/1, BM, фото!).



Рис. 3. Верхняя часть цветущего растения из окрестностей г. Мозыря

L. vulgaris относится к европейско-малоазийскому умеренно-континентальному географическому элементу. Его распространение связано преимущественно со степной и лесостепной зоной Евразии. **Общее распространение**: Северная (редко, Швеция), Атлантическая (редко, Бельгия, Великобритания), Центральная (Франция, Германия, Швейцария, Австрия, Венгрия, Румыния, Чехословакия), Южная (Испания, Италия, Болгария, Греция, Албания, страны бывшей Югославии) и Восточная Европа, Западная Азия (северо-западная Турция, редко), северная Африка (редко, Алжир). На западе ареал вида достигает (в виде изолированных локалитетов) Испании и Великобритании, а на севере – юго-восточной Швеции [7, 10].

В странах бывшего СССР *L. vulgaris* встречается в степных районах Украины, Молдовы и России, а также на Кавказе (Грузия, Армения, Азербайджан) [8, 12–14]. Указание о нахождении вида в Литве, содержащееся в работе за 1979 г. [10], уже не содержится в более поздней публикации [15].

В пределах ареала *L. vulgaris* произрастает преимущественно в ксеротермных степных сообществах на склонах балок, речных долин, остепненных полянах, опушках байрачных лесов, каменистых склонах, среди кустарников. Предпочитает открытые, хорошо освещенные и прогреваемые участки с песчаными, карбонатными, иногда солонцеватыми почвами. Местонахождение *L. vulgaris* в южной части Беларуси представляет собой отдельный изолированный локалитет вблизи северной границы видового ареала.

L. vulgaris является характерным видом класса *Festuco-Brometea* Br.-Bl. et Tx. 1943, который объединяет ксеротермные травяные сообщества, развивающиеся на хорошо прогреваемых местах с довольно богатыми почвами. В состав этих сообществ в Беларуси входит значительное количество лесостепных и степных видов растений. Сообщества этого класса близки (а иногда и объединяются) с опушечными теплолюбивыми растительными сообществами класса *Trifolio-Geranietea sanguinei* Müll. 1961 [16].

Краткая характеристика фитоценоза, в составе которого обнаружен *L. vulgaris* в окрестностях г. Мозыря, приведена в таблице 1.

В данном сообществе, в составе которого преобладают мезофитные и мезоксерофитные виды растений, популяция *L vulgaris* представлена примерно 20 генеративными особями и занимает площадь около 4 м2.

L. vulgaris иногда выращивается как декоративное поздноцветущее растение, хотя гораздо реже, чем другие аборигенные виды «астр» (*Aster amellus* L., *Galatella rossica* Novopokr.[1]). Культивируется легко, особой агротехники не требует. Во многих странах Европы *L. vulgaris* является редким растением и сокращает свою численность. Вид включен в Красные книги и списки охраняемых растений Чехии, Швейцарии, Польши. Он также находится под региональной охраной в некоторых областях (Московская, Курская, Липецкая) и регионах России (Мордовия, Чувашия) [17].

[1] Возможно, именно к дичающим культурным растениям относится указание *Galatella rossica* для окрестностей г. Гродно [11]. Данный локалитет не указан в последнем издании Красной Книги Беларуси [2].

Таблица 1. Фитоценотическая характеристика местонахождения *Linosyris vulgaris* в окрестностях г. Мозыря

Вид растения	Балл обилия (по шкале Браун-Бланке)
Achillea millefolium L. s.l.	+
Acinos arvensis (Lam.) Dandy	r
Agrostis tenuis Sibth.	1
Betonica officinalis L.	r
Calamagrostis epigeios (L.) Roth	+
Calluna vulgaris (L.) Hull	+
Campanula glomerata L.	+
Clinopodium vulgare L.	r
Cnidium dubium (Schkuhr) Thell.	+
Dianthus arenarius L. s.l.	r
Dianthus borbasii Vandas	r
Festuca rubra L.	1
Filipendula vulgaris Moench	+
Fragaria viridis Duchesne	+
Galium boreale L.	+
G. mollugo L.	+
G. verum L.	r
Koeleria delavignei Czern. ex Domin	r
Leontodon autumnalis L.	r
Leucanthemum vulgare Lam.	r
Linosyris vulgaris Cass. ex Less.	r
Origanum vulgare L.	r
Peucedanum oreoselinum (L.) Moench	+
Pimpinella saxifraga L.	r
Plantago lanceolata L.	+
Poa angustifolia L.	+
P. compressa L.	+
Potentilla arenaria Borkh.	+
P. argentea L.	r
Prunella grandiflora (L.) Scholl.	+
Rhinanthus serotinus (Schoenh.) Oborny.	+
Silene tatarica (L.) Pers.	r
Solidago virgaurea L.	r
Trifolium medium L.	+
T. pratense L.	+
Thymus pulegioides L.	+
Veronica spicata L.	r
Vincetoxicum hirundinaria Medik.	r

Примечание: Описание выполнено 15/08/2009, площадь описания 20 м^2, общее проективное покрытие составило 100 %.

Заключение. Нами подтверждено произрастание вида *L. vulgaris* на территории Беларуси, который достоверно не отмечался здесь более 110 лет. Выявленная в окрестностях г. Мозыря в составе остепненного растительного сообщества небольшая популяция представляет собой изолированный локалитет вблизи северной границы сплошного распространения данного вида. Вероятно, в дальнейшем *L. vulgaris* может быть обнаружен в сходных экотопах на данной территории. Результаты изучения состояния таких периферических популяций важны при разработке научно-обоснованных подходов для их охраны как ценного компонента видовых генофондов.

Литература

1. Определитель высших растений Беларуси / Под ред. В.И. Парфенова. Мн., 1998. 472 с.

2. Красная книга Республики Беларусь: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений. Гл. редколлегия: Л.И. Хоружик (предс.), Л.М. Сущеня, В.И. Парфенов и др. Мн., 2005. С. 204–205, 434.

3. Дубовик Д. В., Скуратович А.Н. // Современные экологические проблемы устойчивого развития Полесского региона и сопредельных территорий: наука, образование, культура: Материалы 3 Междунар. науч.-практ. конф.: в 3 ч. / редкол.: В.В. Валетов (гл. ред.) [и др.]. Мозырь: УО «МГПУ им. И.П. Шамякина», 2007. Ч. 1. С. 107–109.

4. Состояние и тенденции развития природных экосистем государственного ландшафтного заказника «Мозырские овраги» / В.В. Валетов [и др.]; под общ. ред. В.И. Парфенова. Мозырь, 2008. 177 с.

5. Пачоский І. Флора Полъсья и прилежащихъ мъстностей // Тр. имп. С.-Петерб. о-ва естествоисп. Отд. Ботаники. 1899. Т. 29. Вып. 3. С. 4–5.

6. Адамов В.В. Ярошевич И.К. Обзор растительности Белорусского Полесья // Н.К.З.Б. Управление землеустройства и мелиорации. Научно-исследовательские работы 1925 г. 1927. Вып. 4. 96 с.

7. Hegi G. Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Band VI, Teil 3. Compositae I. Eupatorium–Achillea. Berlin–Hamburg, 1979. S. 35–71.

8. Флора СССР / Под ред. Б.К. Шишкина. М.–Л., 1959. Т. 25. С. 173–180.

9. Флора БССР. Мн., 1959. Т. 5. С. 28–29.

10. Flora Europaea / Ed. T.G. Tutin, V.H. Heywood et all. London–New York–Cambridge. Vol. 4. Plantaginaceae to Compositae (and Rubiaceae), 1976. P. 116.

11. Flora Polska. Rośliny naczyniowe Polski i ziem ościennych / Red. B. Pawłowski, A. Jasiewicz. Warzsaw–Kraków, 1971. T. 12. S. 136–140.

12. Флора УРСР. Київ, 1962. Т. 11. С. 57–59.

13. Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России. 10-е изд. испр. и дополн. М., 2006. С. 513.
14. Флора Европейской части СССР / Под ред. Н.Н. Цвелева. СПб, 1994. Т. 7. С. 189–194.
15. Флора Балтийских республик. Сводка сосудистых растений / Под ред. В. Кууск, Л. Табака, Р. Янкаявичене. Тарту, 2003. Т. 3. 406 с.
16. Сцепановіч І.М. Эколага-фларыстычны дыягназ сінтаксонаў прыроднай травяністай расліннасці Беларусі. Мн., 2000. 140 с.
17. Red list of plants and fungi in Poland. Kraków, 2006. P. 9–20

M.A. DZHUS

GOLDILOCKS – *LINOSYRIS* CASS. (ASTERACEAE) IN THE FLORA OF BELARUS

Summary

Linosyris vulgaris Cass. ex Less. was found near Mozyr (south-eastern Belarus) after 110 years of its first record for Belarusian Flora. Morphological description of the species and brief description of its locality are provided.

УДК 581.93

А.А. ПРЯЖНИКОВА[1], Г.Ф. РЫКОВСКИЙ[2]

ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ И СОЗОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ БРИОФЛОРЫ ФОРТИФИКАЦИОННЫХ СООРУЖЕНИЙ ГРОДНЕНСКОЙ КРЕПОСТИ

[1]Гродненский государственный университет им. Янки Купалы
[2]Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича

Введение. Мохообразные обладают большой экологической пластичностью, что позволяет им произрастать на территориях любых широт и в самых разнообразных местообитаниях. Тем не менее, распространение бриофитов часто ограничивается особенностями субстрата. Для стран с равнинным рельефом, к которым принадлежит и Беларусь, одним из наиболее редких видов субстрата является карбонатно-каменистый, что и определяет уровень редкости требующих такого субстрата мхов-литофитов в Республике.

По происхождению каменистый субстрат может быть естественным и искусственным. Из числа искусственных субстратов наиболее значимыми с точки зрения бриологии являются старые бетонные и каменно-бетонные сооружения, как потенциально наиболее богатые по видовому составу литофитов. Такими сооружениями являются крупные фортификации в окрестностях г. Гродно, имитирующие по своим физико-химическим свойствам известьсодержащие горные породы. Благодаря этому реализуются возможности сохранения биоразнообразия редких видов мохообразных-кальцефилов.

Исследуемые форты – долговременные оборонительные опорные пункты, пояс которых в окрестностях г. Гродно сооружен в начале XX века. Модернизирование Гродненской крепости началось после русско-японской войны, в связи с увеличением стратегического значения г. Гродно. 12 октября 1912 года г. Гродно был объявлен опорным пунктом для российской армии, где начались строительные работы на 13 фортах (рис. 1) [6].

Гродно объявлен военной крепостью 23 августа 1913 г., хотя работы на главной крепостной позиции находились на начальной стадии, и настоящего гарнизона и вооружения крепость еще не имела. Несмотря на то, что строительство проходило очень быстро, к началу I Мировой войны ни один из фортов Гродненской крепости не был готов полностью. Для большинства гродненских фортов возведены лишь стрелковые брустверы и подбрустверные галереи. Однако работы по строительству и усилению позиций не останавливались почти до эвакуации 20 августа 1915г. Перед отступлением российских войск из г. Гродно поступил приказ взорвать все укрепления крепостной позиции, что и было сделано с разной степенью старательности и успешности. Не успели уничтожить только форт IV (около д. Стрельчики) [6].

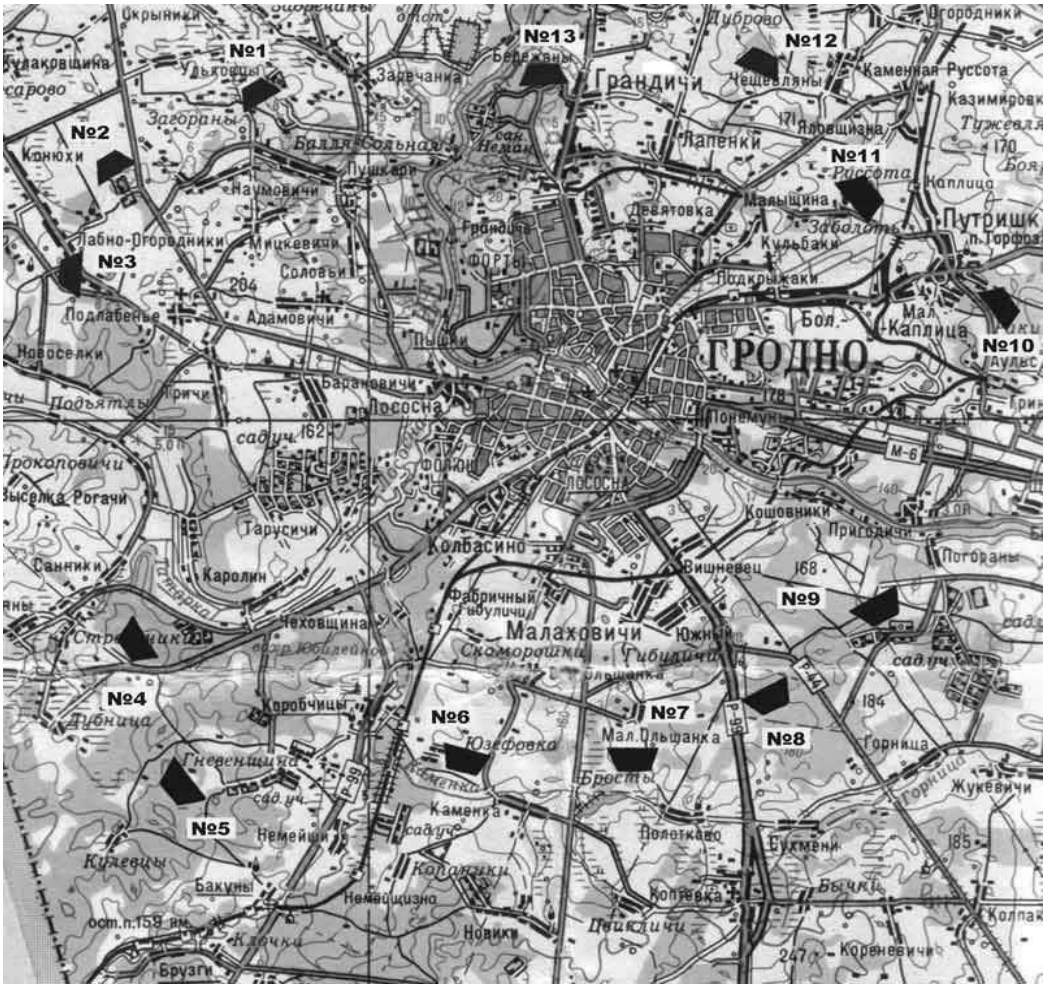


Рис. 1. Пояс фортов Гродненской крепости 1912 - 1915гг. [6].

Цель и задачи исследования. Цель работы – изучение бриофлоры фортификационных сооружений окрестностей г. Гродно (Беларусь).

Задачи исследования: 1) изучение видового состава бриевых мхов и печеночников; 2) выявление редких видов мохообразных; 3) таксономический анализ видового состава мохообразных.

Материалы и методы исследований. Материалом для работы послужили результаты обработки коллекции бриофитов (более 800 образцов), собранной нами на бетонных фортах Гродненской крепости. Полевые флористические исследования проводили маршрутным методом [5] в 2008-2009гг. на восьми фортах в районах деревень: Наумовичи, Ратичи, Каменка, Стрельчики, Гибуличи, Малая Ольшанка, Погораны и санатория «Неман» (Гродненский район Гродненской области Беларуси). Определение мохообразных осуществляли по «Флоре Беларуси, I том» [1], «Флоре Беларуси, II том» [2]. Для оценки обилия мхов на фортах использовали шкалу Браун-Бланке (баллы) [7]:

1-число особей невелико, проективное покрытие до 5 %;
2-число особей невелико, покрытие от 5 до 25%;
3- число особей любое, покрытие 25-50%;
4-число особей любое, покрытие 50-75%;
5- число особей любое, покрытие более 75%.
Нумерация фортов согласно [4].

Объектом исследования являются мохообразные, произрастающие на бетонных фортификационных сооружениях Гродненской крепости.

Результаты и обсуждение. В результате проведенных исследований бриофитов фортов нами выявлено и идентифицировано 82 вида Bryopsida и 4 вида Hepaticopsida, относящихся к 11 порядкам, 23 семействам и 48 родам:

Отдел	Bryophyta
Класс	Musci
Подкласс	Bryidae
Порядок	Polytrichales Fleisch.
Семейство	Polytrichaceae Schwaegr. – Политриховые
1	Polytrichum formosum Hedw.
2	Polytrichum juniperinum Hedw.
Порядок	Encalyptales Schimp.
Семейство	Encalyptaceae Schimp. – Энкалиптовые
3	Encalypta streptocapra Hedw.
4	Encalypta rhaptocarpa Schwaegr.
Порядок	Pottiales Fleish.
Семейство	Pottiaceae Shimp. – Поттиевые
5	Bryoerythrophyllum recurvirostrum Hedw.
6	Tortella tortuosa Hedw.
7	Didymodon rigidulus Hedw.
8	Barbula unquiculata Hedw.
9	Tortula ruralis Hedw.
10	Tortula muralis Hedw.
11	Tortula virescens De Not.
12	Tortula mucronifolia Schwaegr.
13	Weissia controversa Hedw.
Порядок	Grimmiales
Семейство	Grimmiaceae Arnott. – Гриммиевые

14	Schistidium crassipilum Blom.
15	Grimmia pulvinata Hedw.
16	Schistidium apocarpum Hedw.
17	Rhacomitrium canescens Hedw.
Порядок	Orthotrichales
Семейство	Orthotrichaceae Arnott. – Ортотриховые
18	Orthotrichum pumilum Sw.
19	Orthotrichum anomalum Hedw.
20	Orthotrichum diaphanum Brid.
21	Orthotrichum speciosum Ness.
22	Orthotrichum obtusifolium Brid.
23	Orthotrichum pallens Bruch ex Brid.
24	Orthotrichum cupulatum Hedw.
25	Orthotrichum patens Bruch ex Brid.
Порядок	Dicranales
Семейство	Dicranaceae Schimp. – Дикрановые
26	Dicranum scoparium Hedw.
27	Dicranella heteromalla Hedw.
28	Dicranella cerviculata Hedw.
29	Orthodicranum flagellare Hedw.
Семейство	Ditrichaceae Limpr.- Дитриховые
30	Ceratodon purpureus Hedw.
30a	Ceratodon purpureus f. purpureus Hedw.
Порядок	Bryales
Семейство	Bryaceae Schwaegr. - Бриевые
31	Bryum capillare Hedw.
32	Bryum argenteum Hedw.
33	Bryum creberrinum Tayl.
34	Bryum klinggraeffii Schimp.
35	Bryum caespiticium Hedw.
36	Bryum turbinatum Hedw.
37	Bryum subelegans Kindb.
38	Bryum warneum Roehl.
39	Pohlia nutans Hedw.
40	Leptobryum pyriforme Hedw.
Семейство	Mniaceae Schwaegr. – Мниевые
41	Plagiomnium cuspidatum (Hedw.) T.Kop.
42	Plagiomnium affine (Bland.) T.Kop.

43	Plagiomnium ellipticum (Brid.) T.Kop.
44	Plagiomnium elatum (Bruch) T.Kop.
45	Plagiomnium undulatum (Hedw.) T.Kop.
46	Mnium marginatum (With.) P.Beauv.
Порядок	Leucodontales
Семейство	Climaciaceae Kindb. – Климациевые
47	Climacium dendroides Hedw.
Семейство	Anomodontaceae Kindb. – Аномодонтовые
48	Anomodon viticulosus Hedw.
Семейство	Leucodontaceae Shimp. – Левкодонтовые
49	Leucodon sciuroides Hedw.
Семейство	Neckeraceae Schimp. – Некккеровые
50	Homalia trichomanoides Hedw.
Порядок	Hypnales
Семейство	Leskeaceae Schimp. – Лескеевые
51	Leskeella nervosa Brid.
52	Leskea polycarpa Hedw.
Семейство	Thuidiaceae Schimp. – Туидиевые
53	Abietinella abietina Hedw.
54	Thuidium philibertii Limpr.
Семейство	Amblystegiaceae G.Roth. - Амблистегиевые
55	Campylium chrysophyllum Brid.
56	Campylium stellatum Hedw.
57	Campylium sommerfeltii Myr.
58	Calliergonella cuspidata Hedw.
59	Amblystegium serpens Hedw.
60	Amblystegium varium Hedw.
61	Sanionia uncinata Hedw.
62	Dreponacladus aduncus Hedw.
Семейство	Brachytheciaceae Shimp. - Брахитециевые
63	Brachythecium rivulare Schimp.
64	Brachythecium salebrosum Web.et Mohr
65	Brachythecium populeum Hedw.
66	Brachythecium campestre Schimp.
67	Brachythecium rutabulum Hedw.
68	Brachythecium velutinum Hedw.
69	Brachythecium mildeanum Schimp.
70	Homalothecium sericeum Hedw.

71	Homalothecium lutescens Hedw.
72	Eurhynchium hians Hedw.
73	Eurhynchium hians var. atrovirens Swartz.
Семейство	Hypnaceae Schimp. - Гипновые
74	Hypnum cupressiforme Hedw.
74а	Hypnum cupressiforme var. filiforme Brid.
74б	Hypnum cupressiforme var. lacunosum Brid.
75	Hypnum fertile Sendtn.
76	Hypnum pallescens Hedw.
77	Pylaisiella polyantha Hedw.
Семейство	Hylocomiaceae Fleisch. - Гилокомиевые
78	Pleurozium schreberi Brid.
79	Hylocomium splendens Hedw.
80	Rhytidiadelphus squarrosus Hedw.
81	Rhytidiadelphus triquetrus Hedw.
82	Platidictya subtilis Hedw.
Класс	Hepaticopsida
Подкласс	Jungermanniidae
Порядок	Metzgeriales Chalaud. – Метцгериевые
Подпорядок	Geocalycineae Schust. – Геокаликсовые
Семейство	Plagiochilaceae (Joerg.) K. Muell. –Плагиохиловые.
83	Plagiochila porelloides (Torrel ex Ness) Lindenb.
Семейство	Geocalycaceae Klinggr.
84	Lophocolea bidentata L.
Подкласс	Marchantiidae
Порядок	Marchantiales Limpr. – Маршанциевые
Семейство	Conocephalaceae K. Muell. ex Grolle – Коноцефаловые
85	Conocephalum conicum L.
Семейство	Marchantiaceae (Bisch.) Endl. – Маршанциевые
86	Marchantia polymorpha L.

Наиболее многочисленными родами являются *Bryum* (9 видов), *Orthotrichum* (8), *Brachythecium* (7), *Plagiomnium* (5) (рис 2).

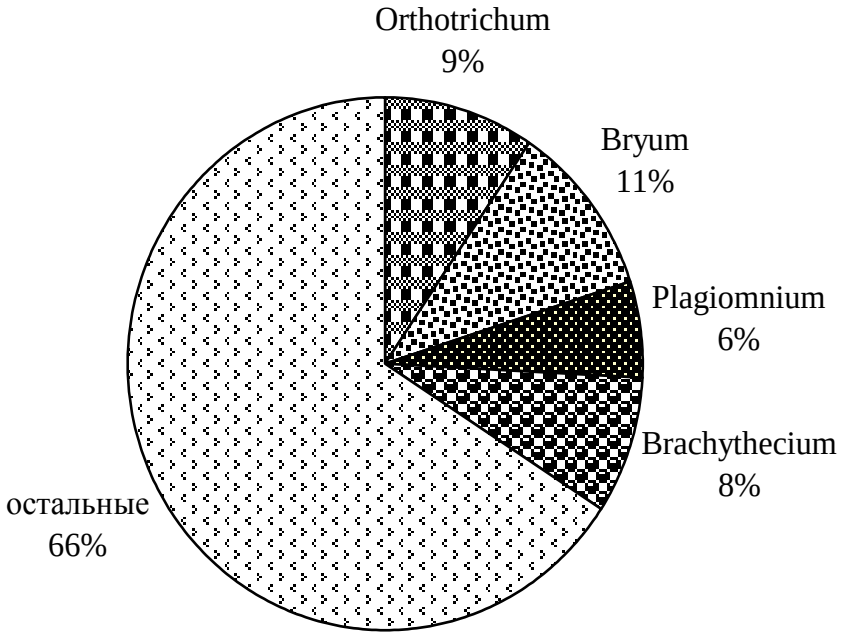


Рис. 2. Объем ведущих родов

Из семейств по родовому объему наиболее представительны *Pottiaceae* Shimp. (7 родов), *Amblystegiaceae* G.Roth. (5), *Hylocomiaceae* Fleisch. (4), *Brachytheciaceae* Schimp., *Grimmiacea* Arnott., *Bryaceae* Schwaegr., *Dicranaceae* Schimp**.** (по 3) (рис 3).

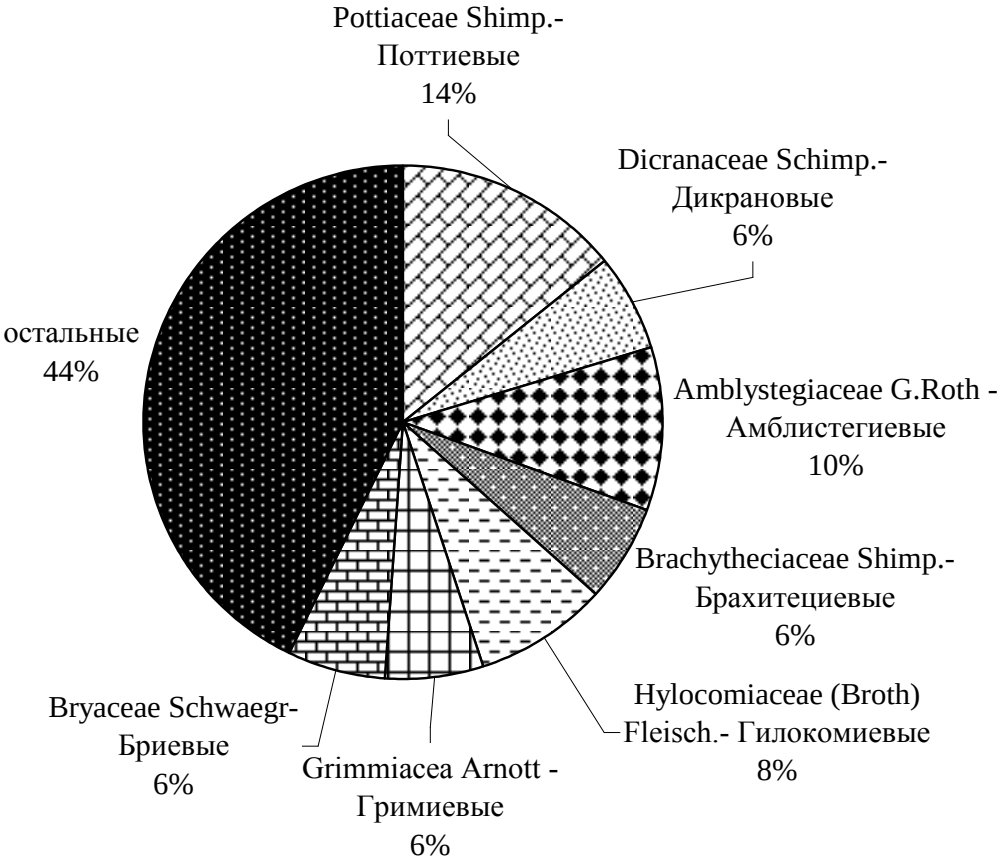


Рис. 3. Доминирующие семейства по родовому объему

Наиболее крупными в видовом аспекте являются семейства Bryaceae Schwaegr. (10 видов), Pottiaceae Shimp. (10), Brachytheciaceae Shimp. (10), Orthotrichaceae Arnott. (8), Amblystegiaceae G.Roth. (8), Mniaceae Schwaegr. (6) (рис. 4).

К доминирующим видам относятся *Hypnum cupressiforme* Hedw., *Tortella tortuosa* Hedw. (обилие 5 баллов), *Tortula muralis* Hedw., *Schistidium apocarpum* Hedw., *Plagiomnium cuspidatum* Hedw., *Brachythecium rivulare* Shimp., *Homalothecium lutescens* Hedw. (4 балла), *Plagiomnium undulatum* Hedw., *Climacium dendroides* Hedw., *Abietinella abietina* Hedw., *Thuidium philibertii* Limpr. (3 балла).

В результате проведенных исследований выявлены такие редкие виды для бриофлоры Беларуси [1], как *Encalypta rhaptocarpa* Schwaegr., *Encalypta streptocapra* Hedw., *Didymodon rigidulus* Hedw., *Tortula virescens* De Not., *Weissia controversa* Hedw., *Orthotrichum anomalum* Hedw., *Orthotrichum diaphanum* Brid., *Orthotrichum pallens* Bruch ex Brid., *Orthotrichum cupulatum* Hedw., *Bryum turbinatum* (Hedw.) Turn., *Bryum subelegans* Kindb., *Mnium marginatum* With., *Hypnum fertile* Sendtn.

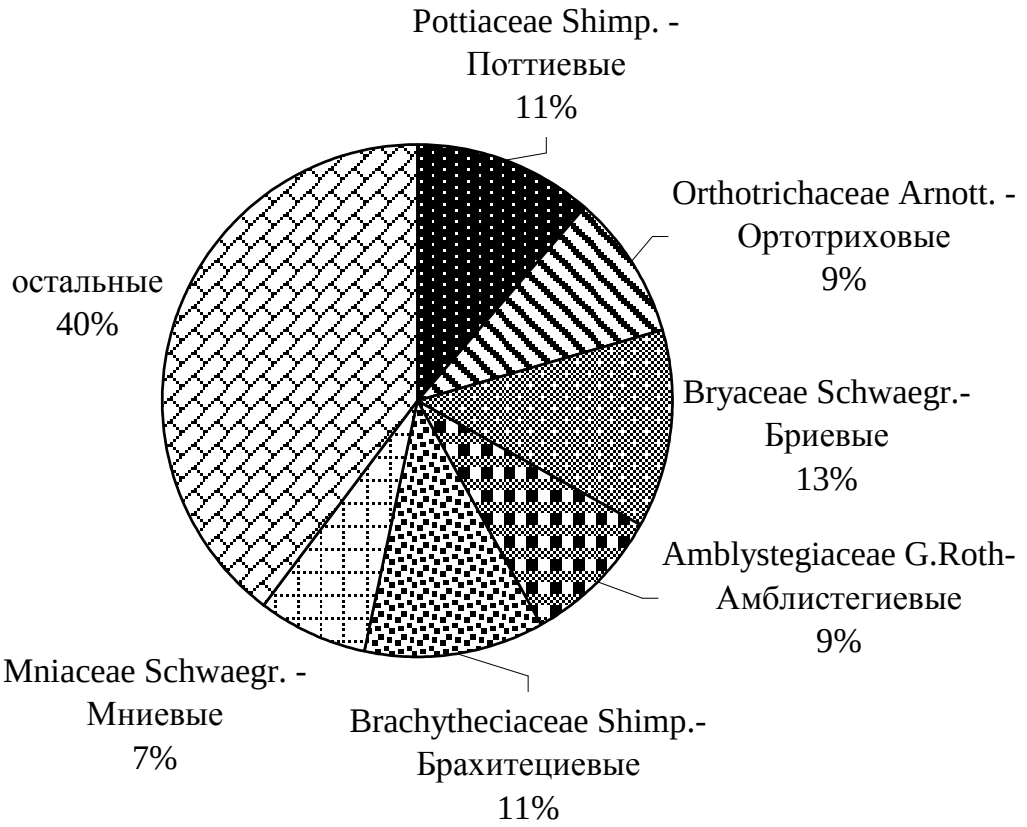


Рис. 4. Доминирующие семейства по количеству видов.

Отмечены виды, занесенные в Красную книгу Беларуси [3]: *Tortella tortuosa* Hedw. (CR) – критически угрожаемый, *Bryum*

klinggraeffii Shimp. (VU) − уязвимый. Найден *Bryum warneum* Roehl., занесенный в «черный список» Красной книги Беларуси [3], который предлагается нами для включения в новое издание Красной книги (CR). Выявленный вид *Orthotrichum patens* Bruch ex Brid. находится в списке видов, нуждающихся в профилактической охране [3].

***Tortella tortuosa* Hedw.** (Pottiaceae Schimp.), (CR). Дерновинки крупные, плотные, желто-зеленые, внутри темно-коричневые, высотой 2-6 см. Сухие листья курчавые, ломкие из яйцевидного или удлиненного основания линейно-ланцетные. Жилка мощная, на спинке бело-блестящая. Коробочка на красной ножке, прямая или слегка изогнутая, продолговато-яйцевидная, красно-коричневая. Зубцы перистома трижды завитые. Крышечка с длинным косым клювиком.

Аркто-альпийский вид. В Беларуси известны единичные местонахождения (Витебская обл.: Браславский р-н, Гродненская обл.: Сморгонский р-н.); для Республики является очень редким видом. Нами популяции вида обнаружены на фортах №1 (д. Наумовичи), №4 (д. Стрельчики), №6 (д. Каменка), №7 (д. Малая Ольшанка) и №8 (д. Гибуличи). Для данных фортов присущи различные экологические режимы, чтосвидетельствует о том, что вид имеет широкую амплитуду толерантности.

Частота встречаемости вида в пределах Гродненской крепости составляет 62,5%, при среднем обилии на форт – 5 баллов.

***Bryum klinggraeffii* Shimp.** (Bryaceae Schwaegr.), (VU). Стебли длиной 2-5 мм**,** простые или разветвленные. Листья яйцеобразно-ланцетные с отогнутыми краями. Жилка выходит из верхушки листа коротким зубчатым острием. Коробочка на красной ножке, маленькая, от яйцевидной до обратно-яйцевидной, спелая – красная. Перистом двойной.

Неморальный вид. В Беларуси отмечены два местонахождения: Брестская обл.: Каменецкий р-н, Гродненская обл.: Гродненский р-н. (очень редкий). Нами идентифицирован на форте №1 (д. Наумовичи) при обилии 1 балл. Для данного форта характерно хорошее освещение и низкая влажность, при значительной степени деструкции.

***Bryum warneum* Roehl. (**Bryaceae Schwaegr.**)** Дерновинки низкие**,** довольно плотные, буровато-зеленые, густовойлочные, 0,5-1 см высотой. Листья прямоотстоящие, широко яйцевидные. Жилка

сильная, желтоватая, исчезает в верхушке листа. Коробочка на красной ножке, грушевидно-шаровидная, с короткой ясно отграниченной шейкой и под узким устьем перетянутая.

Неморальный вид. В 20-ые годы прошлого века приводилось одно местонахождение в Беларуси без точного указания места сбора. Нами популяция вида обнаружена на форте № 9 (д. Погораны), с обилием менее 1 балла. Данный биотоп характеризуется низким освещением, высокой влажностью и малой степенью деструкции.

***Orthotrichum patens* Bruch ex Brid.** (Orthotrichaceae Arnott.). Дерновинки мелкие, зеленые или желто-зеленые, до 1,5 см высотой. Листья узко-ланцетные, длинно-заостренные, килеватые, со слабо отвороченными краями. Коробочка до половины выступает из перихеция, широкояйцевидная, бледно-желтая. Устьица погруженные. Перистом двойной.

Неморальный европейский вид. В Беларуси является очень редким. Известно два местонахождения (Брестская обл: Березовский р-н и Гомельская обл: Лельчицкий р-н). Нами был найден на форте № 1 (д. Наумовичи). Обилие менее 1 балла.

Также при анализе таксономического состава бриофлоры фортов показаны местонахождения очень редких видов: *Schistidium crassipilum* Blom., *Tortula mucronifolia* Schwaegr.

***Schistidium crassipilum* Blom.** (Grimmiaceae Arnott.). Плотные или рыхлые дерновинки, темно-зеленые, внизу буроватые до черных. Листья прилегающие, яйцевидно-ланцетные, постепенно заостренные, с выступающим гиалиновым волоском. Коробочка погруженная, цилиндрическая. Зубцы перистома оранжево-красные.

Бореально-монтанный вид. В Беларуси впервые был найден в Гродненской области в Гродненском р-не в 2007г. [8]. Наши исследования выявили его произрастание на форте № 1 (д. Наумовичи) и форте № 8 (д. Гибуличи). Частота встречаемости 25% с обилием 1-2 балла. Форт значительно затенен, с повышенной влажностью и деструкцией.

***Tortula mucronifolia* Schwaegr.** (Pottiaceae Schimp.). Дерновинки плотные или рыхлые, сизевато- или темно-зеленые, внутри с коричневым войлоком, до 1 см высотой. Листья прямо отстоящие, продолговато-обратнояйцевидные до языковидных. Жилка мощная, обычно выступает остроконечием или б. м.

сильным волоском. Коробочка на красной ножке, прямостоячая, яйцевидно-цилиндрическая, прямая.

Аркто-альпийский вид. Первая находка в 2007г. в окр. г. Гродно [8]. Популяция нами найдена на форте №1 (д. Наумовичи) в 2008г., при обилии менее 1 балла.

Заключение. Проведенные в 2008-2009гг. бриологические исследования бетонных фортификаций Гродненской крепости (1912-1915 гг.) выявили богатый видовой состав мохообразных – 86 видов, в том числе 4 вида печеночников и 82 вида мхов (исключительно из подкласса бриевых). Последние составляют более ¼ флоры бриевых мхов Беларуси, в том числе 15 редких и очень редких видов для территории Республики, из которых 2 подлежат государственной охране и 1 очень редкий вид, находившийся в «черном» списке видов Красной книги Республики Беларусь. Такое богатство бриофитов обязано разнообразию условий местообитаний на старых бетонных сооружениях, имитирующих карбонатные скально-каменистые природные субстраты. Среди редких имеется ряд видов-кальцефилов, предпочитающих исключительно карбонатные субстраты.

Литература

1. Флора Беларуси. Мохообразные. В 2 т. / под ред. В.И. Парфенова – Минск: Тэхналогія, 2004. – Т. 1: Andreaeopsida–Bryopsida / Г.Ф. Рыковский, О.М. Масловский. 2004. С. 437.

2. Флора Беларуси. Мохообразные. В 2 т. / под ред. В.И. Парфенова – Минск: Беларуская навука, 2004. – Т. 2: Hepaticopsida - Sphagnopsida / Г.Ф. Рыковский, О.М. Масловский. 2009. С. 213.

3. Красная книга Республики Беларусь: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений / редколлегия: Л.И. Хоружик (предс.) и др.– Минск: БелЭн, 2005. С.456.

4. Форты Гродненской крепости [Электронный ресурс]. 2006. Режим доступа: http://www.fortress.grodno.by/fortress.htm. Дата доступа: 15.09.2008.

5. Федорук А.Т. Ботаническая география. Полевая практика. Минск: Изд-во БГУ, 1976. С. 224.

6. Пивоварчик С.А. Белорусские земли в системе фортификационных строений Российской империи и СССР (1772 – 1941 гг.). Гродно, ГрГУ, 2006. С. 252

7. Полевой экологический практикум. Учебное пособие. Ч 1. / под ред. Л. А. Жукова. Мар. гос. ун-т. Йошкар-Ола. 2000. С.112.

8. Ignatova E.A., Seregin A.P. New records from Grodno Province, Belarus // Arctoa. № 16. P. 210-211.

A. A. PRYAZHNIKOVA, G. F. RYKOVSKY

THE TAXONOMIC AND SOZOLOGICAL ANALYSIS OF BRYOPHYTES OF FORTIFICATION BUILDINGS OF GRODNO FORTRESS

Summary

The article describes the taxonomic analysis of bryophytes of surveyed old-military construction environs Grodno (Belarus). The 86 species of bryophytes, including 15 rare and very rare species, 2 in which were brought into the Red book of Republic Belarus, have been revealed.

УДК 582. 886 (476)

Д.И. ТРЕТЬЯКОВ

РОД КИПРЕЙ (*EPILOBIUM* L. S. STR., ONAGRACEAE JUSS.) В БЕЛАРУСИ

Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф.Купревича

Введение. Род кипрей (*Epilobium* L.) насчитывает около 200 видов, распространенных почти по всему земному шару, преимущественно в умеренно теплых областях [1].

Первые обработки этого рода для Восточной Европы [1], а также России и сопредельных стран [2] принадлежат А.К.Скворцову. Несколько позже Н.Н.Цвелев [3] уточняет приоритетные названия описанных А.К.Скворцовым двух видов американского происхождения *Epilobium bergianum* и *E. pseudorubescens* и предлагает новое деление рода *Epilobium* не на 2 секции: *Schizostigma* и *Synstigma*, а на 6 секций: *Alpesria, Glandulosa, Epilobium, Montana, Palustria* и *Synstigma*.

В систематическом отношении род *Epilobium* является относительно трудным.

В Восточной Европе указывается от 22 [1] до 27 [3] видов. Во флористических работах для территории Беларуси в разное время отмечалось различное количество видов. И.К. Пачоский [4] приводит 9 видов, включая *Epilobium angustifolium*, который несколько позже выделен в самостоятельный род *Chamaenerion* Raimann. М.П. Томин [5] и Н.В. Козловская [6] указывают по 8

видов, а в Определителе высших растений Беларуси [7] приводится 11 видов.

Материалы и методы исследования. В работе использованы, главным образом, материалы коллекционных фондов Национального Гербария (MSK), а также фонды гербариев Ботанического института РАН (LE), Института ботаники НАН Украины (KW), Белорусского государственного университета (MSKU).

Было проанализировано 1589 листов гербария рода Epilobium, в том числе хранящихся в MSK – 1166, в MSKU – 288, в LE –118 и в KW – 17 листов.

В предлагаемом конспекте дается номенклатура видов, характеризуются местообитания и общее географическое распространение. Для редких и заносных видов растений, кроме того, приводятся краткие сведения о гербарных образцах и местах их хранения. Нумерация гербарных образцов дается по базе данных коллекционных фондов сосудистых растений Национального Гербария Беларуси (MSK –V).

Цитирование литературы в конспекте дается по принятому в систематике стандарту, а отдельный список литературы в конце работы приводится только для рубрик введение, материалы и методы исследования.

Список основных сокращений: г. - город; г. п. – городской поселок; д. – деревня; ж.-д. ст. – железнодорожная станция; кв. – квартал; окр. – окрестности; о. п. – остановочный пункт; пос. – поселок; f.№ – порядковый номер по полевому дневнику; №104768 – MSK – номер по базе данных MSK –V.

Результаты и их обсуждение.

В результате критического просмотра доступного гербарного материала уточнен видовой состав рода *Epilobium* для флоры Беларуси. Представители этого рода относятся к 5 секциям. Для всех видов, произрастающих в Беларуси, составлены картосхемы распространения. Анализ показал, что среди имеющихся образцов гербария отсутствуют *Epilobium nervosum* Boiss. et Buhse и *E. obscurum* Shreb., указанные ранее для территории Беларуси [7], а образцы определенные как *Epilobium nervosum* принадлежат к *E. adenocaulon* или к *E. pseudorubescens*.

Род *Epilobium* L.

Секция 1. *Epilobium*

1. ***E. hirsutum*** L. 1753, Sp. pl.: 347 (excl. var. β); Gilib., 1782, Fl. lith. V: 187; Hausskn., 1884, Monogr.: 53; Пачоский, 1897: 215; Штейнберг, 1949, Фл. СССР 15 : 578; Томин, 1950, Фл. БССР 3 :444; Козловская, 1967, Опред. раст. Белоруссии: 376; Raven, 1968, Fl. Europ. 2 : 309; Скворцов, 1996, Фл. Вост. Евр. 9: 305; Сауткина, 1999, Опред. высш. раст. Беларуси: 186; Скворцов, 2003, Бюл. Гл. ботан. Сада, 185: 52; id., 2004, ibid. 188: 64; id., 2005, Бюл. Гл. ботан. сада 189: 91; Цвелев, 2007, Новости сист. высш. раст. 39 : 242. - Описан из Европы. «In Europae humidiusculis».

По берегам водоемов, в прибрежных зарослях кустарников, ключевинам, на заболоченных лугах и осушенных торфяниках.

Распространение в Беларуси: по всей территории, изредка (рис. 3).

Общее распространение: Скандинавия, Средняя и Восточная Европа, Кавказ, юг Западной Сибири.

2. ***E. parviflorum*** Schreb. 1771, Spicil. fl. Lips.: 146, 155; Hausskn., 1884, Monogr.: 66; Пачоский, 1897: 216; Штейнберг, 1949, Фл. СССР 15 : 580; Томин, 1950, Фл. БССР 3: 446; Козловская, 1967, Опред. раст. Белоруссии: 376; Raven, 1968, Fl. Europ. 2 : 309; Chen, Hoch, Raven, 1992, Syst. Bot. Monogr. 34 : 63; Скворцов, 1996, Фл. Вост. Евр. 9: 305; Сауткина, 1999, Опред. высш. раст. Беларуси: 186; Скворцов, 2003, Бюл. Гл. ботан. Сада, 185: 52; id., 2004, ibid., 188: 64; id., 2005, Бюл. Гл. ботан. сада, 189: 91; Цвелев, 2007, Новости сист. высш. раст. 39 : 243; *E. hirsutum parvo flore* Gilib., 1782, Fl. lith., V:187, nom. inval. – *E. purpurascens* Gilib., 1782, Fl. lith., V: 189, p. p., nom. inval. – *E. tetragonum* auct. non L.: id., 1782, ibid., V: 189, p. p.; Пачоский, 1897: 218, p. p.; Козловская, 1967, Опред. раст. Белоруссии: 378, p. p. – *E. adnatum* auct. non, Griseb.: Томин, 1950, Фл. БССР 3 : 448, p. p. – Описан из Германии (окрестности Лейпцига) «in humidis ad Schoenefeld, Abt Nauendorf».

По топким берегам водоемов, болотам, ключевинам, на осушенных торфяниках.

Распространение в Беларуси: по всей территории, изредка (рис. 6).

*Общее распространение:*Атлантическая, Средняя и Восточная Европа, Средиземноморье, Центральная (центральные районы Китая), Средняя и Малая Азия, Иран, Кавказ.

Секция 2. ***Montana*** Tzvel., 2007, Новости сист. высш. раст., 39: 244.

3. ***E. montanum*** L. 1753 Sp. Pl.: 348; Hausskn., 1884, Monogr.: 74; Пачоский, 1897: 216; Штейнберг, 1949, Фл. СССР 15: 581; Томин, 1950, Фл. БССР 3: 447; Козловская, 1967, Опред. раст. Белоруссии: 378; Raven, 1968, Fl. Europ. 2 : 310; Скворцов, 1996, Фл. Вост. Евр. 9: 305; Сауткина, 1999, Опред. высш. раст. Беларуси: 186; Скворцов, 2005, Бюл. Гл. ботан. сада 189: 92; Цвелев, 2007, Новости сист. высш. раст. 39: 244; - *Epilobium glabrum* Gilib., 1782, Fl. lith., V: 188, nom. inval. - Описан из Европы «In Europae montosis».

В хвойных, смешанных и лиственных лесах, кустарниковых зарослях, парках, по обочинам дорог и других синантропных сообществах.

Вид лесной, тенелюбивый, предпочитает рыхлые, богатые, лесные почвы.

*Распространение в Беларуси:*по всей территории, изредка (рис. 4).

Общее распространение: Скандинавия, Средняя и Восточная Европа, Средиземноморье, Малая Азия, Кавказ, юг Западной Сибири, Дальний Восток (Сахалин), Япония.

4. ***E. collinum*** C.C. Gmel., 1826, Fl. Bad. Suppl. 4: 265; Hausskn., 1884, Monogr.: 83; Пачоский, 1897: 217; Штейнберг, 1949, Фл. СССР 15: 582. Томин, 1950, Фл. БССР 3: 447; Козловская, 1967, Опред. раст. Белоруссии: 378; Raven, 1968, Fl. Europ. 2: 310; Скворцов, 1996, Фл. Вост. Евр. 9: 305; Сауткина, 1999, Опред. высш. раст. Беларуси: 186; Скворцов, 2005, Бюл. Гл. ботан. сада, 189: 92; Цвелев, 2007, Новости сист. высш. раст. 39: 244. – Описан из Германии (окрестности Бадена) «prope Baden in collibus siccis lapidosis asperis apricis».

Хвойные и лиственные леса, сухие травяные и облесенные склоны холмов, оврагов.

Распространение в Беларуси: по всей территории, очень редко (рис. 2).

Брестская область: *Пружанский р–н:* окр. д. Лососина, 4 км к ЮЗ, 6.09.2001, Дубовик Д.В., f.№1279, №76766 – MSK.

Витебская область: *Витебский р-н:* Witebsk, Meyer – LE; *Лепельский р-н:* Березинский заповедник, у д. Домжерицы, 26.07.1976, Симонович Л.Г., f.№340, №106931-106932 – MSK; там же, 10.09.1977, Симонович Л.Г., f.№ 278, №106924-106928 – MSK; там же, 15.09.1978, Симонович Л.Г., f.№139, №106929 – MSK; там же, окр. д. Рожно, кв. 245а, 30.07.1977, Симонович Л.Г., f.№207а, №106930 – MSK; там же, 24.07.1978, Симонович Л.Г., f.№88, №3425, 3426, 104658, 106933-106934 – MSK.

Гомельская область: *Житковичский р-н:* у д. Сторожевцы, 23.07.1949, Додолева М., №126252 – MSK; опр. Скворцов А.К.; *Мозырский р-н:* г. Мозырь, 12.06.1894, И.Пачоский – LE; г. Мозырь, урочище Кимбаровка, 4.07.2005, Третьяков Д.И., f.№11456, №52242, 52244 – MSK; там же, 4.07.2005, он же, f.№11467, №52263-52265 – MSK; *Лельчицкий р-н:* окр. д. Ветвица, 26.07.1978, Вынаев Г.В., Третьяков Д.И., f.№ 713, №104614 – MSK; *Речицкий р-н:* Речица, 19.07.1892, И.Пачоский – LE.

Гродненская область: *Сморгонский р-н:* окр. г. Сморгонь, д. Ореховка, 14.10.2004, Дубовик Д.В., f.№1218а, №76336 – MSK.

Минская область: *Борисовский р-н:* г. Борисов, 10.06.2008, Журавель А.В., №128521 – MSK; 02.2009; *Логойский р-н:* окр. д. Янушкевичи, 4.08.1979, Бибиков Ю.А., Крутых Н. – MSKU; окр. д. Чирвоная Швабовка, 17.06.1990, Третьяков Д.И., Козловская Н.В., Симонович Л.Г. f.№6923, №21414, 21415 – MSK; *Минский р-н:* биологическая станция «Красное урочище», 23.07.1956, Цеттерман Н.О., №24284, 11015 – MSKU; ж.-д. ст. Городище, Жуковская; Егоров; и др., № 11014, 11016-11019, 24287 – MSKU; окр. д. Сухорукие, 12.09.1974, Козловская Н.В., Семеренко Л.В., Дмитриева С.А., f.№242, №104615-104617 – MSK; окр. д. Боровляны, 24.08. 1975, Козловская Н.В., f.№326, №104867, 104868 – MSK; *Мядельский р-н:* окр. д. Занарочь, 15.09.2005, Дубовик Д.В., f.№1065, №73824 – MSK.

Могилевская область: *Горецкий р-н:* «bei Gorki, 5.08.1861, Trautvetter E.R.» – LE; *Чериковский р-н:* г. Чериков, 25.08.1984, Третьяков Д.И., f.№№321, № 17922-17924 – MSK; окр. д. Драгунские Хутора, 28.07.1997, Дубовик Д.В., f.№812, № 104869 – MSK.

Общее распространение: Скандинавия, Атлантическая, Средняя и Восточная Европа, Средиземноморье, Зап. Сибирь (отдельные местонахождения).

Секция 3. ***Synstigma*** Hausskn. ex Raimann, 1898, l. c.: 209.

5. ***E. nervosum*** Boiss. et Buhse, 1860, Nouv. Mem. Soc. Nat. Moscou 12: 88; Штейнберг, 1949, Фл. СССР 15: 589;. – *E. roseum* var. *subsessile* Boiss., 1872, Fl. Or. 2 : 749. – *E. roseum* subsp. subsessile (Boiss.) P.H. Raven, 1962, Notes Roy. Bot. Gard. Edinb. 24, 2: 194; id., 1968, Fl. Europ. 2 : 310. – *E. smyrneum* auct. non Boiss. et Balansa: Скворцов, 1996, Фл. Вост. Евр. 9 : 307; id., 2003, Бюл. Гл. ботан. Сада, 185: 60; id., 2004, ibid., 188: 67. – Описан из Ирана.

Распространение в Беларуси: на территории республики отсутствует. Гербарные образцы определенные как *E. nervosum* принадлежат к *E. adenocaulon* и *E. pseudorubescens*.

Общее распространение: в Восточной Европе на Русской равнине этот вид привязан к выходам известковых вод.

6. ***E. roseum*** Schreb. 1771 Spicil. fl. Lips.: 147, 155; Gilib., 1782, Fl. lith., V: 188; Hausskn., 1884, Monogr.: 124; Пачоский, 1897: 218; Штейнберг, 1949, Фл. СССР 15: 588; Томин, 1950, Фл. БССР 3: 449; Козловская, 1967, Опред. раст. Белоруссии: 378; Raven, 1968, Fl. Europ. 2: 310 (excl. subsp. subsessile); Скворцов, 1996, Фл. Вост. Евр. 9: 307; Сауткина, 1999, Опред. высш. раст. Беларуси: 186; Скворцов, 2005, Бюл. Гл. ботан. сада 189: 93; Цвелев, 2007, Новости сист. высш. раст. 39: 246. - Описан из Германии (окрестности Лейпцига) «in humidis ad Schoenefeld, Abt Nauendorf».

По берегам водоемов, ключевинам, в сырых смешанных, черноольховых и ясеневых лесах, тенистых парках, на сырых лугах, болотах, в населенных пунктах, по обочинам дорог.

Распространение в Беларуси: по всей территории, редко (рис. 8).

Брестская область: *Каменецкий р-н:* Беловежская пуща, кв.743б, 11.08.1983, Симонович Л.Г., f.№ 424а, №105366 – MSK; там же, вблизи д. Белая, 14.07.1984, Третьяков Д.И. f.№187, № 65719 – MSK; там же, д. Каменюки, 15.07.1984, он же, f.№ 210, №65761, 65762 – MSK; окр. д. Новоселки, правобережье р. Буг, 26.07.1999, он же, f.№7822, №26899 – MSK; *Пинский р-н:* окр. д.

Рудавин, 1.08.1981, Киркевич М.В., № 19124 – MSKU; *Пружанский р-н:* Беловежская пуща, окр. д. Клетное, 19.07. 1985, Симонович Л.Г., f.№ 221, №105367 – MSK.

Витебская область: *Браславский р-н:* окр. д. Карасино, 11.07.2002, Дубовик Д.В., f.№ 1192, №75328 – MSK; д. Видзы Ловчинские, 19.07.2004, Дубовик Д.В., f.№ 834, №36211 – MSK; д. Ахремовцы, парк Бельмонт, 26.07.2009, Третьяков Д.И., f.№ 15513, №141417 – MSK; окр. д. Слободка, 29.07.2009, он же, f.№ 15585, №141511, 141512 – MSK; *Витебский р-н:* окр. г. Руба, 15.06.1982, Третьяков Д.И., Вынаев Г.В., Козловская Н.В., f.№133, №14567 – MSK; г. Витебск, 1.10. 1979, Г.Вынаев, №104856 – MSK; окр. д. Великие Летцы, 12.07.1998, Третьяков Д.И., f.№ 6140, №23545, 23546 – MSK; *Глубокский р-н:* окр. д. Зябки, 11.07.1985, Мержвинский Л.М., Побирушко В.Ф., f.№47, №35651 – MSK; *Оршанский р-н:* окр. д. Митьковщина, 21 .09.1981, Млынарчик М.П., №104866 – MSK; *Сенненский р-н:* окр. д. Добрино, 14.08.2007, Дубовик Д.В., Скуратович А.Н., f.№510а, №128414 – MSK; *Шумилинский р-н:* г. Шумилино, 28 .09.1985, Третьяков Д.И., f.№ 1549, №19196, 104849 – MSK.

Гомельская область: *Буда-Кошелевский р-н:* вблизи д. Кошелево, 31.07.1925, Полянская О.С. – LE; окр. д. Красный Курган, 28.08.1968, Парфенов В.И., Симонович Л.Г., №104865 – MSK; *Гомельский р-н:* между д.д. Кривель и Фащевка, 12.08.1925, Савич Н.М., f.№396в. – LE; *Житковичский р-н:* окр. пос. Озерный, 3.07.1981, Даниленко, № 17444, 174445 – MSKU; *Мозырский р-н:* г. Мозырь, 6.07.2004, Третьяков Д.И., f.№ 11095, №15782 – MSK; *Лоевский р-н:* д. Бывальки, 24.08.2008, Третьяков Д.И., f.№ 14974, №116627 – MSK.

Гродненская область: *Гродненский р-н:* г. Гродно, 27.06.1997, Третьяков Д.И., f.№ 5261, №28485, 28566 – MSK; окр. д. Мельники, 15.05.1997, Дубовик Д.В., f.№ 45, № 104852 – MSK; *Мостовский р-н:* окр. г. Мосты, 31 .07.1991, Вынаев Г.В., №42993 – MSK; *Ошмянский р-н:* окр. д. Огородники, 7.07. 2003, Дубовик Д.В., Симон Т.В., f.№ 948, № 37494 – MSK; *Свислочский р-н:* окр. д. Новый Двор, 17.07. 2000, Скуратович А.Н., № 104848 – MSK; *Слонимский р-н:* окр. д. Альбертин, 7.06.2006, Дубовик Д.В., f.№ 142, № 77918 – MSK; *Сморгонский р-н:* окр. д. Сентеняты, 21.08.2002, Дубовик Д.В., Симон Т.В., f.№ 1555, № 75020 - MSK;

окр. д. Хотиловичи, 21.08.2002, Дубовик Д.В., Симон Т.В., f.№ 1571, № 75021 – MSK.

Минская область: *Борисовский р-н:* д. Крацевичи, 30.08.1985 Третьяков Д.И. f.№ 1311, № 29653, 29654 – MSK; *Вилейский р-н:* д. Витовцы, 22.09. 1979, Третьяков Д.И., № 8475,8476 – MSK; д. Любань, 2.06.1978, Третьяков Д.И., №104857 – MSK; *Воложинский р-н:* д. Першай, 11.07.1975, Сауткина Т.А., Кудряшева Н.К., № 18938 – MSKU; окр. д. Первомайский, 17.07.1983, Н.Сытько, № 20239 – MSKU; там же, 3,75 км к ЮВ, 5.09. 2003, Третьяков Д.И., f.№ 10773, № 33304 – MSK; окр. д. Раков, 22.07.1990, Вынаев Г.В., Пугачевский А.В. №21980 – MSK; *Дзержинский* р-н: д. Волма, 9.07.2001, Третьяков Д.И., f.№ 9246, 3424 – MSK; *Клецкий р-н:* окр. д. Голынка, 17.08.2008, Мойсейчик Е.В., f.№550, №141730 – MSK; *Логойский р-н:* г. Логойск, 14.06.1960, Козловская Н.В., Протасевич Р.Т., Гесь Д.К., f.№ 181, №104864 – MSK; опр. Скворцов А.К. 1971; окр. д. Дубрава, 9.08.1981, Сауткина Н., № 15145 – MSKU; *Минский р-н:* Ратомка, 22.09.1945, Цеттерман Н.О., № 11147 – MSKU; хозяйство БГУ «Красное урочище», 22.08.1945, Цеттерман Н.О., № 11135 – MSKU; д. Острошицкий Городок, 20.08.1975, Козловская Н.В., Дмитриева С.А., f.№ 313, №104858, 104859 – MSK; г. Заславль, 24.08.1979, Третьяков Д.И., №8027 – MSK; г. Минск, 15.09. 1988, Вынаев Г.В., Юрченко Е.О., №104863 – MSK; там же, 29.05. 1983 Третьяков Д.И.f.№ 50, №16145 – MSK; там же, 11.08.1982, Третьяков Д.И., f.481a, №12114 -12120 – MSK; окр. д. Крупица, 17.07. 1980, Ермилова Н.И., f.№ 541, №104619, 104861,104862 – MSK; *Молодеченский р-н:* о. п. Бояры, 21.08.1985, Вынаев Г.В., f.№4, №34337, 34338, 34339 – MSK; окр. д. Красное, 28.08.1986, Вынаев Г.В., f.№19, №35518, 35519 – MSK; *Мядельский р-н:* окр. д. Ольшево, 9.08.1976, Третьяков Д.И. №12208-12211 – MSK; западный берег оз, Нарочь, 19.06.1959, Белоглавко, Егорова, №24286 – MSKU; там же, 20.06.1965, Даниленко, №25749 – MSKU; там же, 6.07.1961, Кононенко, № 11117 – MSKU; там же, 18.07.1966, Кейге, Василевская, №11138 – MSKU; там же, 14.07.1965, Лозовская, № 11186 – MSKU; там же, д. Степенево, 20.07.1965, Клименко, № 11188 – MSKU; там же, 12.07.1965, Закирова, Шульга, № 28021 – MSKU; там же, 15.07.1966, Моисеенко, Жариков, 11118 – MSKU; там же, 16.07.1980, Сауткина Н., №17896 – MSKU; там же, 17.07.1980, она же, №17437, 17438 – MSKU; *Столбцовский р-н:* д.

Жуков Борок, 4.08.1990, Третьяков Д.И., f.№ 649, 22233-22234 – MSK.

Могилевская область: *Горецкий р-н: "*bei Ivanovo, 15.07.1862, Trautvetter E.R." – LE; окр. д. Горы, 17.06.2003, Дубовик Д.В., Скуратович А.Н., f.№564, №77484, 131675 – MSK; *Костюковичский р-н:* д. Заречье, 20.07.2000, Дубовик Д.В., f.№948, № 104850, 104851 – MSK; *Мстиславский р-н:* г. Мстиславль, 6.07.1985, Третьяков Д.И., f.№1007, №19150-19153 – MSK; *Осиповичский р-н:* Жорновская лесная дача, 10.09.1924, Савич В.П. – LE; *Чериковский р-н:* окр. д. Горки, 10.08.1999, Дубовик Д.В., f.№789, №104853 – MSK; окр. д. Боровая, 12.08.1996, Дубовик Д.В., f.№488, №104854 – MSK; окр. д. Пильня, 13.08.1994, Дубовик Д.В., f.№452/451, №104855 – MSK; окр. д. Гронов, 26.07. 1993, Дубовик Д.В., №104860 – MSK.

*Общее распространение:*Скандинавия (юг), Атлантическая, Средняя и Восточная Европа, Средиземноморье, Средняя Азия, Западная и Восточная Сибирь.

7. ***E. obscurum*** Schreb. 1771, Spicil. fl. Lips.: 147, 155; Hausskn., 1884, Monogr.: 114; Штейнберг, 1949, Фл. СССР 15: 588; Raven, 1968, Fl. Eur. 2: 310; Скворцов, 1996, Фл. Вост. Евр. 9: 308; Цвелев, 2007, Новости сист. высш. раст. 39: 246; – Описан из Германии (окрестности Лейпцига) «Cum E. roseo et E. pavifloro in humidis Schoenfeld, Abt Nauendorf».

По общему облику *E. obscurum* похож на *E. tetragonum*, но экологически приурочен к родниковым болотам и заболоченным лугам.

Распространение в Беларуси: для территории республики вид впервые указывает Жилибер «frequens prope Grodnam juxa ripas stagni dieti Jeziory». Цитируемый экземпляр хранится в Гербарии Института ботаники в г. Киев (KW). При детальном рассмотрении данного образца выяснилось, что он принадлежит к Epilobium parviflorum. В дальнейшем, ссылаясь на Жилибера, *E. obscurum* для флоры республики приводят И.К. Пачоский [4], М.П. Томин [5], Н.В. Козловская [6]. В Определителе высших растений Белоруссии [7] этот вид приводится для Мядельского и Вилейского районов Минский области. Образец из окрестностей оз. Нарочь Мядельского р-на, по многим признакам принадлежит, вероятнее

всего, к *Epilobium montanum*. Образец из Вилейского района нами не рассматривался из-за его отсутствия.

Общее распространение: Скандинавия (юг), Атлантическая, Средняя и Восточная Европа, Средиземноморье.

Атлантический вид в Восточной Европе встречается очень редко. Известен в Прибалтике, России (юг Карелии, Ленинградская и Псковская области), на западе Украины и в Молдавии [3].

8. ***E. tetragonum*** L. 1753; Raven, 1968, Fl. Eur. 2 : 310; Скворцов, 1996, Фл. Вост. Евр. 9: 308; id., 2003, Бюл. Гл. Ботан. сада 185: 58; id., 2004, ibid., 188: 66. id., 2005, idid. 189: 101; Цвелев, 2007, Новости сист. высш. раст. 39: 246. - *E. adnatum* Griseb., 1852, Bot. Zeit. 10: 851, 854; Hausskn., 1884, Monogr.: 97; Штейнберг, 1949, Фл. СССР 15: 586. – Описан из Европы «In Europa».

По берегам водоемов, на пойменных закустаренных лугах, в песчаных, гравийных и меловых выемках и карьерах, по обочинам дорог, на залежных участках, в синантропных сообществах на засоленном грунте.

Заносный западноевропейский вид. Агриофит.

Распространение в Беларуси: по всей территории, очень редко (рис. 9).

Брестская область: *Брестский р-н:* г. Брест, 5.08.1977, Г.Вынаев, Д.Третьяков, f.№532/682, №104846 – MSK; опр. А.Скворцов, 1982; окр. д. Козловичи, 16.07.1997, Д.Третьяков, f.№5277, №28239 – MSK; окр. д. Галачево, 15.07.1997, он же, f.№5316, №28359 – MSK; окр. д. Прилуки, 24.07.1999, он же, f.№7748, №25921,25922 – MSK; г. Брест, 31.07.2006, он же, f.№13051, № 64553, 64554 – MSK; окр. д. Селяхи, 24.05.2008, Третьяков Д.И., Дубовик Д.В., Савчук С.С., f.№13870, №113097 – MSK; окр. д. Домачево, 8.07.2008, Третьяков Д.И., Дубовик Д.В., Савчук С.С., Скуратович А.Н., f.№14302, №115601-115603 – MSK; окр. д. Томашевка, 14.07.2008, Третьяков Д.И., Дубовик Д.В., Савчук С.С., f.№14452, №115835 – MSK; окр. д. Гершоны, 16.07.2008, Третьяков Д.И., Савчук С.С., Дмитриева С.А., f.№14540, №115984, 115985-115987 – MSK. *Березовский р-н:* окр. д. Малечь, 11.07.1977, Кузнецова Р.П., Андреева В.В., №132272 – MSK. *Каменецкий р-н:* окр. г. Высокое, 27.06.2009, Третьяков Д.И., f.№15334, №141110 – MSK. *Малоритский р-н:* окр. д. Хотислав,

5.07.1990, Скуратович А.Н., f.№237, №104847 – MSK; опр. Д.Третьяков.

Витебская область: *Браславский р-н:* окр. д. Дубровка, 25.07.2009, Третьяков Д.И., f.№15467, №141340 – MSK; западный берег оз. Богинское, 27.07.2009, Третьяков Д.И., f.№15517, № 141421 – MSK.

Гомельская область: *Брагинский р-н:* д. Новые Храковичи, 23.08.2008, Третьяков Д., f.№14906, №116512 – MSK; *Жлобинский р-н:* окр. д. Круговец, 9.07.1979, Третьяков Д.И., Блудов Е.Е., №141758 – MSK; окр. д. Руденка, 7.07.1979, они же, f.№104712 – MSK; окр.д. Солоное, 27.08.2007, Третьяков Д., f.№13572, №95377, 95378 – MSK; *Ельский р-н:* окр. д. Добрынь, 24.06.2008, он же, f.№14283, №115565 – MSK; *Мозырский р-н:* г. Мозырь, 2.07.2005, он же, f.№11405, №52173, 52174 – MSK; окр. ж.- д. ст. Козенки, 21.06.2008, он же, f.№14209, №115443 – MSK; *Петриковский р-н:* Припятский заповедник, Снядинское лесничество, 8.07.1970, Клакоцкая Т.Н., №104844 – MSK; *Хойникский р-н:* г. Хойники, 15.08.2008, Д.Третьяков, Д.Дубовик, f.№14989, №116715,11644 – MSK.

Гродненская область: *Гродненский р-н:* окр. д. Пышки, 19.06.2008, Дубовик Д.В., f.№187в, №128737 – MSK; там же, 20.06.2008, он же, №128744 – MSK; *Свислочский р-н:* окр. д. Саки, 29.06.2009, он же, f.№15411, №141229 – MSK.

Могилевская область: *Бобруйский р-н:* окр. г. Бобруйск, 14.09.1979, Д.Третьяков, №8384 – MSK; окр. д. Дубовка, 10.07.1994, Дубовик Д.В., f.№249а, №104845 – MSK.

Общее распространение: Скандинавия (юг), Средняя и Восточная Европа, Средиземноморье, Средняя и Малая Азия, Иран, Кавказ, юг Западной Сибири.

Секция 4**.** ***Glandulosa*** Tzvel., 2007, Новости сист. высш. раст., 39: 248.

9. ***E. adenocaulon*** Hausskn. 1879, Österr. Bot. Zeitschr. 29, 4:19; id., 1884, Monogr.: 261; Штейнберг, 1949, Фл. СССР 15: 602; P.H. Raven, 1968, Fl. Eur. 2: 311; Скворцов, 1996, Фл. Вост. Евр. 9: 308. id., 2005, Бюл. Гл. ботан. сада 189: 101; Цвелев, 2007, Новости сист. высш. раст. 39: 249. – *E. graebneri* Rubner, 1918, Feddes Repert. 15: 179. - *E. dominii* Popov, 1949, Очерк фл. раст. Карпат: 296; Доброчаева, 1955, Фл. УРСР 7: 434. – *E. ciliatum* Raf. subsp. *ciliatum*

Hoch et P. H. Raven, 1977, Ann. Missouri Bot. Gard. 64, 1: 136, p. p. – *E. tetragonum* auct. non L.: Козловская, 1967, Опред. раст. Белоруссии: 379, p. p.; Сауткина, 1999, Опред. высш. раст. Беларуси: 186, p. p. – *E. nervosum* auct. non Boiss. et Buhse: Сауткина, 1999, Опред. высш. раст. Беларуси: 186, p. max. p. – Описан из Америки (США, Нью Иорк и штат Огайо).

По берегам водоемов, ключевинам, в прибрежных зарослях кустарников, заболоченных смешанных и лиственных лесах, на лесных дорогах и вырубках, осушенных торфяниках, по обочинам дорог, на полях, в садах, огородах, выемках и других синантропных сообществах.

Американский заносный вид. Агриофит.

Распространение в Беларуси: по всей территории, часто (рис. 1). В республике этот вид является одним из самых распространенных среди кипреев.

Брестская область: *Березовский р-н:* окр. д. Винин, 12.07.1977, Кузнецова Р.П., Андреева В.В., f.№153, №132270 – MSK; окр. д. Бронная Гора, 16.07.2003, Третьяков Д.И., f.№10582, №32731 – MSK; там же, на границе с Ивацевичским р-н, 1.07.2003, он же, f.№10426, №32868 – MSK; *Брестский р-н:* окр. д. Прилуки, 24.07.1999, Третьяков Д.И., f.№7749, №25923, 25924 – MSK; окр. д. Домачево, 8.07.2008, Третьяков Д.И., Дубовик Д.В., Савчук С.С., Скуратович А.Н., f.№14301, № 115598, 115599, 115600 – MSK; окр. д. Рогозна, 9.07.2008, Третьяков Д.И., Дубовик Д.В., Савчук С.С., f.№14361, №115708, 115709 – MSK; окр. д. Медно, 10.07.2008, Третьяков Д.И., Дубовик Д.В., Савчук С.С., f.№14413, №115772 – MSK; д. Дубрава, 10.07.2008, Третьяков Д.И., Дубовик Д.В., Савчук С.С., f.№14415, №115774, 115775, 115776 – MSK; окр. д. Гершоны, 16.07.2008, Третьяков Д.И., Савчук С.С., Дмитриева С.А., f.№14532, №115971, 115972, 115973 – MSK; *Ивацевичский р-н:* д. Елки, 22.06.1974, Козловская Н.В., Булат В.С., f.№85, № 104826 – MSK; окр. д. Турная, 20.07.1996, Тихомиров Вал.Н., f.№1, № 104830 – MSK; *Каменецкий р-н:* Беловежская пуща, кв. 801б, окр. д. Каменюки, 12.07.1979, Симонович Л.Г., f.№ 163, №105328-105331 – MSK; Беловежская пуща, кв. 678, 22.08.1979, Симонович Л.Г., f.№318, №105339 – MSK; Беловежская пуща, окр. д. Каменюки, 25.07.1980, она же, f.№221, №105332 – MSK; Беловежская пуща, кв. 708, 26.08.1982, она же, f.№433, №105333, 105334 – MSK; Беловежская пуща, окр. д.Чвирки, кв.793а/792б, 19.06.1984, она же,

f.№233, №105341 – MSK; Беловежская пуща, окр. д. Плянта, 23.07.1982, она же, f.№181, №105342-105347 – MSK; Беловежская пуща, кв.708, 8.08.1983, Симонович Л.Г., f.№346, №105348 – MSK; Беловежская пуща, кв.710г, 11.08.1983, она же, f.№413, №105349 – MSK; Беловежская пуща, кв.709б/710а, 8.08.1988, она же, f.№364, №105350 – MSK; Беловежская пуща, окр. д. Каменюки, кв. 824, 11.07.1986, она же, f.№6, №105355, 105356 – MSK; там же, д. Каменюки, 15.07.1984, Третьяков Д.И., f.№211, №65763, 65764 – MSK; *Лунинецкий р-н:* окр. г. Микашевичи, 13.07.1988, Вынаев Г.В., f.№16а, №13608, 13609, 13610 – MSK; д. Малые Чучевичи, 20.07.1962, Козловская Н.В., Лапковская С.А., f.№510, № 104827 – MSK; опр. Скворцов А.К.; *Малоритский р-н:* окр. д. Хотислав, 5.07.1990, Скуратович А.Н., f.№437, №104725 – MSK; окр.д.Отчино, 17.08.2007, Дмитриева С.А., Давидчик Т.О., Рыковский Г.Ф., Петрикова Ж.М., f.№ 4078, №102795 – MSK; *Пинский р-н:* г. Пинск, 26.06.1977, Третьяков Д.И., f.№151, №7198 – MSK; окр. д. Березовичи, Третьяков Д.И., 15.08.2004, f.№11229, №17004, 17005 – MSK; окр. д. Изин, 16.08.2004, он же, f.№11265, №17078, 17079 – MSK; *Пружанский р-н:* окр. д. Клепачи, 19.06.1983, он же, f.№241, №17309 – MSK.

Витебская область: *Браславский р-н:* окр. д. Быстромовцы, 14.07.1998, Третьяков Д.И., f.№6167, №23593, 23594 – MSK; окр. д. Дубровка, 24.07.2009, он же, f.№15456, №141325, 141326 – MSK; там же, 25.07.2009, он же, f.№15466, №141339 – MSK; западный берег озера Богинское, 27.07.2009, он же, f.№15515, №141419 – MSK; окр. д. Слободка, 29.07.2009, он же, f.№15586, № 141513 – MSK; *Витебский р-н:* окр. пос. Руба, Вынаев Г.В., 24.07.1988, f.№4, №13318, 13319, 13320 – MSK; *Докшицкий р-н:* окр. д. Нестеровщина, 7.07.1985, Вынаев Г.В., f.№1, №34246 – MSK; окр. д. Горново, Вынаев Г.В., Равинская И.А., Побирушко В.Ф., Мержвинский Л.М., 4.07.1985, f.№20, №42840 – MSK; *Глубокский р-н:* окр. д. Боровое (Остров), Вынаев Г.В., Равинская И.А., Мержвинский Л.М., 8.07.1985, f.№8, №39588, 39589 – MSK; окр. д. Головни, Вынаев Г.В., Равинская И.А., Побирушко В.Ф., Мержвинский Л.М., 9.07.1985, f.№16, №35552 – MSK; *Городокский р-н:* окр. ж.-д. ст. Езерище, 21.07.1986, Третьяков Д.И., f.№264, №19622, 19623, 19624 – MSK; *Лепельский р-н:* Березинский заповедник, окр. д. Волова Гора, 14.07.1975, Симонович Л.Г., Третьяков Д.И., f.№156, №106906, 106907 – MSK; там же,

17.08.1975, Симонович Л.Г., f.№195, №106921,106922, 106923 – MSK; там же, 18.08.1988, Дмитриева С.А., f.№1830, №104715 – MSK; там же, у д. Домжерицы, 4.07.1978, Симонович Л.Г., f.№1, №106914-106919 – MSK; там же, д. Домжерицы, 29.07.1977, она же, f.№189, №106898-106905 – MSK; там же, 13.09.1977, она же, f.№290, №106894-106897 – MSK; там же, 4.06.1985, Дмитриева С.А., f.№131, №104713 – MSK; там же, д. Велевщина, 3.07.1980, Третьяков Д.И., №29536 – MSK; там же, урочище Савский Бор, 16.08.1988, Дмитриева С.А., Игнатенко В.И., f.№1785, №104716 – MSK; там же, окр. д. Нивки, 18.08.1988, Дмитриева С.А., f.№1814, №104717 – MSK; окр. г. Лепель, Вынаев Г.В., 28.07.1986, f.№4, №38932 – MSK; там же, Вынаев Г.В., 28.07.1986, f.№17, №38945 – MSK; там же, 28.07.1986, Вынаев Г.В., f.№4, №38932, 38933 – MSK; окр. д. Черноручье, Вынаев Г.В., 25.07.1986, f.№8а, №39951 39952, 39953 – MSK; г. Лепель, 24.07.1986, Вынаев Г.В., f.№2, №38712 – MSK; *Миорский р-н:* окр. д. Перебродье, Вынаев Г.В., Побирушко В.Ф., Равинская И.А., 20.08.1984, f.№70, №33690, 35029 – MSK; *Оршанский р-н:* г. Орша, 17.09.1986, Третьяков Д.И., f.№377, №20416 – MSK; окр. д. Пашино, 27.06.2002, Третьяков Д.И., f.№9993, №24666, 24667 – MSK; окр. д. Митьковщина, 21.09.1981, Млынарчик М.П., №104833 – MSK; *Полоцкий р-н:* окр. д. Орлея, Вынаев Г.В., Равинская И.А., Мержвинский Л.М., 20.07.1985, f.№14, №34290, 34291 – MSK; там же, Вынаев Г.В., Равинская И.А., 22.07.1985, f.№16, №39579 – MSK; там же, 21.07.1985, Вынаев Г.В., Мержвинский Л.М., Побирушко В.Ф., f.№36, №127721 – MSK; окр. д. Юровичи, Вынаев Г.В., Побирушко В.Ф., 01.10.1985, f.№11, №34182 – MSK; г. Полоцк, 13.07.1977, Вынаев Г.В., Третьяков Д.И., f.№171, №104736 – MSK; там же, 13.07.1977, они же, f.№178, №104737 – MSK; там же, 13.07.1977, они же, f.№178, № 104738 – MSK; г. Новополоцк, 21.06.1995, Скуратович А.Н., f.№ 28, №104832 – MSK; *Поставский р-н:* окр. д. Сивцы, 15.08.2003, Третьяков Д.И., f.№10606, №32519-32524 – MSK; окр. д. Бельки, 16.08.2003, он же, f.№10655, №33195 – MSK; окр. д. Петровичи, 16.08.2003, Скуратович А.Н., Морозова Т.К., f.№165, №132112 – MSK; *Россонский р-н:* западный берег оз. Бродно, 26.07.1960, Козловская Н.В., Гесь Д.К., Лапковская С.А., f.№ 579, №104836 – MSK; опр. Скворцов А.К.; *Шумилинский р-н:* окр. д. Черёнка, Равинская И.А., Дмитриева С.А., 19.07.1985, f.№44, №40229 – MSK; окр. д.

Черенка, Вынаев Г.В., Равинская И.А., Побирушко В.Ф., Мержвинский Л.М., 18.07.1985, f.№12, №35766 – MSK.

Гомельская область: *Буда-Кошелевский р-н:* Буда-Кошелевский заказник, окр. д. Струки, 8.09.1984, Третьяков Д.И., f.№484, №17679 – MSK; там же, 9.09.1984, он же, f.№510, №17740, 17741 – MSK; там же, 8.09.1984, Третьяков Д.И., f.№475, №17659 – MSK; *Житковичский р-н:* окр. г. Туров, Клакоцкая Т.Н., 25.07.1974, f.№248, №3419 – MSK; г. Туров, 07.07.1983, Третьяков Д.И., f.№321, №3417 – MSK; там же, 8.07.1983, Третьяков Д.И., f.№326, №3422 – MSK; Припятский заповедник, окр. д. Симоничский Млынок, 26.07.1978, Третьяков Д.И., Вынаев Г.В., f.№720, №104732 – MSK; окр. ж.-д. ст. Житковичи, 1.07.1999, Дубовик Д.В., f.№482, №104730 – MSK; *Жлобинский р-н:* г. Жлобин, 15.07.1979, Третьяков Д.И., Блудов Е.Е., №104740 – MSK; окр. д. Пиревичи, 16.07.1979, Третьяков Д.И., Блудов Е.Е., №104734, 104735 – MSK; *Калинковичский р-н:* окр. ж.-д. ст. Калинковичи, 6.07.1983, Третьяков Д.И., f.№297, №8382 – MSK; д. Юровичи, 6.08.2008, Третьяков Д.И., f.№14687, №8382, 116162 – MSK; *Кормянский р-н:* г. Корма, 14.07.1985, Третьяков Д.И., f.№1090, №104834 – MSK; *Мозырский р-н:* ж.-д. ст. Козенки, 23.08.1999, Третьяков Д.И., f.№7925, №26509 – MSK; *Петриковский р-н:* окр. д. Багримовичи, 15.08.1990, Скуратович А.Н., f.№597, №126229 – MSK; *Рогачевский р-н:* «б. Городецкая волость, близ хут. Сорокино, 6 верст от Городца, 4.08.1923, Полянская О.С. – LE; опр. А.Скворцов, 1971; *Чечерский р-н:* окр. д. Беляевка, 19.07.2006, Дубовик Д.В., f.№479б, №75126 – MSK; *Хойникский р-н:* г. Хойники, 16.09.1984, Третьяков Д.И., f.№644, №17615 – MSK; там же, 25.08.2008, Д.Третьяков, Д.Дубовик, f.№14988, №116643 – MSK.

Гродненская область: *Гродненский р-н:* северо-западная оконечность озера Белое, 11.07.1960, Козловская Н.В., Гесь Д.К., Лапковская С.А., f.№481, №104825 – MSK; *Дятловский р-н:* вблизи д. Нагорники, 26.08.1981, Третьяков Д.И., №12411 – MSK; *Мостовский р-н:* окр. д. Лунно, 5.07.1996, Скуратович А.Н., №77081 – MSK; *Новогрудский р-н:* окр. д. Вселюб, 23.08.1981, Третьяков Д.И., №12038 – MSK; окр. д. Валевка, Вынаев Г.В., 26.06.1987, f.№1, №21847 – MSK; *Свислочский р-н:* Беловежская пуща, у кв. №133, 15.07.1982, Симонович Л.Г., f.№151, №105336-105338 – MSK; там же, кв. №146, 24.06.1985, она же, f.№69, №105352-105354 – MSK; там же, кв. №146, 13.07.1986, она же,

f.№31, №105357, 105358 – MSK; там же, кв. №176д, 18.07.1986, она же, f.№39, №105359, 105360 – MSK; там же, окр. д. Бровск, кв. №68, 7.07.1981, она же, f.№107, №105361-105365 – MSK; окр. г. Свислочь, 28.06.2009, Третьяков Д.И., f.№15365, №141157 – MSK; окр. д. Саки, 29.06.2009, Третьяков Д.И., f.№15409, №141226, 141227 – MSK; *Слонимский р-н:* окр. д. Акачи, 16.07.1986, Г.Вынаев, f.№21, №127597 – MSK; *Сморгонский р-н:* окр. д. Жодишки, 16.07.1974, Козловская Н.В., Симонович Л.Г., Дмитриева С.А., f.№115, №104823, 104824 – MSK.

Минская область: *Борисовский р-н:* Березинский заповедник, урочище Гурба, 6.08.1977, Симонович Л.Г., f.№208, №106909-106911 – MSK; там же, вблизи д. Броды, 6.08.1977, она же, f.№411, №106913 – MSK; там же, окр. д. Клетное, 11.08.1977, она же, f.№235, №106908 – MSK; там же, д. Палик, 26.08.1985, Третьяков Д.И., f.№1263, №29577, 29578 – MSK; окр. ж.-д. ст. Жодино, 26.07.1976, Третьяков Д.И., Вынаев Г.В., f.№473, №104733 – MSK; *Вилейский р-н:* г. Вилейка, 8.09.1974, Козловская Н.В., Дмитриева С.А., f.№210, №104840 – MSK; окр. г. Вилейка, 10.09.1974, Козловская Н.В., Дмитриева С.А., f.№230, №104724 – MSK; там же, 15.07.1978, Третьяков Д.И., Вынаев Г.В., №104722 – MSK; там же, Третьяков Д.И., Булат В.С., 06.06.1979, №8258 – MSK; д. Витовцы, 22.09.1979, Третьяков Д.И., №8474 – MSK; окр. д. Рабунь, 18.09.1980, Третьяков Д.И., №105159 – MSK; окр. д. Костеневичи, 30.06.1981, Вынаев Г.В., f.№159, №33879 – MSK; Старинковское лесничество, кв.144-145, 7.09.1974, Козловская Н.В., Дмитриева С.А., f.№ 205, №104804, 104841 – MSK; там же, 7.09.1974, они же, f.№207, №104838, 104839 – MSK; окр. г. Вилейка, 5.07.2008, Яцына А.П., f.№330, №119192 – MSK; *Воложинский р-н:* окр. д. Первомайский, 5.09.2003, Третьяков Д.И., f.№10774, №33305-33307 – MSK; окр. д. Раков, 22.07.1990, Вынаев Г.В., Пугачевский А.В., f.№3а, №21979 – MSK; *Дзержинский р-н:* окр. д. Волма, 6.07.2002, Третьяков Д.И., f.№10119, №9798, 9799 – MSK; там же, 6.07.2002, Третьяков Д.И., f.№10128, №9800 – MSK; окр. д. Великое Село, 25.06.1991, Скуратович А.Н., № 104843 – MSK; *Клецкий р-н:* окр. д. Ефимовичи, 14.08.2008, Мойсейчик Е.В., f.№520, № 141729 – MSK; окр. д. Руда, 9.07.2008, Мойсейчик Е.В., f.№138, № 141725 – MSK; *Логойский р-н:* окр. пос. Плещеницы, 15.08.1975, Козловская Н.В., f.№305, №104720, 104721 – MSK; там же, 29.07.1986, Вынаев Г.В., f.№5, №38895-38897 – MSK; там же, 29.07.1986, он же, f.№2,

№38884, 38885 – MSK; *Минский р-н:* г. Минск, 19.07.1980, Вынаев Г.В., Третьяков Д.И., №10378, 10379 – MSK; там же, 19.07.1980, Вынаев Г.В., Третьяков Д.И., №10809 – MSK; там же, 19.07.1980, Вынаев Г.В., Третьяков Д.И., №10853 – MSK; там же, г. Минск, 30.08.1980, Третьяков Д.И., №10109 – MSK; там же, 11.08.1982, Третьяков Д.И., f.№475, №12105 – MSK; там же, 6.09.1989, Юрченко Е.О., №16573, 16574 – MSK; там же, Вынаев Г.В., 4.09.1983, №39244 – MSK; там же, 5.07.1981, он же, f.№171, №40901 40902, 40903 – MSK; окр. д. Крыжовка, 17.07.1993, он же, f.№5, №44012 44013, 44014 – MSK; г. Заславль, 24.08.1979, Третьяков Д.И., №8026 – MSK; окр. д. Крупица, 17.07.1980, Ермилова Н.И., f.№519, №104618 – MSK; окр. д. Богута, 15.09.1985, Вынаев Г.В., Скуратович А.Н., f.№12, №104727 – MSK; окр. д. Марьяливо, 29.08.1974, Скворцов А.К., Козловская Н.В., Блажевич Р.Ю., f.№252, № 104821, 104822 – MSK; окр. г. Минск, 21.09.1976, Кузнецова Р.П., №104842 – MSK; *Молодечненский р-н:* окр. г. Радошковичи, 25.07.1979, Третьяков Д.И., №7611 – MSK; *Мядельский р-н:* окр. д. Ольшево, заказник "Голубые озера", 24.07.1982, Вынаев Г.В., Равинская И.А., Мержвинский Л.М., f.№478, №33549, 41171, 41172 – MSK; окр. д. Урлики, 9.08.1986, Вынаев Г.В., f.№8а, №38744 – MSK; окр. д. Черемшицы, 02.08.1984, он же, f.№2, №34682 – MSK; *Пуховичский р-н:* вблизи ж.-д. ст. Пуховичи, 27.06.1993, Третьяков Д.И., f.№2673, №30289 – MSK; окр. ж.-д. ст. Талька, 10.07.1981, Вынаев Г.В., f.№195, №104718, 104719 – MSK; окр. ж.-д. ст. Руденск, 21.07.1977, Вынаев Г.В., Третьяков Д.И., f.№806/972, №104731 – MSK; *Смолевичский р-н:* окр. д. Гончаровка, 2.09.1991, Вынаев Г.В., f.№4, №13438 – MSK; *Солигорский р-н:* окр. д. Саковичи 16.08.1990, Скуратович А.Н., f.№625, №104714 – MSK; *Стародорожский р-н:* окр. г. Старые Дороги, 25.07.1960, Козловская Н.В., Протасевич Р.Т., f.№281, №104835 – MSK; опр. Скворцов А.К. 1971; *Столбцовский р-н:* окр. д. Николаевщина, 26.07.1984, Вынаев Г.В., f.№9, №34627, 34792 – MSK.

Могилевская область: *Бобруйский р-н:* г. Бобруйск, 14.09.1979, Третьяков Д.И., №3423 – MSK; *Горецкий р-н:* окр. г. Горки, 15.07.2007, Третьяков Д.И., f.№ 13406, № 83869 – MSK; *Быховский р-н:* г. Быхов, 27.06.1959, Козловская Н.В., Лапковская С.А., f.№235, № 104831 – MSK; опр. Скворцов А.К. 1971; *Краснопольский р-н:* окр. д. Граковка, 2.09.1991, Дубовик Д.В.,

№104819 – MSK; д. Азанчевка, 30.08.1991, он же, №104820 – MSK; окр. д. Кожемякино, 11.08.1994, он же, №104814 – MSK; там же, 1.08.1991, он же, №104817 – MSK; там же, 11.08.1994, он же, f.№388, №104829 – MSK; *Мстиславский р-н:* г. Мстиславль, 6.07.1985, Третьяков Д.И., f.№982, 982a, №19099, 19100 – MSK; дорога Заречье-Пустынки, 17.08.1994, Тихомиров Вал.Н., Дубовик Д.В., f.№241, №38818 – MSK; *Осиповичский р-н:* фольварк Жорновка, 14.07.1924, Полянская О.С. – LE; опр. А.Скворцов, 1969; окр о. п. Верхи, 18.09.1994, Вынаев Г.В., f.№6, №40997, 40998, 40999 – MSK; район Осиповичского водохранилища, 26.06.1961, Козловская Н.В., f.№804, №104837 – MSK; опр. Скворцов А.К. 1971; *Славгородский р-н:* окр. д. Клины, 21.08.1991, Дубовик Д.В., №104728 – MSK; окр. г. Славгород, 19.08.1994, он же, f.№507, №104816 – MSK; *Чериковский р-н:* окр. д. Веприн, 29.08.1984, Третьяков Д.И., f.№390, №18000 – MSK; окр. д. Пильня, 13.08.1994, Дубовик Д.В., f.№ 452, №104726 – MSK; там же, 13.08.1994, он же, f.№ 442, №104729 – MSK; окр. д. Лимень, 8.08.1989, он же, №104805 – MSK; окр. г. Чериков, 9.09.1991, он же, №104806 – MSK; окр. д. Устье, 11.07.1991, он же, № 104818 – MSK; там же, 8.08.1994, он же, f.№365, №10480 – MSK; окр. д. Монастырек, 25.08.1994, он же, f.№648, №104811 – MSK; там же, 27.08.1994, он же, f.№660, №104808, 104812 – MSK; окр. д. Чудяны, 21.8.1994, f.№ 581, №104809, 104810 – MSK; окр. д. Мирогощь, 26.07.1993, он же, №104828 – MSK; окр. д. Журавель, 23.08.1994, он же, f.№604, № 104815 – MSK.

Общее распространение: Скандинавия, Атлантическая, Средняя и Восточная Европа, Средиземноморье, Малая Азия, Кавказ, Западная и Восточная Сибирь (юг), Дальний Восток (юг), Северная Америка.

В Восточной Европе распростанен почти повсеместно, исключая крайний Север, Причерноморье и Крым. В России этот вид впервые был собран в конце XIX в. в Псковской губернии.

10. ***E. pseudorubescens*** A. Skvorts. 1995, Бюл. МОИП, отд. биол., 100: 75; id., 1996, Фл. Вост. Евр. 9: 309; id., 2005, Бюл. Гл. ботан. сада 189: 102; Цвелев, 2007, Новости сист. высш. раст. 39: 249. – *E. rubescens* auct. non Rydb.: Скворцов, 1973, Бюлл. Главн. бот. сада 88: 31; Мосякин, 1991, Укр. бот. журн. 48, 4: 32. – *E. ciliatum* auct.non Raf.: Hoch et P.H. Raven, 1977, Ann. Missouri Bot. Gard. 64: 136, p. p.

– *E. tetragonum* auct. non L.: Козловская, 1967, Опред. раст. Белоруссии: 379, p. p.; Сауткина, 1999, Опред. высш. раст. Беларуси: 186, p. p. – *E. nervosum* auct. non Boiss. et Buhse: Сауткина, 1999, Опред. высш. раст. Беларуси: 186, p. p. – Описан из юго-западной Финляндии «regio Aboënsis, par. Lojo, loco paludoso juxta ripam lacus, 21.VIII.1915 H. Lindberg» (Pl. Finl. Exs. N 1259). LE.

По берегам водоемов, ключевинам, в прибрежных зарослях кустарников, заболоченных смешанных и лиственных лесах, на лесных дорогах и вырубках, осушенных торфяниках, карьерах, по обочинам дорог и в других синантропных сообществах.

Американский заносный вид. Агриофит.

*Распространение в Беларуси:*По всей территории, изредка (рис. 7).

Брестская область: *Брестский р-н:* окр. д. Домачево, 8.06.2008, Третьяков Д.И., Дубовик Д.В., Савчук С.С., Скуратович А.Н., f.№14308, №115614 – MSK; д. Дубрава, 10.06.2008, Третьяков Д.И., Дубовик Д.В., Савчук С.С., f.№14416, №115777 – MSK; окр. д. Гершоны, 16.07.2008, Третьяков Д.И., Савчук С.С., Дмитриева С.А., f.№14531, №115970 – MSK; *Ивацевичский р-н:* окр. д. Турная, 20.06.1996, Тихомиров Вал.Н., f.№2, №104747 – MSK; *Каменецкий р-н:* Беловежская пуща, кв.737, 17.08.1986, Симонович Л.Г., f.№210, №105370 – MSK; там же, кв. 713г, 10.08.1983, она же, f.№405, №105373-105377 – MSK; там же, кв. 708, 26.08.1982, она же, f.№433а, № 105335 – MSK; там же, кв. №678, 22.08.1979, она же, f.№318, №105340 – MSK; *Пинский р-н:* г. Пинск, 26.06.1977, Третьяков Д.И., f.№151, №7198, 7199 – MSK; там же, 29.07.1977, он же, f.№510, №104770 – MSK; *Пружанский р-н:* Беловежская пуща, кв.646Г, 17.08.1986, Симонович Л.Г., f.№479, №105371, 105372 – MSK; там же, окр. д. Клетное, 19.07.1985, она же, f.№221а, №105378, 105379 – MSK.

Витебская область: *Браславский р-н:* берег оз. Богинское, 27.07.2009, Третьяков Д.И., f.№15516, №141420 – MSK; окр. д. Дубровка, 24.07.2009, он же, f.№15452, №141315 – MSK; там же, 24.07.2009, он же, f.№15457, №141327 – MSK; там же, 25.07.2009, он же, f.№15459, №141328 – MSK; *Городокский р-н:* окр. д. Озерки, Вынаев Г.В., Равинская И.А., Мержвинский Л.М., 23.07.1985, f.№5, №34306, 34307 – MSK; *Лепельский р-н:* г. Лепель, 21.07.1999, Дубовик Д.В., f.№562а, №104769 – MSK; *Оршанский р-н:* окр. д.

Пашино, 27.06.2002, Третьяков Д.И., f.№9994, №24667 – MSK; там же, 27.06.2002, Дубовик Д.В., f.№1012, №75956 – MSK; г. п. Высокое, 26.06.2002, он же, f.№986, №77129 – MSK; *Полоцкий р-н:* г. Полоцк, 12.07.1977, Вынаев Г.В., Третьяков Д.И., f.№178a, №104771 – MSK; *Поставский р-н:* окр. д. Голбея, 16.08.2003, Дубовик Д.В., f.№1266, №37424 – MSK.

Гомельская область: *Брагинский р-н:* вблизи ж.-д. ст. Иолча, 23.08.2008, Третьяков Д.И., Дубовик Д.В., f.№14918, №116533 – MSK; *Буда-Кошелевский р-н:* Буда-Кошелевский заказник, окр. д. Струки, 8.09.1984, Третьяков Д.И., f.№475, №17659, 17660 – MSK; там же, 8.09.1984, Третьяков Д.И., f.№484, №17679, 17680, 17681 – MSK; *Ветковский р-н:* окр. д. Светиловичи, 2.09.2003, Дубовик Д.В., f.№1694, №35721 – MSK; *Гомельский р-н:* окр. д. Терюха, 25.08.2005, Дубовик Д.В., Скуратович А.Н., f.№994a, №77950 – MSK; *Житковичский р-н:* г. Туров, 7.07.1983, Третьяков Д.И., f.№321, №3417 – MSK; д. Хвоенск, 15.09.2002, Дубовик Д.В., №75962 – MSK; окр. д. Хлупинская Буда, 11.09.2002, он же, f.№1669, №76747 – MSK; окр. г. Туров, 24.07.2009, Созинов О.В., №141734 – MSK; *Жлобинский р-н:* г. Жлобин, 15.07.1979, Третьяков Д.И., Блудов Е.Е., №104739 – MSK; д. Пиревичи, 9.08.2009, Третьяков Д.И., f.№15597, №141530 – MSK; *Ельский р-н:* окр. д. Заширье, 14.07.1976, Вынаев Г.В., Третьяков Д.И., f.№264, №104772 – MSK; *Калинковичский р-н:* вблизи ж.-д. ст. Калинковичи, 6.07.1983, Третьяков Д.И., f.№297, №104741 – MSK; *Мозырский р-н:* ж.-д. ст. Козенки, 23.08.1999, он же, f.№7925, №26509 – MSK; *Хойникский р-н:* г. Хойники, 16.09.1984, он же, f.№644, №17616 – MSK.

Гродненская область: *Ошмянский р-н:* окр. д. Щепановичи 8.07.2003, Дубовик Д.В., Симон Т.В., f.№1001, №73582 – MSK; *Свислочский р-н:* Беловежская пуща, кв. 133, 14.07.1982, Симонович Л.Г., f.№147, №105368, 105369 – MSK; *Сморгонский р-н:* окр. д. Нестанишки, 21.08.2002, Дубовик Д.В., Симон Т.В., f.№1548, №77588 – MSK.

Минская область: *Борисовский р-н:* Березинский заповедник, урочище Гурба, кв. 585, 6.08.1977, Симонович Л.Г., f.№208a, №106912 – MSK; окр. ж.-д. ст. Жодино, 26.07.1976, Вынаев Г.В., Третьяков Д.И., f.№452, №104758 – MSK; *Вилейский р-н:* окр. д. Старинка, 7.09.1974, Козловская Н.В., Дмитриева С.А., f.№205a, №104749 – MSK; окр. г. Вилейка, 15.07.1978, Третьяков Д.И.,

Вынаев Г.В., №104723 – MSK; *Воложинский р-н:* окр. пос. Первомайский, 5.09.2003, Третьяков Д.И., f.№10774, №33305 – MSK; *Минский р-н:* г. Минск, 19.07.1980, Вынаев Г.В., Третьяков Д.И., №10809 – MSK; там же, 19.07.1980, они же, №10853, 10854 – MSK; там же, 5.07.1982, Третьяков Д.И., f.№ 422, №104753 – MSK; там же, 6.08.1982, Симонович Л.Г., №104751 – MSK; там же, 11.08.1982, Третьяков Д.И., f.№ 475, №12105, 12106, 12107 – MSK; там же, 31.08.1984, Вынаев Г.В., №104765 – MSK; там же, 3.09.1988, Юрченко Е.О., №104752 – MSK; там же, 22.06.1995, Джус М.А., №104748 – MSK; окр. г. Минск, 20.5.1983, Вынаев Г.В., №104750 – MSK; д. Острошицкий Городок, 22.08.1975, Козловская Н.В., Дмитриева С.А., f.№312, №104754, 104755, 104756 – MSK; окр. д. Великий Тростенец, 10.09.1987, Третьяков Д.И., f.№515, №104766 – MSK; *Мядельский р-н:* окр. д. Ольшево, заказник "Голубые озера", 24.07.1982, Вынаев Г.В., Равинская И.А., Мержвинский Л.М., f.№478, №33551, 41171, 41172 – MSK; окр. д. Черемшицы, 02.08.1984, Вынаев Г.В., f.№2, №34681 – MSK; *Солигорский р-н:* окр. д. Саковичи 16.08.1990, Скуратович А.Н., f.№624, №104757 – MSK; *Столбцовский р-н:* окр. д. Шахновщина, 26.07.1984, Вынаев Г.В., f.№25, №34635 – MSK..

Могилевская область: *Бобруйский р-н:* г. Бобруйск, 9.07.1975, Вынаев Г.В., f.№154, №104759-104764 – MSK; *Горецкий р-н:* окр. г. Горки, 15.07.2007, Третьяков Д.И., f.№13406, №83870, 83871 – MSK; *Дрибинский р-н:* окр. ж.-д. ст. Темный Лес, 28.06.2002, Дубовик Д.В., f.№1055, №74603 – MSK; *Климовичский р-н:* ж.-д. ст. Климовичи, 24.07.2000, Дубовик Д.В., f.№1180, №104768 – MSK; *Краснопольский р-н:* окр. д. Кожемякино, 11.08.1994, Дубовик Д.В., f.№387, №104744 – MSK; *Осиповичский р-н:* окр о. п. Верхи, 18.09.1994, Вынаев Г.В., f.№6, №40999 – MSK; *Чериковский р-н:* окр. д. Дубровка, 12.07.1997, Дубовик Д.В., f.№582, №104767 – MSK; окр. г. Чериков, 8.08.1989, он же, №104742 – MSK; окр. д. Веприн, 8.08.1994, Дубовик Д.В., Юрченко Е.О., f.№346, №104746 – MSK; там же, 21.08.1994, Дубовик Д.В., f.№569, №104743 – MSK; окр. д. Головчицы, 28.09.1991, он же, №104745 – MSK.

*Общее распространение:*Скандинавия, Атлантическая, Средняя и Восточная Европа, Западная и Восточная Сибирь (юг), Дальний Восток (на Амуре между Хабаровском и Комсомольском), Северная Америка.

Секция 5. ***Palustria*** Tzvel., 2007, Новости сист. высш. раст., 39: 250.

11. ***E. palustre*** L. 1753, Sp. pl.: 348; Hausskn., 1884, Monogr.: 128; Пачоский, 1897: 218; Штейнберг, 1949, Фл. СССР 15: 613; Томин, 1950, Фл. БССР 3: 450; Козловская, 1967, Опред. раст. Белоруссии: 376; Raven, 1968, Fl. Europ. 2: 310; Скворцов, 1996, Фл. Вост. Евр. 9: 306; id., 2005, Бюл. Гл. ботан. сада 189: 97; Цвелев, 2007, Новости сист. высш. раст. 39 : 250. – *E. tomentosum* Gilib., 1782, Fl. lith., V: 189, nom. inval. – *E. tetragonum* L. Gilib., 1782, Fl. lith., V: 189, p. p. – Описан из Европы «In Europae humidiusculis».

По берегам водоемов, ключевинам, болотам, в прибрежных зарослях кустарников, заболоченных смешанных и лиственных лесах, на лесных заболоченных вырубках, осушенных торфяниках, по обочинам дорог и в других синантропных сообществах.

Распространение в Беларуси: по всей территории, часто (рис. 5).

*Общее распространение:*Скандинавия, Атлантическая, Средняя и Восточная Европа, Средиземноморье, Средняя и Малая Азия, Иран, Кавказ, Западная и Восточная Сибирь, Дальний Восток, Дж.-Кашг., Монголия, Гималаи, Яп.-Кит., Северная Америка.

Циркумполярный, преимущественно бореальный вид. В Восточной Европе является одним из наиболее распространенных видов.

Далее мы предлагаем ключ для определения видов рода Epilobium, куда включены виды реально встречающиеся на территории республики, а также виды, указанные в литературе, но не подтвержденные гербарными образцами.

КЛЮЧ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВИДОВ

1. Рыльце четырехраздельное с хорошо заметными лопастями…….2
+ Рыльце цельное, головчатое. …….5
2. Стебли 30-150 см высоты, в средней и верхней частях покрыты оттопыренными простыми волосками 0.7-2 мм длины…… ……3
+ Стебли 10-60 см высоты, в средней и верхней частях более или менее покрыты короткими до 0.5 мм длины, серповидно согнутыми простыми и прямыми железистыми волосками ……..4

3. Средние стеблевые листья немного стеблеобъемлющие, острозубчатые. Волоски на стебле до 2 мм длины. Лепестки 12-20 мм длины. Чашечка 7-10 мм длины. Пыльники 1.3-2 мм длины. .....……*E. hirsutum*

+ Средние стеблевые листья не стеблеобъемлющие, туповато и отдаленно острозубчатые. Волоски на стебле до 1.2 мм длины. Лепестки 7-10 мм длины.Чашечка 4-6 мм длины. Пыльники 0.8-1 мм длины.....……*E. parviflorum*

4. Пластинки средних стеблевых листьев 5-6 см длины и 2-3 см ширины, у основания закругленные, сидячие или переходящие в очень короткий крылатый черешок. Соцветие и завязь опушены простыми серповидно согнутыми и, преобладающими на завязях, многочисленными железистыми волосками……*E. montanum*

+ Пластинки средних стеблевых листьев 1.5-2 см длины и 0.5-1 см ширины, у основания более или менее клиновидные, сидячие или переходящие в бескрылый черешок. Соцветие и завязь опушены преимущественно простыми серповидно согнутыми волосками; железистые волоски немногочисленные или отсутствуют …..……..*E. collinum*

5. Пластинки средних и верхних стеблевых листьев от узколанцетных до почти линейных, цельнокрайние или с единичными слабозаметными зубчиками, снизу обычно по средней жилке волосистые. Завязь и плоды густо опушены простыми серповидно согнутыми волосками с продольными полосками железистых волосков. Семена к основанию сильно суженные, островатые, на верхушке с хорошо развитым ушковидным придатком, на поверхности с бугорковидными сосочками (заметными при увеличении). При основании стеблей имеются длинные нитевидные столоны, заканчивающиеся почкой……*E. palustre*

+ Пластинки средних и верхних стеблевых листьев от ланцетных до яйцевидных, по краям с хорошо заметными зубцами. Семена у основания закругленные, на верхушке с ушковидным придатком или без него……6

6. Все растение, опушено простыми серповидными прилегающими волосками с примесью прямых железистых волосков в верхней, средней и нижней частях стебля. Семена продольно-полосатые из-за сливающихся в продольные гребешки коротких сосочков, на верхушке с ушковидным придатком ……7

+ Все растение, в том числе соцветие, исключая завязь, плоды и чашечку, опушено простыми серповидными прилегающими волосками с примесью прямых железистых волосков в верхней части стебля или только в соцветии. Семена равномерно по всей поверхности покрыты сосочками, на верхушке без ушковидного придатка……8

7. Лепестки розовые……*E. adenocaulon*

+ Лепестки белые, иногда снаружи (в сухом состоянии) едва розоватые……..*E. pseudorubescens*

8. Стеблевые листья ланцетные или линейно-продолговатые до почти

линейных……9

+ Стеблевые листья эллиптические, яйцевидные или широколанцетные…..10

9. Средние и верхние стеблевые листья ланцетные. У основания стеблей имеются удлиненные столоны с расставленными парами мелких листьев. Все растение, в том числе соцветие, опушено простыми прямыми прижатыми волосками. Завязь, плоды и чашечка, кроме того, опушены немногочисленными железистыми волосками…..……...*E. obscurum*

+ Средние и верхние стеблевые листья линейно-продолговатые или широколинейные, с почти параллельными краями, по краям и средней жилке голые. Все растение, в том числе соцветие, опушено только простыми серповидными прилегающими волосками, железистые волоски отсутствуют……...*E. tetragonum*

10. Пластинки средних и верхних листьев эллиптические, с наибольшей шириной близ середины, в основании клиновидные, на черешке 5-15 мм длины. Лепестки бледно-розовые, до почти белых…….....*E. roseum*

+ Пластинки средних и верхних листьев от яйцевидных до широколанцетных, с наибольшей шириной ниже середины, сидячие или почти сидячие, снизу обычно по всей поверхности с рассеянными курчавыми или железистыми волосками. Стебли в нижнй части голые, в средней части с продольными полосками курчавых волосков, в верхней части, кроме того, с примесью железистых. Лепестки розовые. ……*E. nervosum*

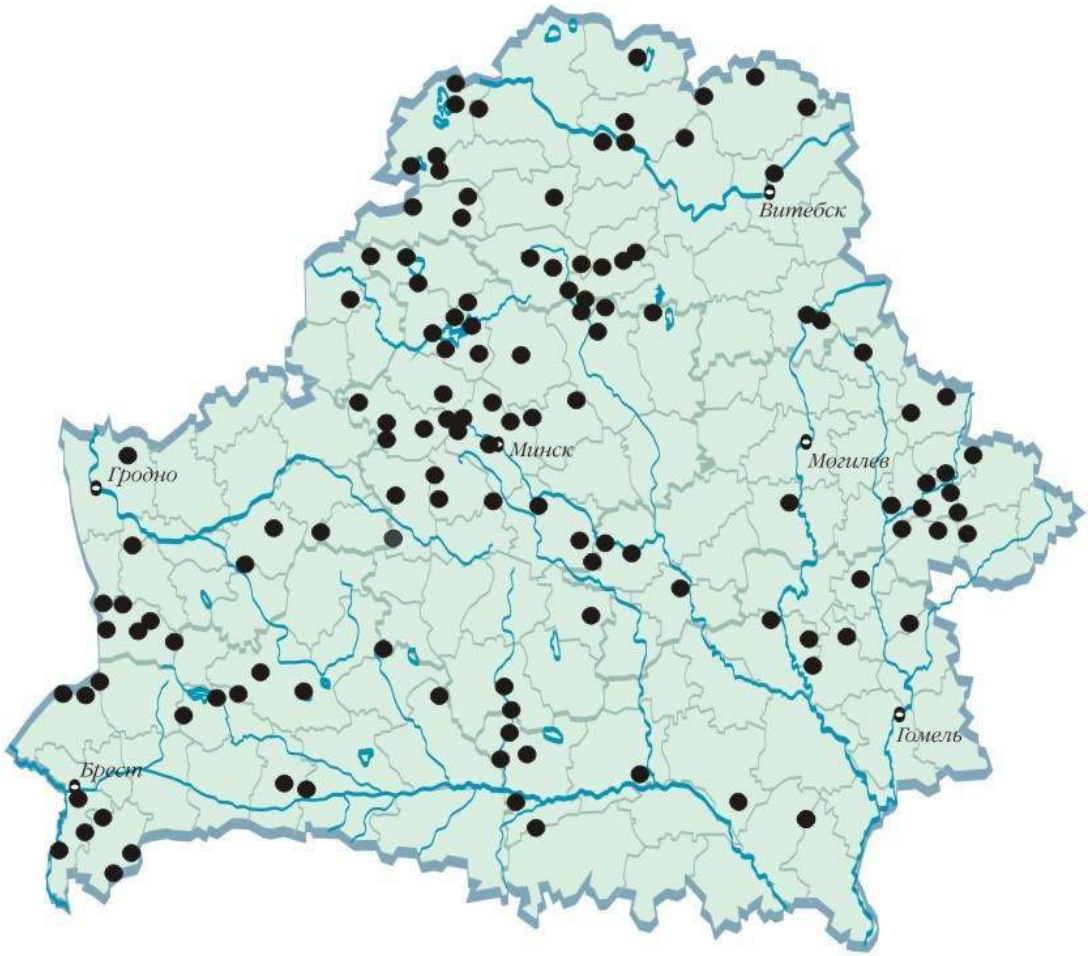


Рис. 1. Распространение Epilobium adenocaulon.

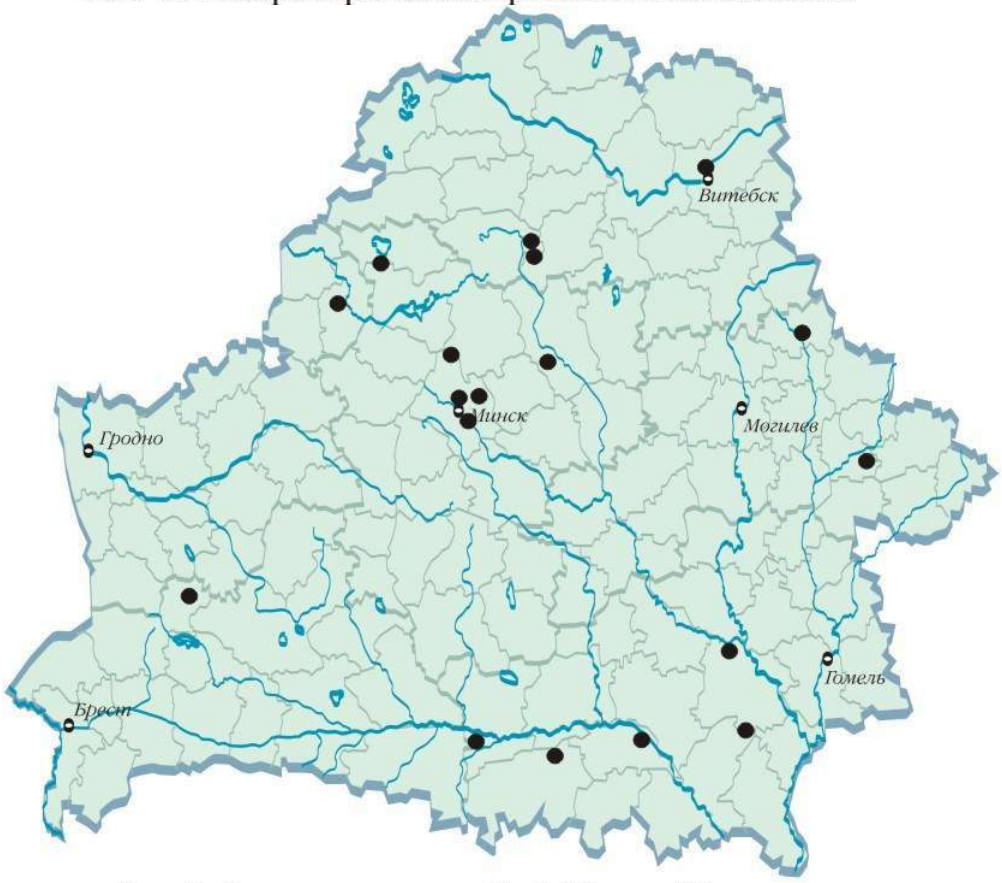


Рис. 2. Распространение Epilobium collinum.

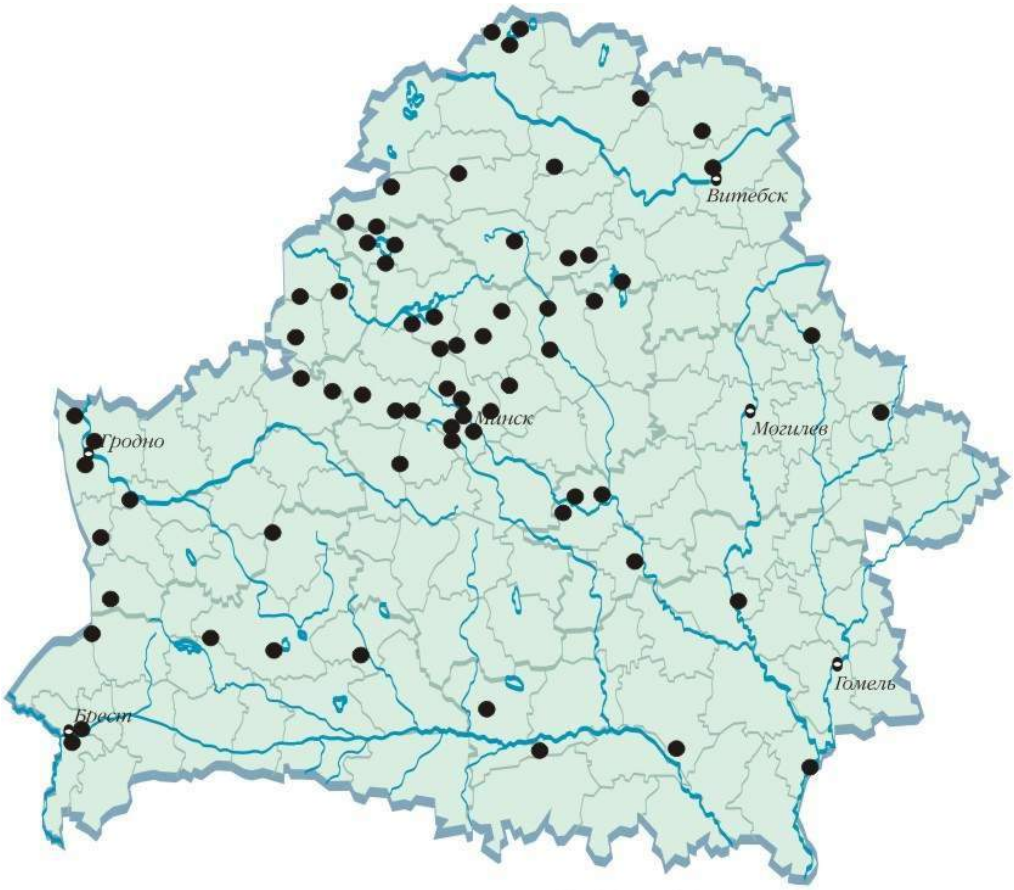


Рис. 3. Распространение Epilobium hirsutum.

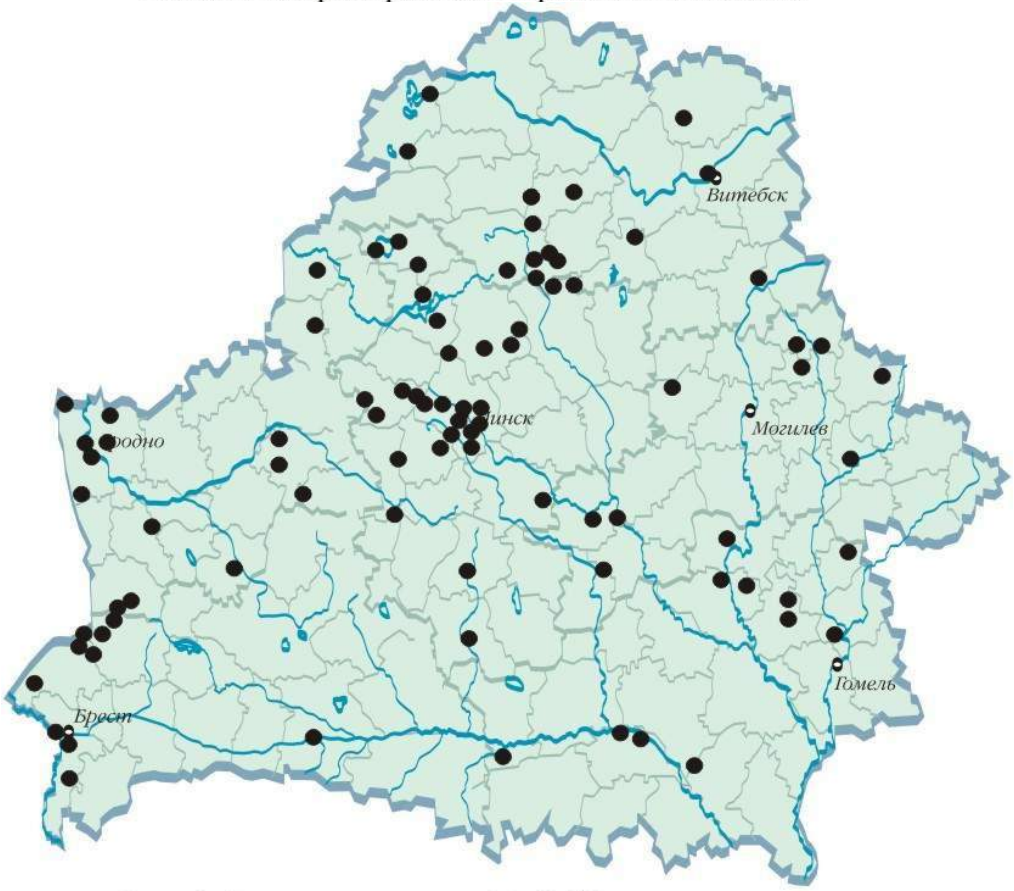


Рис. 4. Распространение Epilobium montanum.



Рис. 5. Распространение Epilobium palustre.

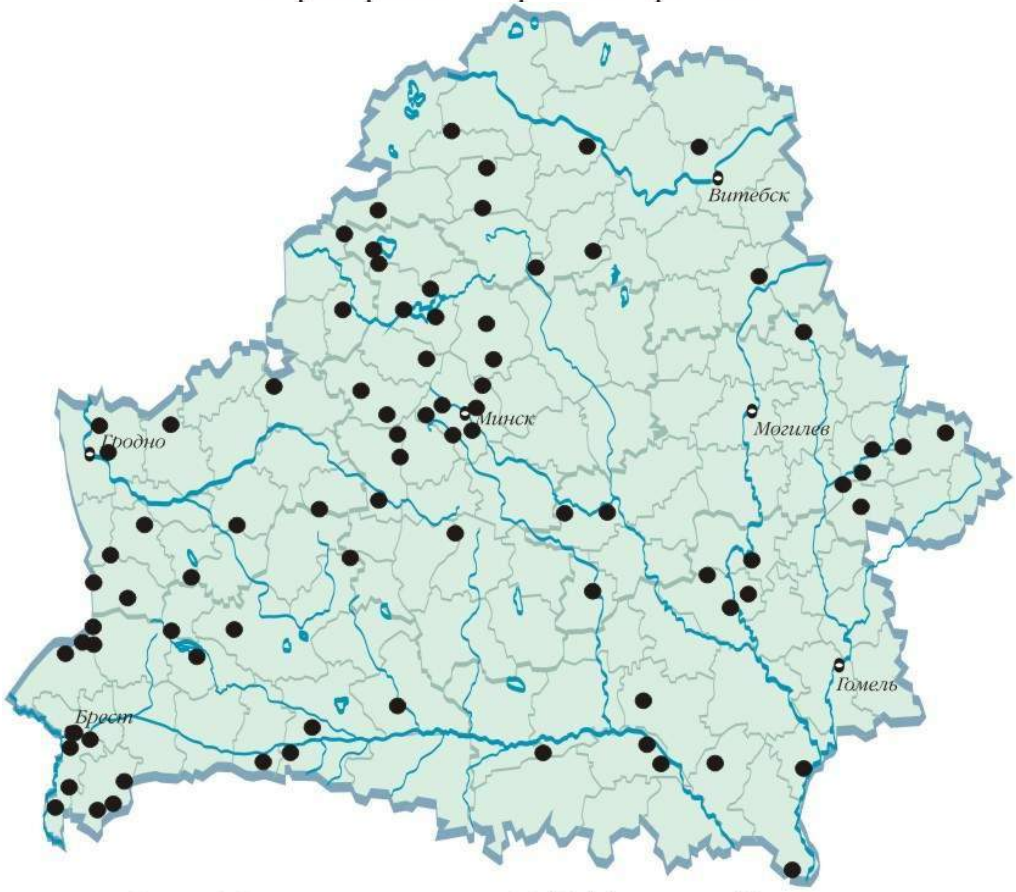


Рис. 6. Распространение Epilobium parviflorum.



Рис. 7. Распространение Epilobium pseudorubescens.

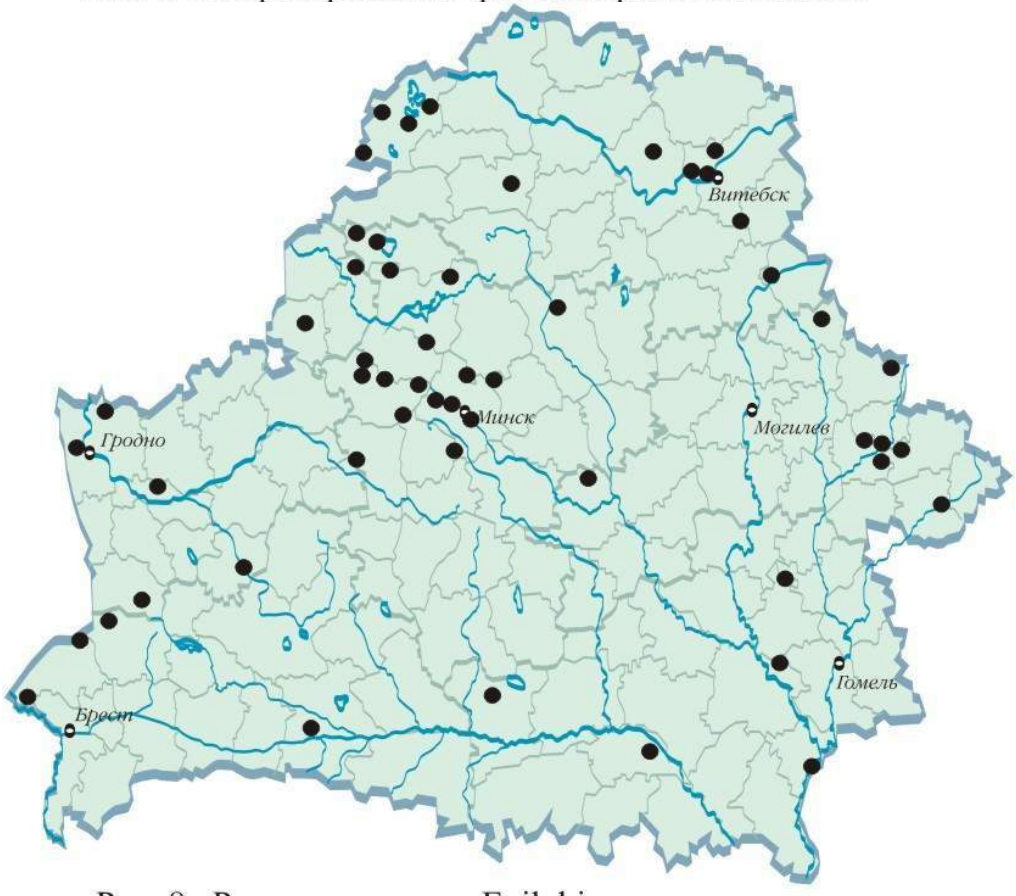


Рис. 8. Распространение Epilobium roseum.



Рис. 9. Распространение Epilobium tetragonum.

Заключение. Во флоре Беларуси встречаются 9 видов рода *Epilobium*: *E. adenocaulon*, *E. collinum*, *E. hirsutum*, *E. montanum*, *E. palustre*, *E. parviflorum*, *E. pseudorubescens*, *E. roseum* и *E. tetragonum*. Среди них 3 заносных вида: североамериканские - *E. adenocaulon*, *E. pseudorubescens* и западноевропейский - *E. tetragonum*. *E. nervosum* и *E. obscurum*, указанные ранее в различных источниках для флоры республики, вероятнее всего отсутствуют. Имеющиеся гербарные образцы как *E. nervosum* принадлежат к достаточно широко распространенным в республике видам - *E. adenocaulon* и *E. pseudorubescens*.

Литература

1.Скворцов А. К. // Флора Восточной Европы, т.IX. Коллектив авторов. Отв. ред. и ред. тома Н.Н.Цвелев. СПб.: Мир и семья -95, 1996. С.302-310.

2. Скворцов А. К. // Бюллетень Главного ботанического сада/ Гл. ботан. сад им. Н.В.Цицина. – М.: Наука, 1948. Вып. 189/ [отв. ред. Л.Н. Андреев]. - 2005. С. 90- 104.

3. Цвелев Н.Н. // Новости систематики высших растений. М. – Санкт-Петербург: Товарищество научных изданий КМК, 200. Т. 39. С 241- 259.

4. Пачоский И. К. // Тр. Санкт-Петербург. общества естествоиспытателей. Санкт-Петербург., 1897. Т.27. Вып. 2. С. 215-219.

5. Томин М.П. // Флора БССР / под ред. М.П. Томина [гл. ред. Н.А. Дорожкин]. Минск: Издательство Академии наук БССР. 1950. С. 442 – 451.

6. Козловская Н.В. //Определитель растений Белоруссии/ под ред. Б.К.Шишкина, М.П.Томина, М.Г.Гончарика. Минск: Вышэйшая школа, 1967. С. 376-379.

7. Сауткина Т. А. // Определитель высших растений Беларуси/ под ред. В.И.Парфенова. Минск: Дизайн ПРО, 1999. С. 184-186.

D.I. TRETJAKOV

GENUS EPILOBIUM L. S.STR. (ONAGRACEAE JUSS.) IN THE BELARUS

Summary

Nomenclature and general geographical distribution of species of *Epilobium* genus were given, habitats were characterized in the outline. Skeleton maps of distribution of species of *Epilobium* genus within republic were made. Concerning rare and strange (invasive) plants species, moreover, shot information of plant samples with numeracion in compliance with database (MSK-V) was given. As well, a key for determination of species of *Epilobium* genus was proposed. Of species of *Epilobium* genus indicated earlier for Belarus there are 9 that actually found within republic area: *Epilobium adenocaulon, E. collinum, E. hirsutum, E.montanum, E. palustre, E. parviflorum, E. pseudorubescens*, *E. roseum and E. tetragonum. 2 species: Epilobium nervosum* and *E. obscurum* were not documenting and evedently, are not presented in flora of Belarus.

УДК 582.29.

В.В. ГОЛУБКОВ[1] А.П. ЯЦЫНА[2],

LOBARIA PULMONARIA (L.) HOFFM. – РЕДКИЙ ИСЧЕЗАЮЩИЙ ЛИШАЙНИК НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

[1]Гродненский государственный университет им. Я.Купалы.
[2]Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича

Введение. Изучение видового состава, инвентаризация лишайников являются актуальной проблемой для Беларуси. Особое

место занимают редкие и охраняемые лишайники, которые находятся на грани исчезновения. К таким видам относится *Lobaria pulmonaria*, занесенная во второе и третье издания Красной книги Республики Беларусь и охраняемая на сопредельных территориях в странах Прибалтики, Польши и Российской Федерации [1].

Lobaria pulmonaria является постоянным компонентом центрально-европейских лесов первичного происхождения (Białowieski Park Narodowy, национальный парк "Беловежская пуща") и парков старого возраста [2, 3, 4, 5 и др.]. Гораздо реже *Lobaria pulmonaria* встречается в местообитаниях антропогенного происхождения, где обычно её отмечали на дубах, осине и иве [4]. В лесных поясах гор Европы этот вид находили на буке, платане, клене, ясене, вязе, грабе [6, 7].

По некоторым данным в Европе *Lobaria pulmonaria* исчезает по причине плохой приспособленности к изменениям окружающей среды, воздушного загрязнения [8,9] и вследствие различных лесотехнических мероприятий, таких как посадка, рубка, чистка и др. [1, 2, 3, 8, 9, 10].

На сегодняшний день в Западной и Центральной Европе этот вид отмечался только на стволах деревьев не менее 100-летнего возраста [2, 8, 9] и в основном в старых лесах [2, 11, 12].

Цель данной работы – выяснить особенности местообитания, произрастания и распространения *L. pulmonaria* на территории Беларуси. Задачи: изучить влияние антропогенных факторов на состав популяций *L. pulmonaria*, определить ее степень приуроченности к биотопам и типам субстрата и провести анализ возрастной структуры популяций *L. pulmonaria.* Для их достижения была проведена инвентаризация коллекций образцов лишайников Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси, г. Минска (MSK-L), Белорусского государственного университета г. Минска (MSKU), Березинского биосферного заповедника (BBSR) и гербария лишайников Института ботаники им. М. Г. Холодного НАН Украины, г. Киева (KW).

Материалы и методы исследования. Материалом для работы послужили коллекции (MSK-L, MSKU, BBSR), гербарий (KW,) и данные, предоставленные кафедрой ботаники Гомельского государственного университета им Фр. Скорины (GMU). Кроме того, была учтена литература, в которой приводилась *L. pulmonaria*. Использовалась картотека местонахождений видов, не

подтвержденная сборами образцов в коллекции, составленная из полевых дневников В. В. Голубкова, в которую была занесена информация о, возможно, единственных, (исчезающих) местообитаниях и произрастаниях *L. pulmonaria,* а также найденных на территории, загрязненной после аварии на Чернобыльской АЭС.

В результате исследований было обработано: 105 образцов *L. pulmonaria* из коллекции MSK-L, 8 из гербария KW и 5 образцов из коллекции MSKU.

Названия видов мхов приведены по "Флоре Беларуси. Мохообразные. В 2 т. Т. 1. Andreaeopsida–Bryopsida" [13]. В работе использовалась информация, приводимая в коллекциях: номера пакетов, аббревиатура (MSK-L, BBRS, MSKU, KW) и коды (GMU) коллекций и гербария, дата, год и авторы сборов.

Одной из важных характеристик популяций является их возрастная структура. При изучении состава популяций использовалась шкала онтогенетического состояния, предложенная Н. А. Семеновой для данного вида [14], с небольшой поправкой (в гербарии отсутствуют образцы 1, 2, 10 группы):

ювенильное – j (таллом в виде одной лопасти, отсутствует характерная «легочная» складчатость),

имматурное 1 – im1 (появляются первые складки и/или первые зачаточные лопасти),

имматурное 2 – im2 (таллом имеет несколько лопастей, углубления и ребра недостаточно отчетливо выражены),

виргинильное 1 – v1 (сформированы лопасти и доли, отчетливо выражены ямчатые углубления и ребра),

виргинильное 2a – v2a (наличие соредий),

виргинильное 2b – v2b (наличие изидий),

виргинильное 2c – v2c (наличие лобулей),

генеративное – g (наличие апотециев),

субсенильное – ss (наличие некрозов),

сенильное – s (выпадение центральной части таллома).

Мы благодарны сотруднику лаборатории флоры и систематики растений Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси, доктору биологических наук Г. Ф. Рыковскому за консультацию по систематике мохообразных, а также сотруднику кафедры ботаники Гомельского государственного университета им. Ф. Скорины, к.б.н. А.Г.Цурикову и сотруднику Центрального ботанического сада НАН

Беларуси А.П.Белому за предоставленную информацию по *Lobaria pulmonaria* из коллекций лишайников GMU и BBRS.

Результаты и их обсуждение. Впервые для территории Беларуси *L. pulmonaria* приводится в конце XVIII века (1781г.) Э. Жилибером в окрестностях г. Гродно под названием *Lichen pulmonarius* L. Найденный им образец хранится в Институте ботаники им. М. Г. Холодного НАН Украины, г. Киев (J.-E. Gilibert, KW 1493). Спустя несколько лет, в 1784 г. А. Мейер указывает этот вид для Кричевского графства, описывая его следующим образом: «Плюсникъ, или желтоватый на дубу мохъ, который здъшніе сельскіе жители, собирая, топятъ и пьютъ отъ сухотки» [15].

Дальнейшее изучение лихенобиоты продолжилось лишь с середины XIX века. Для Гродненской губернии *Lichen pulmonarius* L. приводится в 1830 г. И. Юндзиллом [16].

В первой половине XX века (1913 г.) в результате многочисленных экспедиций по территории Могилевской губернии *L. pulmonaria* была найдена Г. К. Крейером на березе в окр. д. Бобромыничи Оршанского района и на осине в окр. д. Шебеки Шумилинского района Витебской области. В 1913 году под названием *Sticta Pulmonaria* (L.) Schaer. этот вид был указан им в работе “К флоре лишайников Могилевской губернии” [17].

Через 7 лет, после выхода публикации Г. К. Крейера в 1920 г., немецкие лихенологи Е. и Фр. Бахманны, проводя исследования на северо-западе республики в окрестностях д. Жодишки Сморгонского района Гродненской области, находят на основании ствола ели стерильное слоевище *L. pulmonara* [18]. Это было первое местонахождение.

В 20 –е годы, будучи в экспедиции по югу Беларуси, В. П. Савич и др.

На территории лесного массива урочище “Кошелевская дача” в окрестностях г. Буда-Кошелово Буда-Кошелеского района Гомельской области указывают *Lobaria pulmonaria*: ”На высоко выступающих корнях и боках долей старого коричневого ствола, особенно если ствол напоминает дуб”[20]. Это была первая точка для Белорусского Полесья. В 1923 году в одной из своих заключительных работ по результатам лихенологических исследований на территории Беларуси в отношении *L. pulmonaria* В. П. Савич писал: “Вид всецело принадлежащий стволовой ассоциации и поселяющийся в старых лиственных и еловых лесах,

на стволах и ветвях, особенно мшистых" [19]. В. П. Савич *L. pulmonaria* находил на дубах и ели в окрестностях д. Прилуки Минского района Минской области; на липах и крупных пнях в окрестностях д. Семково Минского района Минской области; на старых стволах орешника, дуба, граба, липы, осины, клена, и др. и на ветвях ели в урочище "Жорновская лесная дача", расположенной на территории Осиповичского района Могилевской области [19. 20]. Причем в последнем случае на ветвях ели он отмечал обильное плодоношение (апотеции) на слоевище *L. pulmonaria*.

В 1923 году, работая в окрестностях г. Минска, украинский лихенолог А. Н. Окснер собирает *L. pulmonaria* на дубе в лесном урочище "Барановщина" и "Широкое болото" к западу от г. Минска (28. 10. 1922, А. Н. Окснер, KW 12887; 28. 10. 1922, А. Н. Окснер, KW 12888; 28. 10. 1922 , А. Н. Окснер KW 12891; 28. 10. 1922 , А. Н. Окснер KW 12916; 28. 10. 1922 , А. Н. Окснер, KW 12890; 27. 10. 1922., А. Н. Окснер, KW 12917); на дубе у опушки елового леса у д. Медвежино (10. 08. 1923, А. Н. Окснер, KW 12889; 10. 08. 1923, А. Н. Окснер, KW 12892). Результаты данных исследований были опубликованы в 1924 году в статье «Материалы к флоре лишайников Беларуси» [21].

С 1978 года вместе с населенными пунктами (Барановщина, Тиволи, Медвежино-2) местообитания и произрастания всех выше указанных местонахождений *L. pulmonaria*, сделанных А. Н. Окснером, вошли в состав города Минска. В 1924 году на ветвях ели в хвойном лесу в окр. д Прилуки Минского района Минской области Н. О. Цеттерман указывает еще одну точку местопроизрастания *L. pulmonaria* для Минского района (15. 06. 1924, Н. О. Цеттерман, MSKU). Более чем через 30 лет после находки Н. О. Цеттерман, В. В. Голубков, изучая лихенобиоту Прилукского леснова массива у основания ствола дуба в пойменной дубраве, фиксирует еще одно местопроизрастание этого вида (23. 04. 1972, В. В. Голубков, MSKU 70).

Через 11 лет были опубликованы работы, в которых *L. pulmonaria* указывается для охраняемых природных территорий. В 1935 г М. П. Томин собирает *Lobaria pulmonaria* на ольхе в Березинском биосферном заповеднике (28. 06. 1935, М. П. Томин, MSK-L), а в 1938 г. Ф. Кравец, описывая богатство лихенобиоты национального парка Беловевежская пущи, пишет: "Наиболее обильно здесь заселяются ели. На их пнях встречаются кроме

Lobaria pulmonaria, которая достигает здесь огромных размеров и образует множество апотециев, следующие интересные виды:…" [22].

В 1936 году М. П. Томин обобщает накопившийся полуторавековой материал по видовому составу лишайников Беларуси, включая и *Lobaria pulmonaria* в "Определителе лишайников БССР. Ч.1. Кустистые и листоватые формы" [23].

С 1954 по 1960 гг., работая на территории национального парка "Беловежская пуща", Н. В. Горбач собрала более 15 образцов *Lobaria pulmonaria* на грабе, (13. 10. 1955, Н. В. Горбач, MSK-L), на стволе дуба (09. 06. 1960, Н. В. Горбач, MSK-L), на стволе дуба (10. 06. 1960, Н. В. Горбач, MSK-L), на стволе дуба (11. 06. 1960, Н. В. Горбач, MSK-L), на грабе (13. 06. 1960, Н. В. Горбач, MSK-L) и др. В период с 1957 по 1963 гг., работая на территории Березинского биосферного заповедника, Н. В. Горбач собирает этот вид на почве и растительных остатках в окрестностях д. Селец (9 км с С) Лепельского района Витебской области; на стволе осины в окрестностях дд. Переходцы (4 км к СЗ) и Крайцы (5 км к СЗ) Лепельского района Витебская области [24].

В 1957 году сотрудник Института экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси Д. К. Гесь в окрестностях деревень Дяковичи, Литовье и Ветчин Житковичского района Гомельской области отмечает *Lobaria pulmonaria* (00.06. 1957, Д. К. Гесь, MSK-L) вместе с Usnea dasypoga на замшелом основании сухого ствола ольхе черной в черноольшанике таволговом, а также небольшими пятнами на стволе дуба в дубраве осоково-разнотравной [25]. Данные сведения по *Lobaria pulmonaria* впервые были приведены для Белорусского Полесья за пределами природоохранных территорий. В 1960 году Д. К. Гесь находит этот вид на дубе в окрестностях д. Прилуки Минского района Минской области (05. 05. 1960, Д. К. Гесь, MSK-L), подтвердив еще раз произрастание этого вида, ранее указанного в 1923 г В. П. Савичем. В этом же году на стволе ясеня ею приводится новая точка местонахождения этого вида в окрестностях д. Старые Дороги Стародорожского района Минской области (24. 06. 1960, Д. К. Гесь, MSK-L). В тот период данная находка не только дополнила все известные местонахождения *Lobaria pulmonaria* в Минской области, но через 30 лет еще раз подтвердила их произрастание на территории Минской области.

В 1974 году на корневых лапах березы бородавчатой в березняке долгомошниковом в окрестности д. Хлупин Житковичского района Гомельской области Т. Н. Клакоцкая отмечает *Lobaria pulmonaria* для национального парка «Припятский». Это было первое фиксированное местонахождение вида на территории национального парка.

После более, чем 20-летних исследований видового состава лишайников Беларуси Н. В. Горбач дополняет и обобщает собранную за это время информацию, в том числе и по *Lobaria pulmonaria* в «Определителе листоватых и кустистых лишайников БССР», который был опубликован в 1965 году [26]. Продолжая свои исследования на территории республики по видовому составу лишайников, она собирает *L. pulmonaria* за пределами охраняемых природных территорий. Н. В. Горбач были собраны образцы на растительных остатках в Столинском районе Брестской области (1954, Н. В. Горбач, MSK-L); на почве под вязом в окр. д. Рубель (4 км к Ю) Давид-Городокского района Брестской области (13. 06. 1954, Н. В. Горбач, GMU); на ольхе в Городокском районе Витебской области (1957, Н. В. Горбач, MSK-L.); в окр. г. п. Елизова Осиповичского района Могилевской области (1965, Н. В. Горбач, MSK-L).

В 1974 году на стволе старого клена, произраставшего на месте бывшего хутора, окруженного ельником чернично-мшистым с дубовым подлеском, в окр. д. Слабощина (1.5 км к З) Минского района Минской области Г. В. Вынаевым, Д. И. Третьяковым и А. М. Морозовым была зафиксировано первое местонахождение *L. pulmonaria* в проектированном ландшафтоном заказнике «Прилепская лесная дача» (19. 01. 1974, Г. В. Вынаев, Д. И. Третьяков, А. М. Морозов, MSK-L). Второе местопроизрастание вида в этом заказнике было найдено на клене, произрастающем на опушке леса в окр. д. Слабощина (1.5 км к СЗ) (25. 03. 1977, Г. Н. Антонов, О. М. Масловский, MSK-L), а третье на стволе дуба в ельнике кисличном (04. 09. 1977, В. В. Голубков (MSK-L).

В 80 годы В. В. Голубков, изучая лихенобиоту ландшафтного заказника «Голубые озера», в целях оценки антропогенных воздействий на природные комплексы северной части Беларуси, исследовал лихенобиоту естественных (антропоургических) и селитебных (антропогенных) ландшафтах [27]. На стволе клена, произрастающего на территории старого парка д. Ольшево была

выявлена *L. pulmonaria* (04. 05. 1976, В. В. Голубков, А. Лярский, MSKU). Это было второе местонахождение, подтверждающее произрастание вида на северо-западе республики, а 3-е - было найдено у основания осины в осиннике кисличном в окр. д. Гатовичи Мядельского района Минской области (07. 10. 1984, В. В. Голубков, MSK-L). В 1980 году на стволе дуба в дегрессированной дубраве в окр. д. Щемыслица (окраина г. Минска) был собран, вероятно, последний, не подтвержденный современными сборами, экземпляр этого вида, (1980, В. В. Голубков, MSKU). В этом же году на территории Березинского биосферного заповедника на стволе осины в ясеннике крапивном и елово-снытевом в окрестностях д. Селец (8 км к С) Лепельского района Витебской области Н. Н. Кобзарь было указано еще два новых местонахождения *L. pulmonaria* (22. 07. 1980, Н. Н. Кобзарь, MSK-L).

Исследуя территории национальных парков «Припятский» и «Беловежская пуща», В. В. Голубков обнаружил на стволе ивы, среди *Melanelixia subargentifera* (Nyl.) O. Blanco et al. на южном берегу р. Припять в окр. д. Хлупин (национальный парк «Припятский») *L. pulmonaria* (19. 08. 1982, В. В. Голубков, MSK-L).Это было второе местонахождение этого вида, в антропогенном ландшафте Белорусского Полесья. В течение исследований на территории национального парка *L. pulmonaria* была выявлена также на дубе в дубраве орляковой в окрестностях д. Хлупинская Буда (2 км к СВ) Житковичского района Гомельской области (26. 08. 1982, MSK-L); на стволе ивы белой в пойменной дубраве в окрестностях д. Хлупин (3 км к СВ) Житковичского района Гомельской области (19. 08. 1982, MSK-L); на стволе старого дуба в дубраве грабово-лещиново-разнотравной в окр. д. Хлупин (1км к СВ) Житковичского района Гомельской области (26. 08. 1982, MSK-L).

В период 1983-1984 гг. В. В. Голубковым было начато обследование лихенобиоты национального парка «Беловежская пуща»(БП), в результате которого было выявлено 6 местонахождений *L. pulmonaria* в северной части Беловежской пуши (Свислочский район Гродненской области) и 10 на южной (Каменецкий и Пружанский районы Брестской области). В южной половине БП этот вид был обнаружен на лежащем стволе замшелого ясеня в ясеневом лесу в окр. д. Новоселки (5 км к В), (23. 07. 1984, MSK-L); на лежащем стволе ясеня в черноольшанике

касатиковом в окр. д. Долгий Борок (2,5 км к ЮЗ), (23. 07. 1984, MSK-L); на стволе ясеня в черноольшанике касатиковом. в окр. д. Рудня (5 км к ЮЗ), (29. 07. 1984, MSK-L); на стволе ольхи черной в черноольшанике касатиковам в окр. д. Немержа (1 км к ЮЗ), (20. 07. 1984, MSK-L); на древесине упавшего замшелого клена в липняке кисличном в окр. д. Жарковщина (3 км к Ю) (28. 09. 1984, MSK-L); на стволе старого граба в кленовнике елово-грабово-кисличный окр. д. Жарковщина (3.5 км к Ю), (28. 09. 1984, MSK-L). В южной части БП (Пружанский район) *L. pulmonaria* была выявлена на дубе в дубраве грабово-кисличной в окр. д. Перерово (3 км к ЮВ), (26. 06. 1983, MSK-L); на дубе в дубраве грабово-кисличная.в окр. д. Ровбицк (6 км к В), (26. 07. 1983, MSK-L); на стволе клена в ясеннике крапивном в окр. д. Вискули (2 км к В), (22. 06. 1983, MSK-L); среди *Cetrelia* sp. на стволе старого упавшего ясеня в окр. д. Хвойники (3 км к ЮВ), (22. 06 1983, MSK-L); у основания ствола старого ясеня в черноольховом лесу в окр. д. Хвойники (3 км к ЮВ), (22. 06. 1983, MSK-L). В южной части БП (Каменецкий район) этот вид отмечен на дубе у дороги в дубраве кисличной в окр. д. Каменюки (6 км к СВ), (17. 07. 1983, MSK-L); на стволе дуба скального в дубраве грабово- кисличной в окр. д. Каменюки (4 км к СВ), (17. 07. 1983, MSK-L); у основания ствола дуба у дороги в дубраве елово- кисличной в окр. д. Каменюки (4 км к СВ), (17. 07. 1983, MSK-L); на дубе в дубрава грабово-кисличная в окр. д. Перерово (3 км к ЮВ), (26. 06 1983, MSK-L); на дубе в дубраве грабово-кисличная в окр. д. Ровбицк (6 км к В), (26. 07. 1983, MSK-L); на стволе клена в ясеннике крапивном в окр. д. Вискули (2 км к В), (10. 06. 1983, MSK-L).

Вне охраняемых природных территорий В. В. Голубковым было установлено еще 7 местообитаний *L. pulmonaria*, среди которых были отмечены на стволе дуба в ельнике черничном в окр. д. Мяделка (1.5 км к С) Поставского района Витебской области (05. 07. 1986); на осине в дубраве в окр. д. Валевка Новогрудского района Гроднеской области (24. 06. 1987); на стволе дуба у опушки дубового леса в окр. г. Толочина Толочинского района Витебской области (25. 09. 1987); у основания осины в осиннике черничном на южном берегу оз. Нарочь Мядельского района Минской области (1988); на коре ствола старой липы в парке д. Бельмонты Браславского района Витебской области (27. 09. 1990, MSK-L); на стволе вяза в ильмовом лесу в окр. д. Добромысли Лиозненского

района Витебской области (26.04. 1991, MSK-L); на дубе в дубраве грабово–лещиново-снытевой в окр. д. Подчерная (3м к ССВ) Пинского района Брестской области (22. 06. 1987, MSK-L); на стволе ясеня в черноольшаннике разнотравном в окр. д. Якубовичи (6 км к СВ) Щучинского района Гродненская области (16. 08. 1999, MSK-L).

Через 5 лет, работая на территории Березинского биосферного заповедника, П. Н. Белый, Е. Н. Ивкович, а также А. П. Яцына и М.А.Джус. пополняют коллекции *Lobaria pulmonaria* новыми образцами, собранными на стволе дуба и на поваленном замшелом стволе осины в дубраве елово-грабовой в окр. д. Домжерицы Лепельского района Витебской области (14. 09. 2008 г., А. П. Яцына, MSK-L 1265); на поваленном стволе ясеня в окр. д. Селец (1,8 км к С) Борисовский район Минской области (11. 09. 2009, М. А. Джус, MSK-L 3819); на осине в осиннике кисличном в окр. д. Домжерицы (1 км к СЗ) Лепельского района Витебской области (29. 09. 2006, П. Н. Белый, BBSR); на осине в березовом лесу в окр. д. Крайцы (10 км к ЮВВ) Лепельского района Витебской области (14. 05. 2008, П. Н. Белый, BBSR); на ольхе черной в чёрноольшанике кочедыжниковом в окр. д. Крайцы (10 км к ЮВ) Лепельского района Витебской области (14. 05. 2008, П. Н. Белый, BBSR); на осине в осиннике черничном в окр. д. Селец (10 км к С) Борисовского района Минской области (19. 06. 2008, П. Н. Белый, BBSR); на ясене и осине в ясеннике кисличном в окр. д. Селец (2 км к С) Борисовский район Минской области (27. 05. 2008, П. Н. Белый, BBSR); на ясене и осине в ясеннике в окр. д. Селец (2 км к СВ) Борисовский район Минской области (28. 04. 2008, Е. Н. Ивкович, BBSR); на ясене (образец с апотециями) в ясеннике снытевом в окр д. Селец (2 км к СВ) Борисовский район Минской области (18 .07. 2008, П. Н. Белый, BBSR).

Публикация 3-его издания «Красная книга Республики Беларусь. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений» в 2005 году [1] способствовала обобщению накопившегося коллекционного материала и данных литературы по *Lobaria pulmonaria* за последних 7 лет. В результате этот вид на территории Беларуси был выявлен в Брестской (Ганцевичский, Ивацевичский, Каменецкий, Лунинецкий, Ляховичский, Пружанский и Столинский р-ны). Витебской (Браславский, Городокский, Лепельский, Лиозненский,

Оршанский, Поставский, Сенненский, Толочин-ский и Шумилинский р-ны). Гомельской (Буда-Кошелевский и Житковичский р-ны). Гродненской (Новогрудский, Свислочский, Сморгонский и Щучинский р-ны), Минской (Березинский, Минский, Мядельский и Несвижский р-ны) и Могилевской (Могилевский и Осиповичский р-ны) областях [1]. После публикации данного документа накопилось много современных исследований и новых местонахождений, требующих обобщений.

В период 2005-2009 гг. на антропогенных территориях А. П. Яцыной были сделаны сборы на замшелом стволе дуба в парке на берегу р. Гайна г. Логойска Логойского района Минской области (04. 04. 2005, А. П. Яцына, MSK-L 315); на стволе дуба в дубраве елово-разнотравной в окр. д. Малые Бесяды (1км к Ю-З) Логойского района Минской области (29. 11. 2009, А. П. Яцына, MSK-L. 3723). Сборы, сделанные в период 2005-2009 гг., не только дополнили новыми местонахождениями *Lobaria pulmonaria* (рис. 1.), но и подтвердили местообитания и произрастание данного вида на исследованных территориях. Особенно следует отметить образец с апотециями *Lobaria pulmonaria,* найденный П. Н. Белым на ясене в ясеннике снытевом в окрестностях д. Селец (2 км к СВ) на территории Березинского биосферного заповедника. С момента публикации В. П. Савича [19] и F. Krawec [22] более 70 лет на территории Беларуси не удавалась найти ранее образцы с апотециями *Lobaria pulmonaria.*

Инвентаризация гербарного материала и обобщение литературных и других источников информации позволили установить, что *Lobaria pulmonaria* спонтанно встречается по всей территории республики и известена из 28 районов и 6 областей Беларуси (рис.1): Витебская область - 8 местонахождений, Минская -21, Могилевская -2, Гродненская-10, Брестская-16, Гомельская-13. Наибольшее количество ее местонахождений отмечено в Минской области из них 9 уже исчезнувших в г. Минске (сборы А. Н. Окснера) и 2, по-видимому, исчезнувших в окрестностях г. Минска (сборы В. В. Голубкова, д. Щемыслица), а также в парке д. Ольшево (А. Лярский, В. В. Голубков, сборы 1976 г.). В последнем случае причина исчезновения - увеличение антропогенного пресса (туристическая тропа). Второе место по количеству местонахождений *Lobaria pulmonaria* занимает Брестская область (16 местонахождений) и третье - Гомельская (13). Наименьшее

количество сборов было сделано в Гродненской области (8) и Могилевской области (2). В последнем случае 2 местонахождения были собраны в 1961 году Н. В. Горбач в 13 км от г. Могилева и, вероятно, которые можно уже считать исчезнувшими.

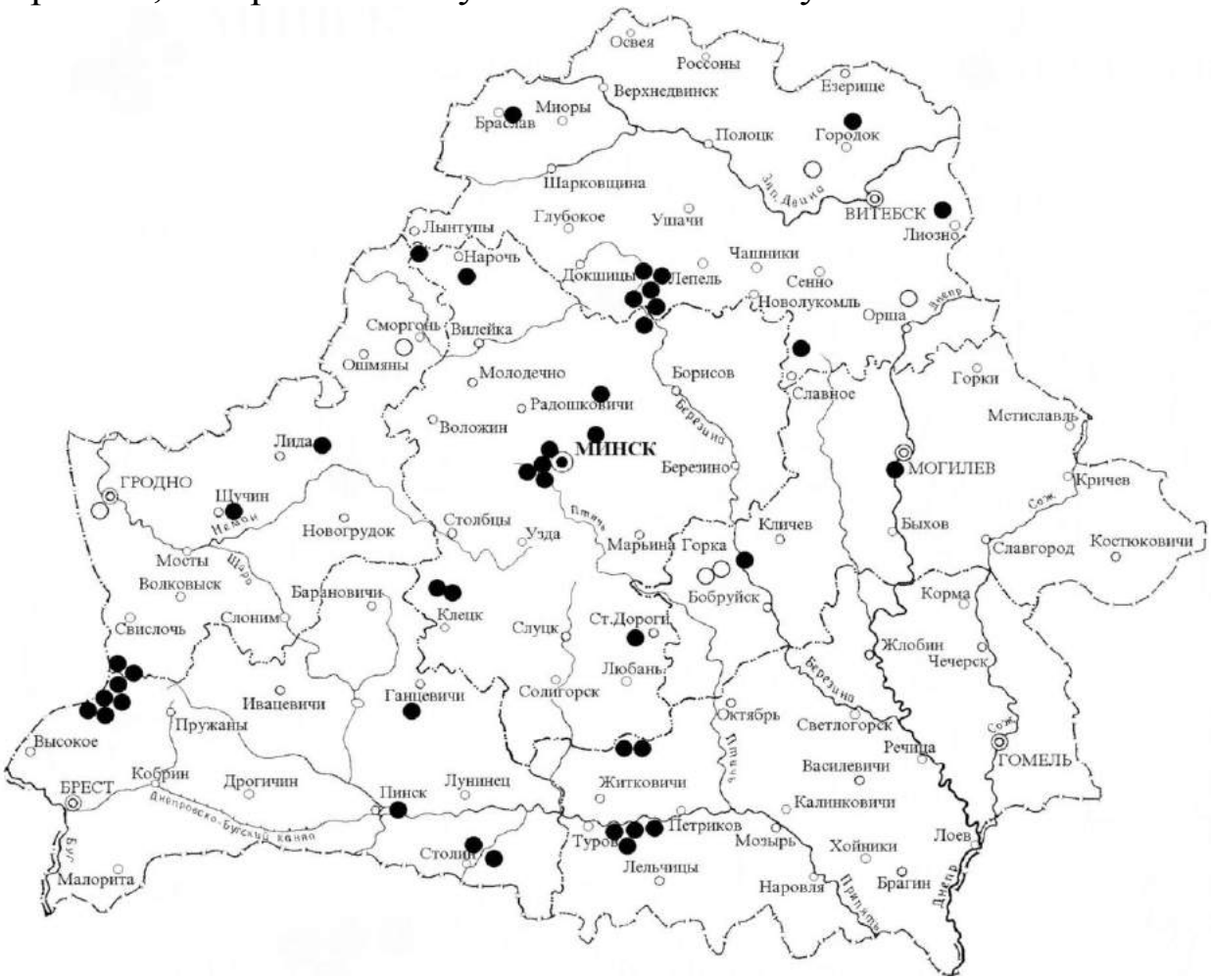


Рис. 1. Местонахождения *Lobaria pulmonaria* на территории Беларуси
● — местонахождения вида, подтвержденные гербарными сборами
○ — местонахождения вида, по литературным источникам.

Работа с коллекционным материалом показала, что наибольшее количество образцов оказалось из Брестской (28) и Минской (21) областей.

В первом случае большее количество приходится на Беловежскую пущу, что связано с большим возрастом заповедного режима (500 лет) и преобладанием древесных насаждений (около 59 % всей площади), большого возраста еловых (120-160 лет) и дубовых (180-220 лет) лесов. Кроме того, следует отметить климатические особенности [28] с относительно стабильным экологическим режимом, связанным с умеренными

антропогенными нагрузками, обусловившими сохранение здесь многих редких, реликтовых и охраняемых видов лишайников [4].

L. pulmonaria распространена на территории республики крайне неравномерно (рис. 1.). Больше половины гербарных образцов - 65 из 117 (55,6% общего числа видов) собрано в Беловежской пуще и Березинском биосферном заповеднике. Возможно, это связано с недостаточной изученностью распространения не только данного вида, но и лихенобиоты в целом.

Анализируя эколого-географические особенности местообитаний и произрастания *Lobaria pulmonaria*, мы пришли к выводу, что этот вид связан с зональностью растительности, которая заметна в направлении с севера на юг республики и выражена во взаимозамещении бореальных хвойных и неморальных широколиственных лесов, прежде всего - еловых и дубовых [29].

В соответствии с этим, произрастание и встречаемость *Lobaria pulmonaria* на территории Беларуси будут проявляться по-разному в различных геоботанических подзонах.

Проведенные нами ранее исследования показали, что значительное распространение этот вид получил в зоне широколиственных лесов, особенно в западных и южных районах Беларуси (Гродненская область - 8 местонахождений, Брестская-15, Гомельская - 13), а присутствие его в центральных районах республики (Минская область - 20 местонахождений), вероятно, связано еще и с ареалом граба, что и определило произрастание и характер встречаемости *Lobaria pulmonaria* в лихенобиоте со многими «западными» и «юго-западными» видами лишайников (*Cetrelia cetrarioides, C. olivetorum, Flavoparmelia caperata, Parmelina tiliacea* и др.), ограниченными в своём распространении территорией Национального парка «Беловежская пуща» и границей подзоны широколиственно-сосновых лесов Белорусского Полесья. За пределами подзоны дубово-тёмнохвойных лесов такие виды как *Lobaria pulmonaria* встречаются редко, либо совсем отсутствуют, что обусловлено своеобразием фитоценотических условий.

На основании экологического анализа было установлено, что *Lobaria pulmonaria* изученных территорий относится к группе влаголюбивых редких и исчезающих видов, являющихся индикаторами качества воздушной среды и возраста леса (2, 4, 5, 8,

9). Кроме того, было выявлено, что такой требовательный к повышенной влажности воздуха вид как *Lobaria pulmonaria* в республике сохранился в нормальном состоянии лишь в труднодоступных для человеческой деятельности местах, либо в абсолютно заповедных зонах Беловежской пущи [4, 5, 22 и др.], либо в парках с широколиственными древесными породами [27], где он представлен плохо развитыми отдельными сегментами слоевища без плодоношений и вегетативных органов размножения. В Европе этот вид уже отмечался только на стволах старых деревьев не менее 100-летнего возраста [2, 8, 9] и в основном в лесах очень старого возраста [2, 12, 30].

В результате проведенных нами исследований были установлены причины исчезновения с территории Беларуси местообитаний *Lobaria pulmonaria*. Выявлено, что основные причины, обуславливающие редкость этого вида на изученных территориях и в целом по Беларуси, заключаются в эколого-географических особенностях местообитаний и произрастаний, в зональности растительности Беларуси и воздействии антропогенных факторов. Основными местами локализации и произрастания *Lobaria pulmonaria* на территории Беларуси остались широколиственные леса (ясенники, дубравы), мелколиственные (черноолышаники), реже хвойные (еловые) и смешанные старовозрастные леса Национальных парков «Беловежская пуща» и «Припятский», Березинского биосферного заповедника, а также парки старого возраста, где этот вид обитает на стволах дуба, ясеня, граба и других широколиственных пород деревьев [1].

В результате проведения структурного анализа популяций *Lobaria pulmonaria* было установлено, что для популяций этого вида, встречающихся в национальных парках («Беловежская пуща», «Нарочанский», «Припятский»), в Березинском биосферном заповеднике, в заказниках («Стрельский», «Прилепский»), характерен возрастной спектр с преобладанием имматурных (4,4%), виргинильных v1 (19,2%), v2a (25%) групп (всего 48,6%). На урбанизированных (антропогенных) территориях преобладают виргинильные v2b (24,1%), v2c (10,8%), генеративные g (21,7%) и субсенильные группы ss (24,1%) (всего 80,7%) (рис. 2.).

Для обоих типов территорий, как антропогенных (урбанизированых), так и антропоургических (слабо нарушенных)

характерны близкие значения виргинильных v2b (23,5% и 24,1%) и генеративных групп g (20,5% и 21,7%). Довольно высокое значение субсенильной группы ss 24,1% характерно для урбанизированных территорий, гербарные образцы имеют некротические пятна, что приводит к изменению естественного цвета таллома. Возможно, это связано с антропогенным прессом на селитебных (антропогенных) территориях. Интересно отметить, что по полученным данным, полный онтогенетический цикл *L. pulmonaria* проходит за 25–30 лет. По-видимому, на селитебных территориях продолжительность жизни таллома сокращается до 8–13 лет. Вероятно, за это время лишайник должен пройти все стадии онтогенетического развития.

Однако, на сегодняшний день остается еще не выясненным вопрос, на какой стадии развития появляются плодовые тела (апотеции) *L.pulmonaria* и почему за последние 70 лет на территории Беларуси (включая и охраняемые природные территории) найден всего 1 образец с апотециями (Березинский биосферный заповедник). Вероятно, можно предположить, что это связано с последствиями деятельности человека и уменьшением площадей «первородных лесов» или с естественными процессами, происходящими в атмосфере планеты, неизбежно влияющими, на условия их жизнедеятельности.

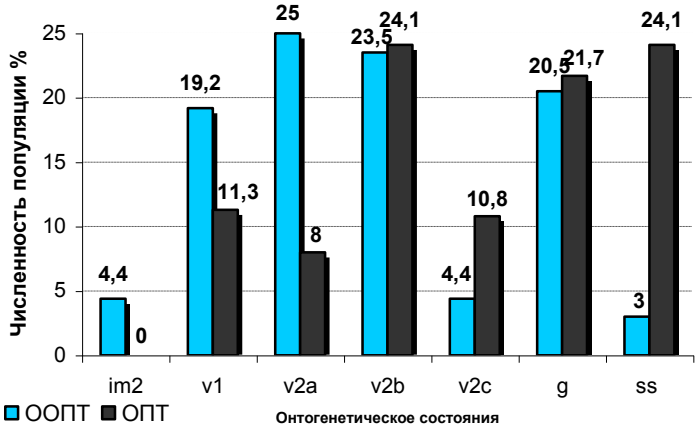


Рис. 2. Возрастные спектры *Lobaria pulmonaria*

Анализ местообитаний и произрастаний *L. pulmonaria,* установленных различными авторами на территории Беларуси, показал, что этот вид, произрастающий в основном на широколиственных деревьях (дуб, ясень, клен, вяз, граб), в местах своего массового распространения (в зоне широколиственно-сосновых и старовозрастных лесов) может быть найден и на таких

мелколиственных древесных насаждениях как осина, береза и ива, на пнях, валеже и очень редко на елях. Часто *L. pulmonaria* встречается среди таких мхов как *Amblystegium varium* (Hedw.) Lindb., *Brachythecium oedipodium* (Mitt.) Jaeg., *Homalothecium sericeum* (Hedw.) Schimp., *Hypnum cupressiforme* Hedw., *Leucodon sciuroides* (Hedw.) Schwaegr., *Neckera complanata* (Hedw.) Hueb., *N. pennata* Hedw. Обычно мхи способствуют удержанию влаги, особенно на фаутных стволах форофитов и тем самым подготавливают условия для произрастания на них таких сопутствующих *Lobaria pulmonaria* редких неморальных, бореальных и горных видов-влаголюбов как *Cetrelia cetrarioides, C. olivetorum, Evernia divaricata, Flavoparmelia caperata, Usnea florida* и др.

Заключение. На основании проведенных исследований мы пришли к выводу, что на территории Беларуси *Lobaria pulmonaria* наиболее часто встречается в национальных парках, заповедниках и заказниках, а также в лесах и парках старого возраста и реже за их пределами. На охраняемых природных территориях популяции этого вида в основном представлены имматурными (4,4%) и виргинильными v1 (19,2%), v2a (25%) группами - всего 48,6%. Онтогенетическое состояние популяций *L. pulmonaria* свидетельствует о постепенном его сокращении и исчезновении на охраняемых природных территориях. Такой спектр позволяет сделать вывод, что вид приурочен к местообитаниям с наименьшей антропогенной нагрузкой, а при нахождении лишайника на трансформированных территориях у него наблюдаются адаптивные морфологические изменения.

Литература

1. Голубков В.В. Лобария легочная Lobaria pulmonaria (L.) Hoffm // Красная книга Республики Беларусь. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений. Мн., 2005. С. 379–380

2. Rose F. // Lichenology Progress and Problems. London; N.Y., 1976. P. 279-307.

3. Голубков В. В., Шуканов // Ботаника (исследования). Минск, 1983.- Вып. 25. С. 56-67.

4. Голубков В.В. // Минск, 1987. 85 с. - Деп. в ВИНИТИ 17.3.1987, N 2829.

5. Cieslinski S. // Phytocoenosis, Suppl. Cartog. Geobotan. 2003. Vol. 15 (N.S.) 1. 430 s.

6. Wirth V. // Flectenflora. Stutgart, 1980. 552 s

7. Kondratyuk Sergey Ya. et al. // Darwin International Workshop : honored to the 100-years anniversary of a famous Ukrainian lichenologist Professor Alfred M. Oxner (1898-1973). Kiev, 1998. P. 64-80.

8. Gauslaa Y. // Lichenologist. 1985. Vol. 17. N 2. P. 117-140.

9. Kupfer-Wesely E. und Turk R. // Stapfia. 1987. N 15. S. 1-127.

10. Pisut I. // Zbor. Slov. nar. Miz. Priz. Vedy, Bratislava. 1986. Vol. 32. S. 167-170.

11. Seaward M. R. D. // Irish Natur. J. 1975. Vol. 18, N 8. S. 258-250.

12. Gilbert O.L. // Bot. Soc. Edinburg. 1983. Vol. 44, N 2. P. 139-149.

13 Флора Беларуси. Мохообразные. В 2т. Т.1. Andreaeopsida–Bryopsida / Г.Ф. Рыковский, О. М. Масловский; Под ред. В. И. Парфенова. Минск: Тэхналогія, 2004.

14. Семенова Н.А. // Грибы в природных и антропогенных экосистемах: Тр. межд. конф. посвященной к 100 – летию начала работы профессора А. С. Бондарцева в ботаническом ин. им. В.Л. Комарова РАН. СПб., 2005. Т.2. С. 190–19.

15. Мейер А. Описание Кричевского графства (рукопись). 1786. С. 86–137.

16. Józefa Jundzila. Opisanie roślin w Litwie, na Wolyniu, Podolu i Ukrainie dziko rosnacych, iako i oswoionych. Wilno. 1830. P. 496–497.

17. Крейер Г.К. // Труды Спб. Бот. Сада, 1913, Т. XXXI. 440 с.

18. Bachmann E., Bachmann Fr. // Hedwigia, 1920. Bd. LXI. H 6. S. 319–342.

19. Савич В.П. // Зап. Бел. гос. ин-та сел. и лес. хозяйства. 1925. Вып. 4. С. 1–33.

20. Савич В.П. // Зап. Бел. гос. ин-та сел. и лес. хозяйства. 1924. Вып. 3. С. 57–72.

21. Окснер А.М. // Вісн. Київ. ботан. саду. Київ, 1924. Вип. 1. С. 27–36.

22. Krawiec F. Spraw. Kom. fizjogr. Polsk. Akad. Umiejetn. 1938. T. LXXI. S. 65-82.

23. Томин М.П. Определитель лишайников БССР. Ч.1. Кустистые и листоватые формы. Минск:Из-во АН БССР, 1936.

24. Горбач Н.В., Машенкова А. И. // Дендрология и лесоведенье. Минск, 1967. С. 163–168.

25. Гесь Д.К. Да вывучэння лішайнікаў Палесся // Весці АН БССР. Сер. біял. навук . 1960. № 4. С. 54—59.

26. Горбач Н. В. Определитель листоватых и кустистых лишайников БССР. Минск: Наука и техника, 1965.

27. Голубков В. В., Шуканов А.С. // Ботаника (исследования). Минск: Наука и техника, 1983. Вып. 25. С. 56—67.

28. Энцыклапедыя прыроды Беларусі: У 5-і т. Т.1. Ааліты-Гасцінец / Рэдкал.: І. П. Шамякін. (гал. рэд.) і інш. Мінск: Беларус. Сав. Энцыклапедыя, 1983. С. 259–262.

29. Гельтман В.С. // Растительный покров Белоруссии. Минск, 1969.С. 67-72.

30. Seaward M.R.D. // Irish Natur. J. 1975. Vol. 18, N 8. S. 258-250.

V.V. GOLUBKOV, A.P. JATSYNA,

LOBARIA PULMONARIA (L.) HOFFM. – RARE SPECIES IN THE LICHENS BIOTA OF BELARUS

Summary

We used data from databases (MSK) and field surveys to describe the distribution, habitat preference and host tree selection of *Lobaria pulmonaria* in Belarus. Gilibert found the first specimen of *L. pulmonaria* in 1781 in a vicinity Grodno. Mapping of all 122 specimens revealed that *L. pulmonaria* occurred most frequently in national parks and nature reserves. The most favorable growing conditions for *Lobaria pulmonaria* are found in the range nature reserves. It grows on the bark of deciduous trees (oak, ash-tree and others), especially in old primeval deciduous and mixed forests with humid and fresh air.

Фитоценология

УДК 630*174.752:630*182.2

М.В. ЕРМОХИН, А.В. ПУГАЧЕВСКИЙ

«ОКНА» В ПОЛОГЕ ЕЛОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ: РАСПРОСТРАНЕНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ

Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф.Купревича

Введение. Воздействия экзогенных факторов экстремальной степени проявления (засух, ветровалов, подтоплений, пожаров и т.п.) способствуют формированию мозаичности лесных фитоценозов и являются неизменной составляющей естественной динамики лесов [1-9]. Нередко эти воздействия приводят к разрушению древесного полога и формированию в ходе демутационных сукцессий производных фитоценозов. Частичный распад полога древостоя и образование «окон» в нем, напротив, создают предпосылки для развития полидоминантных разновозрастных насаждений, характерных для заключительных (климаксовых) стадий формирования коренной лесной растительности. Обладающие такой структурой древостои успешнее противостоят воздействию неблагоприятных факторов [5, 9]. В странах СНГ наиболее обстоятельные исследования «оконной» динамики проведены в отношении еловых лесов [16]. Исследования динамики ценопопуляций пород-лесообразователей в местах естественных нарушений касались, в основном, участков с массовыми ветровалами [12-16]. В Беларуси такие исследования не проводились. Именно локальные нарушения древостоя создают условия для успешного возобновления под его пологом [10]: в образовавшихся «окнах» улучшается световой режим и увеличивается количество доступной почвенной влаги. Это не только способствует возобновлению древесных пород, но и позволяет увеличить прирост ранее затененных деревьев и особям подроста, которые получают в результате этого возможность войти в полог древостоя. Наличие «окон» различного возраста и происхождения обеспечивает формирование сложной мозаики разновозрастного и, при наличии условий, многовидового древесного яруса. Такая модель динамики структуры лесных сообществ в зарубежной науке получила название gap-стадий

возобновления [5] или gap-стадий обновления [2,4] (от английского *«gap»* – прорыв, просвет, прогалина). В специальной русскоязычной литературе укрепился термин «оконная динамика» [7,14].

В лесах Беларуси основными природными причинами возникновения «окон» является гибель деревьев в результате болезней леса и массового размножения насекомых-фитофагов. Нередко к формированию «окон» приводят шквалистые ветры. Следует отметить также пожары и подтопления территории. Формирование «окон» часто связано с хозяйственной деятельностью человека. Прежде всего, это рубки леса (несплошные рубки главного пользования, санитарные, рубки ухода). К возникновению «окон» могут приводить сбросы сточных вод и выбросы загрязняющих веществ, рекреация и другие факторы.

Образующиеся в пологе древостоев «окна» имеют различные происхождение, размер и условия зарастания, что определяет особенности их генезиса: естественного возобновления, скорости и характера процессов восстановления. Для более полного понимания и адекватного описания динамики лесного фитоценоза, возникает необходимость классификации «окон», как частного случая лесной парцеллы [15].

Объекты и методы. Предложенная ниже классификация разработана по материалам исследований динамики лесной растительности в «окнах» ельников черничного, мшистого и кисличного типов леса.

По Н.В.Дылису [8] «окно» древостоя формирует отдельную биогеоценотическую парцеллу (в больших «окнах» их может быть и несколько). В нашей работе «окно» понимается как структурный элемент лесного биогеоценоза (парцелла), четко обособленный от других парцелл на всю вертикальную толщу биогеоценоза отсутствием крон деревьев первого яруса и отличающийся составом, структурой и свойствами своих компонентов, спецификой их связей и материально-энергетического обмена.

На 28 пробных площадях были исследованы состав и структура живого напочвенного почвенного покрова, подроста, подлеска; изменения режима фотосинтетически активной радиации (ФАР); реакция радиального прироста деревьев и подроста на образование «окон» [10,11]. Размер «окна» определялся в относительных

величинах ($L_{отн}$), как отношение диаметра «окна» (L) к средней высоте древостоя по его периферии (H) (рисунок 1).

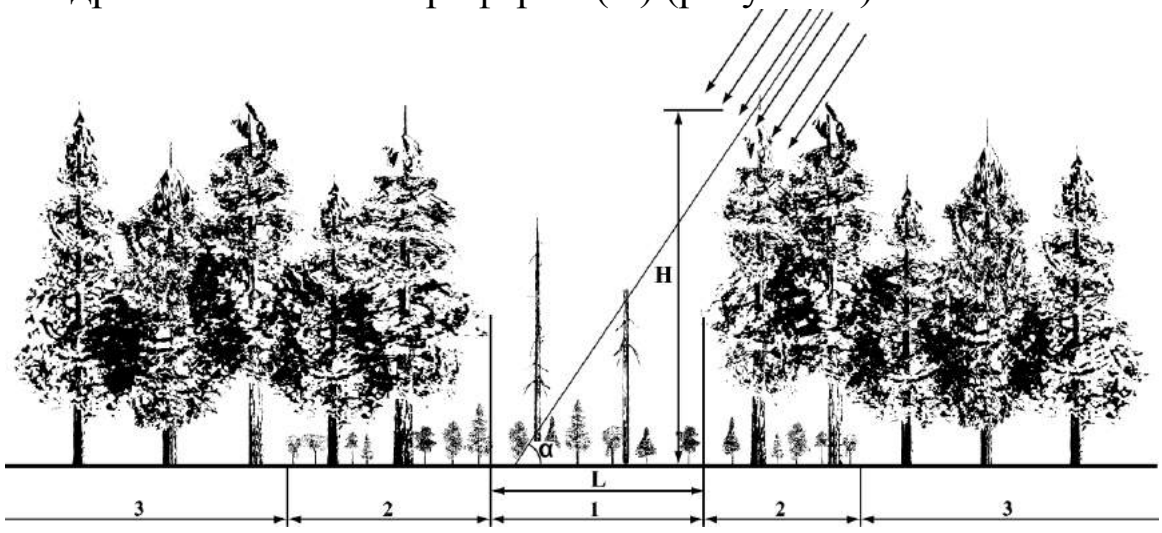


Рис. 1. Схематический профиль «окна» в насаждении
1 – «окно», 2 – переходная зона, 3 – ненарушенный древостой,
α – угол падения солнечных лучей

Встречаемость «окон» в пологе древостоев определялась по спутниковым снимкам и материалам ГИС «Лесные ресурсы» на примере приспевающих, спелых и перестойных ельников Борисовского, Поставского, Новогрудского и Полоцкого лесхозов. При этом проанализировано 269 выделов общей площадью 1012 га.

Результаты и их обсуждение. В среднем «окна» в пологе еловых древостоев занимают около 25 % от общей площади. Распределение «окон» по их относительному размеру имеет форму обратной экспоненты (рис. 2). Больше всего в древостоях отмечается «окон» с $L_{отн}$ = 0,1-0,2 (в среднем 33 шт/га) и 0,2-0,3 (13 шт/га). «Окна» с $L_{отн}$ = 0,7 и более встречаются не в каждом выделе, а с размером больше 1,0 – только в каждом третьем выделе.

Несмотря на то, что «окон» с $L_{отн}$ = 0,1-0,2 почти вдвое больше, чем «окон» более крупного размера, наибольшую площадь занимают «окна» с $L_{отн}$ = 0,2-0,3 (рис. 3).

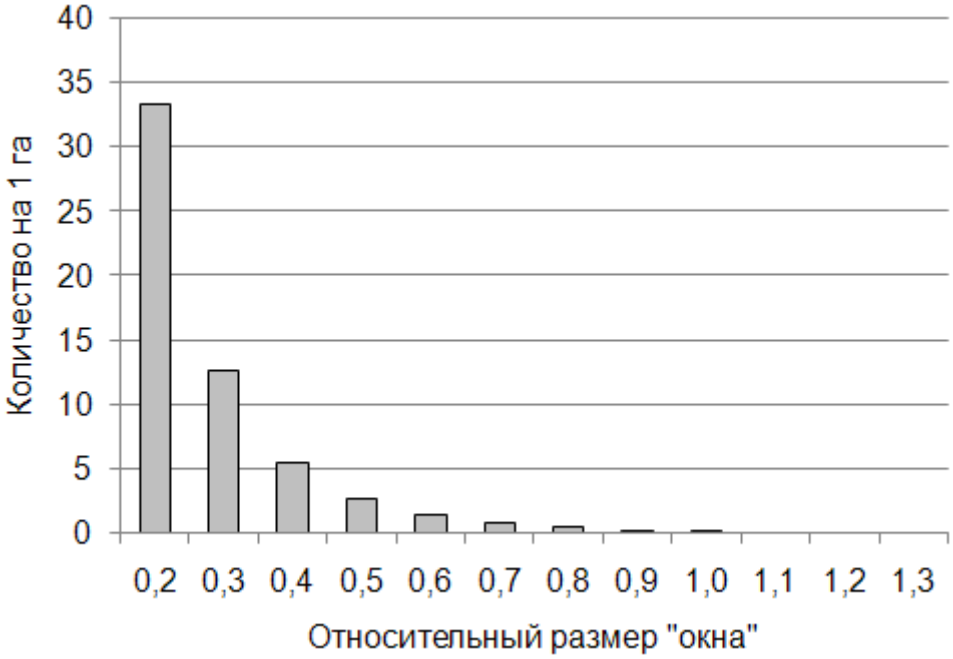


Рис. 2. Распределение «окон» по относительному размеру

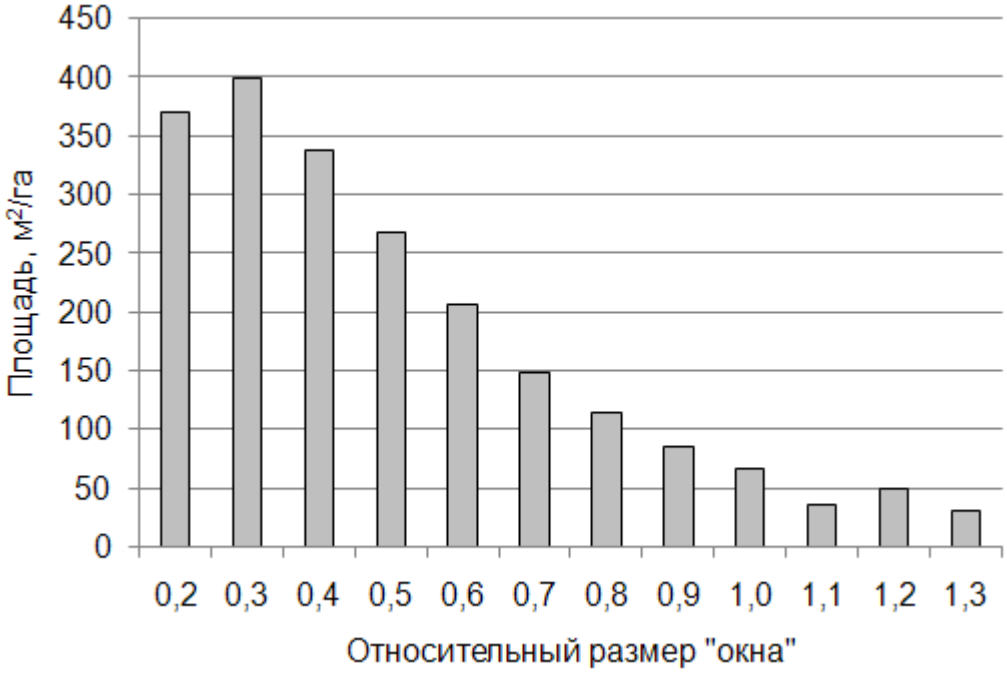


Рис 3. Площадь, занимаемая «окнами» различного размера

В среднем она составляет 400 м^2/га. Площадь, занимаемая «окнами» большого размера, снижается в среднем до 40-60 м^2/га.

Наиболее благоприятные для роста и развития елового подроста «окна» с $L_{отн}$ = 0,3-0,6 [0] занимают от 4 до 26 % от площади еловых насаждений.

Таким образом, «окна» различного размера в пологе древостоев встречаются во всех приспевающих, спелых и перестойных ельниках Беларуси. Как минимум 7% площади каждого выдела занято «окнами».

В связи с большим разнообразием «окон» по их происхождению, размерам и возрасту, которые определяют различия в динамике развития, для исследования и оценки «окон» важна их классификация. Изучение динамики возобновления, состава подлеска, живого напочвенного покрова, режима освещенности в «окнах», реакции деревьев на возникновение «окон», позволило разработать приведенную ниже классификацию.

Классификация проводилась по: происхождению (I), размеру (II), возрасту (III) «окон» и характеру их динамики (IV). Набор этих признаков определяет скорость и направление динамики лесного фитоценоза в «окнах».

I. По происхождению. В зависимости от причины возникновения «окон» изменяется состав и структура нижних ярусов растительности и почвы в начальный период его формирования, что в значительной степени определяет дальнейшее направление восстановления насаждения. По происхождению «окна» делятся на:

1. Эндогенные, которые, в свою очередь, подразделяются на:

1) Инициальные «окна» в молодняках. Возникают при неоднородном восстановлении древесной растительности на вырубках, гарях и других нарушенных территориях, а также при неравномерной приживаемости лесных культур. Как правило, возникновение инициальных «окон» связано с отсутствием условий для возобновления древесных пород, либо конкуренцией со стороны травяно-кустарничкового и подлесочного ярусов, препятствующего росту и развитию всходов, либо деятельностью насекомых-вредителей корневых систем.

2) Эндодинамические. Образуются в насаждениях любого возраста и связаны в первую очередь с конкурентными взаимоотношениями между деревьями или их естественным старением и гибелью.

2. Биогенные «окна» делятся на**:**

1) Фитопатогенные. Образуются в насаждениях разного возраста при усыхании и отмирании деревьев в результате развития болезней (стволовые, корневые гнили и пр.). В Беларуси наиболее обычны фитопатогенные «окна» в пологе сосняков в очагах развития корневой губки.

2) Энтомогенные. Образуются при усыхании и отмирании деревьев в результате воздействия насекомых вредителей.

Наиболее обычны для ельников, поврежденных короедом-типографом.

3) Зоогенно-гидрологические. «Окна» этого типа довольно широко распространены в Беларуси в местах подтопления или затопления насаждений в результате деятельности бобров.

4) *Прочие биогенные.* В эту категорию отнесены «окна», редко встречающиеся в лесах и образующиеся в местах колониальных поселений птиц, постоянного отдыха и кормежки крупных млекопитающих и пр.

3. Климатогенные «окна»:

1) Собственно климатогенные. Гибель деревьев при формировании «окон» этой категории происходит в результате неблагоприятного изменения погодно-климатических факторов. Большинство таких «окон» возникает в результате интенсивных засух, реже – продолжительных осадков. Нередко их формирование сопровождается нападением насекомых - вредителей леса, ускоряющих гибель деревьев.

2) Ветровальные «окна» образуются под воздействием шквалистых ветров в результате вывала и (или) бурелома деревьев. В отличие от усыхания деревьев на корню при ветровале происходит перемешивание и обновление верхних горизонтов почвы. Благодаря ветровальному микрорельефу и наличию валежника создаются условия для развития разновозрастного подроста и формирования из него нового древостоя. Важным отличием ветровальных «окон» является то, что при их образовании валеж образуется сразу, тогда как в «окнах» других категорий усохшие на корню деревья могут стоять многие годы.

4. Антропогенные «окна», возникновение которых связано с деятельностью человека, делятся на:

1) Послерубочные. Возникают в результате несплошных рубок различных видов (выборочных, санитарных, ухода). В этом случае, как правило, происходит частичное нарушение мохового покрова, подстилки, верхних горизонтов почвы на большей или меньшей площади «окна», создаются условия для поселения пионерных видов растений, часть существующего подроста гибнет. Заготовленная древесина удаляется, «окна» в той или иной степени зарастают подлеском и травами, препятствующими появлению и развитию подроста.

2) Техногенно-гидрологические. Возникают при нарушении гидрологического режима территории: затопления и (или) подтопления в результате строительства дамб, трасс коммуникаций и пр., а также при осушении лесных территорий в результате гидротехнической мелиорации, когда часть деревьев оказывается не способной адаптироваться к новым условиям среды.

3) Рекреационные. Формируются в местах массового отдыха людей в результате уплотнения почвы, механического и огневого повреждения деревьев.

4) Пирогенные. Возникают в насаждениях, пройденных низовыми пожарами низкой или средней интенсивности в местах гибели отдельных деревьев или их групп.

5) Атмосферно-эмиссионные. Встречаются в лесах у крупных промышленных центров, образуются под воздействием эмиссий поллютантов (сернистого ангидрида, оксидов азота и пр.).

6) Стоково-эмиссионные. Формируются при затоплении и подтоплении насаждений сточными водами, которые не только меняют гидрологический режим территории, но и загрязняют почву различными химическими соединениями. Восстановление лесной растительности в таких «окнах» зачастую невозможно без рекультивации территории.

7) Прочие техногенные. Эта категория объединяет редко встречающиеся случаи образования «окон»: в результате «стихийной» свалки мусора, при военных действиях или учениях в лесах и др.

5. Смешанные «окна» возникают в результате воздействия на насаждение сразу, либо последовательно, нескольких факторов. Например, изреживание древостоя при рубке может способствовать образованию ветровальных «окон». С другой стороны в «окнах» любого происхождения может быть проведена санитарная рубка и т.д.

II. По размеру. Экологический режим, складывающийся в «окнах» и их последующая динамика зависят не только от условий произрастания и происхождения «окна», но и от его размера. Размер «окна» определяет продолжительность проникновения прямой солнечной радиации и осадков к нижним ярусам лесной растительности. На территории Беларуси максимальная высота Солнца над горизонтом колеблется от 51 до 56 градусов в зависимости от географической широты, т.е. проникновение

прямой солнечной радиации в «окно» наблюдается при $L_{отн} > 0,5$ на юге Беларуси и более 0,6 – на ее севере (рисунок 1). По размеру окна делятся на:

1. **Малые ($L_{отн}$=0,1-0,2).** «Окна», обычные для всех древостоев. Их образование мало меняет экологический режим под пологом. Прямой солнечный свет в таких «окнах» не проникает к напочвенному покрову, а освещенность увеличивается до 10-15% от освещенности открытого места (в ельниках) за счет рассеянного света. Значимых различий в росте подроста и подлеска под пологом и в «окнах» такого размера не выявлено.

2. **Средние ($L_{отн}$ = 0,3-0,6).** «Окна» такого размера наиболее благоприятны для развития подроста теневыносливых пород (ели, граба и др.). В них ослабевает конкурентное воздействие древесного яруса на подрост. Освещенность достигает 20-30% от освещенности открытого места, увеличивается прирост подроста ели как в самом «окне», так и по его периферии. В 2-3 раза возрастает радиальный прирост у деревьев IV-Va классов Крафта, оставшихся в «окне». В живом напочвенном покрове увеличивается количество светолюбивых видов. Появляются пионерные виды древесных пород и подлеска, но их густота недостаточна, чтобы препятствовать развитию подроста теневыносливых пород.

3. **Большие ($L_{отн}$ = 0,7-1,2).** В центре таких «окон» освещенность достигает 50-60 % от освещенности открытого места, что дает возможность для развития светолюбивой пионерной растительности. Прирост по высоте у подроста в таком «окне» в несколько раз превышает прирост его особей под пологом насаждения, но возможность успешного формирования древостоя из него зависит от его сохранности, количества и возраста предшествующего возобновления. При его отсутствии часто наблюдается задернение или закустаривание «окна». Возобновление коренных пород в этих условиях становится затруднительным.

4. **Прогалины ($L_{отн}$ >1,2).** В «окнах» такого размера лесная среда сохраняется лишь по их периферии. Освещенность в центре прогалины достигает освещенности открытого места. Прогалины нередко зарастают кустарником или злаками, что сопровождается задернением почвы.

5. **Комплексные.** Возникают в результате слияния «окон» различного размера, либо при сохранности в больших «окнах» и

прогалинах отдельных деревьев и их групп. Сложность пространственной структуры таких «окон» обуславливает различную скорость и направление восстановления древесной растительности в различных частях комплексного «окна».

III. По возрасту. Происхождение «окон» и их размеры определяют специфику микроклимата в «окне» и, тем самым, различия в динамике всех ярусов лесного фитоценоза. Все «окна» проходят ряд возрастных стадий, каждая из которых имеет свои особенности. Делятся на:

1. ***Первичные*** (для ельников - 1-3 года). На этой начальной стадии в живом напочвенном покрове появляются пионерные быстрорастущие виды (к примеру, в ельниках, вейник (*Calamagrostis arundinaceae* (L.) Roth), крапива (*Urtica dioica* L.), малина (*Rubus idaeus* L.) и др.), одновременно уменьшается проективное покрытие кислицы (*Oxalis acetosella* L.), майника (*Majanthemum bifolium* (L.) F.W.Schmidt) и зеленых мхов. К концу стадии, некоторые лесные виды, произрастающие под сомкнутым древесным пологом (майник двулистный, плаун годичный, перелеска благородная и др.) могут выпасть из состава травяно-кустарничкового яруса в «окне». Характер первичной динамики часто обусловлен воздействием фактора, обусловившего возникновение «окна».

2. ***Свежие*** (для ельников - 3-10 лет). В этот период в травяно-кустарничковом ярусе обычно доминируют нелесные виды (кроме малых «окон»). Появляются подлесок и подрост пионерных древесных пород, которые к концу стадии свежего «окна» преодолевают конкуренцию травяно-кустарничкового яруса и могут формировать горизонтально сомкнутый полог. Если на этой стадии развитие подроста и подлеска не происходит, дальнейшая динамика растительности в «окне» может привести к формированию пустоши. К примеру, в Беловежской пуще, где из-за высокой плотности копытных рост подроста и подлеска ограничен, часто встречаются «окна» 20-40 летнего возраста со сплошным покровом из вейника.

3. ***Молодые*** (для ельников - 10-20 лет). На этой стадии кроны подроста выносятся за пределы зоны конкуренции с подлесочным ярусом. Часто под пологом подлеска в «окне» освещенность снижается до 1% от освещенности открытого места. В динамике травяно-кустарничкового яруса начинают преобладать

демутационные процессы восстановления лесной растительности. Идет активное восстановление живого напочвенного покрова, типичного для коренных парцелл. Продолжительность этой стадии во многом зависит от типа леса и состава возобновления древесных пород.

4. ***Средневозрастные*** (для ельников - 20-40 лет). Происходит горизонтальное смыкание крон молодых деревьев, растущих в «окне» и формирование древесного полога. Кроны отдельных деревьев достигают по высоте крон деревьев материнского древостоя. Подлесок под пологом молодого древостоя в «окне» изреживается. Если в сформировавшемся ярусе преобладают мягколиственные породы и освещенность под его пологом не опускается ниже 15-20% от освещенности открытого места, в «окне» появляется благонадежный подрост ели.

5. ***Старые*** (для ельников - старше 40 лет). Происходит вертикальное смыкание крон деревьев, произрастающих в «окне» и полога материнского древостоя. В конце этой стадии деревья выходят в первый ярус древостоя, и «окно» перестает существовать, как таковое. Время окончания этой стадии сильно варьирует.

IV. По динамике размера «окна». Размер «окна», как правило, не являются постоянным. Под воздействием экзогенных (засухи, ветровалы, вредители леса и пр.) и эндогенных (рост деревьев, конкуренция) факторов происходит изменение размеров «окон». По характеру динамики размера «окна подразделяются на:

1. **Стабильные.** Размер «окна» остается практически без изменений на протяжении 5-10 лет, в течение которых возможно выпадение 1-2 деревьев по периферии.
2. **Растущие.** Размер «окон» увеличивается за счет регулярного или периодически повторяющегося отпада деревьев по его периферии.
3. **Сокращающиеся.** Наиболее характерны для молодых древостоев, в которых идет интенсивный рост крон, заполняющих «окно», либо для «окон», в которых идет интенсивный рост подроста или сохранившихся деревьев второго яруса по периферии или по всей площади «окна» и его вхождение в древостой. Со временем такие «окна» могут исчезнуть за счет смыкания крон деревьев.

В разные периоды своего существования «окна» могут иметь различный характер динамики. Так, на протяжении десятка лет «окно» может быть стабильным, а затем перейти в растущее и за несколько лет резко увеличить свой размер. Чаще «окна» являются динамичными (растущими) в начальный период формирования, затем они переходят в стадию стабилизации.

Заключение. «Окна» в пологе приспевающих, спелых и перестойных древостоев ели - широко распространенное явление в лесах Беларуси. В каждом еловом насаждении не менее 7% площади занято «окнами» различного размера, возраста и происхождения. «Окна», наиболее благоприятные для роста и развития елового подроста (Lотн = 0,3-0,6), занимают от 4 до 26 % площади насаждений.

Классификация «окон» в пологе насаждений, разработанная на основании исследований в еловых лесах, позволяет ранжировать их по происхождению, размеру, возрасту и характеру динамики. Использование классификации при исследованиях лесных сообществ позволяет лучше понять особенности их динамики, а также дифференцировать процессы, происходящие в местах нарушения древесного полога. Классификация разработана для еловых лесов, но может быть использована и для других лесных формаций.

Литература

1. Biologia swierka pospolitego. Poznan, 1998.

2. Bray J.R. // Ecology, 1956. №37. P. 598-600.

3. Hytteborn H. // Dev. Ecol. Perspect. 21 st Cent. 5 th Int. Conrg., Ecol., Yokohama, Aug. 23-30, 1990. Yokohama, 1990. P. 252.

4. Spurr S.H. and B.V.Barnes. Forest Ecology. New York, 1973.

5. White P.S. // Botanical Review. 1979. №45. P. 35-40.

6. Бобров А.А. // Сукцессионные процессы в заповедниках России и проблемы сохранения биологического разнообразия. Спб., 1999. С. 333-354.

7. Георгиевский А.Б. // Бот. журнал. 1992. Т. 77. №6. С. 52-62.

8. Дылис Н.В. Структура лесного биогеоценоза. М., 1969.

9. Дыренков С.А. Структура и динамика таежных ельников. Л., 1984.

10. Ермохин М.В. // Актуальные проблемы лесного комплекса: сб. науч. трудов. Брянск, 2001. Вып. 3. С. 50-53.

11. Ермохин М.В. //Проблемы лесоведения и лесоводства: сб. науч. тр. Ин-та леса НАНБ. Гомель, 2001. Вып.53. С. 426-429.

12. Карпачевский Л.О. Сукцессионные процессы в заповедниках России и проблемы сохранения биологического разнообразия. Спб., 1999. С. 380-387.

13. Пугачевский А.В. Ценопопуляции ели: структура, динамика, факторы регуляции. Мн., 1992.

14. Пукинская М.Ю. // Ботанический журнал. СПб., 2006. Т. 91. Вып. 6. С. 879-891.

15. Скворцова Е.Б. Экологическая роль ветровалов. М., 1983.

16. Турков В.Г. // Тр. Ин-та экологии растений и животных Уральского научного центра АН СССР. 1979. №128. С. 121-140.

M. YERMOKHIN, A. PUHACHEUSKI

THE GAPS IN NORWAY SPRUCE FORESTS: DISTRIBUTION AND CLASSIFICATION

Summary

The gaps are often presented in canopy of the old age spruce forests in Belarus. The gaps have got a different size, age, and origin. They cover not less than 7% of the spruce forest area.

Classification of the forest canopy gaps based on the researches in natural and artificial spruce forests (*Picea abies Karst.*) in Belarus is presented. The classification includes a gaps origin, size, age and dynamic.

УДК 632.51

Е.Я.КУЛИКОВА

РУДЕРАЛЬНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ Г. МИНСКА. КЛАСС *PLANTAGINETEA MAJORIS*

Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф.Купревича

Введение. Класс ***Plantaginetea majoris*** объединяет низкотравные сообщества преимущественно открытых местообитаний, формирующиеся под влиянием уплотнения (вытаптывания и выпаса) в условиях среднего и избыточного увлажнения почв. Фитоценозы класса на территории г.Минска распространены вдоль дорог и тропинок, на придорожных газонах, спортивных площадках и других местообитаниях, подверженных в различной степени вытаптыванию и механическому уплотнению почвы, и не имеют строгой приуроченности к какому-либо району города.

Синтаксономическое положение класса, как в Беларуси, так и в странах СНГ и Западной Европы, трактуется неоднозначно. Одни фитоценологи [1–3] выделяют в нем 2 самостоятельных порядка: ***Plantaginitalia majoris,*** включающий союз ***Polygonion avicularis***, объединяющий сообщества антропогенного происхождения на сухих и свежих почвах, и порядок ***Agrostietalia stoloniferae*** с союзом ***Agropyro-Rumicion crispi***, включающий фитоценозы на богатых азотом, влажных и переувлажненных уплотненных почвах. Другие исследователи [4–7] рассматривают класс ***Plantaginetea majoris*** как монотипический, включающий единственный порядок ***Plantaginitalia majoris*** с двумя союзами: ***Polygonion avicularis*** и ***Agropyro-Rumicion crispi.*** Польские и венгерские геоботаники [8, 9] помещают оба порядка в класс ***Molinio-Arrhenatheretea,*** рассматривая ***Plantaginitalia*** только как сообщества производных природных лугов союза ***Polygonion avicularis***. Некоторые фитоценологи [10–13] сообщества союза ***Polygonion avicularis***, формирующиеся на антропогенных местообитаниях, объединяют в класс ***Polygono-Poetea annuae*** Rivas-Martinez 1975. Нами принята позиция [1–3], где в классе ***Plantaginetea majoris*** рассматривается 2 порядка, отличающихся между собой уровнем увлажнения почвы и интенсивностью вытаптывания.

Материалы (объекты) и методы исследования. В статье приведены результаты пятилетних (2005–2009 гг.) полевых геоботанических исследований рудеральных фитоценозов г. Минска. Полевые исследования проводились классическими методами: рекогносцировочным и детально-маршрутным. Эколого-флористическая классификация проведена методом классического синтаксономического анализа [14–17]. Обработка геоботанических описаний проводилась на основе метода преобразования фитоценотических таблиц (пакет программ FICEN, разработанный украинскими учеными [18]) с дальнейшей идентификацией выделенных синтаксонов по работам отечественных и зарубежных авторов [1, 2, 4, 8, 12]. Для оценки обилия видов использовали следующую шкалу: + – незначительное участие ценопопуляции вида в фитоценозе, 1 балл – проективное покрытие 1–5%, 2 – от 6 до 15%, 3 – от 16 до 25%, 4 от 26 до 50%, 5 – более 51% [19]. Постоянство видов в сообществе оценивали по 5-тибальной шкале; I – 1–20%, II – 21–40%, III – 41–60%, IV – 61–80%, V – 81–100%. Для более точной характеристики синтаксонов уровня ассоциации

приводили константные (постоянство в ассоциациях более 61%) и доминантные (проективное покрытие от 3 до 5 баллов) виды [20]. Латинские названия растений даны по [21].

Результаты и их обсуждение. Сообщества класса сравнительно легко диагностируются среди синантропной растительности, поскольку содержат незначительное количество диагностических видов, формирующих фитоценозы со стабильным флористическим составом. Разработанная синтаксономическая схема класса включает 2 порядка, 2 союза, 8 ассоциаций и 2 варианта. Синтаксономическая раскладка класса *Plantaginetea majoris* на территории г. Минска представлена ниже. В таблице дан флористический диагноз выделенных синтаксонов.

Синтаксономическая схема класса *Plantaginetea majoris*

Класс ***Plantaginetea majoris*** R. Tx. et Prsg. in R. Tx. 1950

Порядок *Plantaginetalia majoris* R. Tx. et Prsg. in R. Tx. 1950

Союз *Polygonion avicularis* Br.-Bl. 1931

Acc. *Lolio-Plantaginetum majoris* Beger 1930

Acc. *Polygonetum avicularis* Gams 1927

Acc. *Poetum annuae* Gams 1927

Acc. *Juncetum tenuis* (Diemont, Sissingh et Westhoff 1940) Schwickerath 1944

Порядок *Agrostietalia stoloniferae* Oberd. in Oberd. et al. 1967

Союз *Agropyro-Rumicion crispi* Nordh. 1940

Acc. *Potentilletum anserinae* Rap. 1927 em. Passarge 1964

Acc. *Rumici crispi-Agrostietum stoloniferae* Moor 1958

Acc. *Potentillo anserinae-Juncetum bufonii* (Felföldy 1942) Borhidi 2003

Acc. *Juncetum compressi* Br.-Bl. ex Libbert 1932

var. *typicum*

var. *Puccinellia distans*

Таблица. Фитоценотическая таблица класса ***Plantaginetea majoris***

Синтаксон	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Число описаний	10	10	10	6	10	9	5	2	3
Характеристика почв по Г. Элленбергу [22]:									
влажность	4,9	4,6	4,9	5,1	5,1	7,2	6,9	7,1	5,9
кислотность	6,1	6,3	6,5	5,7	6,4	6,2	5,5	6,4	6,9
обеспеченность азотом	5,7	6,2	6,2	6,2	5,9	5,5	5,6	4,9	5,3

Продолжение таблицы

Диагностические виды (Д. в) асс. *Lolio-Plantaginetum majoris* и *Polygonetum avicularis*									
Lolium perenne	V^{2-5}	II	II		III^{1-2}	.	.	.	.
Plantago major	V^{1-5}	IV^{1-4}	V^{1-4}	II	V^{+-3}	II	III^{1-2}	1	3
Polygonum arenastrum	II	V^{4-5}	III^{1-2}	III	II	.	.	.	2
Д. в асс. *Poetum annuae*									
Poa annua	III^{1-2}	V^{1-3}	V^{4-5}	III	I	I	I	.	2
Д. в асс. *Juncetum tenuis*									
Juncus tenuis	.	.	.	V^{5}	I	I	.	.	.
Д. в. союза *Polygonion avicularis* и порядка *Plantaginetalia majoris*									
Lepidotheca suaveolens	II	II	I	II	.	.	.	.	.
Д. в асс. *Potentillietum anserinae* и *Potentillo anserinae-Juncetum bufonii*									
Potentilla anserina	I	.	I	III^{2-4}	V^{4-5}	IV^{1-2}	V^{+-2}	2	1
Д. в асс. *Rumici crispi-Agrostietum stoloniferae*									
Agrostis stolonifera	.	.	.	.	II	V^{4-5}	II	1	.
Rumex crispus	.	.	.	.	.	I	.	.	.
Синтаксон	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Д. в асс. *Potentillo anserinae-Juncetum bufonii*									
Juncus bufonius	.	.	.	.	.	I	V^{4-5}	1	.
Д. в асс. *Juncetum compressi*									
Juncus compressus	.	.	.	.	.	III^{1-3}	II	2	3
Puccinellia distans	.	.	.	.	I	I	.	.	3
Д. в. союза *Agropyro-Rumicion crispi* и порядка *Agrostietalia stoloniferae*									
Alopecurus geniculatus	.	.	.	.	.	I	.	.	.
Juncus articulatus	.	.	.	.	.	II	II	2	.
Д. в. класса *Molinio-Arrhenatheretea*									
Leontodon autumnalis	II	II	II	II	I	I	I	.	1
Trifolium repens	V^{1-4}	II	III^{1-3}	I	III^{1-4}	II	I	.	1
Taraxacum officinale	IV^{+-4}	II	IV^{1-2}	II	III^{1-2}	II	.	.	3
Poa pratensis	II	.	II	.	II	II	.	2	.
Festuca pratensis	I	.	I	.	II	II	.	1	.
Achillea millefolium	IV^{+-2}	I	I	.	I	.	.	.	.
Agrostis gigantea	I	.	.	.	.	I	.	1	.
Festuca rubra	.	I	.	.	I	I	.	.	.
Dactylis glomerata	II		.	.	I	.	.	.	.
Medicago lupulina	.	.	I	.	I	.	.	.	.
Odontites vulgaris	.	.	.	.	.	I	.	.	1
Phleum pratense	II	.	.	.	.	.	.	1	.
Poa palustris	.	.	.	.	.	I	I	.	.
Carex hirta	.	.	.	.	.	II	II	.	.
Ranunculus repens	.	.	.	.	.	I		.	1
Trifolium pratense	II	.	.	.	.	I		.	.
Vicia cracca		.	.	.	.	I	I	.	.
Д. в. класса *Bidentetea tripartite*									
Bidens cernua	.	.	.	.	.	I	.	1	.
B. tripartita	.	.	.	.	.	II	.	1	.

Продолжение таблицы

Persicaria hydropiper	.	.	.	.	.	II	I	.	.
Д. в. класса *Phragmiti-Magnocaricetea*									
Glyceria fluitans	.	.	.	.	.	I	II	1	.
Eleocharis palustris	.	.	.	.	.	I	.	1	.
Lycopus europaeus	.	.	.	.	.	II	.	1	.
Прочие									
Carex contigua	.	.	.	.	I	I	.	1	1
Elytrigia repens	I	.	.	.	.	I	.	.	1
Equisetum arvense	.	.	.	.	.	I	.	1	.
Bromus mollis	.	I	.	.	.	I	.	.	.

Примечания:

Синтаксоны: 1 – *Lolio-Plantaginetum majoris,* 2 – *Polygonetum avicularis,* 3 – *Poetum annuae,* 4 – *Juncetum tenuis,* 5 – *Potentillietum anserinae,* 6 – *Rumici crispi-Agrostietum stoloniferae,* 7 – *Potentillo anserinae-Juncetum bufonii,* 8 – *Juncetum compressi var. typicum,* 9 – *Juncetum compressi var. Puccinellia distans.*

Кроме того, встречены: *Acer negundo* (3); *Aesculus hippocastanum* (3); *Agrostis tenuis* (1); *Alopecurus pratensis* (6); *Calliergonella cuspidata* (6); *Capsella bursa-pastoris* (1); *Cardamine pratensis* (7); *Carex nigra* (6); *C. rostrata* (6); *Cirsium arvense* (1); *Conyza canadensis* (1); *Epilobium adenocaulon* (6); *E. hirsutum* (6); *E. palustre* (6); *E. parviflorum* (6); *Equisetum fluviatile* (6); *E. pratense* (6); *Galium palustre* (6); *Gnaphalium uliginosum* (7); *Heracleum sosnowskyi* (5); *Lysimachia nummularia* (6); *Melilotus albus* (9); *Plantago lanceolata* (3); *Polygonum amphibium* (6); *Ranunculus sceleratus* (7); *Rorippa austriaca* (6); *Setaria viridis* (2); *Sisymbrium officinale* (2); *Sonchus arvensis* (5); *Tilia cordata* (3); *T. platinifillos* (3); *Triglochin palustre* (6); *Tripleurospermum inodorum* (3).

В тех случаях, когда число описаний в фитоценоне менее пяти (колонки № 8–9), указан не класс постоянства, а число описаний (арабскими цифрами), в которых встречен вид.

Порядок ***Plantaginitalia majoris*** объединяет сообщества устойчивых к постоянному и сильному вытаптыванию мезофитов, представляющие собой заключительные стадии эколого-ценотических рядов дигрессии фитоценозов класса ***Molinio-Arrhenateretea***.

Диагностические виды: *Lolium perenne, Plantago major, Poa annua, Polygonum arenastrum, Lepidotheca suaveolens.* Порядок включает единственный союз *Polygonion avicularis,* объединяющий сообщества, формирующиеся на плотных средневлажных (свежих) субстратах.

Acc. Lolio-Plantaginetum majoris

Диагностические виды: *Lolium perenne, Plantago major, Polygonum arenastrum*.

Константные виды: *Lolium perenne, Plantago major, Trifolium repens, Taraxacum officinale, Achillea millefolium.*

Доминантные виды: *Lolium perenne, Plantago major, Polygonum arenastrum, Trifolium repens*.

Во флористическом составе сообществ ассоциации насчитывается 4–15 видов. Проективное покрытие трав составляет 60–100%, *Lolium perenne* – 15–60%, *Plantago major* – 2–55%, *Polygonum arenastrum* – 0–30%. Сообщества ассоциации формируются в условиях постоянного вытаптывания и средней увлажненности почвы. На исследуемой территории встречаются часто и распространены, как правило, вдоль дорог и тропинок, по окраинам спортивных площадок, на вытаптываемых берегах водоемов, на молодых газонах с несформированным травяным покровом.

Acc. Polygonetum avicularis

Диагностический вид – *Polygonum arenastrum*.

Константные виды: *Polygonum arenastrum, Poa annua, Plantago major.*

Доминантные виды: *Polygonum arenastrum, Poa annua, Plantago major, Trifolium repens.*

Количество видов в фитоценозе составляет 3–8. Проективное покрытие трав довольно высокое – 80–100%, *Polygonum arenastrum* – колеблется от 40 до 80%. Ассоциация объединяет придорожные сообщества, формирующиеся вдоль тропинок, дорожек и тротуаров. По территории г.Минска распространены очень часто, в условиях достаточной освещенности и отсутствия дополнительного увлажнения.

Acc. Poetum annuae

Диагностический вид – *Poa annua.*

Константные виды: Poa annua, Plantago major, Taraxacum officinale.

Доминантные виды: *Poa annua, Plantago major, Trifolium repens.*

Во флористическом составе сообществ ассоциации насчитывается 3–9 видов. Проективное покрытие трав составляет 70–100%, *Poa annua* – колеблется от 40 до 70%, деревьев и кустарников – 0–30%. Формируют густой травостой, однако дернины не образуют. Ассоциация объединяет сообщества

умеренно увлажненных местопроизрастаний с незначительным уровнем вытаптывания. На территории г.Минска встречаются очень часто и распространены на затененных участках газонов, вдоль умеренно вытаптываемых тропинок, асфальтных дорожек.

Acc. Juncetum tenuis

Диагностический вид – *Juncus tenuis.*

Константные виды: *Juncus tenuis, Potentilla anserina*.

Доминантные виды: *Juncus tenuis.*

Флористически бедные фитоценозы, насчитывающие 1–6 видов в описаниях и формирующие густой травостой. Проективное покрытие трав высокое (98–100%), *Juncus tenuis* – колеблется от 70 до 100%. Ассоциация объединяет сообщества на средневлажных субстратах. На урбанизированной территории фитоценозы встречаются нередко и распространены вдоль интенсивно вытаптываемых тропинок, а также на невытаптываемых участках, но на уплотненных почвах.

Порядок ***Agrostietalia stoloniferae*** объединяет сообщества устойчивых к постоянному вытаптыванию мезогигрофитов, представляющие собой заключительные стадии дигрессии фитоценозов классов ***Phragmiti-Magnocaricitea*** и ***Molinio-Arrhenateretea* (*Molinietalia*).**

Диагностические виды: *Agrostis stolonifera, Alopecurus geniculatus, Juncus compressus, J. bufonius, J. articulatus, Potentilla anserina, Rumex crispus.*

Порядок включает единственный союз *Agropyro-Rumicion crispi,* охватывающий фитоценозы на умеренно вытаптываемых местопроизрастаниях либо уплотненных почвах с достаточным уровнем увлажнения.

Acc. Potentillietum anserinae

Диагностический вид – *Potentilla anserina.*

Константные виды: *Potentilla anserina, Plantago major.*

Доминантные виды: *Potentilla anserina, Agrostis stolonifera, Plantago major, Puccinellia distans, Trifolium repens, Poa pratensis.*

Флористический состав сообществ ассоциации беден – 4–9 видов. Проективное покрытие трав в сообществе колеблется от 65 до 100%, Potentilla anserina – 45–90%. На исследуемой территории сообщества ассоциации встречаются довольно часто, в основном распространены вдоль интенсивно вытоптанных тропинок, по

окраинам придорожных газонов, в микрозападинах в пойме р. Свислочь и ее притоках на уплотненных свежих почвах.

Acc. Rumici crispi-Agrostietum stoloniferae

Диагностические виды: *Agrostis stolonifera, Rumex crispus*.

Константные виды: *Agrostis stolonifera, Potentilla anserina*.

Доминантные виды: *Agrostis stolonifera, Juncus compressus, Triglochin palustre.*

Общее количество видов в описаниях колеблется в широких пределах – 6–19. Проективное покрытие трав в фитоценозах достаточно высокое (85–100%), зависит от интенсивности вытаптывания и продолжительности затопления. Проективное покрытие *Agrostis stolonifera* – 27–95%, *Rumex crispus* – 0–15%. Моховой покров развит слабо (0–15%). Сообщества ассоциации формируются при регулярном вытаптывании в условиях периодического затопления и постоянно высокой влажности почвы. На территории г. Минска встречаются довольно часто, и распространены на пониженных элементах рельефа на газонах, тропах, в микропонижениях поймы р. Свислочь и ее притоков, на месте высохшего русла в долине р. Лошица (в районе ул. Белецкого), в основном, на аллювиальных дерново-глеевых и дерново-глеевых почвах. В условиях городской среды, отсутствие *Rumex crispus* в большинстве описаний ассоциации объясняется его выпадением при частом скашивании, особенно на газонах.

Acc. Juncetum compressi

Диагностический вид – *Juncetum compressi.*

Константные виды: *Juncetum compressi*, *Plantago major.*

Доминантные виды: *Juncetum compressi*, *Puccinellia distans*.

Видовой состав сообществ ассоциации колеблется от 6 до 15 видов. Проективное покрытие трав в сообществе высокое (80–100%), Juncus compressus – 15–75%. На исследуемой территории сообщества ассоциации встречаются довольно редко, в основном распространены вдоль тропинок в пойме р. Свислочь и ее притоков на уплотненных средневлажных и влажных почвах. В пределах ассоциации выделены 2 варианта.

J. c. var. typicum

Диагностические виды: Д.в. субасс. = д.в. асс.

Во флористическом составе сообществ ассоциации насчитывается от 6 до 15 видов. Проективное покрытие трав высокое (95–100%). *Juncus compressi* является доминантом (70–

75%) фитоценозов, формируя густой травостой. Сообщества ассоциации формируются вдоль троп в пойме р. Сислочь, на участках мелеющего русла р. Лошица в районе ул. Белецкого на уплотненных влажных почвах. На исследуемой территории описанные фитоценозы встречаются довольно редко.

J. c. var. Puccinellia distans

Диагностические виды: *Juncetum compressi, Puccinellia distans*.

Общее количество видов в описаниях колеблется от 6 до 10. Проективное покрытие трав высокое (80–85%), *Juncetum compressi* – 15–65%, *Puccinellia distans* – 10–65%. Сообщества ассоциации формируются вдоль троп в пойме р. Сислочь и ее притоков на уплотненных, засоленных, средневлажных и достаточно увлажненных почвах. По территории города описанные фитоценозы встречаются довольно редко.

Acc. Potentillo anserinae-Juncetum bufonii

Диагностические виды: *Juncus bufonius, Potentilla anserina*.

Константные виды: *Juncus bufonius, Potentilla anserina*.

Доминантные виды: *Juncus bufonius, J. compressus, Agrostis stolonifera, Poa annua, Glyceria fluitans.*

Во флористическом составе сообществ ассоциации насчитывается 4–9 видов. Проективное покрытие трав варьирует от 65 до 100%, *Juncus bufonius* – 35–70%, *Potentilla anserina* – +–10%. Сообщества ассоциации формируются при регулярном вытаптывании и постоянно высокой влажности почвы. На территории г. Минска встречаются довольно редко, и распространены, в основном, вдоль троп в поймах р. Свислочь и водоемов (пруд «Лебяжий»).

Заключение. Выполненные исследования позволили разработать классификационную схему класса *Plantaginetea majoris* и дать эколого-флористическую характеристику выделенных синтаксонов. Впервые для территории Беларуси подтверждено распространение сообществ 4 ассоциаций: *Lolio-Plantaginetum majoris, Juncetum tenuis, Potentillo anserinae-Juncetum bufonii* и *Juncetum compressi*. Фитоценозы рассматриваемого класса отличаются бедностью и стабильностью флористического состава, однако играют значительную роль в оптимизации городских ландшафтов. Так, рудеральные сообщества, формирующиеся в результате интенсивного вытаптывания, являются дешевым и лучшим вариантом покрытия почвы на игровых площадках и

небольших стадионах города. Поэтому на территориях, подверженных значительным рекреационным нагрузкам, целесообразно сохранять фитоценозы класса *Plantaginetea majoris* на данной сукцессионной стадии.

Литература

1. Синтаксономия, экология и динамика рудеральных сообществ Башкирии / Под ред. А.Р. Ишбирдина. Уфа, 1988.
2. Rostlinná společenstva České republiky a jejich ohroženi / Ed. by. J. Moravec. Prühonice, 1995.
3. Rothmaler W. Exkursionsflora. Berlin, 1976.
4. Соломаха В.А. Синантропна рослинність України / Под ред. Ю.А. Злобіна. Кіїев, 1992.
5. Левон А.Ф. // Укр. фітоцен. зб. Сер. А. 1997. № 3. С. 75–81.
6. Tuxen R. Grundriss ciner Systematik der nitrophilen Unkrautgesselschaften in der Eurosibirischen Region Europas. Weser, 1950. – H. 2. – S. 94–175.
7. Гусев А.П. // Природные ресурсы. 2006. № 3. С. 33–40.
8. Matuszkiewicz W. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. Warszawa, 2001.
9. Borhidi A. Critical revision of the Hungarian plant communities. Pecs, 1996.
10. Rivas-Martines S. // Phytocoenologia. 1975. № 1/2. P. 123–140.
11. Eliáš P. // Feddes Repert. 1984. V. 95. P. 251–256.
12. The diversity of European Vegetation. An overview of phytosociological alliances and their relationships to EUNIS habitats / Ed. by. J. S. Rodwell. Wageningen, 2002.
13. Сцепановіч Я.М. // Ботаника (исследования): сб. науч. тр. Мн., 2006. Вып. 34. С. 264–281.
14. Braun-Blanquet J. Pflanzensoziologie. Grundzuge der Vegetationskunde Wien-New York, 1964.
15. Александрова В.Д. Классификация растительности. Обзор принципов классификации и классификационных систем в разных геоботанических школах. Л., 1969.
16. Classification of plant communities / Ed. by R. H. Whittaker. Hague, 1978. – P. 287–399.
17. Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Наука о растительности (история и современное состояние основных концепций. Уфа, 1998.
18. Косман Є.Г., Сіренко І.Р., Соломаха В.А., Шеляг-Сосонко Ю.Р. // Укр. ботан. журн. 1991. 48. № 2. С. 98–104.
19. Словарь понятий и терминов современной фитоценологии / Под ред. Б.М. Миркина. М., 1989.
20. Chytry M., Tychy L. Diagnostic, constant and dominant species of vegetation classes and alliances of the Czech Republic: a statistical revision. Czech Republic, 2003.

21. Определитель высших растений Беларуси / Под ред. В.И. Парфенова. Минск, 1999.
22. Ellenberg H. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Gottingen, 1992.

K. Y. KULIKOVA

THE RUDERAL VEGETATION IN MINSK CITY. CLASS *PLANTAGINETEA MAJORIS*

Summary

In the article the syntaxonomical structure and phytocoenological characteristic of class ***Plantaginetea majoris*** in the territory of Minsk uniting low herbage communities, formed under the influence of consolidation are resulted. On the basis of 65 geobotanical descriptions syntaxonomical scheme of a class is made. It includes 2 order, 2 unions, 8 associations and 2 variants of associations. For the first time for territory of Belarus distribution of communities of 4 associations (*Lolio-Plantaginetum majoris*, *Juncetum tenuis*, *Potentillo anserinae-Juncetum bufonii* and *Juncetum compressi*) is confirmed. Phytocenoses of *Plantaginetea majoris* class are characterized by poverty and stability ofthe floristic structure. Preservation of considered ruderal communities is expedient for the urbanised territories subject to considerable recreational loadings.

УДК 581.526.3

Л.М. САПЕГИН, Н.М. ДАЙНЕКО

НОВЫЕ АССОЦИАЦИИ ЛУГОВОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПОЙМЫ НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ ИПУТЬ

Гомельский государственный университет им. Ф.Скорины

Введение. Река Ипуть, общая длина которой составляет 490 км, протекает по территории Брянской области России. Нижнее течение Ипути протяженностью 70 км расположено в Гомельской области Республики Беларусь [5].

Сведения о растительности поймы р. Ипуть на территории Брянской области содержатся в публикациях [3] и [8]. Данные о растительности поймы нижнего течения р. Ипуть в литературе отсутствуют. В настоящей статье приведены результаты изучения луговой растительности поймы нижнего течения р. Ипуть.

Объекты и методика исследований. Выполненные в 1970 году одним из соавторов статьи геоботанические описания луговых фитоценозов поймы нижнего течения р. Ипуть (свыше 200) послужили основой для их эколого-флористической классификации [1,4,9-14].

Результаты и их обсуждение. Эколого-флористическая классификация луговой растительности поймы нижнего течения р. Ипуть позволила составить ее продромус, который приведен ниже.

Класс: Molinio-Arrhenatheiretea R. Tx. 1937

Порядок: Poo – Agrostietalia vinealis Shelyag, V. Solomakha et Sipaylova 1985

Союз: Agrostion vinealis Sipaylova, Mirk., Shelyag et V. Solomakha 1985

Acc.: Poo angustifoliae – Agrostietum vinealis ass. nov. prov.

Порядок: Arrhenatheretalia Pawl. 1928

Союз: Festucion pratensis Sipaylova, Mirk., Shelyag et Solomakha 1985

Acc. Festucetum pratensis Soo 1938

Союз: Cynosurion R. Tx. 1947

Acc. Agrostietun caninae ass. nov. prov.

Порядок: Molinietalia W. Koch 1926

Союз: Deschampsion cespitasae Horvatie 1930

Acc.: Deschampsietum cespitosae Horvatie 1930

Союз : Alopecurion pratensis Pass. 1964

Acc.: Poo palustris–Alopecuretum pratensis Shelyag, Sipaylova, Mirk., et V. Solomakha in Shelyag et al. 1985

Союз: Agrostio stoloniferae – Beckmannion eruciformis Mirkin in barabash et al. 1989

Acc.: Poo palustris – Beckmannietum eruciformis ass. nov. prov.

Класс: Phragmito-Magnocaricetea Klika in Klika et Novak 1941

Порядок: Magnocaricetalia Pign. 1953

Союз: caricion gracilis (Neuhausl 1959) Bul.-Tul. 1963

Acc.: Caricetum gracilis (Almquis 1929) R. Tx. 1937

Порядок: Nasturtio-Glycerietalia pignatti 1953 em. Kopecky 1961 in Kopecky et Hejny 1965

Союз: Sparganio-Glycerion Br.-Bl. et Siss. in Boer 1942

Acc.: carici acutae-Glycerietum maximae (Jilek et Valisek 1964) Shelyag, V. Solomakha et. Sipaylova 1985

Из продромуса видно, что синтаксономическое разнообразие луговых экосистем поймы нижнего течения р. Ипуть представлено 2 классами, 5 порядками, 8 союзами и 8 ассоциациями системы синтаксонов Браун-Бланке. Пять ассоциаций являются традиционными для Центральной и Восточной Европы [2, 7, 12]. Выделенные три новые для поймы нижнего течения р. Ипуть ассоциации требуют более подробной характеристики. В приведенных ниже характеризующих таблицах ассоциаций латинские виды растений даны по определителю [6].

Таблица 1. Ассоциация Poo angustifoliae – Agrostietum vinealis

Номер описания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Авторский	120	123	125	128	136	142	148	138	140	154	
Проективное покрытие, %	70	65	75	70	60	60	65	60	60	60	Кп[1]
Количество видов	22	21	26	21	22	23	22	22	22	23	
Влажность почвы	5,2										
Кислотность почвы	5,7										
Обеспеченность азотом	3,8										
Д.в. асс. *Poo angustifoliae – Agrostietum vinealis*											
Agrostis vinealis	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	V
Poa angustifolia	1	1	.	+	1	1	1	1	1	1	V
Potentilla argentea	+	+	.	+	+	+	+	+	+	.	IV
Д.в. союза *Agrostion vinealis* порядка *Arrhenatheretalia*											
Koeleria delavignei	+	1	1	2	1	+	+	+	+	1	V
Dianthus borbasii	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	V
Bromus mollis	+	.	.	.	+	+	.	+	+	.	III
Д.в. порядка *Molinietalia* и класса *Molinio-Arrhenatheiretea*											
Phleum pratense	+	.	+	+	.	+	2	1	1	1	IV
Stellaria graminea	+	+	+	+	+	.	+	.	.	+	IV
Ranunculus acris	+	+	+	+	+	+	.	+	.	+	IV
Trifolium pratense	+	+	+	+	.	+	+	.	+	+	IV
Plantago lanceolata	+	.	+	+	+	+	+	+	+	.	IV
Allium angulosum	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	IV
Trifolium repens	+	.	+	.	+	.	+	.	+	.	III
Inula Britannica	+	.	.	.	.	+	+	+	.	+	III
Achillea millefolium	+	.	.	+	+	.	.	+	+	+	III
Festuca pratensis	.	+	.	+	+	.	+	.	+	+	III
Leucanthemum vulgare	.	+	+	+	.	+	.	+	.	+	III
Prunella vulgaris	.	+	+	+	+	.	.	.	+	.	III
Veronica longifolia	.	.	+	.	.	+	+	.	.	.	II
Д.в. классов *Festuco Brometea* и *Sedo – Scleranthetea*											

Продолжение таблицы 1											
Filipendula vulgaris	+	1	+	+	+	.	+	+	.	+	IV
Rumex acetosella	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	IV
Sedum acre	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	III
Д. в. союза *Agropyro-Rumicion crispi*											
Leontodon autumnalis	+	.	.	.	+	+	+	.	+	+	III
Rumex crispus	+	.	.	.	+	+	.	.	.	+	II
Прочие виды											
Rumex thyrsiflorus	1	+	1	+	+	+	+	+	+	2	V
Rhynanthus major	+	2	+	+	.	.	+	.	.	.	III
Hieracium umbellatum	+	.	.	.	+	+	.	+	+	+	III
Potentilla erecta	+	+	+	.	.	+	.	+	.	.	III
Calamagrostis epigeios	+	.	.	+	.	.	.	+	+	+	III
Tanacetum vulgare	.	+	+	.	.	.	.	+	.	.	II
Betonica officinalis	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	II
Ranunculus flammula	.	.	+	+	.	+	+	.	+	.	III
Juncus atratus	.	.	+	.	.	.	+	.	.	+	II
Sedum purpuretum	.	.	.	.	+	+	.	+	+	.	II

Примечание: [1] Кп – класс постоянства

Единично встречены: *Agrostis tenuis* – 2(+), *Alopecurus pratensis* – 10(+), *Anthoxanthum odoratum* – 3(+), *Asparagus officinalis* – 10(+), *Campanula patula* – 2(+), *Carex ovalis* – 3(+), *Carex panicea* – 3(+), *Elytrigia repens* – 10(+), *Equisetum pratense* – 2(+), *Erigeron acris* – 2(+), *Euphorbia virgata* – 10(+), *Lathyrus pratensis* – 3(+), *Luzula pallescens* – 3(+), *Mentha arvensis* – 3(+), *Plantago media* – 2(+), *Polygala comosa* – 4(+), *Galium mollugo* – 2(+), *Trifolium montanum* – 2(+), *Vicia cracca* – 7(+).

Места описаний: 1 – плоская грива правобережной прирусловой поймы р. Ипуть в 1 км выше н.п. Приозерье Добрушского района гомельской области, урочище «Марьин луг», 23.06.1970; 2 – плоская равнина правобережной центральной поймы р. Ипуть, там же и тогда; 3 – плоская грива правобережной центральной поймы р. Ипуть, там же и тогда; 4 – левобережная грива прирусловой поймы р. Ипуть в 1 км выше н. п. Приозерье Добрушского района гомельской области, 23.06.1970; 5 – сглаженная грива левобережной центральной поймы р. Ипуть, там же и тогда; 6 – левобережная грива центральной поймы р. Ипуть, там же и тогда; 7 – левобережная грива центральной поймы р. Ипуть в 1 км выше н. п. Приозерье Добрушского района гомельской области, 24.06.1970; 8 – грива левобережной центральной поймы р. Ипуть, там же и тогда; 9 – плоская грива

правобережной прирусловой поймы в 1 км выше по течению, от ж.-д. моста через р. Ипуть, 24.06.1970; 10 – плоская грива правобережной прирусловой поймы в 200 м выше ж.д. моста через р. Ипуть, 25.06.1970.

Номенклатурный тип: оп. 3 – плоская грива правобережной центральной поймы р.Ипуть в 1 км выше н.п. Приозерье Добрушского района Гомельской области, урочище «Марьин луг», 23.06.1970 г., автор Л. М. сапегин.

Примечание – постоянство видов показано римскими цифрами по пятибалльной шкале: I – до 20 % описаний, II – 21–40 %, III – 41 –60 %, IV – 61–80 %, V – 81–100 %; обилие видов – по шкале Браун-Бланке: r – очень редко, + – редко, проективное покрытие до 1 %, 1 – проективное покрытие до 5 %, 2 – проективное покрытие 6–25 %, 3 – проективное покрытие 26–50 %, 4 – проективное покрытие 5–75 %, 5 – проективное покрытие более 75 %.

Диагностические виды ассоциации *Agrostis vinealis* и *Poa angustifolia* одновременно являются содоминантными видами с постоянным участием *Potentilia argentea.*

Ассоциация объединяет ксеромезофитные сообщества повышенных делянок прирусловой и центральной частей поймы на аллювиальных дерновых и дерново-луговых супесчаных от суховатых до средневлажных умеренно кислых среднебогатых почвах.

Аспект травостоя сообществ ассоциации пепельно-коричневатый от соцветий полевицы виноградниковой - *Agrostis vinealis* и мятлика узколистного *Poa angustifolia.* Проективное покрытие травостоя 60-75 %, высота – 20 (70) см. На учетных площадках количество видов растений варьирует незначительно – от 21 до 23 на 100 м^2. В составе ассоциации отмечено 54 вида сосудистых растений.

Продуктивность травостоя сообществ ассоциации составляет 12-15 ц/га сена среднего качества. Режим хозяйственного использования травостоев ассоциации – сенокошение – выпас в системе сенооборота или пастбищеоборота.

Ассоциация *Agrostietum caninae*

Характеристика ассоциации *Agrostietum caninae* приведена в таблице 2.

Таблица 2. Ассоциация *Agrostietum caninae ass .nov. prov.*

Номер описания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Авторский	177	189	187	185	139	155	156	164	166	167	
Проективное покрытие, %	75	70	70	80	70	77	75	70	80	80	
Количество видов	25	24	26	21	21	18	17	18	19	18	Кп
Влажность почвы	6,8										
Кислотность почвы	5,9										
Обеспеченность азотом	4,5										
Д. в. ассоциации *Agrostietum caninae*											
Agrostis caninae	4	3	3	4	3	3	3	4	3	4	V
Д.в. варианта *Gratiola officinalis*											
Gratiola officinalis	+	+	+	+	+	+	1	+	+	+	V
Д.в. союза *Cynosurion*											
Leontodon autumnalis	+	+	+	.	+	.	+	+	+	+	IV
Prunella vulgaris	+	+	+	+	.	.	.	+	+	+	IV
Phleum pratense	.	.	.	+	+	.	+	+	+	.	III
Д. в. порядка *Molinietalia*											
Poo palustris	2	1	1	1	.	.	+	1	2	1	IV
Deschampsia cespitosa	1	2	2	1	.	+	.	+	+	+	IV
Cotonaria flos-cuculi	+	+	+	+	+	.	.	+	.	.	III
Ranunculus repens	+	+	+	+	+	.	.	.	+	.	III
Mentha arvensis	+	+	+	1	+	.	.	.	+	.	III
Veronica longifolia	+	+	+	+	.	.	+	.	.	+	III
Carex nigra	+	.	.	.	.	+	+	.	+	+	III
Carex vulpina	.	+	+	1	+	.	.	+	.	.	III
Galium palustre	.	+	+	+	.	.	.	+	+	.	III
Ptarmica vulgaris	.	+	+	.	+	.	.	.	+	+	III
Allium angulosum	.	+	+	.	+	+	.	+	.	.	III
Д. в. союза *Calthion*											
Myosotis scorpioides	+	+	+	+	.	.	.	.	+	.	III
Д. В. класса *Molinio-Arrhenatheretea*											
Poa pratensis	.	+	+	+	+	+	1	+	+	.	IV
Alopecurus pratensis	1	+	+	.	.	+	1	.	.	+	III
Trifolium pratense	+	.	.	.	+	+	.	.	.	+	II
Stellaria graminea	+	.	.	.	+	+	+	.	.	.	II
Inula britannica	.	+	+	.	.	+	+	.	.	.	II
Elutrigia repens	.	+	+	.	.	+	+	.	.	.	II
Ranunculus acris	.	.	+	.	.	+	.	+	.	+	II
Прочие виды											
Rumex thyrsiflorus	+	+	+	+	+	2	2	1	+	1	V
Ranunculus flammula	+	+	+	+	+	+	+	+	+	.	V

Продолжение табл. 2

Rumex acetosella	+	.	.	.	+	.	+	+	.	.	II
Koeleria delavignei	1	.	.	.	+	+	.	.	.	+	II
Hieracium umbellatum	+	.	.	.	+	+	.	.	+	.	II
Juncus atratus	.	1	1	2	.	+	.	.	.	.	II
Luthrum virgatum	.	+	+	+	.	.	.	.	+	.	II
Veronica scutellata	.	+	+	.	+	.	.	+	.	.	II
Lysimachia nummulacia	.	.	1	.	+	.	+	.	+	.	II
Alisma lanceolata	.	.	.	+	+	.	.	.	.	+	II

Примечание: [1] Кп – класс постоянства

Единично встречены: *Asparagus officinalis* –6(+); *Carex acuta* – 10 (2); *Centaurea jacea* - 10(+); *Festuca pratensis* - 7(+); *Galium boreale* - 1(+); *Plantago lanceolata* - 4(+); *Polygonum persicaria* - 4(+); *Potentilla erecta* - 1(+); *Scntellaria hastifolia*- 8(+); *Stellaria palustris* - 10(+); *Trifolium hybridum* - 1(+); *Trifolium repens* - 1(+); *Vicia cracca* - 1(+), 4(+).

Места описаний: 1 – правобережная повышенная равнина центральной поймы р. Ипуть в 1 км выше впадения в р. Сож, 25.06.1970; 2 – левобережное межгривное понижение центральной поймы р. Ипуть в 2 км выше г. Добруша, урочище «Ревун», 26.06.1970; 3 – левобережное межгривное понижение, там же и тогда; 4 - левобережное межгривное понижение центральной поймы р. Ипуть, там же и тогда; 5 - левобережное межгривное понижение центральной поймы р. Ипуть в 1 км выше н.п. Приозерье, урочище «Марьинский луг» Добрушского р-на, 23.06.1970; 6 – незначительное понижение правобережной центральной поймы р. Ипуть в 300 м вниз по течению от ж.-д. моста через р. Ипуть, 24.06.1970; 7- склон гривы правобережной центральной поймы р. Ипуть, там же и тогда; 8 – грива правобережной прирусловой поймы р. Ипуть 1км выше впадения в р. Сож, 25.06.1970; 9 – плоская грива правобережной центральной поймы р. Ипуть, там же и тогда; 10 - межгривные понижения правобережной центральной поймы р. Ипуть, там же и тогда.

Номенклатурный тип: оп. 4 – левобережное межгривное понижение центральной поймы р. Ипуть в 2-х км выше г. Добруша, урочище «Ревун», 26.06.1970 г., автор Л.М. Сапегин.

Примечание как в таблице 1.

Диагностические виды ассоциации – доминант полевица собачья (*Agrostis canina*) и авран лекарственный (*Gratiola*

officinalis). Ассоциация включает луговые сообщества на средних и нижних участках пологих склонов, днища неглубоких плоских понижений и различные равнинно-пониженные участки центральной и притеррасной поймы.

Почвы дерново-глеевые пылевато-песчаные, супесчаные и иловато-глеевые суглинистые, влажные, умеренно кислые, умеренно богатые азотом.

Травостой среднегустой, с проективным покрытием 70-80 %, средневысокий – 30 (70) см. На учетных площадках число видов сосудистых растений колеблется от 17 до 26, а всего в ассоциации отмечено 47 видов сосудистых растений.

Использование травостоя сенокосное, его продуктивность составляет 13-17 ц/га сена среднего качества.

Ассоциация Poo palustri s- Beckmannietum eruciformis

Характеристика ассоциации приведена в таблице 3.

Таблица 3. Ассоциация *Poo palustris - Beckmannietum eruciformis*

Номер описания	1	2	3*	4	5	6	7	8	9	10	Кп[1]
Авторский	102	106	108	110	112	118	135	165	38	176	
Проективное покрытие, %	85	75	70	90	75	80	80	80	90	80	
Количество видов	24	19	21	22	16	19	18	17	16	21	
Влажность почвы	7,5										
Кислотность почвы	5,7										
Обеспеченность азотом	4,7										
Д. в. ассоциации *Poo palustris- Beckmannietum eruciformis*											
Beckmannia eruciformis	4	4	4	5	3	5	5	4	5	4	V
Poa palustris	2	2	1	+	1	+	1	1	1	+	V
Д. в. *Agrostio stoloniferae- Beckmannion eruciformis*											
Agrostis stolonifera	+	+	+	+	+	+	1	2		+	V
Alisma plantago-aguatica	.	+	+	+	+	.	+	1	+	+	IV
Bidens tripartita	+	.	.	+	.	+	+	.	+	+	III
Sium latifolium	+	.	+	.	+	+	.	+	.	+	III
Д. В. союза *Calthion*											
Ranunculus flammula	1	1	1	1	1	+	.	+	+	+	V
Myosotis palustris	+	+	+	+	+	+	+	.	.	.	IV
Menthe arvensis	+	.	.	.	+	+	+	.	+	+	III
Д. в. *Molinietalia, Molinion*											
Carex vulpine	+	+	+	+	+	+	.	+	+	.	IV

Продолжение табл. 3

Ptarmica vulgaris	1	.	+	+	.	+	1	+	.	+	IV
Coronaria flos-cuculi	+	+	+	+	.	+	.	.	.	+	
Allium angulosum	+	+	+	+	+	.	+	.	.	.	III
Galium palustre	.	+	+	.	.	.	.	.	+	+	II
Veronica longifolia	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+	II
Д. в. союза *Cynosurion*											
Agrostis canina	+	+	+	+	+	+	1	2	.	+	V
Leontodon autumnalis	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	I
Д. в. *Molinio-Arrhenatheretea*											
Alopecurus pratensis	3	1	1	1	.	.	+	.	.	3	III
Vicia cracca	+	.	.	+	.	+	.	+	.	.	II
Festuca pratensis	1	.	.	.	.	.	+	.	.	.	II
Д. в. класса *Phragmito-Magnocaricetea, Magnocaricetalia*											
Eleocharis palustris	.	+	2	.	2	.	.	.	.	.	I
Д. в. *Magnocaricetalia, Magnocaricion*											
Veronica scutellata	.	+	+	.	+	.	.	.	+	.	II
Stellaria palustris	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	I
Д. в. *Plantaginetea majoris, Plantaginetalia majoris*											
Lysimachia nummularia	+	.	.	.	.	.	+	.	+	+	II
Д. в. *Agropyro-Rumicion crispi*											
Ranunculus repens	1	1	+	1	1	.	+	.	1	.	IV
Rumex crispus	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	I
Potentilla anserine	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	I
Прочие виды											
Rumex thursiflorus	+	+	+	+	.	2	1	1	.	+	IV
Alisma lanceolata	.	+	+	+	+	.	.	1	+	.	III
Gratiola officinalis	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	I
Veronica chamaedrus	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	I
Hieracium umbellatum	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	I
Potentilla erecta	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	I
Veronica chamaedrus	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	I
Hieracium umbellatum	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	I
Potentilla erecta	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	I

Примечание: [1] Кп – класс постоянства

Единично встречены: *Carex acuta* – 8(+); *Carex elongate* – 6(+); *Carex leporina*– 1(+); *Deschampsia cespitosa*– 1(+); *Equisetum pratense* –4(+); *Juncus atratus* –4(+); *Lythrum virgatum*–9(+); *Prunella vulgaris*–6(+); *Stellaria graminea*–4(+); *Thalictrum lucidum* –8(+).

Места описаний: 1, 2, 3, 4, 5 – левобережная центральная пойма р. Ипуть в 1,5 км выше н.п. «Ларищево» Добрушского района Гомельской области, 22.06.1970; 6 - правобережная центральная пойма р. Ипуть в 1,5 км выше н.п. «Ларищево» Добрушского

района Гомельской области, 22.06.1970; 7- левобережная центральная пойма р. Ипуть в 1 км выше н.п. Приозерный, урочище «Марьин луг» Гомельского района, 23.06.1970; 8 - левобережная центральная пойма р. Ипуть в 1 км от впадения р. Сож, 23.06.1970; 9 – в 3 км ниже н.п. «Вылево», урочище «Бушево» Добрушского района Гомельской области, 19.06.1970; 10 - левобережная центральная пойма р. Ипуть в 1 км от впадения р. Сож, 23.06.1970.

Номенклатурный тип: оп. 3 – левобережная центральная пойма р. Ипуть в 1,5 км выше н.п. «Ларищево» Добрушского района Гомельской области, 22.06.1970, автор Л.М. Сапегин.

Луговые сообщества ассоциации занимают плоские днища, равнинно-пониженные и ровные делянки, средние и нижние части пологих склонов межгривно-гривных проточных понижений.

Почвы луговых экосистем ассоциации дерново-глеевые и илисто-глеевые суглинистые от влажных до сырых, от умеренно кислых до слабокислых, умеренно богатых азотом.

Травостой сообществ ассоциации характеризуется сизовато-зеленым аспектом от соцветий содоминантных видов, которые являются одновременно ее диагностическими видами. Проективное покрытие травостоя 70-90 %, высота 40 (80) см. Основу травостоя составляют бекмания обыкновенная (*Beckmannia eruciformis*) – 50-80%, мятлик болотный (*Poa palustris*) - 5-10%.

На учетных площадках сообществ ассоциации отмечено от 16 до 24 видов растений, а всего в сообществах ассоциации зарегистрировано 43 вида сосудистых растений.

Сообщества ассоциации являются самыми ценными в хозяйственном отношении лугами в пойме нижнего течения р. Ипуть. Их продуктивность составляет 13-16 ц/га сена высокого качества.

Бекманиевые луга целесообразно косить в период между концом фазы колошения и началом цветения, иначе бекмания быстро грубеет и теряет свои ценные качества.

Заключение. Исследованиями установлено, что синтаксономическое разнообразие луговой растительности поймы нижнего течения р. Ипуть представлено 2 классами, 5 порядками, 8 союзами и 8 ассоциациями системы синтаксонов Браун-Бланке. Пять ассоциаций: Festucetum pratensis, Deschampsietum cespitosae, Poa palustris, Caricetum gracilis, и Carici acutae - Glycerietum

maximae являются традиционными для Центральной и Восточной Европы. Выделены три новые для региона ассоциации: Poo angustifoliae – Agrostietum vinealis, Agrostietum caninae, Poo palustris- Beckmannietum eruciformis.

Новые для региона ассоциации проанализированы в соответствии с требованиями кодекса эколого-флористической классификации [13].

Из числа новых для региона ассоциаций наиболее ценной в хозяйственном отношении является ассоциация Poo palustris-Beckmannietum eruciformis.

Литература

1. Александрова В.Д. Классификация растительности. Обзор принципов классификации и классификационных схем в разных геоботанических школах. Л.: Наука, 1968. 275 с.

2. Булохов А.Д. Травяная растительность Юго-Западного Нечерноземья России. Брянск : Изд-во БГУ, 2001. – 296 с.

3.Виноградов И.С. // Уч. зап. Сев.-Осетинск. пед. ин-та. 1941. Т.2. № 2. С. 3-40.

4. Миркин Б.М., Наумова Л.Г., Соломещ А.И. Современная наука о растительности. М. : Логос, 2002. – 262 с.

5. Нацыянальны атлас Беларусі. Минск: 2002. – 292 с.

6. Определитель высших растений Беларуси / Под ред. В. И. Парфенова. Минск: Дизайн ПРО, 1999. 472 с.

7. Соломаха В.А. Синтаксономія рослинності України. Трете наближення. Київ: Фітосоціоцентр, 2008. 296 с.

8. Толчаин Г.А. // Уч. зап. Новозыбковского пед. ин-та. Смоленск, 1967. Т. 6. Сер. биол. С. 29-49.

9. Braun-Blanquet J. Pflanzensociologie. Wien, New-York : Springer–Verlag, 1964. 865s.

10. Ellenberg H., Weber H.E., Düll R., Wirth V., Werner W., Paulssen D. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa / Scripta Geobotanica. 1992. Vol. 18. 258 s.

11. Kopecki K., Hejny S. // Vegetatio. 1974. Vol. 29. P. 17–20.

12 Matuszkiewicz, W. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roslinnych Polsky. Warszawa: PWN, 2001. 537 p.

13. Weber H. E., Moravec J., Theurillat J-P. // J. Veget. Sci. 2000. Vol. 11. № 5. P. 739–768.

14. Westhoff V., Maarel E. van der. The Braun-Blanquet approach // Classification of plant communities (Ed. R.H. Whittaker). The Hague: Junk, 1978. P. 278 – 399.

L.M. SAPEGIN, N.M. DAJNEKO

NEW ASSOCIATIONS OF MEADOW VEGETATION IN THE LOWER IPUT' RIVER FLOODPLAIN

Summary

Prodromus of the syntaxons of floodplain meadows of the downstream of river Iput is described in this article and a new association *Poo angustifoliae – Agrostietum vineali* are defined.

УДК 630*182:630*174. 752

В.В. САРНАЦКИЙ, А.П. РОГОВОЙ

ЭКОЛОГО-ФИТОЦЕНОТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЕЛЬНИКОВ В КОНТЕКСТЕ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ И СОХРАНЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ

Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича

Введение. Интенсификация лесохозяйственного производства является неотъемлемым атрибутом развития человеческого общества в условиях становления рыночных отношений в экономике. При этом преобладает значительное увеличение объемов использования древесины и других лесных ресурсов, в том числе и в ельниках. Это обостряет проблему сохранения водорегулирующих, почвозащитных, рекреационных свойств лесов, разнообразия их растительного, животного мира и т.д. Актуальность, научная, практическая значимость соблюдения баланса между допустимыми объемами использования растительных ресурсов и экологией, выявления особенностей восстановления и формирования лесов в условиях интенсивного антропогенного воздействия, в том числе и на среду произрастания ельников, усиливаются в свете развития современных тенденций в области рационального природопользования и сохранения биологического разнообразия.

Приоритетные задачи стран, участвующих в реализации основных положений коллективного договора (соглашения) о биологическом разнообразии в лесах (в т.ч. и так называемые MCPFE, Монреальский процессы) [2, 9], имеют некоторые различия в области научного обоснования и организационно-

технических, технологических аспектах хозяйственной деятельности в связи с не одинаковыми природными, социально-экономическими условиями и применяемыми критериями в оценке их ресурсов. Наиболее прагматичный, по нашему мнению, подход к экономической оценке растительных ресурсов основан на учете биологического разнообразия как внутри отдельного фитоценоза (α-разнообразие или видовая насыщенность, флористическое богатство), так и видового разнообразия сообществ одной или разных формаций того или иного лесного массива, лесорастительного района и т.д. (β-разнообразие, γ-разнообразие и т.д.) [1-5, 7-10 и др.]. Отсутствие необходимой координации как между странами, участвующими в реализации вышеупомянутого соглашения [2, 9], так и внутри каждого государства в отдельности, в эколого-экономических, технологических аспектах сохранения биологического разнообразия приводит к деградации основных лесных формаций (в наибольшей мере темнохвойных лесов), а также антропогенно обусловленной фрагментации ареалов растительности. В совокупности это снижает экологическую безопасность на региональном уровне и, в конечном счете, эффективность работы предприятий лесного комплекса и промышленности в целом. Одними из инструментов в решении этих проблем являются: экологическая сертификация системы лесоуправления, лесопользования и лесных земель; рациональное использование древесных ресурсов в совокупности с применением эколого-щадящих технологий лесопользования, восстановления и формирования древостоев. Сертификат, как документ установленной формы, подтверждает соответствие объекта сертификации природоохранным требованиям действующих нормативных, правовых актов.

Материалы (объекты) и методы исследования. Изложены материалы и некоторые результаты многолетних работ, выполненных в экспедиционных, стационарных условиях в ельниках различных типов леса, породного состава, возраста, полноты и структуры древостоя, произрастающих в северных, центральных и южных регионах Беларуси, а также на участках рубок главного пользования и восстановления лесов, полученные в ходе реализации задания ГНТП «Управление лесами и рациональное лесопользование» (2006-2010 г.г.), ГПОФИ «Ресурсы растительного и животного мира» (2006 – 2010 г.г.) [6, 7 и др.].

Определение лесоводственно-таксационных характеристик насаждений проводили в соответствии с действующими в лесоустройстве нормативными документами. Использованы общепринятые в лесоведении, лесоводстве, лесной таксации, фитоценологии, почвоведении методы исследований.

Результаты и их обсуждение. Известно, что лесоводы применяют различные хозяйственные мероприятия, среди которых доминирующее положение в формировании древостоев занимают рубки леса. Их многообразие в наиболее общем представлении принято условно дифференцировать на три вида: 1) рубки ухода (РУ); 2) рубки главного пользования (РГП); 3) санитарные рубки (СР). Цели и задачи этих рубок различны, однако именно они в совокупности с теми или иными технологическими аспектами и способами формирования, восстановления лесов оказывают существенное влияние на лесную растительность и фауну (таблица). В свою очередь, РГП подразделяют на выборочные (ВРГП), сплошные (СРГП), постепенные (ПРГП), а также другие сочетания и варианты разных способов их проведения. Кроме обеспечения рационального использования древесных ресурсов их важное функциональное назначение – способствовать восстановлению лесов. Рубками ухода целенаправленно формируют породный состав, структуру древостоев и осуществляют промежуточное пользование древесными ресурсами до РГП.

Следует отметить, что некоторые требования экологической сертификации, а также повышенный ветровал и снеголом в изреженных рубками древостоях, формирующихся на гидроморфных торфяно-болотных и полугидроморфных почвах [7], находятся в противоречии с экономической эффективностью выращивания лесов. Это обусловливает проведение тех или иных способов РУ, СР, РГП и других хозяйственных мероприятий по формированию лесных насаждений, минимизации ущерба от частичной потери деловой древесины и рациональному использованию древесных ресурсов в зависимости от особенностей эдафотопа (почвенно-гидрологических условий) [7] и типа леса, повреждения древостоя.

Своевременное проведение РУ, СР в древостое в значительной мере способствует улучшению санитарного состояния насаждения и рациональному использованию древесных ресурсов. При этом основной комплекс хозяйственных мероприятий включает

выполнение следующих работ: надзор за состоянием ельников, компонентами которого являются рекогносцировочное обследование древостоев [6] и лесопатологический мониторинг; выборочные санитарные рубки; сплошные санитарные рубки; очистка леса от захламленности. Выбор санитарно-оздоровительного мероприятия в ельнике зависит от его состояния, полноты древостоя и количества сильно ослабленных, усыхающих и усохших деревьев. Уборка захламленности проводится, как правило, одновременно с выборочной санитарной рубкой или как самостоятельное мероприятие при наличии ликвидной древесины в виде бурелома, ветровала, снеголома и старого сухостоя. В местах вывала леса в первую очередь убирают участки свежего валежника для предотвращения опасности возникновения очагов стволовых вредителей и фитопатогенных организмов.

Рекомендуемые способы восстановления и формирования еловых лесов

Тип леса, эдафотоп	Почвы, богатство, влажность	Способы восстановления и формирования ельников
Е. брусничный, $В_2$	Дерново-подзолистые, супесчаные, песчаные, свежие	ВРГП, ПРГП, лесные культуры, в т.ч. частичные, подпологовые, содействие естественному возобновлению
Е. мшистый, $В_{2, 3}$	Дерново-подзолистые, супесчаные, свежие, несколько увлажненные	ВРГП, ПРГП, лесные культуры, в т.ч. частичные, подпологовые, содействие естественному возобновлению
Е. орляковый, $С_2$	Дерново-подзолистые, супесчаные, свежие, увлажненные	ВРГП, ПРГП, лесные культуры, в т.ч. частичные, подпологовые, содействие естественному возобновлению
Е. кисличный, $Д_2$	Дерново-подзолистые, суглинистые, свежие	ВРГП, ПРГП, лесные культуры, в т.ч. частичные, подпологовые, содействие естественному возобновлению
Е. снытевый, $Д_3$	Дерново-подзолистые, оглеенные, суглинистые, глинистые, влажные, проточные	ВРГП, ПРГП, лесные культуры, в т.ч. частичные, подпологовые, содействие естественному возобновлению, естественное заращивание
Е. крапивный, $Д_4$	Перегнойно-глеевые, перегнойно-	СРГП, лесные культуры, в т.ч. частичные, подпологовые,

	карбонатные, супесчаные, сырые, хорошо проточные	содействие естественному возобновлению, естественное заращивание
Е. папоротниковый, C_4	Перегнойно-глеевые, супесчаные, сырые, среднепроточные	СРГП, лесные культуры, в т.ч. частичные, подпологовые, содействие естественному возобновлению, естественное заращивание
Е. черничный, C_3	Дерново-подзолистые, оглеенные, супесчаные, суглинистые, влажные	ВРГП, ПРГП, лесные культуры, в т.ч. частичные, подпологовые, содействие естественному возобновлению, естественное заращивание
Е. долгомошный, B_4	Торфянисто-подзолисто глеевые, среднепроточные, сырые	СРГП, частичные лесные культуры, в т.ч. подпологовые, естественное заращивание
Е. приручейно-травяной, $C_{4, 5}$	Торфянисто-глеевые, подстилаемые песком, супесью, обводненные, среднепроточные	СРГП, частичные лесные культуры, в т.ч. подпологовые, содействие естественному возобновлению, естественное заращивание
Е. осоковый, B_5	Торфяно-глеевые, перегнойно-торфянисто-глеевые, слабопроточные	СРГП, естественное заращивание, частичные лесные культуры, в т.ч. подпологовые
Е. осоково-сфагновый, B_5	Торфяно-болотные, сильнообводненные, слабопроточные	СРГП, естественное заращивание, частичные лесные культуры, в т.ч. подпологовые
Е. крапивный (мелиоративный)	Торфяно-болотные, обводненные, проточные	СРГП, естественное заращивание, частичные лесные культуры, в т.ч. подпологовые, содействие естественному возобновлению
Е. папоротниковый (мелиоративный)	Торфяно-болотные, обводненные, проточные	СРГП, естественное заращивание, частичные лесные культуры, в т.ч. подпологовые
Е. долгомошный (мелиоративный)	Торфяно-болотные, обводненные, проточные	СРГП, естественное заращивание, частичные лесные культуры, в т.ч. подпологовые, содействие естественному возобновлению
Е. осоковый (мелиоративный)	Торфяно-болотные, обводненные,	СРГП, естественное заращивание, частичные лесные

	слабопроточные	культуры, в т.ч. подпологовые
Е. осоково-сфагновый (мелиоративный)	Торфяно-болотные, обводненные, слабопроточные	СРГП, естественное заращивание, частичные лесные культуры, в т.ч. подпологовые

Весьма важным обстоятельством в повышении эффективности лесохозяйственного производства является снижение трудовых, материальных и финансовых затрат на восстановление ельников, формирование древостоев, проведение рубок главного пользования и других хозяйственных мероприятий с максимально возможным использованием биологических, лесообразующих свойств ели и других пород, потенциальной производительности почв и т.д. В совокупности с эколого-щадящими технологиями формирования насаждений, лесопользования это в той или иной мере способствует сохранению биологического разнообразия в лесах.

Заключение. Технологические аспекты и лесоводственная эффективность восстановления ельников, формирования древостоев рубками ухода, проведения санитарных рубок и рубок главного пользования в свете требований экологической сертификации насаждений, сохранения биологического разнообразия в лесах обусловлены почвенно-гидрологическими условиями их произрастания и состоянием древостоев.

Литература

1. Браславская Т.Ю., Тихонова Е.В. // Лесоведение. 2006. № 2.С. 34-50.

2. Заугольнова Л.Б., Ханина Л.Г. // Лесоведение. 2004. № 3. С. 3-14.

3. Мартыненко В.Б., Соломещ А.И., Мулдашев А.А., Миркин Б.М. // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отделение биологии. 2002. № 5. С. 68-72.

4. Рыжова Н.В., Шутов В.В., Кожурин С.И., Дудин В.А, Коренев И.А, Малышев В.А, Таланов М.Б. Состав, продуктивность и динамика еловых лесов Костромской области. Кострома: Изд-во КГТУ, 2003. 129 с.

5. Рыжова Н.В., Шутов В.В., Коренев И.А., Малышев ВА, Лебедев О.Ю. // Лесоведение. 2003. № 5. С. 61–64.

6. Сарнацкий В.В. // Лесное и охотничье хозяйство. 2008. № 7. С. 17-21.

7. Сарнацкий В.В. Типологические группы еловых лесов в связи с режимом увлажнения почвы и продуктивностью древостоя // Мониторинг и оценка состояния растительного покрова. Материалы Международной научно–практической конференции (Минск 28–31 октября 2003 г.). Минск: ИОО "Право и экономика", 2003. С. 173-175.

8. Солнцев Г.К., Придня М.В. // Актуальные проблемы экологии в условиях современного мира: Материалы Международной научно-практической конференции. Майкоп, 2001. С. 87-89.

9. Hack J., Rohrich T. Die biologische Vielfalt wartet auf ihre Umsetzung // Osterr. Forstztg. 2002. № 6. S. 26.

10. Niklasson M., Nilsson S.G., Hedin J., Caldiz M. S., Bobiec A. J. Sustainability and biodiversity: From policy to implementation, with examples from Swedish forests // Sustainable Forest. 2005. № 2-3. P. 213-226.

SARNATSKIY V.V., ROGOVOY A.P.

ECOLOGICAL AND PHYTOCOENOLOGICAL FEATURES OF SPRUCE STANDS FORMATION UNDER FOREST MANAGEMENT INTENSIFICATION AND BIOLOGICAL DIVERSITY CONSERVATION

Summary

Results of ecological and phytocoenological analyses of spruce stands growth allowed to determined the features and technological aspects of formation, major harvests, restoration of spruce stands of different forest types in dependence of soil and hydrological conditions.

УДК 630*174.754

Р.В. ЦВИРКО

СОВРЕМЕННАЯ ТИПОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА СОСНОВОЙ ФОРМАЦИИ ПОДЗОНЫ ГРАБОВО-ДУБОВО-ТЕМНОХВОЙНЫХ ЛЕСОВ

Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф.Купревича

Введение. Геоботанические подзоны на территории Беларуси представляют собой широтно-климатические образования, которые характеризуются определенной структурой растительного покрова и дифференцируют лесную, луговую и болотную растительность [1, 2]. Они также характеризуют общие хорологические особенности флоры Беларуси [1–3]. Однако территория одной подзоны неоднородна по структуре растительности, поэтому выделение округов и районов позволило отразить зональные особенности растительных сообществ под влиянием климатических, эдафических, геоморфологических факторов и их сочетания.

Геоботанические округа характеризуются соотношением типов растительности, районы более подробно отражают эдафические, гидрологические и климатические особенности регионов [1–3].

Объект и методы исследований. Объектом исследований данной работы является лесная растительность подзоны грабово-дубово-темнохвойных лесов, а в качестве предмета рассматривается типологическая структура сосновой формации. Исследуемый регион представляет собой переходную полосу между широколиственными и темнохвойными лесами. Фитоценохорологическими рубежами данной подзоны является южная граница ареала ели и северная граница сплошного распространения граба [1]. Подзона грабово-дубово-темнохвойных лесов включает в себя 2 округа и 8 геоботанических районов [1–3].

В основу данной работы были положены материалы учета лесного фонда РУП «Белгослес» по состоянию на 01.01.2008 г.

Результаты и обсуждение. Сосновые леса на территории Беларуси трансзональны [3] и преобладают во всех подзонах и округах. В пределах подзоны грабово-дубово-темнохвойных лесов распространение сосновой формации различается по округам и районам (табл. 1). Так, сосновые леса Неманско-Предполесского округа занимают 61,3% лесопокрытой площади и отличаются повышенной продуктивностью по сравнению с Березинско-Предполесским (53,8% сосняков), особенно это характерно для Неманского, Беловежского и Волковысско-Новогрудского районов (табл. 1, 3).

Неманский геоботанический район охватывает территорию Неманской низменности и Лидской равнины. С запада низина постепенно переходит в Лидскую равнину, которая образована донной мореной и имеет более богатые почвы [1, 6]. Здесь преобладают сосняки мшистые, орляковые и вересковые – 61,0%, 13,5% и 10,4% соответственно (табл. 2).

Среди лесов Неманского района выделен Налибокский геоботанический район, который охватывает территорию бассейна правых притоков Немана до Ошмянских гряд на севере, подножья Минской возвышенности на востоке и Лидской равнины на западе [1, 6]. Повышенная обводненность территории, в основном за счет проточного увлажнения, сказывается на формационной структуре данного региона, где удельный вес сосновой формации уменьшается (45,3% лесопокрытой площади), а увеличивается доля

еловых и мелколиственных насаждений, причем распространение ельников здесь достигает максимального значения для подзоны (табл. 1). Продуктивность сосновых лесов Налибокского района также является самой низкой среди лесных массивов Неманско-Предполесского округа: средний класс бонитета – I,9. Участие граба обыкновенного в составе лесов здесь является минимальным среди всех районов подзоны.

Волковысско-Новогрудский геоботанический район охватывает леса Гродненской, Волковысской, Слонимской, Новогрудской возвышенностей и моренных равнин, примыкающих к Копыльской гряде. Данный регион в связи с относительно богатыми почвами характеризуется повышенным участием еловых (13,3%) и максимальным в пределах подзоны распространением широколиственных лесов (9,1%). В таких условиях сосна обыкновенная, как относительно слабый эдификатор, формирует в основном смешанные высокопродуктивные елово-сосновые или дубово-сосновые насаждения мшистого (57,8%), орлякового (18,4%) и кисличного (11,0%) типов леса (табл. 1–3).

В центральной и южной части Барановичской равнины и по окраине Припятского Полесья расположены лесные массивы Западно-Предполесского геоботанического района. Леса данного региона постепенно теряют бореальный облик, снижается доля еловых лесов (6,3%) и возрастает участие мелколиственных (29,3%) по сравнению с северными районами Неманско-Предполесского округа. Формация сосновых лесов (61,6%) представлена в основном монодоминантными древостоями и отличается максимальной встречаемостью мшистого типа для подзоны (68,1%).

Беловежский геоботанический район занимает возвышенный участок Прибугской равнины, примыкающий к Волковысской возвышенности. В регионе преобладают сосновые леса (61,5%), которые в основном представлены мшистым (54,1%), орляковым (14,7%) и черничным (12,1%) типами леса. Кроме того, часто встречаются сосняки кисличные (7,3%).

Таблица 1. Формационная структура лесной растительности в пределах подзоны грабово-дубово-темнохвойных лесов

Лесная формация	По подзоне		Распределение площади лесов по округам и районам, %									
			Неманско-Предполесский округ						Березинско-Предполесский округ			
	общая учтенная площадь, га	% от общей площади	Неманский	Налибокский	Волковысско-Новогрудский	Беловежский	Западно-Предполесский	итого по округу	Центрально-Березинский	Центрально-Предполесский	Чечерско-Приднепровский	итого по округу
Хвойные леса	1403299	66, 6	75,1	60,2	72,4	66,1	67,9	70,7	57,1	64,6	62,4	61,3
Сосновые	1222572	58,0	66,3	45,3	59,1	61,5	61,6	61,3	46,9	59,7	55,5	53,8
Еловые	180545	8,6	8,8	14,9	13,3	4,6	6,3	9,4	10,2	4,9	6,9	7,5
Прочие	182	<0,1	<0,1	<0,1	<0, 1	<0,1	<0,1	<0,1	–	–	<0,1	<0,1
Широколиственные леса	81571	3,9	2,2	2,7	9,1	5,2	2,1	3,8	3,3	4,8	3,7	3,8
Дубовые	66357	3,2	1,9	1,8	8,2	3,3	1,7	3,2	2,5	3,5	3,3	3,1
Грабовые	6357	0,3	0,1	<0,1	0,8	1,0	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3
Ясеневые	7449	0,4	0,2	0,9	0,1	0,8	0,2	0,3	0,5	0,9	0,1	0,4
Кленовые	785	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	<0,1
Липовые	511	<0,1	<0,1	0,2	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Прочие	112	<0,1	<0,1	–	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	–	<0,1	<0,1
Мелколиственные леса	616938	29,2	22,5	36,9	18,3	28,6	29,3	25,2	39,3	30,3	33,6	34,6
Березовые	383980	18,2	13,0	22,6	12,7	11,3	16,5	14,5	27,1	20,3	21,4	23,0
Осиновые	33231	1,6	1,2	2,6	1,6	1,1	0,9	1,4	2,2	0,9	2,2	1,9
черноольховые	196454	9,3	8,2	11,4	3,7	16,1	11, 9	9,1	9,9	9,1	9,6	9,5
сероольховые	157	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	–	–	<0,1	<0,1	<0,1	–	<0,1
Тополевые	1135	<0,1	0,1	<0,1	0,2	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Прочие	1981	0,1	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,4	0,2
Прочие леса	251	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Кустарники	6043	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,7	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Всего учтенных лесов	2108102	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Таблица 2. Типологическая структура сосновой формации подзоны грабово-дубово-темнохвойных лесов

Типы леса	По подзоне		Распределение площади лесов по округам и районам, %									
			Неманско-Предполесский округ						Березинско-Предполесский округ			
	общая учтенная площадь, га	% от общей площади	Неманский	Налибокский	Волковысско-Новогрудский	Беловежский	Западно-Предполесский	итого по округу	Центрально-Березинский	Центрально-Предполесский	Чечерско-Приднепровский	итого по округу
Лишайниковый	5849	0,5	0,8	0,1	0,4	0,3	0,2	0,5	0,1	0,7	0,4	0,4
Вересковый	87203	7,1	10,4	10,0	4,3	4,2	5,3	7,6	2,7	9,3	7,0	6,4
Брусничный	6052	0,5	0,6	1,4	0,5	0,5	0,3	0,6	0,5	0,4	0,2	0,4
Мшистый	691440	56,6	61,0	48,1	57,8	54,1	68,1	60,3	42,1	50,0	57,5	51,1
Зеленомошный	4363	0,4	0,1	3,7	0,1	–	0,4	0,4	0,6	0,2	0,1	0,3
Орляковый	146360	12,0	13,5	3,1	18,4	14,7	8,6	12,7	11,3	5,5	14,2	10,9
Кисличный	51441	4,2	3,3	2,3	11,0	7,3	2,7	4,9	3,1	2,0	4,0	3,2
Черничный	140923	11,5	6,9	19,5	5,6	12,1	10,9	9,0	17,0	21,1	10,6	15,3
Долгомошный	35877	2,9	1,6	7,3	1,0	2,3	1,8	2,0	6,0	5,4	2,4	4,3
Приручейно-травяной	1630	0,1	0,1	0,1	0,1	0,7	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1
Багульниковый	22708	1,9	0,9	2,9	0,4	1,1	0,9	1,0	5,5	2,5	2,0	3,1
Сфагновый	2709	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	1,5	0,1	0,1	0,5
Осоково-сфагновый	17507	1,4	0,5	0,9	0,2	1,4	0,1	0,5	6,7	2,0	1,0	2,9
Осоковый	8510	0,7	0,3	0,6	0,2	1,3	0,5	0,4	2,7	0,6	0,4	1,1
Всего	1222572	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Таблица 3. Распределение сосновой формации подзоны грабово-дубово-темнохвойных лесов по классам бонитета

Неманско-Предполесский округ											
Район	Общая площадь, га	Класс бонитета, га/%									Средний класс бонитета
		Iб	Ia	I	II	III	IV	V	Va	Vб	
Неманский	317484	1571 0,5	42584 13,4	149942 47,2	94695 29,8	22286 7,1	4095 1,3	908 0,3	1315 0,4	88 <0,1	I,4
Налибокский	56754	–	836 1,5	18555 32,7	29128 51,3	5671 10,0	1387 2,4	680 1,2	462 0,8	35 0,1	I,9
Волковысско-Новогрудский	133666	–	6528 4,9	67804 50,7	50187 37,6	7431 5,6	984 0,7	668 0,5	51 <0,1	13 <0,1	I,5
Беловежский	64903	–	4772 7,4	32044 49,4	22875 35,2	2504 3,9	1252 1,9	534 0,8	846 1,3	76 0,1	I,5
Западно-Предполесский	152806	–	2447 1,6	63743 41,7	76401 50,0	7312 4,8	1950 1,3	688 0,5	178 0,1	87 <0,1	I,7
Итого по округу	**725613**	**1571 0,2**	**57167 7,9**	**332088 45,8**	**273286 37,7**	**45204 6,2**	**9668 1,3**	**3478 0,5**	**2852 0,4**	**299 <0,1**	**I,5**
Березинско-Предполесский округ											
Район	Общая площадь, га	Класс бонитета, га/%									Средний класс бонитета
		Iб	Ia	I	II	III	IV	V	Va	Vб	
Центрально-Березинский	139149	–	1152 0,8	68785 49,4	38930 28,0	7704 5,6	5427 3,9	16162 11,6	947 0,7	42 <0,1	II,0
Центрально-Предполесский	138124	–	2158 1,6	52142 37,8	64837 46,9	10720 7,8	3385 2,4	3750 2,7	1117 0,8	15 <0,1	I,8
Чечерско-Приднепровский	219686	–	3532 1,6	110087 50,1	85952 39,1	11343 5,1	3934 1,8	3861 1,8	789 0,4	188 0,1	I,6
Итого по округу	**496959**	**–**	**6842 1,4**	**231014 46,5**	**189719 38,2**	**29767 6,0**	**12746 2,5**	**23773 4,8**	**2853 0,5**	**245 0,1**	**I,8**
Итого по подзоне	**1222572**	**1571 0,1**	**64009 5,3**	**563102 46,1**	**463005 37,9**	**74971 6,1**	**22414 1,8**	**27251 2,2**	**5705 0,5**	**544 <0,1**	**I,6**

Березинско-Предполесский округ подзоны грабово-дубово-темнохвойных лесов в долготном направлений почти вдвое меньше предыдущего округа. Это связано с тем, что климат данной территории в большей степени континентален [4, 5, 7] и поэтому область распространения фитоценозов с видами бореальной и неморальной флоры сужается к востоку. В отличие от лесов Неманско-Предполесского геоботанического округа данная территория характеризуется увеличением доли мелколиственных пород (34,6%) и снижением участия хвойных лесов (61,3%, из них сосновых – 53,8%, еловых – 7,5%). В типологическом отношении сосновая формация отличается повышенной долей лесных фитоценозов, формирующихся на торфяно-болотных почвах (7,6%). В целом, преобладают сосняки мшистые (51,1%), черничные (15,3%) и орляковые (10,9%). Как видно из табл. 2, в исследуемом округе сосняки в большей степени сохраняют облик южно-таежных бореальных лесов.

Центрально-Березинский геоботанический район находится на территории Центрально-Березинской равнины, которая на юго-западе сменяется Слуцкой равниной, примыкающей к Копыльской гряде [1,6]. В отличие от других районов округа, лесная растительность данного региона характеризуется повышенным участием еловых (10,2%) и березовых лесов (27,1%). Удельный вес сосновой формации составляет всего 46,9% площади покрытых лесом земель района, а ее типологической особенностью является большая доля лесных фитоценозов, формирующихся на торфяно-болотных почвах (16,4%), что, естественно, сказывается на их продуктивности, которая является самой низкой по подзоне (средний класс бонитета – II,0). Сосняки мшистые, черничные и орляковые составляют, соответственно, 42,1%, 17,0% и 11,3%.

Фитоценотическая структура лесной растительности Центрально-Предполесского геоботанического района у границы сплошного распространения ели постепенно теряет облик южно-таежных лесов. Еловые леса составляют уже всего 4,9% покрытой лесом площади, увеличивается доля широколиственных лесов (4,8%). Формация сосновых лесов (59,7%) представлена в основном мшистым (50,0%) и черничным (21,1%) типами леса, несколько больше становится сосняков вересковых – 9,3%.

Чечерско-Приднепровский район расположен на стыке Оршано-Могилевской равнины и Приднепровской низменности,

рельеф территории относительно ровный. Лесная растительность данного региона по фитоценотической структуре наиболее близка к структуре всего округа. Преобладающей породой является сосна обыкновенная (55,5%), снижается участие в составе лесов граба (0,2%) и ясеня (0,1%), встречаемость которого по сравнению с другими районами подзоны достигает здесь минимального значения. Среди сосновых лесов основными типами леса являются мшистый (57,5%), орляковый (14,2%) и черничный (10,6%). Необходимо отметить, что сосняков с повышенным и избыточным увлажнением в Чечерско-Приднепровском районе вдвое меньше (16,6%), чем в остальных районах округа, причем из них на торфяных болотах 3,5%, что, в свою очередь, отражается на продуктивности (средний класс бонитета сосны обыкновенной для района выше – I,6).

Заключение. Таким образом, из приведенных данных, а также по исследованиям многих авторов [1–5] видно, что типологическая структура сосновой формации даже в пределах одной подзоны взаимосвязана с комплексом физико-географических и почвенно-климатических факторов. На формирование сосновых фитоценозов в большей степени оказывает влияние почвенно-гидрологический режим территории. Хотя сосна обыкновенная и занимает довольно широкий эдафический ареал, но на более плодородных почвах она уступает господство ели и дубу, которые стоят выше ее в ряду эдификаторов [3]. При эвтрофном заболачивании сосна уже уступает березе пушистой и ольхе черной.

Литература

1. Юркевич А.Д., Гельтман В.С. География, типология и районирование лесной растительности Белоруссии. Минск : Наука и техника, 1965. 288 с.

2. Юркевич А.Д., Голод Д.С., Адерихо В.С. Растительность Белоруссии, ее картографирование, охрана и использование. Минск : Наука и техника, 1979. 248 с.

3. Гельтман В.С. Географический и типологический анализ лесной растительности Белоруссии. Минск : Наука и техника, 1982. 326 с.

4. Ловчий Н.Ф. Экологический анализ структуры и продуктивности сосновых лесов Беларуси. Минск : Бел. навука, 1999. 263 с.

5. Юркевич А.Д., Ловчий Н.Ф. Сосновые леса Белоруссии: Типы, ассоциации, продуктивность. – Минск : Наука и техника, 1984. 176 с.

6. Матвеев А.В., Гурский Б.Н., Левицкая Р.И. Рельеф Белоруссии. – Минск : Университетское, 1988. 320 с.

7. Краткая климатическая характеристика [Electronic resource] / Сайт республиканского гидрометеоцентра. Mode of access: http://www.pogoda.by/315/klim.php – Date of access: 12.03.2009.

R.V. TSVIRKO

MODERN TYPOLOGICAL PINE FOREST STRUCTURE OF HORNBEAM-OAK-CONIFEROUS FORESTS REGION

Summary

The forest vegetation of hornbeam-oak-coniferous forest region of Belarus is the object of investigation in this article. Typological structure of pine forests is considered as the subject of research. Though pine (*Pinus sylvestris*) is overzonal species and occupies a quite broad edaphic area, different factors have an influence on distribution and phytocenosis structure of pine forests.

УДК: 582.594.2:502.753(476)

ЧУМАКОВ Л.С.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОПУЛЯЦИИ *NEOTTIANTHE CUCULATA (L.)* SCHLECHTER *(*ORCHIDACEAE*)* В БЕЛАРУСИ

Республиканский экологический центр детей и юношества

Введение. Неоттианта клобучковая – *Neottianthe cucullata (L.) Schlechter* – многолетнее травянистое растение из семейства *Orchidaceae* (ятрышниковых или орхидных). Этот вид распространен в Средней (Польша, Австрия) и Восточной (Украина, Беларусь) Европе, странах Балтии, на юге Западной и Восточной Сибири, Дальнем Востоке, а также в Монголии, Северном Китае и Джунгаро-Кашгарской области [1; 3].

В Беларуси растение встречается в отдельных локалитетах и островных участках вблизи южной границы ареала преимущественно на равнинах и возвышенностях Предполесья и в пределах Белорусской гряды. В северо-восточной части республики и центральном Полесье (за исключением Мозырьской возвышенности) вид не обнаружен [3]. В гербарии Института экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси

хранятся экземпляры *N. cucullata* из Браславского р-на (берег оз. Дривяты) Витебской области, Барановичского р-на (окрестности оз. Гать, у р. Лохозва) Брестской области, Логойского и Молодечненского (берег р. Вилия) р-нов Минской области и Чериковского р-на Могилевской области

В условиях Беларуси неоттианта клобучковая произрастает главным образом в старовозрастных сосновых и смешанных (сосново-березовых с елью, сосново-дубовых) лесах мшистого и орлякового типов в условиях волнистого, грядово-холмистого рельефа. Наиболее благоприятны для произрастания неоттианты сосняки вблизи рек и озер преимущественно на песчаных и супесчаных почвах, что может быть связано с повышенными требованиями растения к влажности воздуха и подстилки. Предпочитает неоттианта участки с хорошо развитым моховым покровом и не густым травостоем.

В пределах ареала неоттианта клобучковая цветет в июле–августе (обычно не каждый год) [1]. В условиях Беларуси, очевидно, основное время цветения приходится на август, поскольку практически все цветущие гербарные образцы представлены растениями, собранными в первой половине августа. После опыления с помощью насекомых до 80% цветков образуют плоды. Семена созревают в августе–сентябре и распространяются ветром.

Как лекарственное растение в условиях массового произрастания неоттианта клобучковая может применяться сходно с любкой двулистной, прежде всего при сердечной недостаточности, для усиления мужской потенции [4-5]. Химический состав растения изучен весьма слабо. Известно, что цветки содержат антоцианы: хризантемин, цианин, серанин, офрисанин, серапианин, орхицианин. Пригодна неоттианта и для получения салепа.

Как редкий вид неоттианта клобучковая в нашей стране впервые взята под охрану в 1964 г. Была включена в первое (1981 г.) и второе (1993 г.) издания Красной книги Беларуси. В третьем издании Красной книги Беларуси (2005 г.) неоттианта клобучковая отнесена ко 2 категории охраны – исчезающий вид. В настоящее время численность неоттианты в достоверно известных местонахождениях невелика. Наиболее крупные популяции на территории Беларуси в конце XX – начале XXI в. выявлены в

Чериковском, Пружанском и Молодечненском районах. Например, в 1998 г. в Чериковском р-не в окрестностях д. Баков на отдельных участках сосняка мшисто-чернично-орлякового с березой и еловым подростом наблюдалось порядка 200 цветущих особей (по сведениям Дубовика Д.В.). Состояние большинства других популяций оценивается как критическое, а в ряде ранее известных местонахождений вид уже не обнаруживается.

Определяющим фактором угрозы для данного вида является антропогенный: хозяйственное освоение территории и вырубка лесов. Косвенным фактором может служить естественная сукцессионная смена растительности.

Помимо Беларуси неоттианта клобучковая в настоящее время охраняется в Латвии, Литве, Украине и Польше; также включена в Приложение 2 к Конвенции СИТЕС.

Для сохранения этого редкого и весьма интересного вида на территории нашей страны крайне важен контроль состояния известных популяций, проведение мониторинговых исследований, изучение биологии и экологии вида в условиях антропогенной нагрузки на среду. Однако в Беларуси подобная работа практически не проводилась. В отечественной литературе практически нет сведений о состоянии известных популяций неоттианты, о численности растений, их морфометрических характеристиках, фенологии и т.д. Отсутствуют также важные для мониторинга данные о состоянии мест произрастания неоттианты. Все это и вызывает необходимость проведения исследований по изучению неоотианты клобучковой в местах ее произрастания.

Основной целью нашей работы было – дать экологическую и морфологическую оценку популяции неоттианты клобучковой в естественных условиях ее произрастания на берегу р. Вилия в Молодечненском районе Минской области.

Материалы и методы исследований. Гербарные образцы *N. cucullata* хранятся в Гербарии Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси. Исследования проводились в августе-сентябре 2008 года в окрестностях д. Засковичи Молодечненского района Минской области на левобережье р. Вилия при впадении р. Уша. Эта территория является зоной отдыха населения близ расположенных деревень и дачных поселков и на значительной площади подвергается весьма высокой антропогенной нагрузке.

Впервые здесь неоттианта клобучковая отмечена нами в 2002 году. Всего было обнаружено 19 генеративных особей на общей площади около 20 м^2. Повторное детальное изучение этой популяции *N. cucullata* проведено в 2008 г. Установлено, что неоттианта мозаично встречается в прибрежной зоне полосой 20—50 м ширины и более 700 м длины. Местами *N. cucullata* образует скопления площадью от 3 до 20 м^2. Для проведения морфометрических исследований были отобраны 4 таких скопления, занимавших участки, различающиеся рельефом, местоположением относительно реки, а также характером напочвенной растительности и антропогенной нагрузки. Два участка (№ 1 и № 2) располагались в сосняке злаково-разнотравном в 50—100 м от впадения р. Уши. Участок №1, расположенный вблизи лесной дороги, отличается обилием мыльнянки (*Saponaria officinalis* L.), проективное покрытие которой здесь более 50%. Проективное покрытие злаками, в частности *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth., примерно такое же. Участок №2 расположен ближе к реке. В настоящее время он менее посещаем отдыхающими, поскольку сильно зарастает малиной, ежевикой сизой, бересклетом бородавчатым и другими древесно-кустарниковыми видами. Следует отметить также заметное развитие на этих участках *Humulus lupulus* L. Проективное покрытие зеленых мхов на обоих участках менее 10%.

Два других участка (№ 3 и № 4) расположены в сосняке мшистом. Несмотря на то, что покрытие зеленых мхов на этих участках достигает 100%, здесь довольно представлены злаки и разнотравье. Участок № 3, расположенный на некотором удалении от реки вблизи лесной дороги, подвергается антропогенной нагрузке в силу своего рельефа и местоположения. Вблизи него наблюдаются старые кострища, а также довольной большой по площади выжженный участок, зарастающий малиной, иван-чаем, одуванчиком, золотой розгой, ослинником и другими растениями, характерными для синантропных сообществ. Участок №4 находится вдали от всех трех и располагается в старом сосняке мшистом с елью, дубом и крушиной. Этот участок значительно реже посещается людьми. Основная нагрузка на него приходится из-за проходящей здесь лесной дороги. В напочвенном покрове господствуют зеленые мхи, а вблизи дороги из разнотравья

представлены земляника, ландыш, хвощи, щавель кислый, смолевка обыкновенная и некоторые другие растения.

Оценку численности популяции мы проводили, руководствуясь литературными сведениями соотношения вегетативных и генеративных особей [1]. На этих участках проведен прямой подсчет только цветущих особей неоттианты, так как подсчитать растения других возрастов оказалось довольно сложно из-за их многочисленности и плотных скоплений, в которых одновременно находилось по нескольку десятков особей.

Морфометрические характеристики цветущих особей получали измерением при помощи штангенциркуля длины и ширины нижнего листа, длины стебля от нижнего листа до последнего цветка, длины всего соцветия, кроме того, подсчитывали количество цветков в соцветии.

Измерения проводили не менее чем у 30 растений с каждого участка. Одновременно были собраны листья для проведения химических анализов и отобраны образцы почв для агрохимических исследований.

Химические анализы растения выполнены нами в Центре коллективного пользования МГЭУ им. А.Д.Сахарова рентгено-флуоресцентным методом.

Оценку содержания воды в растении, а также влажность почвы оценивали методом высушивания до постоянного веса и последующим пересчетом содержания воды в проценты.

Все полученные данные обработаны с применением методов стандартной статистики [2].

Выражаем благодарность членам секции «Экология и краеведение» РЭЦДиЮ С. Цвирко, А. Шамко, А. Кузнецову и Б. Воробьеву за помощь в проведении полевых исследований и предоставленные фотоматериалы, аспирантам Центра коллективного пользования МГЭУ им. А.Д. Сахарова за помощь в работе на приборах при проведении химических анализов.

Результаты исследований и их обсуждение.

Количество растений на территории исследований. На территории исследований нами обнаружены 698 генеративных особей неоттианты клобучковой, находящихся в фазе бутонизации, цветущих и отцветающих. По литературным данным [1] в пределах ареала в благоприятных условиях генеративные особи могут

составлять до 40% популяции, а, например, в Московской области 9—28%. Исходя из этого, можно предположить, что на территории исследований в 2008 г. могло произрастать порядка 2 тыс. и более особей разных возрастов. По данным ряда авторов (Filipek, 1956; Sarosiek et al, 1991/цит. по [1]) неоттианта иногда образует скопления от 1200 до 2000 экз. Однако в последнее время в лесной зоне подобных популяций практически не осталось. На территории нашей республики в известных местах произрастания неоттианта также немногочисленна [3]. Следовательно, изучаемая нами популяция неоттианты клобучковой в настоящее время может считаться одной из наиболее крупных на территории Беларуси.

Цветение. Цветение одной особи вида длится обычно около трех недель и более. В лесной зоне раннее начало цветения приходится на 9—10 июля, среднее – 20—22 июля, а позднее – на 5—10 августа. В целом оно зависит от погоды и может сдвигаться на месяц. При наблюдении 9 августа 2008 г. нами были обнаружены 2 экземпляра неоттианты клобучковой, закончивших цветение к этому времени. Однако все остальные учтенные нами особи только зацветали или находились в стадии бутонизации. Следовательно, можно заключить, что массовое цветение неоттианты было поздним, хотя и наблюдалось зацветание нескольких особей в более ранние сроки. Цветение закончилось к концу первой декады сентября.

Фитоценология и условия произрастания. Неоттианта клобучковая, являясь лесным видом, чаще растет в сосновых лесах с хорошо развитым покровом из зеленых мхов. Встречается она также в смешанных лесах, однако предпочитает места с разреженным травяным покровом, так как не выдерживает конкуренции с другими видами. По нашим наблюдениям этот вид встречается как на участках с хорошо развитым моховым покровом (проективное покрытие до 100%), так и на почти свободных от зеленых мхов. Многочисленна *N. cucullata* и там, где довольно обильны мыльнянка (*Saponaria officinalis* L.), хвощ луговой (*Equisetum pretense* L.), щавель малый (*Rumex acetosella* L.) и кислый *R. acetosa* L.), малина (*Rubus idaeus* L.) и другие растения. В целом нами выявлено более 50 видов сосудистых растений, произрастающих совместно с неоттиантой. Среди них 1 папоротник (*Dryopteris carthusiana* (Vill.) H.P.Fuchs) и 11 видов древесных и кустарниковых растений. На отдельных участках обилен подрост

ели и дуба, часто встречается можжевельник (*Juniperus communis* L.). Совместно с неоттиантой клобучковой произрастают с другие орхидные: *Goodyera repens* (L.) R.Br. и *Epipactis helleborine* (L.) Crantz.

Исследования, проведенные нами в сосняках злаково-разнотравном и мшистом, показали, что на развитие неоттианты оказывают влияние растительный покров и рельеф участка. При хорошо развитом моховом покрове растения неоттианты встречались довольно разрозненно, отдельными экземплярами. При густом напочвенном травяном покрове и слабом развитии мхов неоотианта образует мощные скопления (наподобие кочек), состоящие из нескольких десятков особей. Площадь, занимаемая такими скоплениями, минимальна. Очевидно, это связано именно со слабой конкурентоспособностью вида. Поэтому неоттианта растет здесь именно в тех местах, которые более-менее свободны от других растений. Поселяется она и на полностью заросших мхами и цветковыми растениями кострищах, и участках лесной гари.

Лучше развиваются растения неоттианты в местах со средним положением в рельефе. На пониженных участках и верхушках всхолмлений она редка. Однако довольно хорошо чувствует себя по обочинам лесных дорог. Непосредственно на берег реки Вилия растение не выходит, встречаясь на удалении в 20-30 м от воды на обрывистых берегах.

Большинство выявленных нами участков характеризуются довольно сходными условиями по освещенности. Затененность поверхности почвы здесь невелика. На открытых участках вид встречается реже, хотя иногда и образует небольшие скопления из нескольких десятков особей. Обнаружено также небольшое скопление (около десятка особей) неоттианты в условиях сильного затенения непосредственно под густыми старыми елями примерно в 20 м от реки.

Почвы на территории исследований подзолистые, песчаные и супесчаные. Средняя влажность почв – 25,9±3,72%. Местами она повышается до 42% или понижается до 15,2%. Судя по хорошему развитию хвощей и щавелей почвы довольно кислые (pH менее 5,0).

Морфометрические характеристики. Морфометрические характеристики генеративных особей неоттианты клобучковой мы оценивали на участках с различными экологическими условиями.

Установлено, что наиболее крупные по всем параметрам растения произрастают в условиях жесткой конкуренции на участке с обилием мыльнянки и злаков и слабо развитым моховым покровом (участок №1). Средняя длина листа составляет здесь 6,7 см, а высота стебля – 23,6 см (табл. 1). Растения с этого участка характеризовались также наиболее крупным соцветием, среднее число цветков в котором составило 14,2, а максимальное достигало 25. По своим параметрам несколько приближаются к ним растения с участка №3, характеризующегося хорошим развитием зеленых мхов. Влажность почв на этих участках составляет примерно 30%.

Вторую группу составляют растения с участков №2 и №4. Несмотря на существенную разницу в напочвенном травяном и моховом покрове для этих участков характерны близкие по значениям показатели влажности почв (15,2 и 15,6%).

Отдельные генеративные особи неоттианты характеризуются довольно заметной пластичностью размеров листьев. По нашим данным длина большего листа может колебаться от 2,8 до 9,8 см, а его ширина – от 1,1 до 4,2 см. Листовой индекс в среднем составляет 0,36 - 0,43 (табл. 1). Встречаются формы листьев как близкие к округлым (листовой индекс 0,74), так и довольно узкие (0,212). Высота растений на территории наших исследований колеблется от 6,5 до 34,3 см, что вполне соответствует данным других авторов [1, 3].

Таблица 1. Морфометрические характеристики генеративных особей *Neottianthe cucullata* на территории исследований

Показатель	Участок №1	Участок №2	Участок №3	Участок №4
Число листьев	2,1±0,08	2,0±0,06	2,0±0,00	2,0±0,03
Длина листа, см	6,72±0,30	4,74±0,20	5,80±0,17	5,27±0,17
Ширина листа, см	2,42±0,11	1,99±0,11	2,36±0,14	2,03±0,09
Ширина/длина листа	0,36±0,01	0,43±0,02	0,41±0,02	0,39±0,02
Высота стебля, см	23,57±1,01	17,94±0,74	19,66±1,07	18,27±0,72
Длина соцветия, см	6,39±0,48	4,31±0,30	5,23±0,49	4,46±0,31
Число цветков	13,20±1,15	11,00±0,91	13,05±1,32	10,97±0,94

Длина соцветия может составлять 1,8-13 см, а число цветков – 1-25. Развитие короткого соцветия с небольшим количеством

цветков, возможно, обусловлено повреждением точки роста насекомыми-вредителями. Фитофаги ежегодно могут поедать 6—40% генеративных особей [1]. В летний период 2008 г. фитофагами было повреждено более 10% цветущих растений. Чаще наблюдалось поедание одного из нижних листьев, реже – значительное повреждение обоих листьев. Отмечено также отгрызание соцветия. Среди вредителей, повреждающих генеративные особи неоттианты преобладали гусеницы медведицы бурой (*Phragmatobia fuliginosa* L.).

Поскольку в Беларуси неоттианта клобучковая находится у южной границы своего ареала, здесь можно было ожидать некоторых отличий в морфометрических параметрах вида от таковых в иных частях ареала. Однако сравнение таковых, полученных нами, с данными по Московской области и Башкортостану не показало статистически достоверной разницы по большинству параметров (табл. 2). Растения из Башкортостана имеют лишь более широкие листья. Следовательно, можно заключить, что, несмотря на некоторые колебания, оцениваемые нами морфометрические параметры неоттианты клобучковой в пределах ареала довольно постоянны.

Таблица 2. Сравнительные морфометрические характеристики генеративных особей *Neottianthe cucullata*

Показатель	Беларусь (I)*	Московская обл. (II)**	Башкортостан (III)**	Достоверность разницы (t_d)	
				I - II	I – III
Число листьев	(1) 2 (3)	2 (3)	(1) 2 (3)	-	-
Длина листа, см	5,63±0,42	5,30±0,40	4,88±0,14	0,569	1,693
Ширина листа, см	2,20±0,11	2,90±0,80	2,76±0,08	0,866	**4,118**
Длина соцветия, см	5,10±0,47	6,3±0,43	5,83±0,40	1,884	1,183
Число цветков	12,3±0,80	13,5±2,70	11,6±0,50	0,426	0,742

Примечание. * - усредненные данные наших исследований по 4 участкам
** - по литературным данным [1]

Химический (элементный) состав растений неоттианты клобучковой и почв из мест ее произрастания. Рентгено-флуоресцентный анализ позволил выявить в почвах сосняков на территории произрастания неоттианты клобучковой 29 элементов, среди которых преобладают K, Fe и Ca (табл. 3). Содержание калия превышало 7 мг/г почвы, железа было почти вдвое, а кальция вчетверо меньше. В небольшом количестве в почвах содержатся

также Ti, Mn, Cr, Zn, Ba и некоторые другие элементы. Одним из показателей антропогенной нагрузки на территорию является содержание в почве свинца, главный источник поступления которого в почву – выбросы автотранспорта, работавшего в прежние годы на этилированном бензине. В местах произрастания *N. cuculata* содержание Pb в почве не превышает значение кларка этого элемента (около 13 мкг/г почвы). В листьях неоттианты выявлены все 29 элементов, обнаруженные в почве (табл. 3).

Среди них также преобладают K и Ca. Количество первого может достигать 10 мг/г массы растения, а второго – 5 мг/г. Значительно меньше содержание в растении таких микроэлементов как Fe, Mn, Zn, Rb, Cu, Sr. Содержание серы может достигать 1,9 мг/г массы, однако для получения достоверных данных по ней необходимо проведение дополнительных исследований. Количество Cl в листовой массе составляет 0,2 мг/г.

Корреляционный анализ позволил выявить прямую зависимость между содержанием K в растении и почве ($r = + 0,80$), и обратную зависимость между содержанием в растении и почве Zn ($r = – 0,76$) и Rb ($r = – 0,69$). Несмотря на высокое содержание в растении кальция нами не установлено зависимости накопления этого элемента растением от его содержания в почве. Низкая потребность неоттианты клобучковой в Ca отмечали также и польские исследователи (Sarosiek et al., 1991; цит. по [1]). Анализ содержания отдельных микроэлементов в почве и растении позволяет предположить, что для неоттианты, вероятно, характерно концентрирование меди. Если содержание этого элемента в почвах было ниже чувствительности прибора, то в растении достигало 12 мкг/г массы. Однако для подтверждения данного предположения необходимы дополнительные исследования.

Среднее содержание воды в листьях неоттианты к концу вегетационного периода достигает 92,4±0,37%. При этом наблюдается прямая зависимость между содержанием воды в листьях растения и влажностью почв. Несмотря на относительно невысокое значение коэффициента корреляции ($r=+0,58$) это вполне закономерно для растений, произрастающих на песчаных почвах и довольно сильно зависящих от содержания здесь влаги. В условиях периодического повышения влажности (после дождей) эти растения вынуждены быстро запасать воду, которая также быстро расходуется при подсыхании почв в жаркий период.

Таблица 3. Химический (элементный) состав листьев *Neottianthe cuculata* и почвы из мест произрастания популяции

Химический элемент	Содержание в почве, мкг/г	Содержание в листьях, мкг/г
K	7182,4±511,0	10124,9±1033,1
Ca	1871,8±265,8	4990,5±366,9
Fe	3926,8±480,0	76,0±11,1
Mn	235,8±67,2	66,3±8,1
Zn	81,4±26,8	19,2±1,3
Rb	36,0±6,8	15,7±1,6
Cu	+	12,3±2,8
Sr	27,4±4,2	6,0±0,6
Co	+	1,2±0,2
Sn	+	0,6±0,0
Cl	+	191,4±24,8
Br	+	0,7±0,1
Ti	480,9±112,4	+
Zr	56,0±15,5	+
Ag	+	+
Hg	+	+
Pb	12,9±1,2	+
Bi	+	+
Cd	+	+
V	+	+
Cr	123,4±18,4	+
Ni	+	+
Se	+	+
Au	+	+
Sb	+	+
Ba	89,8±8,5	+
Tl	-	+
I	+	+
S	+	+
As	+	-

Заключение. Неоттианта клобучковая – *Neottianthe cucullata* (L.) в окрестностях д. Засковичи Молодечненского района Минской области на левобережье р. Вилия мозаично встречается в сосняках

мшистых и злаково-разнотравных и произрастает на общей площади около 2 га. Здесь выявлено 698 экземпляров генеративных особей. Общее же количество растений всех фаз развития на период исследований превышает 2 тысячи, что позволяет считать данную популяцию одной из наиболее крупных в Беларуси.

Морфометрические характеристики, а также фенология *N. cuculata* в целом соответствуют таковым из иных частей ареала. Среди отдельных элементов, входящих в состав надземной зеленой массы растения, преобладают К и Са, причем наблюдается прямая зависимость между содержанием калия в растении и его содержанием в почве. Содержание воды в надземных частях неоттианты превышает 92% от массы растения.

Литература

1. Вахрамеева М.Г., Жирнова Т.В. // Биологическая флора Московской области. Вып. 15. Под ред. В.Н.Павлова. М.Изд-во «Гриф и К», 2003. С. 50-61.

2. Зайцев Г.Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М.: Наука, 1984. 424 с.

3. Красная книга Республики Беларусь: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений. / Гл. Редколлегия: Л.И. Хоружик (предс.), Л.М. Сущеня, В.И. Парфенов и др. Мн.:БелЭн., 2005. 456 с.

4. Лікарські рослини : Енциклопедичний довідник / За ред. А.М. Гродзинського. Київ, 1989. 544 с.

5. Растительные ресурсы России и сопредельных государств: Цветковые растения, их химический состав, использование. Семейства Butomaceae--Typhaceae. СПб: Наука, 1994. 271 с.

CHUMAKOV L.S.

ECOLOGICAL AND MORPHOLOGICAL CHARACTERISTIC OF THE POPULATION *NEOTTIANTHE CUCULATA* (L.) SCHLECHTER *(*ORCHIDACEAE*)* IN BELARUS

Summary

The estimation of the *Neottianthe cucullata* (L.) population at the river Vilija bank in the West of Minsk district have been made. The morphometric characteristics, some questions of phenology, conditions of vegetation, the elemental composition of plants were studed.

УДК 582. 282 (476)

Д.Б. БЕЛОМЕСЯЦЕВА

МИКРОМИЦЕТЫ ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ ХВОЙНЫХ РАСТЕНИЙ В БЕЛАРУСИ

Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси

Введение. Лесообразующими хвойными в Беларуси являются сосна обыкновенная и ель обыкновенная, как подлесочный кустарник и сосновых и сосново-еловых лесах произрастает можжевельник обыкновенный, реликтово-очаговое распространение имеет пихта белая. Однако природные условия Беларуси благоприятны также для произрастания большого числа других видов хвойных умеренного пояса, многие из которых успешно интродуцированы в нашей республике. Пригодными для использования в зеленом строительстве по устойчивости и декоративности признаны в настоящее время более 30 видов хвойных [6].

Патогенная микобиота интродуцированных хвойных пород ранее глубоко изучалась Н.И. Федоровым на кафедре лесозащиты БГТУ и В.Н. Федоровым в лаборатории микологии ИЭБ [5]. Многолетние исследования микобиоты декоративных хвойных пород ведутся в Центральном ботаническом саду НАНБ, в частности следует отметить работы Н.А. Галынской, Н.Г. Дишук, В.С. Голубевой [2, 3], в которых приводится значительный список фитопатогенных микромицетов на интродуцированных растениях. При наличии большого количества данных о микромицетах-возбудителях болезней интродуцентов, особенности видового состава сапртрофных микромицетов хвойных пород до настоящего времени остаются недостаточно изученным вопросом как в Беларуси, так и в сопредельных странах [4, 9]. Целью нашей работы было восполнение данного пробела.

Материалы (объекты) и методы исследования. Отбор проб надземных частей интродуцированных хвойных растений проводился в садово-парковых и лесных культурах, а также дендрариях на территории республики. При документировании и обработке гербарных образцов использовались общепринятые в

микологии методики, в том числе метод влажной камеры. Также изучались гербарные образцы микромицетов, собранные в разные годы В.Н. Федоровым и В.И. Корзенком. Микромицеты идентифицировали в соответствие с анатомо-морфологическими признаками по определителям R.W. Dennis, M.&J. Ellis, K.&L. Holm и др. [7-10].

Результаты и их обсуждение. В настоящее время на хвойных интродуцентах выявлено более 30 видов микромицетов, все они относятся к аскомицетам в их совершенной или в анаморфной стадиях. Ниже нами приводится список грибов, развивающихся на различных растениях.

Микромицеты на лиственнице. На лиственнице сибирской выявлено 2 вида пиреномицетов, встречающихся также как на сосне обыкновенной, так и на ели европейской.

Hypodermella Tubeuf 1895, *Rhytismataceae, Rhytismatales, Leotiomycetidae, Leotiomycetes*

Hypodermella laricis Tubeuf, Bot. Zbl. 61: 49 (1895). Syn.: *Hypodermella laricis* var. *octospora* Dearn., (1926); *Leptothyrella laricis* Dearn., (1928). На хвое *Larix sibirica* (рис. 1).

Leucostoma (Nitschke) Höhn. 1917, *Valsaceae, Diaporthales, Sordariomycetidae, Sordariomycetes*

Leucostoma curreyi (Nitschke) Défago, Phytopath. Z. 14: 130 (1942). Syn.: *Valsa curreyi* Nitschke, (1870). На мертвых ветках *Larix sibirica*.

Valsa Fr. 1849, *Valsaceae, Diaporthales, Sordariomycetidae, Sordariomycetes*

Valsa kunzei (Fr.) Fr., Summa veg. Scand., Section Post. (Stockholm): 411 (1849). На мертвых ветках *Larix sibirica*.

Из пяти выявленных видов дискомицетов, только два – *Lachnellula willkommii* и *Hypodermella laricis* встречается исключительно на лиственнице, вызывая ступенчатый рак ветвей и шютте хвои.

Lachnellula P. Karst. 1884, *Hyaloscyphaceae, Helotiales, Leotiomycetidae, Leotiomycetes.*

Lachnellula willkommii (Hartig) Dennis, Persoonia 2(2): 184 (1962). Syn.: *Dasyscyphus calycinus* var. *trevelyani* Cooke, (1875); *D. willkommii* (Hartig) Rehm, (1881); *Helotium willkommii* (Hartig) Wettst., (1887); *Lachnella calycina* var. *trevelyani* (Cooke) W. Phillips, (1887); *L. willkommii* (Hartig) Seaver, (1951); *Peziza willkommii* Hartig,

(1874); *Trichoscypha calycina* var. *trevelyanii* (Cooke) Boud., (1907); *T. willkommii* (Hartig) Boud., (1907); *Trichoscyphella willkommii* (Hartig) Nannf., (1932). На стволе и ветвях, возбудитель ступенчатого рака *Larix sibirica* (рис. 3).

Mytilinidion Duby 1861, *Mytilinidiaceae, Hysteriales, Incertae sedis, Dothideomycetes.*

Mytilinidion gemmigenum Fuckel, Jb. nassau. Ver. Naturk. 25-26: 19 (1871). Syn.: *Lophium fusisporum* Cooke; *Mytilinidion fusisporum* (Cooke) Sacc., (1883). На коре *Larix sibirica*.

Hyaloscypha Boud. 1885, *Hyaloscyphaceae, Helotiales, Leotiomycetidae, Leotiomycetes*

Hyaloscypha leuconica (Cooke) Nannf., Trans. Br. mycol. Soc. 20: 206 (1936). Syn.: *Lachnella leuconica* Cooke, (1887); *Trichopeziza leuconica* (Cooke) Sacc., (1889); *Urceolella leuconica* (Cooke) Boud., (1907). На шишках и опавших веточках *Larix sibirica*.

Hyaloscypha velenovskyi Graddon, Trans. Br. mycol. Soc. 58(1): 152 (1972). На древесине *Larix sibirica*.

Ciliolarina Svrcek 1977, *Hyaloscyphaceae, Helotiales, Leotiomycetidae, Leotiomycetes.*

Ciliolarina laricina (Raitv.) Svrček, Česká Mykol. 31(4): 199 (1977). Syn.: *Belonium piceae* var. *laricinum* Velen., (1934); *Cistella laricina* (Raitv.) Raitv., (1978); *Cistella piceae* var. *laricina* (Velen.) Dennis, (1968); Clavidisculum laricinum Raitv., (1970). На ветках *Larix sibirica*.

Грибы в анаморфной стадии представлены тремя видами гифомицетов, один из которых, *Meria laricis*, является возбудителем шютте лиственницы.

Meria laricis Vuill., Compte rendu hebdomadaire des Sciences de l'Academie des sciences, Paris 122: 21 (1896). Syn.: *Allescheria laricis* R. Hartig, (1899); *Hartigiella laricis* (R. Hartig) P. Syd., (1900). Вызывает шютте, дехлороз и опадение хвои *Larix sibirica* (рис. 2).

Trimmatostroma scutellare (Berk. & Broome) M.B. Ellis, More Dematiaceous Hyphomycetes (Kew): 28 (1976). Syn.: *Sporidesmium scutellare* Berk. & Broome, (1850). На отмерших ветках *Larix sibirica*.

Trimmatostroma scutellare является достаточно обычным видом и встречается на древесине большинства хвойных.

Из двух выявленных целомицетов только цитоспора является приуроченной лиственнице, *Coniothyrium fuckelii* встречается на сосне и ели.

Cytospora abietis Sacc., Syll. fung. (Abellini) 3: 269 (1884). На отмерших ветках *Larix sibirica*.

Coniothyrium fuckelii Sacc., Fungi venet. nov. vel. Crit., Ser. 5: 200 (1878). На хвое *Larix sibirica*.

Таким образом можно констатировать, что микобиота лиственницы сибирской близка к микобиоте сосны и ели по составу сапротрофных грибов, но совершенно отлична по составу фитопатогенов. Не было выявлено ни одного заболевания, которое может передаваться от лиственницы другим хвойным и наоборот.



Рис. 1. *Hypodermella laricis*



Рис. 2. *Meria laricis*



Рис. 3. *Lachnellula willkommii*

Микобиота кипарисовника. На кипарисовнике выявлен 1 вид сумчатых грибов из группы пиреномицетов:

Trichothyrina (Petr.) Petr. 1950, *Microthyriaceae*, *Microthyriales*, *Dothideomycetidae*, *Dothideomycetes*.

Trichothyrina fimbriata J.P. Ellis, Trans. Br. mycol. Soc. 68(2): 148 (1977). На опавших листьях *Chamaecyparis pisifera*.

Выявлен также гриб в анаморфной стадии, относящийся к целомицетам.

Truncatella hartigii (Tubeuf) Steyaert, Bull. Jard. bot. État Brux. 19: 298 (1949). Syn.: *Pestalotia hartigii* Tubeuf, (1888). На отмерших побегах *Chamaecyparis pisifera*.

Оба идентифицированные на кипарисовнике виды являются узкоспециализированными и на других хвойных породах не встречаются.

Микобиота туи.

На хвое и ветвях туи были выявлены два дискомицета и один пиреномицет, приуроченные в своем развитии исключительно к данному виду.

Chloroscypha Seaver 1931, *Helotiaceae*, *Helotiales*, *Leotiomycetidae*, *Leotiomycetes.*

Chloroscypha seaveri Rehm ex Seaver, Mycologia 23: 248 (1931). Syn.: Kriegeria seaveri (Rehm ex Seaver) Seaver, (1943). На отпавшей коре *Thuja occidentalis*.

Didymascella Maire & Sacc. 1903, *Hemiphacidiaceae*, *Helotiales*, *Leotiomycetidae*, *Leotiomycetes.*

Didymascella thujina (E.J. Durand) Maire, Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord 18: 120 (1927). Syn.: *Keithia thujina* E.J. Durand, (1913). На хвое *Thuja occidentalis*.

Dothiora Fr. 1849, *Dothioraceae, Dothideales, Dothideomycetidae, Dothideomycetes.*

Dothiora thujae (Grove) M.E. Barr, Contr. Univ. Mich. Herb. 9(8): 573 (1972). Syn.: *Pleospora thujae* Grove, (1912). На хвое *Thuja occidentalis*.

На туе в анаморфной стадии были найдены только целомицеты.

Kabatina thujae R. Schneid. & Arx, Phytopath. Z. 57: 180 (1966). На хвое и побегах *Thuja occidentalis*.

Phoma thujana Thüm., Symb. mycol. austr. 3: no. 62 (1877). На хвое *Thuja occidentalis*.

Truncatella hartigii (Tubeuf) Steyaert, Bull. Jard. bot. État Brux. 19: 298 (1949). Syn.: *Pestalotia hartigii* Tubeuf, (1888). На гниющей веточке *Thuja occidentalis*.

Все перечисленные целомицеты входят также и в консорцию можжевельника, встречаясь как на можжевельнике обыкновенном, так и на казацком.

Микобиота тсуги и псевдотсуги. В Беларуси значительно лучше изучена микобиота псевдотсуги. На тсуге известен только один вид, *Phomopsis occulta*, который встречается и многих других хвойных растениях [1].

На псевдотсуге выявлены три вида дискомицетов и один пиреномицет. Один вид, *Rhabdocline pseudotsugae*, является специализированным патогенном, развивающимся исключительно на хвое псевдотсуги, однако значительного ущерба растениям не наносит.

Dermea Fr. 1825, *Dermateaceae*, *Helotiales*, *Leotiomycetidae*, *Leotiomycetes*

Dermea balsamea (Peck) Seaver, in Dodge, Mycologia 24(5): 427 (1932). Syn.: *Cenangium balsameum* Peck; *Dermatea balsamea* (Peck) Seaver, (1932). На отмерших ветвях *Pseudotsuga menziesii*.

Lachnellula P. Karst. 1884, *Hyaloscyphaceae, Helotiales, Leotiomycetidae, Leotiomycetes*

Lachnellula calyciformis (Willd.) Dharne, Phytopath. Z. 53: 124 (1965). Syn.: *Dasyscyphus calyciformis* (Willd.) Rehm, (1896); *Peziza calyciformis* Fr., (1822); *Trichoscypha calyciformis* (Willd.) Grelet, (1951).

На отмерших побегах *Pseudotsuga menziesii*.

Rhabdocline Syd. 1922, *Hemiphacidiaceae*, *Helotiales, Leotiomycetidae, Leotiomycetes.*

Rhabdocline pseudotsugae Syd., Annls mycol. 20(3/4): 194 (1922). Syn.: *Rhabdocline pseudotsugae* subsp. *epiphylla* A.K. Parker & J. Reid, (1969). Паразит на живых листьях *Pseudotsuga menziesii*.

Phaeocryptopus Naumov 1915, *Venturiaceae, Pleosporales, Pleosporomycetidae, Dothideomycetes*

Phaeocryptopus gaeumannii (T. Rohde) Petr., Annls mycol. 36(1): 22 (1938). На отмерших листьях *Pseudotsuga menziesii*.

На псевдотсуге также известно три вида целомицетов и один сапротрофный гифомицет.

Phomopsis occulta (Sacc.) Traverso, Fl. ital. crypt., Pars 1: Fungi. Pyrenomycetae. Xylariaceae, Valsaceae, Ceratostomataceae 2(1): 221 (1906). Syn.: *Phoma occulta* Sacc., (1884). На коре *Pseudotsuga menziesii* и *Tsuga canadensis*.

Phomopsis pseudotsugae M. Wilson, Trans. Bot. Soc. Edinb., 150th anniversary supplement 28: 47 (1920). На отмерших ветвях и листьях *Pseudotsuga menziesii*.

Sirococcus strobilinus Preuss, Linnaea 26: 716 (1853). Syn.: *Ascochyta parasitica* Fautrey, (1891); *A. piniperda* J. Lindau; *A. strobilina* (Corda) Wollenw., (1916); *Diplodina parasitica* (R. Hartig) Prill.; *Discella strobilina* (Desm.) Died., (1914); *Fusarium strobilinum* Corda, (1837); *Plenodomus strobilinus* (Desm.) Höhn., (1910); *Septoria parasitica* R. Hartig, (1890); *Sporonema strobilinum* Desm., (1852). На шишках *Pseudotsuga menziesii*.

Thysanophora penicillioides (Roum.) W.B. Kendr., Can. J. Bot. 39: 820 (1961). Syn.: *Haplographium penicilloides* Roum. На опавшей хвое *Pseudotsuga menziesii*.

Микобиота можжевельников казацкого и виргинского. Около 30 видов грибов отмечены в культуре на *Juniperus sabina* и *J. virginiana*. Все эти виды встречаются также и на можжевельнике обыкновенном в одних и тех же культурценозах. В данной статье мы остановимся только на тех видах, которые не были отмечены для *Juniperus communis* [1].

Chalara affinis Sacc. & Berl., Atti Inst. Veneto Sci. lett., ed Arti 3: 741, (1885). На хвое *Juniperus virginiana*.

Helicodendron luteoalbum Glen Bott, Trans. Br. mycol. Soc. 38: 24, (1955). На хвое *Juniperus virginiana*.

Sarcopodium circinatum Ehrenb., Sylv. mycol. berol. (Berlin): 23, (1818). На хвое *Juniperus virginiana*.

Как видно из вышеприведенного списка, отличные от микобиоты можжевельника обыкновенного виды обнаружены только на можжевельнике виргинском. В то же время микромицеты, развивающиеся на можжевельнике казацком в условиях Беларуси ничем не отличаются по видовому составу от микромицетов можжевельника обыкновенного.

Все три вида дейтеромицетов, обнаруженных на можжевельнике виргинском, являются новыми для Беларуси и новыми для этого хозяина.

Заключение. На интродуцированных хвойных растениях в Беларуси (лиственнице, декоративных можжевельниках, туе, кипарисовнике, тсуге и псевдотсуге) отмечен 31 вид аскомицетов, 17 из которых представлены анаморфной стадией. Подавляющее большинство видов относятся к сапротрофам на коре и хвое растений, 3 вида являются возбудителями заболеваний хвойных: *Lachnellula willkommii* вызывает рак, а *Hypodermella laricis* и *Meria laricis* – шютте лиственницы.

Литература

1. Беломесяцева Д.Б. Микобиота в консорции можжевельника в Беларуси. Мн., 2004.
2. Галынская Н.А., Гаранович И.М. // Вісн. Укр. тов-ва генетиків і селекціонерів. 2009. № 1. С. 17-30.
3. Дишук Н.Г., Голубева В.С. // Проблемы современной дендрологии: Материалы межд. науч. конф. М., 2009. С. 753-757.
4. Колганихина Г.Б., Соколова Э.С. // Проблемы современной дендрологии: Материалы межд. науч. конф. М., 2009. С. 768-777.
5. Федоров Н.И., Федоров В.Н. // Защита декоративных растений от вредителей, болезней и сорняков. Киев, 1977. С. 64–66.
6. Шкутко Н.В. Хвойные Белоруссии. Мн., 1991.
7. Dennis R.W.G. British Ascomycetes. Kew: CAB, 1978.
8. Ellis M.B., Ellis J.P. Microfungi on Land Plants. An Identification Handbook. London, 1987.
9. Fungi of Ukraine: a Preliminary checklist. Kew: CAB., 1996.
10. Holm K., Holm L. Nordic junipericolous ascomycetes. Uppsala, 1977.

D.B. BELOMESYATSEVA

THE MICROMYCETES OF INTRODUCED CONIFEROUS PLANTS IN BELARUS

Summary

The introduced coniferous plants in Belarus are host-plants for 31 ascomycetes species, including 17 anamorphic fungi. Most of them are saprotrophic fungi but tree species cause dangerous diseases of larch. *Lachnellula willkommii* causes canker, *Hypodermella laricis* and *Meria laricis* cause blight and needle-cast.

УДК 582.28.07 (476)

Т.Г. ШАБАШОВА

НОВЫЙ ДЛЯ БЕЛАРУСИ ВИД ПОЧВЕННОГО МИКРОМИЦЕТА *CLONOSTACHYS CANDELABRUM*

Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича

Введение. В настоящее время приоритетным направлением изучения биоразнообразия является накопление и систематизация информации по отдельным видам организмов, которые расширяют

диапазон видового разнообразия сообщества почвенных грибов и улучшают его функционирование и стабильность. Помимо этого, для изучения грибов нашей республики большое значение имеет нахождение и описание новых видов, ранее не упоминавшихся для Беларуси, но которые оказывают существенный вклад в биоразнообразие грибов.

Материалы (объекты) и методы исследования. Пробы почвы перегнойно-гумусового A_0A_1 горизонта отбирали осенью 2008 г. в дубраве кисличной (ассоциация дубняк грабово-кисличный) биологического заказника местного значения «Дубрава» (Могилевская область, Осиповичский район, кв. 55, выдел 11). Из почвы готовили водные почвенные суспензии (навеска почвы 1 г в 100 мл стерильной воды), и методом последовательных серийных разведений производили посев на полноценную питательную среду (сусло-агар и агар с мальц-экстрактом) в четырех повторностях, температура инкубации – 24±1°С, время роста – 5–7 дней [1]. Через 3-7 дней после посева колонии изолировали в пробирки с КГА для длительного хранения. Таксономическое положение рода выделенного нами гриба дано по системе, опубликованной в 8-м издании «Ainsworth and Bisby's dictionary of the fungi», описание по второму изданию «Compendium of soil fungi» [2].

Результаты и их обсуждение. При изучении почвенных грибов ненарушенной территории дубравы кисличной [3], из перегнойно-гумусового почвенного горизонта впервые для Беларуси был выделен гриб *Clonostachys candelabrum* (Bonord.) Schroers. (2001) рода *Clonostachys* Corda (1839) [2]:

Clonostachys candelabrum (Bonord.) Schroers, Stud. Mycol. 46: 192 (2001). Synonymy: *Sesquicillium candelabrum* (Bonord.) W. Gams, Acta bot. neerl. 17(6): 457 (1968), *Verticillium candelabrum* Bonord., Handb. Allgem. mykol. (Stuttgart): 97 (1851).

До 2000 г. род *Clonostachys* не выделяли в отдельный, ассоциируя его с родом *Gliocladium* Corda. В 1999 г. Schroers с соавторами [4] установили, что *Clonostachys* является анаморфной стадией *Bionectria* Samuels & Rossman, а *Glocladium* – анаморфной стадией *Sphaerostilbella* Henn., порядка *Hypocreaceales* [5]. Таким образом когда обнаружили, что эти два рода не родственны и не связаны друг с другом, род стал считаться самостоятельным, но некоторые виды *Clonostachys* до сих пор относят к *Glocladium*-подобным грибам.

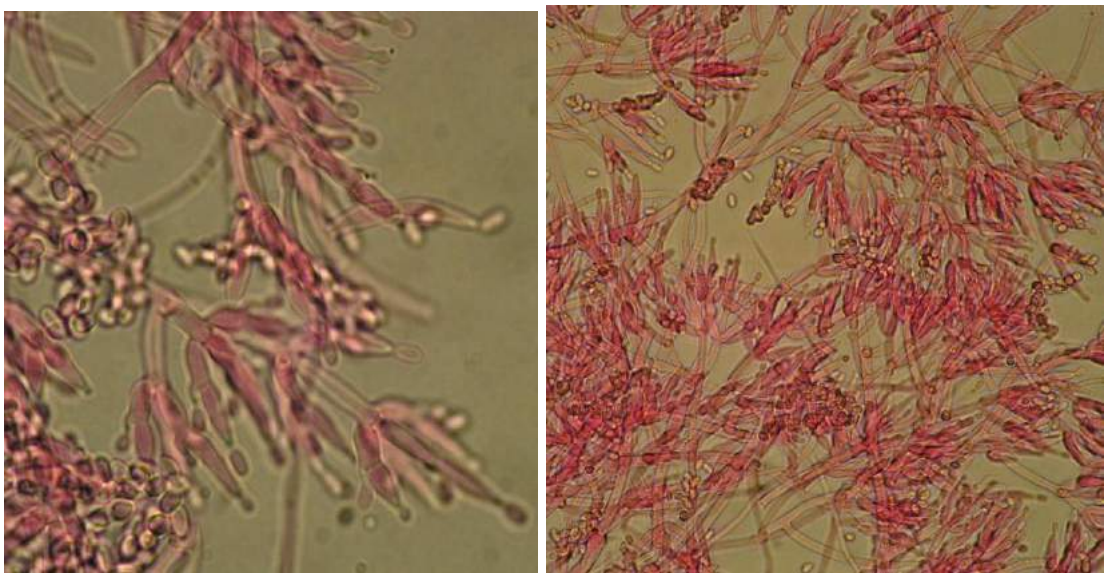


Рис. 1. Общий вид конидиеносцев *Clonostachys candelabrum*

Вид *Clonostachys candelabrum* (рис. 1), первоначально был определен как *Verticillium candelabrum*, и относился к роду *Verticillium*, а с 1968 г. как *Sesquicillium candelabrum* рода *Sesquicillium* W. Gams, однако из-за наличия необычного расположения верхушечной и субтерминальных фиалид данный вид был исключен из рода *Verticillium* (рис. 2). После ревизии рода *Sesquicillium* Samuels [6], было установлено его филогенетическое родство *с Bionectria* и виды этого рода объединили с родом *Clonostachys* [7].



Рис. 2. Субтерминальная фиалида *Clonostachys candelabrum* и цепочка конидий

Колонии *Clonostachys candelabrum* бархатистые, распростертые, без четких очертаний, быстрорастущие, через 7-10

дней, выращивания в термостате при температуре 25±1°С, размер колонии достигает максимума 2.5-3 см в диаметре и обычно больше не увеличивается. Мицелий обычно белого или слегка розоватого цвета. Конидиеносцы септированные, ветвление правильное, канделяброподобное, ветви мутовчато (тройчато) разветвленные. Конечные ответвление – фиалиды короткие, обратнобулавовидные 6.5-8 мкм, конидии эллипсовидные 3.7-5.0 х 2.4-2.5 мкм. При старении из конидий формируются цепочки, длиной 40-45 мкм (рис. 2). Выделен из почвы дубравы кисличной.

По литературным данным [8,9] наиболее часто из почвы и опада лиственных пород выделяют вид *Clonostachys rosea f. rosea*, который входит в комплекс типичных почвенных микромицетов, *Clonostachys candelabrum* упоминается только как синоним *Verticillium candelabrum*, который также относят к распространенным видам почвенных грибов, с не высокой частотой встречаемости.

Литература

1. Шабашова Т.Г., Гапиенко О.С. // Материалы международной научно-практ. конф.: Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов. Мн., 2009. Ч.1. С.296-299.

2. Сейги Й. Методы почвенной микробиологии. М., 1983.

3. Gams W., Domsh K.H., Anderson T.H. Compendium of soil fungi – 2th ed. München, 2007.

4. Schoers H.-J., Samuels G.J., Seifert K.A., Gams W. //Mycology. 1999. № 91. P. 365-385.

5. Gams W. Acta Botanica Neerlandica. 1968. № 17. P. 455-460.

6. Samuels G.J. *Nectria* and *Sesquicillium* //Memoirs of the New York Botanical Garden. 1989. V. 49. P. 266-285.

7. Schoers H.-J. //Studies in Mycology. 2001. V. 46. P. 1-124.

8. Согонов М.В., Марфенина О.Е. // Микология и фитопатология. Том 38. 2004. № 2. С. 43-49.

9. Александрова А.В., Заяц А.Л., Великанов Л.Л., Сидорова И.И. // Микология и фитопатология. Том 40. 2006. № 1. С. 3-11.

T.G. SHABASHOVA

CLONOSTACHYS CANDELABRUM – A NEW SPECIES OF SOIL MICROMYCETES OF BELARUS

Summary

The species of the soil micromycetes in woods was detected as *Clonostachys candelabrum* in result of our investigation. This is a new species of soil micromycetes of Belarus.

УДК 582.287.233:575.17.015.3(476)

Е.О. ЮРЧЕНКО[1], М.Г. СИНЯВСКАЯ[2]

АНАЛИЗ ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПОЛИМОРФИЗМА БАЗИДИОМИЦЕТА CHONDROSTEREUM PURPUREUM ПО RAPD-МАРКЕРАМ

[1]*Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича*
[2]*Институт генетики и цитологии НАН Беларуси*

Введение. *Chondrostereum purpureum* (Pers.) Pouzar – это кортициоидный гриб с космополитным распространением, образующий распростерто-отогнутые плодовые тела, которые часто собраны в черепитчатые группы, имеют гладкий или волнистый гименофор характерного фиолетово-пурпурного цвета в свежем состоянии и грязно-беловатую войлочно-опушенную верхнюю поверхность отогнутых шляпок. По филогенетической классификации род *Chondrostereum* принадлежит к цифелловых грибам (Cyphellaceae, Agaricales [8]). Вид *Ch. purpureum* встречается в Беларуси с относительно невысокой частотой, населяя преимущественно недавно отмершую древесину лиственных пород, в особенности пни березы. Практический интерес к данному грибу был вызван его способностью проникать через раны ствола и ветвей и ускорять гибель ослабленных деревьев в декоративных посадках. Ствол пораженных деревьев обычно покрывается обильными плодоношениями гриба по мере отмирания тканей, или уже после гибели растения целиком. Кроме того, гриб известен как возбудитель болезни «млечного блеска» или «серебряных листьев» плодовых деревьев [1, 4], проявление которой в Беларуси нами не было отмечено, несмотря на то, что гриб наблюдался на плодовых неоднократно. В Северной Америке

и Западной Европе гриб изучался в качестве арборицида, или биологического средства контроля малоценных или сорных лиственных пород деревьев, например, в культурах хвойных или под линиями электропередачи, так как способен легко заселять свежие пни и вызывать их гибель, предотвращая развитие порослевых побегов [5, 6, 13]. Ряд работ по изучению генетического полиморфизма гриба методами ДНК-фингерпринтинга был проведен в связи в вопросами биобезопасности при интродукции штаммов-агентов биоконтроля в открытые экосистемы в Северной Америке и Северной Европе [6, 7, 13], а также в связи с патогенным проявлением гриба в садах – в Новой Зеландии [12].

Целью нашей работы являлась оценка уровня генетического полиморфизма гриба методом случайно амплифицированных полиморфным фрагментов ДНК (RAPD-PCR; выборка из г. Минска).

Материал и методы. Изоляты гриба были получены путем инокуляции на 2% сусло-агар с ампициллином (200 ед./мл среды) фрагментов 15-ти плодовых тел, собранных в черте г. Минска или на его окраине (рис. 4а; табл. 1), и депозитированы в коллекции культур грибов Гербария Института экспериментальной ботаники (MSK-FC). Для выделения ДНК получали чистую накопительную культуру мицелия, который выращивался при 26ºС в термостате, в течение 10 дней в жидкой среде – пивном сусле, разведенном водой до содержания сухого вещества 2%, объемом 10 мл. Мицелий отмывали от среды дистиллированной водой, отделяли фильтрованием и высушивали фильтровальной бумагой. Выделение тотальной ДНК производилось по протоколу [10] с модификациями, описанными в [3], в частности, экстракты обрабатывались РНКазой. Концентрация ДНК в образцах измерялась с помощью спектрофотометра Ultrospec 3300 pro (Amersham Biosciences, Sweden) и доводилась до рабочего значения 10 нг/мкл.

Полимеразные цепные реакции проводились с праймерами серии OPA: 01 – 5’- CAGGCCCTTC-3’, 03 – AGTCAGCCAC, 04 – AATCGGGCTG (Operon Technologies) и серии P [2]: P28 – CAAACGTCGG, P36 – CCGAATTCGC, P39 – CCAGTTCGCC, P43 – AGTCAGCTGC, P44 – GGACCCCGCC, P46 – GGTTGGGGAG и P49 – GACAGCCTAC, согласно условиям [3], в амплификаторе GeneAmp® PCR System 2700 (Applied Biosystems, USA). Каждая

ПЦР для пар образец-праймер была повторена как минимум дважды.

Таблица 1. Сведения об изученных образцах *Ch. purpureum*

№ образца ДНК*	Вид растения-хозяина	Тип субстрата	Местоположение
1	*Sorbus aucuparia*	рана живого ствола	парк им. Челюскинцев, бывший сосновый лес
2	то же	отмирающий ствол	то же
32, 33, 34, 35	то же	ствол живого дерева	то же
46, 47, 48, 49	то же	недавно отмерший ствол	насаждения внутри жилого квартала
66	то же	недавно отмерший ствол	обсадка улицы
3	*Acer saccharinum*	рана живого ствола	обсадка улицы в районе «Лошица»
31	*Quercus robur*	пень с недавно отмершей порослью	памятник природы «Щемыслицкая дубрава»
67	*Tilia* sp.	недавно отмерший пень	лесопарк в районе «Запад»
68	*Betula pendula*	недавно отмерший ствол молодого дерева	то же
69	*Salix caprea*	недавно отмерший пень	то же

* В тексте используются с префиксом «Ср».

Разделение и визуализация продуктов ПЦР проводились путем электрофореза в 2% агарозном геле с добавлением бромистого этидия (1 мкг/мл геля), в трис-ацетатном буфере, при напряжении 55 В. Полученные профили фотографировались в УФ-свете и преобразовывались вручную в графические схемы с помощью программы CorelDraw с помощью инструмента guidelines и функции snap to guidelines. По яркости все полосы были разделены на 2 класса: содержащие большое и малое количество ПЦР-продукта. На схемах они обозначены соответственно черными и белыми прямоугольниками. Для обозначения фрагментов использованы приблизительные значения их длины в тысячах пар оснований (тыс. п.о.), устанавливаемые по отношению к фрагментам стандартных ДНК-маркеров, разделяемых одновременно в том же геле. В исходной матрице данных по каждому локусу присутствие маркерного фрагмента обозначалось «1», отсутствие – «0». Дендрограмма сходства между генотипами

строилась на основе полученной бинарной матрицы с помощью программы Statistica 5.0.

Для оценки сходства генотипов был применен также коэффициент Дайса (он же мера генетического сходства Неи и Ли): $D(i_1, i_2) = 2a / (2a + b + c)$, где a – количество локусов, по которым маркерная полоса присутствует в обоих профилях i_1 и i_2, b – количество локусов, по которым i_1 имеет маркерный фрагмент, а i_2 – не имеет, c – количество локусов, по которым i_2 имеет маркерный фрагмент, а i_1 – не имеет.

Дополнительно для проверки генетической идентичности изолятов (т.е. принадлежности их к одной генете) проводился тест на соматическую совместимость мицелиев в противокультуре [9] на 2% сусло-агаре.

Результаты и их обсуждение. Десять перечисленных праймеров были протестированы с парой образцов Ср1 и Ср2 (рис. 1, 2, 5), собранных на близком расстоянии друг от друга. Для выявления полиморфизма были отобраны 5 праймеров: OPA-01, OPA-03, OPA-04, P46, P49. Данные праймеры хорошо дискриминировали образцы Ср1 и Ср2 и давали отчетливые маркерные фрагменты. Кроме того, первые три праймера серии OPA были использованы ранее для изучения полиморфизма *Ch. purpureum* другими исследователями [6]. Выяснилось, что каждый из праймеров дает уникальный набор фрагментов, или фингерпринт для каждого из генотипов (например, P49 и OPA-01 – рис. 2, 5). Наблюдалась высокая воспроизводимость RAPD-PCR по основным (хорошо читаемым) фрагментам в области не более 2400 п.о. (рис. 3).

В результате RAPD-маркирования 15-ти образцов ДНК было установлено, что изоляты, полученные из плодовых тел, расположенных в пределах общей субстратной единицы (серии Ср32–35 и Ср46–49), имели идентичные RAPD-профили внутри каждой из серии. Кроме того, тест на соматическую совместимость между изолятами в этих сериях показал беспрепятственное переплетение мицелиальных ковров. С учетом этих фактов, упомянутые серии отнесены к двум генотипам, а все изученные образцы отнесены к 10-ти различным генотипам.

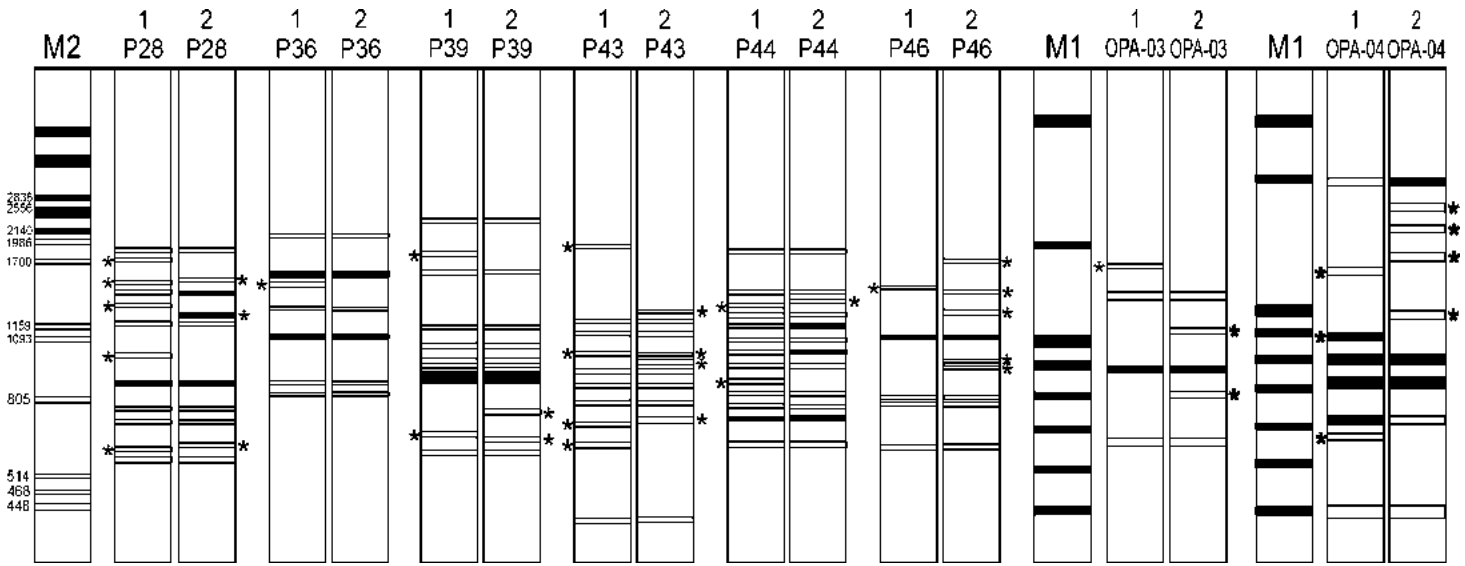


Рис. 1. Профили продуктов RAPD-PCR с 6-ю праймерами серии P и 2-мя серии OPA, демонстрируюшие генетические различия образцов Ср1 и Ср2. Фрагменты, отличающие данные образцы, отмечены знаком *. М1 – ДНК-маркер 100 bp+1 Kb+2Kb, относится к профилям справа от него. М2 – ДНК-маркер λ/*Pst*I (относится к профилям праймеров P; слева обозначена длина основных фрагментов, п.о.).

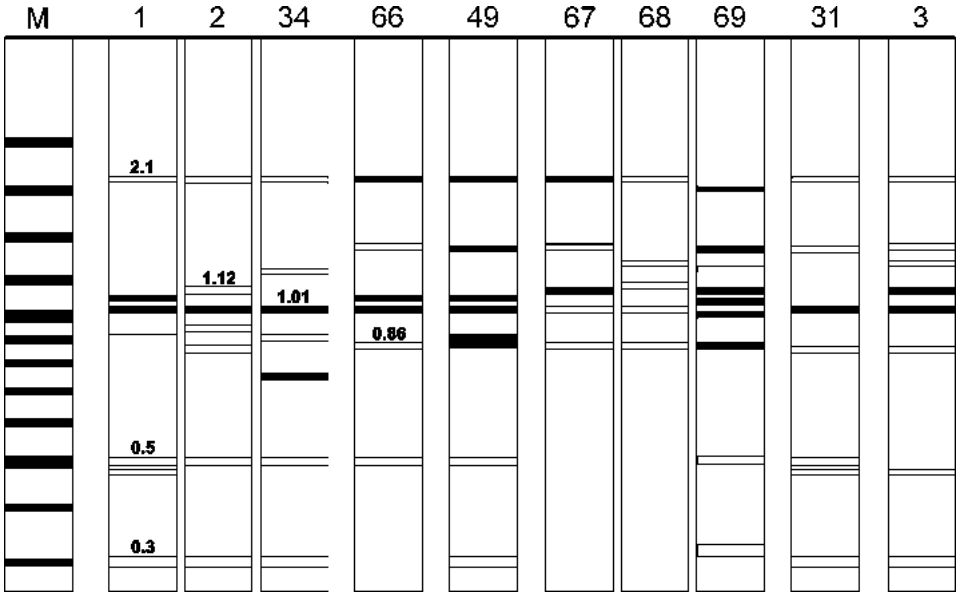


Рис.2. Профили продуктов RAPD-PCR с праймером P49, демонстрирующие генетический полиморфизм для 10 образцов *Ch. purpureum*. M – ДНК-маркер 100bp DNA Ladder Plus. Даны значения длины наиболее распространенных фрагментов, в тыс. п.о.

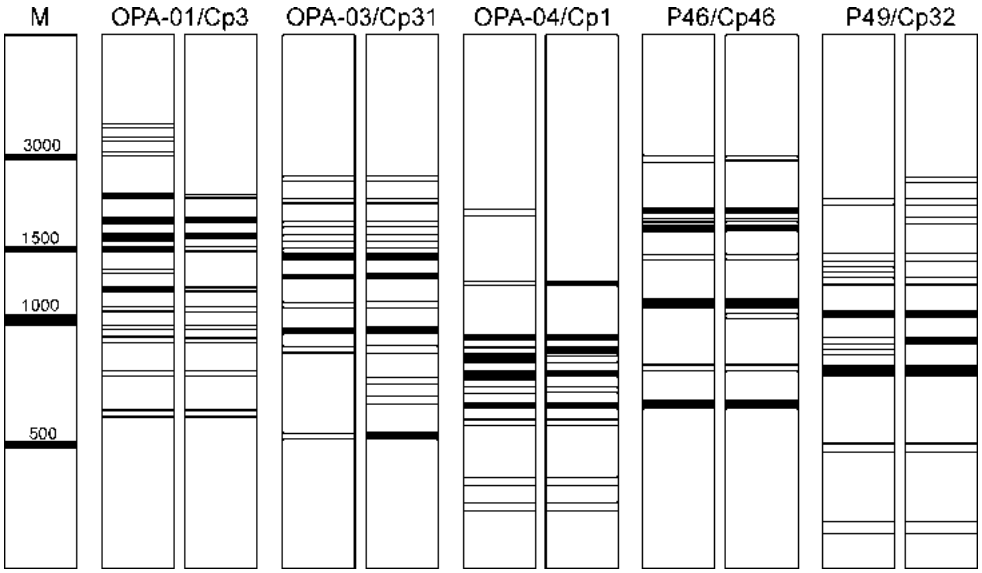
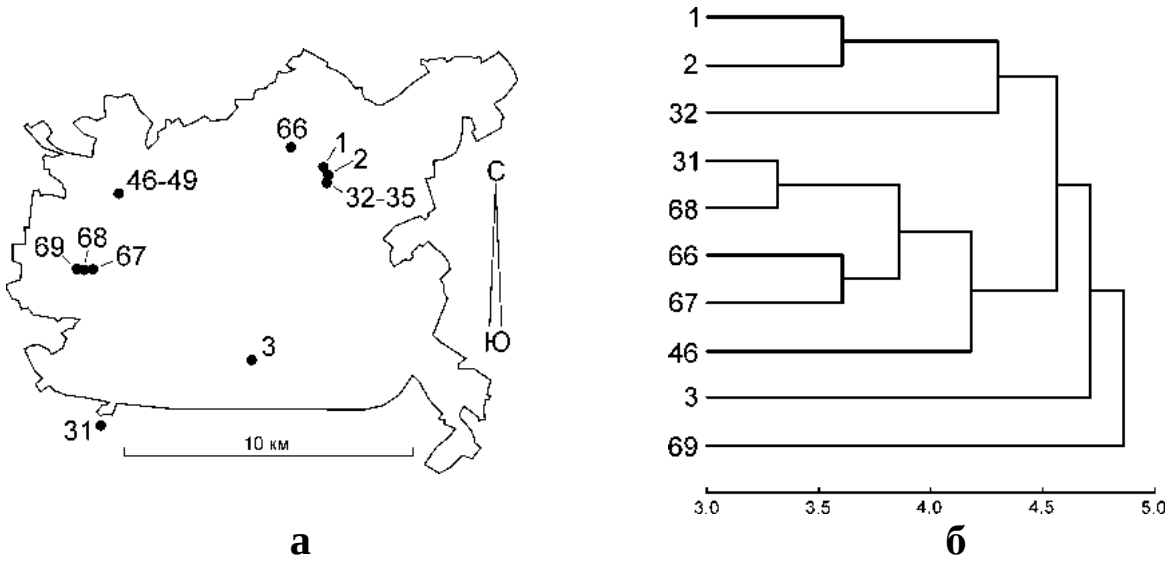


Рис. 3. Воспроизводимость результатов RAPD-PCR в двух повторностях для 5 разных праймеров (над профилями: название праймера / код образца *Ch. purpureum*; M – профиль с основными фрагментами ДНК-маркера 100 bp+1.5Kb+3Kb).

Для графического представления генетической дистанции между 10-ю генотипами были отобраны 64 воспроизводимых и достаточно хорошо читаемых RAPD-маркера, продуцируемых 5-ю праймерами. На основе матрицы данных построена фенограмма сходства (рис. 4б). Согласно результатам кластерного анализа, в

одном случае наблюдается повышенное генетическое сходство грибных индивидов, или отдельных генотипов, собранных из общего локалитета: Ср1, Ср2 и Ср32 были расположены на расстоянии порядка 100–200 м друг от друга. В то же время для образцов 67, 68, 69, расположенных в пределах 200 м, не выявлено такой закономерности.



а **б**

Рис. 4. Схема расположения мест сбора образцов *Ch. purpureum* в г. Минске (а) и фенограмма сходства между 10-ю генотипами по 64 RAPD-локусам, праймеры OPA-01, OPA-03, OPA-04, P46, P49 (б). Мера дистанции на фенограмме – эвклидово расстояние (горизонтальная шкала), алгоритм кластеризации – UPGMA.

Праймеры обладали различной разрешающей силой: высокое генетическое сходство между Ср1 и Ср2 хорошо согласуется с профилями, продуцируемыми P36 и OPA-03, где различия имелись только по 1–3 локусам (рис. 1). В то же время с праймерами P28, P43, P46, OPA-01 и OPA-4 наблюдались различия уже по 6–8 локусам (рис. 1, 5).

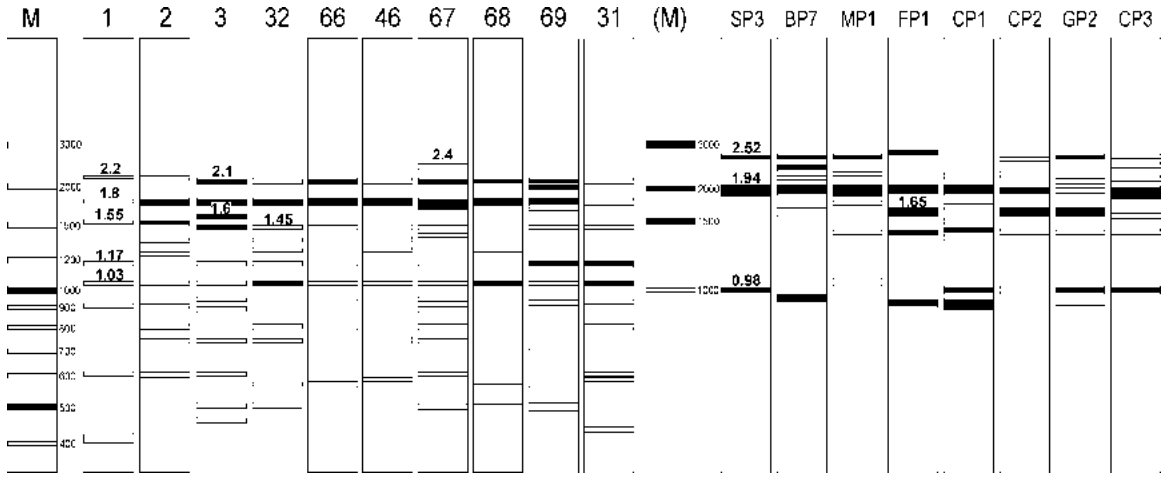


Рисунок 5. Профили продуктов RAPD-PCR с праймером OPA-01, демонстрирующие генетический полиморфизм у *Ch. purpureum* из Беларуси (дорожки слева от (M), наши данные) и Канады (дорожки справа от (M), данные [6]). M – маркер 100bp DNA Ladder Plus (с обозначением длины фрагментов в п.о.), (M) – основные фрагменты маркера, использованного в работе [6].

Как известно, *Ch. purpureum* является гетероталличным грибом с тетраполярных типом определения пола, хотя отдельные случаи гомоталлизма наблюдались в лабораторных условиях. Распространение только спорами мейотического происхождения и тетраполярный гетероталлизм предполагают активный рекомбинационный процесс в его популяциях [11] и, соответственно высокий молекулярно-генетический полиморфизм. Кроме того, гриб эффективно распространяется базидиоспорами: на расстоянии 5 км от места споруляции насчитывалось 4 базидиоспоры в 1 $м^3$ [5]. Такое распространение обеспечивают беспрепятственный поток генов между субпопуляциями.

Анализ частоты встречаемости RAPD-маркеров в изученной выборке (табл. 2) демонстрирует сравнительно небольшое количество мономорфных локусов (14%). Соответственно, доля полиморфных локусов составляет 86%; среди них 40% составляют локусы с частотой встречаемости маркерного фрагмента 0.5 и более. Праймер P49, среди продуктов которого не отмечено мономорфных локусов, выявляет полиморфизм в наибольшей степени. Группы грибных индивидов из одного места сбора Ср1, 2, 32 и Ср67–69 содержали, соответственно, 45 (70%) и 48 (75%) всех маркерных фрагментов, вовлеченых в анализ. В их числе 30 (67%) и 25 (52%) локусов для данных групп соответственно, были полиморфными, что составляет 47% и 39% от общего количества локусов в анализе. Это свидетельствует об относительно невысоком генетическом разнообразии *Ch. purpureum* в группах, которые правомерно назвать малыми субпопуляциями.

Таблица 2. Характеристика RAPD-локусов, вовлеченных в анализ полиморфизма *Ch. purpureum*

Праймер	Общее количество локусов	Количество и % локусов, встречающихся с частотой:		
		мономорфные	Полиморфные	
		1.0	0.5–0.9	0.1
OPA-01	10	2	4	2
OPA-03	11	2	5	2
OPA-04	16	3	5	4
P46	16	2	5	1
P49	11	0	3	4
всего	64	9 (14%)	22 (34%)	13 (20%)

Для того, чтобы ответить на вопрос об уровне генетического полиморфизма *Ch. purpureum*, необходимо сравнение обсуждаемых результатов с данными RAPD-маркирования для других видов грибов. Такие данные были получены нами для кортициоидного базидиомицета *Stereum hirsutum* [14], который, также как и *Ch. purpureum*, населяет недавно отмершую и живую древесину лиственных пород, и для которого был установлен рекомбинационный процесс в популяциях. Выборка была произведена с той же территории, и 4 из 5-ти использованных праймеров были идентичны таковым для *Ch. purpureum* в данной исследовании. Как показывают оценки генетического сходства (табл. 3), *Ch. purpureum* характеризуется меньшим полиморфизмом ДНК, чем *S. hirsutum* – как для выборки целиком, так и для «кластеров» пространственно близких индивидов. В то же время наиболее близкие генотипы для обоих видов характеризуются приблизительно одинаковой степенью сходства (D=0.83–0.84). Одна из причин меньшего полиморфизма у *Ch. purpureum* видится нами в более низкой численности данного вида на изученной территории по сравнению с *S. hirsutum*, что предположительно снижает богатство рекомбинативных сочетаний аллелей.

Таблица 3. Сравнительная характеристика внутривидового генетического сходства по RAPD-локусам для двух видов грибов, выборки из г. Минска

Вид базидиомицета, объем выборки (количество генотипов)	Значения коэффициента Дайса (D)		
	крайние	среднее для всей выборки	среднее для пространственно близких грибных индивидов (до 200 м)
Chondrostereum purpureum n = 10	0.58–0.83	0.69	0.72 (Ср1, 2, 32) 0.76 (Ср67, 68, 69)
Stereum hirsutum n = 19	0.34–0.84	0.55	0.50

Тем не менее, степень полиморфизма *Ch. purpureum* по RAPD- и RAMS-маркерам оценивается как высокая в работах других авторов [6, 7, 12, 13], что, вероятно, определяется большей численностью выборки и большей протяженностью территории исследования. Примечательно, что степень сходства образцов

Ch. purpureum по RAPD-маркерам в нашей выборке оказалась почти идентичной таковой в Канадской популяции (55–86% согласно [6]).

При сравнения выборки *Ch. purpureum* из Беларуси и Канады по RAPD-фрагментам праймера OPA-01 (рис. 5) установлена низкая общность маркеров. В частности, маркеры 1.8 и 1.03 присутствовал во всех белорусских образцах, но отсутствовали в канадских. Маркеры 2.52, 1.94, 1.65 и 0.98 были распространены в образцах из Канады, но не выявлены в белорусских образцах. Предположительно идентичными для обоих выборок были фрагменты 2.4, 2.2, 2.1 и 1.6.

Заключение. RAPD-маркирование *Ch. purpureum* показало, что применение даже одного праймера-декамера позволяет уникально документровать каждый индивидуальный генотип *Ch. purpureum*. Было установлено, что отдельные субстратные единицы (стволы деревьев) заселяются генотипически однородным вторичным мицелием, т.е. одной генетой гриба. Малые территориально обособленные группы индивидов *Ch. purpureum* (субпопуляции) были полиморфны по 39–47% локусов, вовлеченных в анализ, т.е. несли менее половины генетического разнообразия для изученного набора маркеров. Наша выборка *Ch. purpureum* продемонстрировала ту же степень сходства между индивидами, что и для популяции, изученной в Северной Америке. Тем не менее, отмечено несовпадение по наиболее распространенным маркерным фрагментам (праймер OPA-01) для выборок, сделанных на двух континетах. *Ch. purpureum* характеризуется пониженной генотипической изменчивостью по сравнению с экологически близким базидиомицетом *Stereum hirsutum* в одинаковых территориальных границах.

Работа выполнялась при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований, грант Б05-171 (2005–2007 гг.).

Литература

1. Майданик С.М. Изучение причин «млечного блеска» плодовых пород в условиях лесостепи и Полесья Украины и разработка мер борьбы с ним. Автореф. дисс. … канд. биол. наук. Харьков, 1979.

2. Сиволап Ю.М., Календарь Р.Н., Вербицкая Т.Г. и др. Использование ПЦР-анализа в генетико-селекционных исследованиях (Научно-методическое руководство) / Под ред. Ю.М. Сиволапа. Киев, 1998.

3. Юрченко Е.О., Синявская М.Г. Основы молекулярного маркирования грибной ДНК: Практическое руководство. Мн., 2007.

4. Bishop G.C. Studies on silver leaf disease of stone and pome fruit trees. Ph.D. thesis. Adelaide, University of Adelaide, 1978.

5. De Jong M.D., Scheepens P.C., Zadoks J.C. // Plant Dis. 1990. Vol. 74. P. 189-194.

6. Gosselin L., Jobidon R., Bernier L. // Mycol. Res. 1995. Vol. 100, No. 2. P. 151-158.

7. Gosselin L., Jobidon R., Bernier L. // Molec. Ecol. 1999. Vol. 8, No. 1. P. 113-122.

8. Kirk P.M., Cannon P.F., Minter D.W., Stalpers J.A. Ainsworth and Bisby's dictionary of the fungi. 10th edn. Wallingford, 2008.

9. Patterson M.L. Population structure, somatic incompatibility, and sporocarp overwintering in *Chondrostereum purpureum*. M.Sc. thesis. Thunder Bay, Lakehead University, 2000.

10. Ramsfield T.D., Becker E.M., Rathlef S.M., Tang Y., Vrain T.C., Shamoun S.F., Hintz W.E. // Can. J. Bot. 1996. Vol. 74. P. 1919-1929.

11. Ramsfield T. Variation in the mitochondrial DNA of *Chondrostereum purpureum*. M.Sc. thesis. Burnaby, Simon Fraser University, 1997.

12. Spiers A.G., Brewster D.T., Slade A., Gardiner S.E. // Mycol. Res. 2000. Vol. 104, No. 4. P. 395-402.

13. Vartiamäki H., Uotila A., Vasaitis R., Hantula J. // For. Pathol. 2008. Vol. 38, No. 6. P. 381-393.

14. Yurchenko E.O., Sinyavskaya M.G. // Saar I., Suija A. (eds), XVII Symposium of the Baltic Mycologists and Lichenologists: Abstracts. Tartu, 2008. P. 15-16.

E.O. YURCHENKO, M.G. SINYAVSKAYA

ANALYSIS OF GENETIC VARIATION IN CHONDROSTEREUM PURPUREUM (BASIDIOMYCETES) BASED ON RAPD MARKERS

Summary

Fifteen samples (fruitbody tissue isolates) of *Ch. purpureum*, collected throughout Minsk City, were subjected to RAPD-PCR with 3 primers of OPA series and 7 primers of P series. Each sample/primer pair produced unique fingerprint, which permitted to distinguish 10 different genotypes from 10 separate substratum units. The analysis included 64 RAPD loci, obtained with 5 primers; 14% of the loci was monomorphic; 34% of polymorphic loci had the frequency 0.5 and more. Small spatial clusters of individuals (subpopulations) bore 70–75% of the bands,

involved in the analysis; 39–47% of the all studied loci only were polymorphic within these subpopulations. Dice similarity coefficients between the genotypes were 0.58–0.83 in the studied sample, which was generally in agreement with the data on *Ch. purpureum* in Canada. The genetic variation of *Ch. purpureum* in Minsk City was lower, than among individuals of ecologically close basidiomycete *Stereum hirsutum*, collected from the same area and tested by the same method.

УДК 581,45:581,11:575.224

Н.С. АШИХМИНА

ОСОБЕННОСТИ МОРФОСТРУКТУРЫ KNOCK-OUT МУТАНТОВ ПО АКВАПОРИНАМ PIP1 И PIP2 И EMS МУТАНТОВ РАСТЕНИЙ ARABIDOPSIS THALIANA

Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича

Введение. Долгое время считалось, что движение воды через растительные клетки и ткани лимитируется скоростью ее переноса через клеточные мембраны, поскольку её диффузия через гидрофобные липиды не может быть быстрой. Однако накапливающийся опыт свидетельствовал, что процесс транспорта воды через клеточные мембраны во многих случаях обнаруживает характеристики, не свойственные гидравлической проводимости липидного бислоя. На протяжении десятилетий учёные изучали биохимические и молекулярные механизмы симпластного транспорта воды, его движущие силы, в результате чего были сформированы совершенно оригинальные представления о регуляции потока воды через мембраны [12]. В частности, в 1992 году доктором Agre P. были открыты аквапорины, белки, облегчающие трансмембранный перенос молекул воды, что сыграло революционную роль в понимании механизмов водного обмена и в значительной степени стимулировало интерес исследователей к изучению этих процессов.

Установлено, что молекула аквапорина состоит из четырех субъединиц, каждая из которых имеет индивидуальную водную пору. Мономер белка состоит из шести, расположенных в строго определенном порядке трансмембранных петель, у которых оба N- и С-терминальные концы обращены внутрь клетки. Основным свойством, характеризующим мембранные каналы, является их селективность. Аквапорины обладают высокой избирательной способностью по отношению к воде, они не пропускают даже ион гидроксония (H_3O^+) [8, 9].

Было установлено, что аквапорины являются обязательным составным элементом клеточных мембран практически всех организмов, начиная от архей и заканчивая человеком. Например в геноме *Arabidopsis thaliana* обнаружено 35 генов, кодирующих

аквапорины [4]. Семейство аквапоринов растений подразделяют на четыре подсемейства. Наибольшее количество аквапоринов вакуалярной и плазматической мембраны принадлежит к подсемействам тонопласта (TIPs) и плазматической мембраны (PIPs), соответственно. В соответствии с различиями в аминокислотных последовательностях N- и С-терминальных окончаний белков, PIP класс аквапоринов делится на группы PIP1 и PIP2 [3, 10, 11]. Эти различия затрагивают специфические аминокислотные последовательности консервативных аминокислотных остатков трансмембранных петель, образующих водную пору, PIP1 и PIP2 аквапоринов [4].

Установлено, что аквапорины играют критическую роль в транспорте многих жизненно важных молекул в растениях. Некоторые из них специфично транспортируют только молекулы воды, однако другие могут переносить оксид углерода [5], кремний, бор [20], аммиак, перекись водорода [2] и глицерин, последние получили название аквaглицеропорины [6].

На данный момент все гены аквапоринов *Arabidopsis thaliana* идентифицированы. Однако свойства и функции (субстратная специфичность, в каких органах и на каких этапах онтогенеза они экспрессируются в наибольшей степени, чем, и при помощи каких механизмов регулируется экспрессия их генов, а также каким образом осуществляется их регуляция в условиях стресса) большинства аквапоринов еще не изучены [11]. В настоящее время сформировалось фактически новое направление исследований, основанное на методических подходах молекулярной генетики и генной инженерии. Отдельные виды аквапоринов могут быть отобраны для молекулярной биоинженерии и биотехнологии с целью улучшения водоомена, стрессоустойчивости, поступления CO_2 в фотосинтезирующие клетки и продуктивности растений.

Морфоструктура листьев растений во многом определяет величину параметров их водного режима, с одной стороны, являясь как бы фундаментом, на котором базируются другие показатели водообмена, а с другой – представляет собой результат взаимодействия всех физиологических процессов, характеризующих жизнедеятельность растения, являясь отражением его физиологического состояния. Структурно-морфологические показатели растения являются составной частью оценки уровня его стрессоустойчивости и экологической

пластичности. Полагаем, что для растений, модифицированных по аквапоринам PIP1 PIP2, параметры их морфоструктуры будут значительно отличаться, от таковых дикой формы. Цель данной работы - проведение сравнительного анализа морфоструктуры листьев растений *Arabidopsis thaliana* дикого типа, knock-out мутантов по аквапоринам PIP1 и PIP2, а также EMS (этилметансульфонат) мутантов.

Объекты и методы. Объектами исследования служили однолетние растения *Arabidopsis thaliana* (L), Htenh.:

1) экотип Columbia (Col-0) – дикий тип

2) knock-out мутанты, у которых отсутствовала экспрессия аквапоринов. Согласно номенклатуре аквапоринов [11], в состав подгруппы PIP1 растений *Arabidopsis thaliana* входит пять белков, и восемь белков составляют подгруппу PIP2 аквапоринов. Были отобраны 2 гена PIP1 (ген - pip1;4-2 и ген pip1;2-2) и 5 PIP2 генов (ген pip2;8-1, ген pip2;6-1, ген pip2;2-4, ген pip2;5-1 и ген pip2;1-2), для которых в диком типе наибольшая экспрессия наблюдается в молодых (ювенильных) листьях растений. Таким образом, было изолированно две линии PIP1- инсерционных knock-out мутантов и пять линий PIP2- инсерционных knock-out мутантов.

3) Три этилметансульфонат (EMS) мутанта: CPC QUATRY, CPC TRY, CUE 1-6, которые хоть и несут мутации в генах не затрагивающих процессы водообмена, имеют явные фенотипически выраженные нарушения в водном обмене (ксерофитизация, гигрофитизация и т. п.). По данным, полученным после постановки Quantitative Real Time ПЦР, с использованием генспецифических праймеров, было установлено, что у мутанта CUE 1-6 экспрессия гена аквапорина pip1;2-2 подавленна на 25%, а аквапорина pip2;1-2 на 10%. Для мутанта CPC QUATRY экспрессия гена pip2;1-2 была снижена на 60%, а pip2;1-2 - на 75%, а для мутанта CPC TRY экспрессия гена аквапорина pip2;1-2 составила 60% от уровня экспрессии в растениях дикого типа.

Семена *Arabidopsis thaliana* высаживали в почву и выращивали в условиях длинного дня (16 часов свет, 8 часов темнота), при температуре воздуха 22-25 ˚С и относительной влажности 60-70%.

Изоляция геномной ДНК. 100 мг свежесобранного растительного материала (молодые листья или соцветия) замораживали в жидком азоте, далее растирали с 500 μл экстракционного буфера. Затем добавляли фенол/хлороформ и для

разделения на фенол-хлороформную (промежуточную) фазу и верхнюю водную фазу, которая содержит ДНК, центрифугировали 15 мин при 20 ˚C, 3500 rpm. Прецепитацию ДНК проводили изопропанолом при комнатной температуре с последующим растворением осадка в 50 μл воды, не содержащей ДНК-аз [7].

Изоляция РНК и RT-ПЦР-синтез первой цепи кДНК (First-Strand cDNA synthesis). 50-100 мг свежесобранного растительного материала замораживали в жидком азоте, затем растирали с 1 мл TRIsure буфера (Bioline). Выделение РНК производили в соответствии с инструкцией компании производителя TRIsure буфера (Bioline) [18]. Для синтеза к-ДНК использовали 5-10 μг тотальной РНК и iProof Hight-Fidelity PCR Kit (BIO-RAD) либо FirstStrand cDNA Synthesis SSII Kit (Bioline). Все процедуры проводили в соответствии с инструкцией компании производителя (BIO-RAD, Bioline) [18].

Real Time Quantitative RT-ПЦР. Для постановки Real Time Quantitative RT-ПЦР использовался флюоресцирующий интеркалярный Dye SYBR Green в GeneAmp 7300 sequence detection system (Applied Biosystems). Arabidopsis ACTIN2 ген был использован в качестве стандарта. Ген специфичные праймера к PIP1 PIP2 аквапоринам, а так же ACTIN2 праймера приведены в таблице 1.

Таблица 1. Праймеры для ПЦР анализа и секвенирования

At №	Имя гена	Аллель	FW PR	RV PR
At2g45960	*PIP1;2*	*pip1;2-2*	AGAAAATAGTTGCAAAGCGG	AAGAACAAACCGAACGTAACC
At4g00430	*PIP1;4*	*pip1;4-2*	CGACTATTTTGAAATTTTGGTTCG	AGTCCTTGTCGGTGGACTGAG
At3g53420	*PIP2;1*	*pip2;1-2*	GGACTATTTTGAAATTTTGGTA	CAGATCAAACCGAACGTAACG
At2g37170	*PIP2;2*	*pip2;2-4*	GCCGTATAGGACACGGGTATG	CTGACCAGTGTACAGGCGTTG
At2g39010	*PIP2;5*	*pip2;5-1*	AGGCTCCTATACATGTCCTCG	CCGTATTATTTTCGTTAGGGC
At2g39010	*PIP2;6*	*pip2;6-1*	TGGCTTCTATACATGTCCTCG	CTGACCAGAGTACAGGCGTCG
At2g16850	*PIP2;8*	*pip2;8-1*	TGGTTCACGTAGTGGGCCATCG	GCGTGGACCGCTTGCTGCAA
Для ПЦР 1, LBa1 праймер				tggttcacgtagtgggccatcg
Для ПЦР 2 и секвенирования, LBb1 праймер				gcgtggaccgcttgctgcaact

Реакция была поставлена с использованием SYBR Green master mix system (Applied Biosystems), в соответствии с инструкцией

производителя. Относительное соотношение уровней экспрессии изучаемых генов было представлено с использованием сравнительного Ct метода (инструкции производителя, Applied Biosystems) [7].

Идентификацая и изолирование гомозиготных knock-out растений. Из листьев растений каждой линии была выделена геномная ДНК. Используя LB (left boder) Т-ДНК и RP (right genomic primer) и LB (left genomic primer) ген специфические праймера была осуществлена ПЦР, с использованием Tag-поллимеразы QIAGEN. По результатам ПЦР, основываясь на количестве и размере амплифицированных ПЦР-продуктов, были отобраны гомозиготные knock-out-линии растений Arabidopsis. Для отобранных линий была осуществлена ПЦР-реакция с использованием LB Т-ДНК праймера и одного из ген специфических праймеров (FW). Продукты реакции были элюированы с помощью кита QIAGEN, и секвенированы, используя Dig Dye v. 3.1, с целью установления точной локализации Т-ДНК инсерции и сравнения с информацией, полученной из баз данных. Сравнительный анализ отсеквенированных последовательностей осуществлялся при помощи электронного интернет ресурса blast баз данных NCBI [16], и подтвердил информацию полученную в базе данных SIGNAL “T-DNA Express” [17]. В T_2 поколении knock-out-линии растений была осуществлена также Quantitative Real Time ПЦР; экспрессия генов с Т-ДНК инсерциями не наблюдалась.

Методы исследования параметров морфоструктуры растений. Исследования морфоструктуры ассимиляционной ткани поводили на экспериментальной установке электронного мониторинга влагосодержания, разработанной в лаборатории водного обмена растений ИЭБ НАН Беларуси. Основными измеряемыми параметрами являются толщина и масса высечки листовой пластинки [1].

Объем межклетников в каждой точке находили как разность между объемом высечки (зная площадь и регистрируя толщину), и объемом воды в ней (регистрируя вес).

В общем виде методика работы с прибором осуществляется следующим образом. Высечка листа исследуемого растения взвешивается (масса до насыщения Pdn), затем под небольшим вакуумом насыщается водой (начальная масса Pn) и помещается между магнитами датчика. Прибор имеет три камеры с датчиками и

позволяет наблюдать три высечки одновременно. В конце сушки, когда кривая толщины выходит на плато, высечка снимается, определяется ее конечная масса (Pk), затем она высушивается в сушильном шкафу и определяется абсолютно сухая масса (Pabs). С помощью специального программного обеспечения показания датчиков пересчитываются из мВ в мм (толщина) и мг (масса).

Параметры морфоструктуры листа рассчитывали по следующим формулам:

1) эластичность листа (% изменения толщины)	(dmax-dmin)*100/dmax;
2) объем межклетников % от объема (V)	(pn-pmax)*100/(dmax*s);
3) показатель жесткости ткани	-4.6/ln(Vplaz/Vmax);
4) плотность ткани	pabs/(dmax*s);

где pmax и pmin - максимальная и минимальная масса высечки,
pabs - абсолютно сухой вес,
pdn - первоначальная масса высечки,
pn - масса насыщенной высечки,
dmax и dmin - максимальная и минимальная толщина высечки,
s - площадь высечки,
Vmax -максимальный объем высечки,
n - количество зафиксированных точек всей сушки,
nmax - количество точек верхнего плато кривой

Результаты и их обсуждение.

Анализ фенотипических отличий. EMS мутанты *Arabidopsis thaliana* (CPC QUATRY, CPC TRY, CUE 1-6) фенотипически в значительной степени отличались от дикой формы (Col-0) и характеризовались более мелкими, с измененной окраской листьями, отставанием в развитии, что выражалось в меньших размерах, более позднем зацветании и худшем завязывании семян (рисунки 1-4).

На рисунке 2 можно видеть, что листья мутанта CUE 1-6 имеют характерный, так называемый сетчатый фенотип, когда листовая ткань непосредственно примыкающая к жилкам имеет более темный цвет. Сами листья были почти в два раза меньшего размера чем у растений дикого типа (рисунок 1), с неровными, зубчатыми краями листовой пластины. Данные фенотипические изменения скорее всего вызваны тем, что у всех мутантов CUE 1 подавлена экспрессия гена хлорофилл а/в связывающего белка (CAB) [15].

Растения CPC-мутантов были в два-три раза ниже Col-0, имели меньше побегов, отставали в своем развитии и завязывали значительно меньше силиков (стручков), которые, в свою очередь,

были в три-пять раз меньшего размера чем у дикого типа (рис. 3 и 4). Листья этих растений отличались насыщенной темно зеленой окраской и увеличенным, по сравнению с контролем, количеством и размером трихом.



Рис. 1. Внешний вид растений *Arabidopsis thaliana* Col-0



Рис. 2. Внешний вид растений *Arabidopsis thaliana* CUE 1-6



Рис. 3. Внешний вид растений *Arabidopsis thaliana* CPC-TRY



Рис. 4. Внешний вид растений *Arabidopsis thaliana* CPC-QUATRY

Как известно, трихомы, важны для защиты растений от вредителей, ультрафиолетовых ожогов и потери воды при испарении [15]. У растений *Arabidopsis* трихомы на розеточных листьях содержат 3-4 ветви[19]. Исследуемые нами мутантные

растения CPC-TRY и CPC-QUATRY имеют мутации в гене TRIPTYCHON (TRY), который был первым исследованным негативным регулятором развития трихом. Этот ген кодирует транскрипционный фактор R3-MYB белок. Под контролем гена TRY также находится экспрессия гена CAPRICE (CPC). Растения, содержащие мутацию в гене CPC, имеют увеличенное количество трихом по сравнению с диким типом. Двойные мутанты try cpc, как в нашем случае (рис. 3, 4), имеют до двух раз больше трихом, и эти трихомы в несколько раз большего размера, чем у растений дикого типа [13, 14].

Knock-out растения *Arabidopsis thaliana* не имели каких-либо значительных фенотипических отличий от растений *Arabidopsis* дикого типа экотипа Columdia.

Анализ параметров морфоструктуры. Толщина листа является показателем тесно связанным с содержанием воды в ткани. На рисунке 5 представлены значения максимальной толщины листа для изучаемых мутантных растений по сравнению с диким типом.

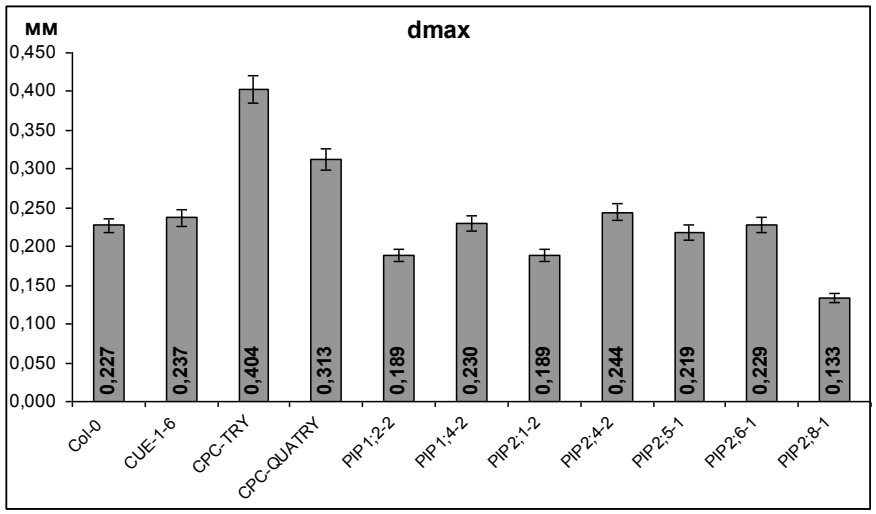


Рис. 5. Толщина листовой ткани при максимальном тургоре клеток растений *Arabidopsis thaliana*

Так для мутанта CPC-TRY этот показатель составил 0,404 мм, и почти в два раза превысил значение, зарегистрированное для растений дикого типа (0,227мм). У мутанта CPC-QUATRY это значение также превосходило контрольную величину. Увеличение толщины листовой пластики этих двух мутантных растений объясняется тем, что они несут мутации в генах, ответственных за развитие трихом, и, как следствие, имеют на своей листовой

поверхности значительно большее количество крупных трихом, чем у растений дикого типа. Для большинства изучаемых knock-out мутантов толщина листовой пластинки была несколько ниже, чем у растений дикого типа. Минимальные значения этого показателя были отмечены для растений с отсутствием экспрессии гена pip1;2-2 и pip2;1-2 (0,189мм), pip2;8-1 (0,133мм), что практически в два раза меньше значения контрольных растений.

Максимальная толщина листа является показателем, отражающим состояние растения и тесно связана с особенностями эластических свойств ткани. На рисунке 6 приведены показатели степени эластичности листовой ткани исследуемых растений.

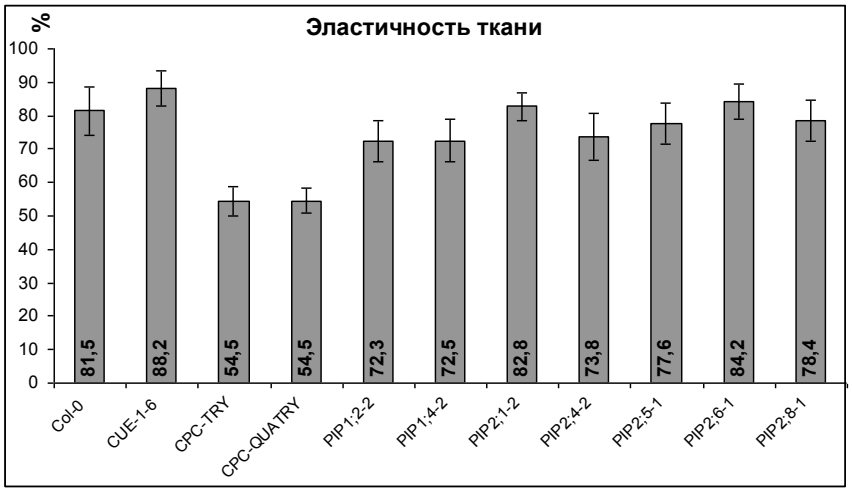


Рис. 6. Эластичность листовой ткани растений *Arabidopsis thaliana*

Упругие свойства клеточных стенок существенно влияют на кинетику транспортных и обменных процессов в растении. Эластичность имеет важное значение для стабилизации гидростатического давления внутри клетки при потери ею воды. Этот показатель определяет способность клеток к сжатию и расширению в ответ на изменение влагосодежания листовой ткани. Чем ниже степень эластичности, тем более длительный период установления осмотического равновесия и, соответственно, водного гомеостаза ткани. Для растений с высоким показателем эластичности ткани относительное изменение влажности внутри ткани намного меньше, чем для растений с низкой степенью эластичности. Практически для всех мутантных растений наблюдалось уменьшение степени эластичности ткани по сравнению с растениями дикого типа. Наименьшие значения этого

показателя соответствовали EMS мутантам CPC-TRY и CPC-QUATRY (на 40% ниже чем в контроле).

Коэффициент жесткости ткани является главной характеристикой упругих свойств клеточных стенок. Этот показатель является постоянным и не зависит от объёма и тургора ткани, а определяется материалом клеточной стенки. У растений с низким показателем жесткости тургорная область значительно шире, а, следовательно, и эластичность ткани выше. На рисунке 7 приведены коэффициенты жесткости листовой ткани растений Arabidopsis thaliana. Как мы ожидали, у всех растений, для которых наблюдалось снижение степени эластичности ткани (рисунок 6) коэффициент жесткости был выше чем у растений дикого типа, и наоборот.

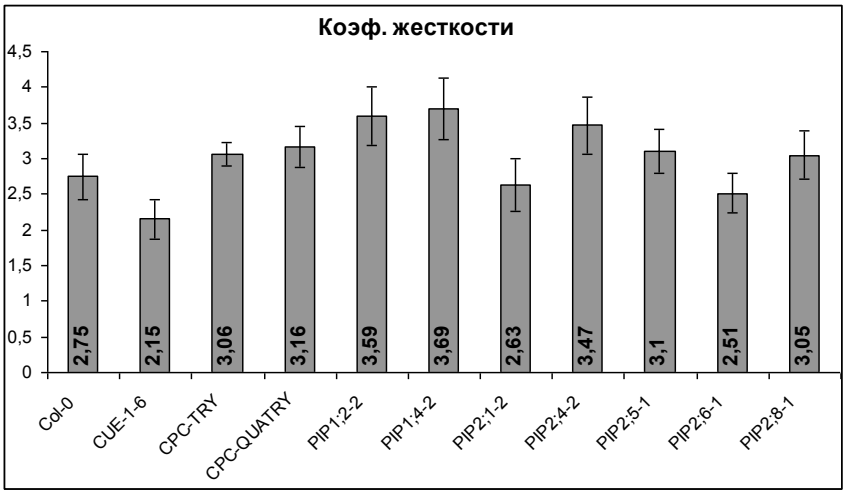


Рис. 7. Коэффициент жесткости листовой ткани растений *Arabidopsis thaliana*

Водообмен растений существенным образом зависит от объёма межклеточного пространства, ведь именно это пространство создает тот путь, по которому происходит обмен CO_2, O_2 и H_2O. Имеются данные, что межклетники могут занимать от 5 до 40% от объёма ткани.

На рисунке 8 представлены соотношения величин объёма межклетников у мутантных растений Arabidopsis thaliana и дикого типа. Так для EMS мутантов CPC-TRY и CPC-QUATRY этот показатель меньше такового растений дикого типа в 8 и 4 раза соответственно. Значительно уменьшен объём межклетников у knock-out мутантов по генам аквапоринов: pip1;4-2 (8,5%), pip2;5-1 (6,5%), pip2;6-1 (7,1%) и pip2;8-1 (2,7%), в то время как для растений дикого типа этот показатель составил 18,6% от объёма листовой ткани.

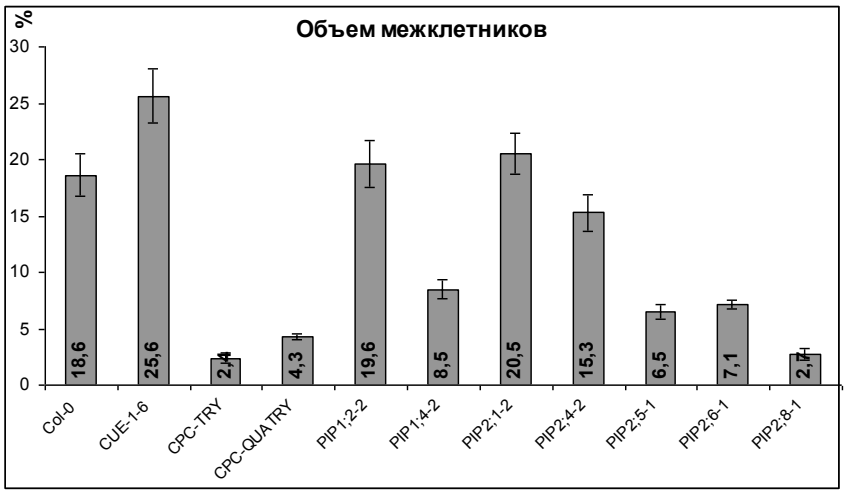


Рис. 8. Объём межклетников листовой ткани растений *Arabidopsis thaliana*

Еще одним важным параметром морфоструктуры является плотность ткани листа. На рисунке 9 представлены рассчитанные значения плотности ткани листа для всех исследуемых мутантных растений.

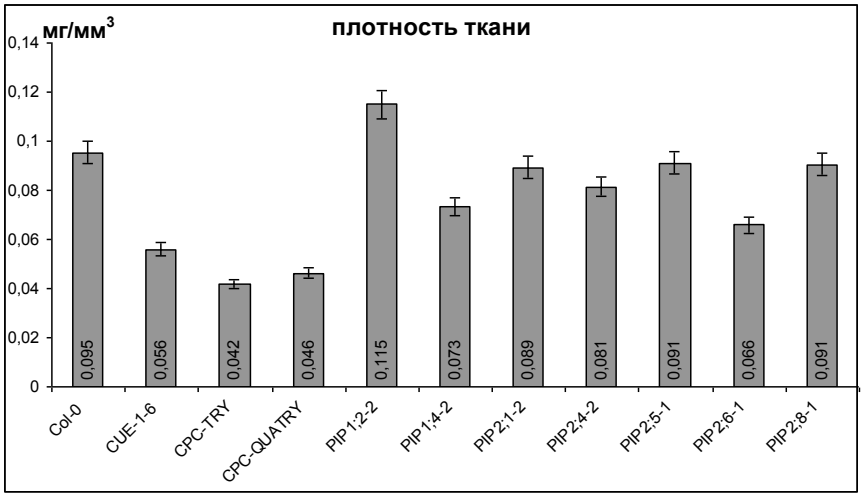


Рис. 9. Плотность листовой ткани растений *Arabidopsis thaliana*

У всех EMS мутантов плотность ткани была ниже, чем для растений дикого типа (у CPC-TRY и CPC-QUATRY значения плотности ткани листа были в два раза меньше значений Col-0). Для knock-out растений этот показатель был, сопоставим с контрольными растениями, за исключением pip1;4-2, у которого плотность ткани была 20% выше, чем у растений дикого типа.

Заключение. Растения *Arabidopsis thaliana* принадлежат к экологической группе ксерофитов. Известно, что по мере ксерофитизации видов (в ряду гигрофиты – мезофиты – ксерофиты) увеличивается максимальная толщина листа и объём межклетников. У исследованных нами knock-out мутантов толщина листовой

пластинки и внутренняя испаряющая поверхность были значительно ниже, чем у растений дикого типа. Уменьшение толщины листа и объёма межклетников может свидетельствовать о потере ксерофитных признаков растениями, у которых отсутствует экспрессия одного из генов аквапоринов. Немного иная картина наблюдается для EMS мутантов. У мутантных растений CPC-TRY и CPC-QUATRY максимальная толщина листа была больше, а объём межклетников в несколько раз меньше, чем у контрольных растений. При этом эластичность ткани была ниже, а коэффициент жесткости выше, чем у растений дикого типа. Эти растения обладали внешними признаками ксерофитизации, и можно было бы предположить, что у них должно наблюдаться увеличение плотности ткани листа, по сравнению с контролем. Однако плотность ткани у мутантов CPC-TRY и CPC-QUATRY была в два раза меньше, чем у растений Col-0. Таким образом, на основании сравнения параметров морфоструктуры растений с подавленной экспрессией аквапоринов следует, что широко известные закономерности изменений морфоструктуры растений в ряду гигрофиты – мезофиты – ксерофиты у исследованных мутантов отсутствуют, хотя они и имеют визуальные признаки ксерофитов.

Литература

1. "Идентифицировать функции PIP1 и PIP2-аквапоринов ассимиляционной ткани растений и исследовать особенности их гормональной регуляции": отчет о НИР / Ин-т экспериментальной ботаники НАН Б; рук. В.Г. Реуцкий. – Минск-2006 . 114с.

2. Bienert G.P, Moeller A.L.B., Kristiansen K.A., Schulz A., Moeller I.M., Schjoerring J.K., Jahn T.P. Specific aquaporins facilitate the diffusion of hydrogen peroxide across membranes // J. Biol Chem. 2007. 282. P. 1183-1192

3. Chaumont F., Barrieu F., Jung R., Chrispeels M.J. Plasma membrane intrinsic proteins from maize cluster in two sequence subgroups with differential aquaporin activity // Plant Physiol. 2000. 122. P. 1025–1034

4. Chaumont F., Barrieu F., Wojcik E., Chrispeels M.J. , Jung R. Aquaporins constitute a large and highly divergent protein family in maize // Plant Physiology. 2001. 125. P. 1206-1215

5. Fang X., Yang B., Matthey M. A. et al. Evidence against aquaporin-1-dependent CO_2 permeability in lung and kidney //J. of Physiology. 2002. V. 542. P. 63-69

6. Fu D, Libson A, Miercke LJ, Weitzman C, Nollert P, Krucinski J, Stroud R.M. Structure of a glycerolconducting channel and the basis for its selectivity // Science. 2000. 290. P. 481-486

7. Gigolashvili T., Engqvist M., Yatusevich R., Mueller C. and Fluegge U.-I. HAG2/MYB76 and HAG3/MYB29 exert a specific and coordinated control on the regulation of aliphatic glucosinolate biosynthesis in Arabidopsis thaliana // New Phytologist. 2008. V. 177. P. 627-642

8. Groot B. L., Frigato T., Helms V. and Grubmueller H. The mechanism of proton exclusion in the Aquaporin-1 water channel // Journal of Molecular Biology. 2003. 333. P. 279–293,

9. Groot B. L. and Grubmueller H. The dynamics and energetics of water permeation and proton exclusion in aquaporins // Current Opinion in Structural Biology. 2005. 15. P.176–183

10. Johansson I, Karlsson M, Johanson U., Larsson C., Kjellbom P. The role of aquaporins in cellular and whole plant water balance // Biochim Biophys Acta. 2000. 1465. P. 324–342

11. Johanson U., Karlsson M., Gustavsson S., Sjovall S., Fraysse L., Weig A.R. and Kjellbom P. The complete set of genes encoding Major Intrinsic Proteins in Arabidopsis provides a framework for a new nomenclature for Major Intrinsic Proteins in plants // Plant Physiology. 2001. 126. P. 1358–1369.

12. Katsuhara Maki, Hanba Yuko T. Barley plasma membrane intrinsic proteins (PIP Aquaporins) as water and CO2 transporters // Pflugers Arch - Eur J Physiol. 2008. 456. P. 687-691

13. Kirik V., Simon, M., Hulskamp, M. The EN-HANCER OF TRY AND CPC1 (ETC1) gene acts redundantly with TRIPTYCHON and CAPRICE in trichome and root hair cell patterning in Arabidopsis // Dev. Biol. 2004. 268. P.506-513.

14. Kirik V., Simon, M., Hulskamp, M., M. / ENHANCER of TRY and CPC 2 (ETC2) reveals redundancy in the region-specific control of trichome development of Arabidopsis. // Plant Molec. Biol. 2004.

15. Mauricio R. and Rausher, M. D. // Evolution. 1997. 51. P. 1435-1444

16. National Center for Biotechnology Information [Электронный ресурс]. – 2008. – Режим доступа: www.ncbi.nlm.nih.gov:80/ – Дата доступа: 16.10.2008

17. SIGNAL "T-DNA Express" Arabidopsis Gene Mapping Tool [Электронный ресурс]. – 2008. – Режим доступа: (http://signal.salk.edu/cgi-bin/tdnaexpress – Дата доступа: 16.10.2008

18. Protocol for the Isolation RNA using TRIsure // Bioline, Lakenwalde, Germany – 2008

19. Telfer A., Bollman K. M., Poetcher R. S. // Development. 1997. 124 P. 645-654

20. Terashima J., Ono K. // Plant and Cell Physiology. 2002. V. 43. N1 P. 70-78

N.S. ASHIKHMINA

MORPHOLOGICAL STRUCTURE FEATURES OF *ARABIDOPSIS THALIANA* WILD TYPE PLANTS, PIP1 AND PIP2 AQUAVAPORIN KNOCK-OUT MUTANTS AND EMS MUTANTS

Summary

The comparative analysis of leaves morphological structure of Arabidopsis thaliana wild type plants, PIP1 and PIP2 aquavaporin knock-out mutants and EMS mutants was carried out. This analysis of aquavaporin down-regulation plants has revealed that the investigated mutants do not shown the widely known laws of plant morphological structure changes in the sequence of "gigrofits – mesofits – xerofits".

УДК 581.43:633.311:546.48

Т.А.БУДКЕВИЧ[1], А.И.ЗАБОЛОТНЫЙ[1], Л.Г.ТАРШИС[2]
Г.И. ТАРШИС[2]

СТРУКТУРНО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В КОРНЕВОЙ СИСТЕМЕ ЛЮЦЕРНЫ ПОСЕВНОЙ (*MEDICAGO SATIVA* L.) ПРИ КАДМИЕВОМ СТРЕССЕ

[1] *Институт экспериментальной ботаники им.В.Ф.Купревича*
[2] *Уральский государственный университет, г.Екатеринбург*

Введение. В интенсивно ведущихся в последние десятилетия исследованиях реакций растений на техногенное загрязнение среды и их устойчивости к воздействию тяжелых металлов (ТМ) важное место принадлежит эколого-физиологическому изучению корневых систем, роль которых в адаптации растений к неблагоприятным условиям существования признается приоритетной [1-6]. Наиболее пристальное внимание в ряду поступающих в растения корневым путем ТМ уделяется кадмию (Cd), обладающему высокой биологической подвижностью и сильным ингибирующим воздействием на ростовые процессы и метаболизм растений.

Структурные элементы корневой системы, представляя в растительном организме первую мишень воздействия поглощенного из субстрата Cd, вместе с тем проявляют и свойства первых биологических барьеров в системе дальнего транспорта в

фотосинтезирующие органы. Обзор многочисленных данных позволяет резюмировать [1,3,5], что способность корневой системы задерживать избыток ТМ, в т.ч. Cd, обусловлена совокупным неспецифическим действием таких механизмов как иммобилизация ТМ в клеточной стенке, детоксикация их при помощи многочисленных органических соединений белковой и полисахаридной природы, образующих с ТМ малоподвижные соединения или осуществляющих быстрое выведение их из цитоплазмы в вакуоль; синтез металлотолерантных ферментов, обеспечивающих клетке нормальное функционирование в присутствии токсичных концентраций ТМ.

Видовые различия в скорости транспорта Cd из корней в побеги определяются степенью реализации функций биологических барьеров, роль которых выполняют на разных уровнях морфологические структуры корней. На клеточном уровне это плазмалемма, которая ограничивает поступление Cd внутрь протопласта; на тканевом уровне - ризодерма, эндодерма и центральный цилиндр, в клеточных оболочках которых происходит преимущественное связывание Cd, что, с одной стороны, ограничивает поступление его в стель и продвижение в надземные органы, с другой, обеспечивает нормальное заложение и формирование латеральных корней, т.е. реализацию генетически детерминированного развития корневой системы [3-5,7]. Но на загрязненных Cd почвах морфоструктуры корня весь постэмбриональный период подвергаются воздействию ионов токсичного металла, которое изменяет нормальное формирование и функционирование этих структур. В результате, при определенных для каждого вида и даже сорта уровнях содержания Cd в корнях, барьерная функция апопласта нарушается и все большая часть инкорпорированного металла попадает в сосуды ксилемы и транспортируется в надземные органы.

Результаты многочисленных исследований свидетельствуют, что индуцированные ТМ реакции морфологических структур корней могут иметь как схожий для разных ТМ и видов растений характер, так и быть видоспецифичными [3-5, 8-14]. Так же видоспецифично могут различаться диапазоны концентраций металлов во внешней среде и растении и соответствующая им степень ингибирования ростовых процессов [12-16]. Однако следует констатировать, что большая часть исследований этого

направления выполнена на первичных корнях растений, находящихся в ювенильной стадии развития. Сведения о влиянии загрязнения субстратов ТМ, в т.ч. Cd, на анатомо-морфологические характеристики корневых систем растений в репродуктивный период весьма малочисленны, как и информация о пороговых для продукционных процессов концентрациях ТМ в среде и о сопутствующих им структурно-морфологических изменениях в корневых системах вегетирующих растений.

Оценка влияния абиотического стресса на структурно-функциональное состояние корневых систем в период максимальной активности метаболических процессов в растении (фазы бутонизации и цветения) представляется важной, прежде всего, для бобовых культур, у которых корневая система стержневого типа характеризуется уже на ранних этапах онтогенеза образованием вторичных проводящих тканей из камбия и вторичной покровной ткани перидермы из феллогена, что может существенным образом отражаться на количественных показателях поглощения и транслокации Cd в растении. С этой точки зрения, наибольший интерес для изучения представляют виды, относительно устойчивые к избытку Cd в субстрате. По нашим данным [17], к таким видам предварительно могут быть отнесены представители рода *Medicago* L., показавшие незначительные отклонения показателей урожая зеленой массы и азотфиксирующей активности корневых клубеньков при возрастании до 2-х порядков (от 0,3 до 70,0 мг/кг) содержания Cd в почве.

Объекты и методы исследования. Объектом исследования служили растения люцерны посевной (*Medicago sativa* L.) сорта Белорусская, выращенные в условиях вегетационного опыта на дерново-подзолистой почве при различных уровнях содержания в ней кадмия. Опыт был заложен в 4-кратной повторности по следующей схеме:

I. Р60К90 (без дополнительного внесения Cd) - контроль
II. Р60К90 + внесение 15 мг/кг Cd
III. Р60К90 + внесение 30 мг/кг Cd
IV. Р60960 + внесение 50 мг/кг Cd
V. Р60960 + внесение 70 мг/кг Cd

Удобрения и Cd вносили в почву перед набивкой сосудов Митчерлиха (объем сосудов – 8,5 кг сухой почвы). В качестве

удобрения использовали суперфосфат и хлористый калий в дозах 2,5 г и 1,5 г на сосуд. Cd вносили в виде раствора соли хлористого кадмия ($CdCl_2 \cdot 2,5\ H_2O$), почву тщательно перемешивали и заполняли ею сосуды. Семена перед посевом проращивали на увлажненной фильтровальной бумаге и инокулировали соответствующим виду растения штаммом симбиотических бактерий.. В период вегетации влажность почвы в сосудах поддерживали регулярным поливом на уровне 60-70 %.

Анатомические и морфофизиологические исследования проводили на растениях, достигших фазы полного цветения-начала плодообразования. С этой целью растения вместе с почвенным монолитом из сосудов перемещали без повреждения корневой системы на поддон с почвенным ситом, на котором корни отмывали от почвы сначала водопроводной, затем дистиллированной водой и отделяли от надземной части. Для анатомических исследований в каждом варианте опыта отбирали наиболее морфологически репрезентативные корневые системы, которые фиксировали в 96 %-м этаноле. Изучение анатомо-морфологической структуры корней люцерны проводили на поперечных срезах главного корня под микроскопом при увеличении 90^X. В каждой из частей, выделяемых по длине корня в направлении от апикального к базальному концу, производили по 10 срезов, которые обрабатывали, согласно общепринятой в анатомии растений методике [18], флороглюцином и концентрированной HCl. Эта обработка позволяет хорошо рассмотреть сосуды первичной и вторичной ксилемы, а также элементы склеренхимы в древесине и лубе, т.к. все микроструктуры с лигнифицированными оболочками окрашиваются в малиновый цвет. Окулярмикрометром измеряли радиус поперечного сечения корня, радиусы древесины и луба, подсчитывали количество лучей вторичной ксилемы.

Массу сухого вещества надземных органов и корней определяли после высушивания измельченных частей растений в термостате при 105^{o}C (для анализа в каждом варианте опыта отбирали по 25 растений). Концентрацию Cd в средневзвешенных растительных образцах из частей растений каждого варианта после их озоления и растворения в 10 %-ной HCl измеряли методом атомно-эмиссионной спектрометрии с использованием спектрометра IRIS Intrepid II XDL DUO фирмы Intertech Corporation с индуктивно связанной плазмой параллельного типа с осевым и

радиальным наблюдением плазмы. Предел чувствительности по Cd 0,05 мг/кг.

Результаты морфометрических и анатомических измерений, данные аналитических определений обработаны статистически с привлечением стандартных программ Exsel.

Результаты и их обсуждение. Определение содержания инкорпорированного Cd в фитомассе корней и надземных органов люцерны показало (рис.1 и 2), что независимо от количества внесенного в почву металла основная дозовая нагрузка в растении приходится на ткани мелких поглощающих корней, у которых концентрация Cd, в диапазоне уровней в почве от 0,3 (контроль) до 70 мг/кг, возрастала в интервале 14,5±0,3 - 63,8±0,8 мг/кг. Содержание Cd в крупных стержневых корнях, стеблях и листьях на 1-1,5 порядка ниже и варьирует в пределах 1,33±0,1 – 6,24±0,1 мг/кг.

Вместе с тем, анализ изменения концентрационных показателей в заданном интервале уровней Cd в почве свидетельствует (табл.1), что сопряженность возрастания концентрации Cd в растении и почве для отдельных органов растений нарушается.

При возрастании содержания в почве от 0,3 до 30 мг/кг кратность повышения концентрации Cd в системе структурных частей бобового растения, через которые последовательно осуществляется из почвы его транспорт – «корни мелкие (поглощающие)–корни крупные (стержневые)–стебли–листья», убывает. Но если при дозе Cd в почве 15,0 мг/кг его повышение в этих органах составляет соответственно 16,0 - 3,1 - 3,1 - 2,5 раза относительно контроля, то при увеличении дозы в почве с 15,0 до 30,0 мг/кг изменения значительно слабее: в мелких корнях отмечается повышение в 2,5, в крупных корнях и стеблях в 2-2,1 раза, в листьях концентрация Cd остается на прежнем уровне. Следовательно, в диапазоне уровней в почве от 0,3 до 30,0 мг/кг определенная часть транспортируемого Cd задерживается в звене «корни мелкие-корни стержневые» и при разгрузке из ксилемных сосудов стеблей в листья.

Таблица 1. Кратность увеличения концентрации Cd в подземных и надземных органах люцерны с возрастанием уровней Cd в почве

Cd в почве		Кратность повышения концентрации Cd в растении			
Содержание, мг/кг	Кратность повышения	Корни мелкие	Корни крупные	Стебли	Листья
контроль (0,3)	-	-	-	-	-
15,0	50,0	16,0	3,1	3,1	2,5
30,0	2,0	2,5	2,0	2,1	1,0
50,0	1,7	1,8	1,8	1,9	2,8
70,0	1,4	1,0	1,1	1,2	1,1

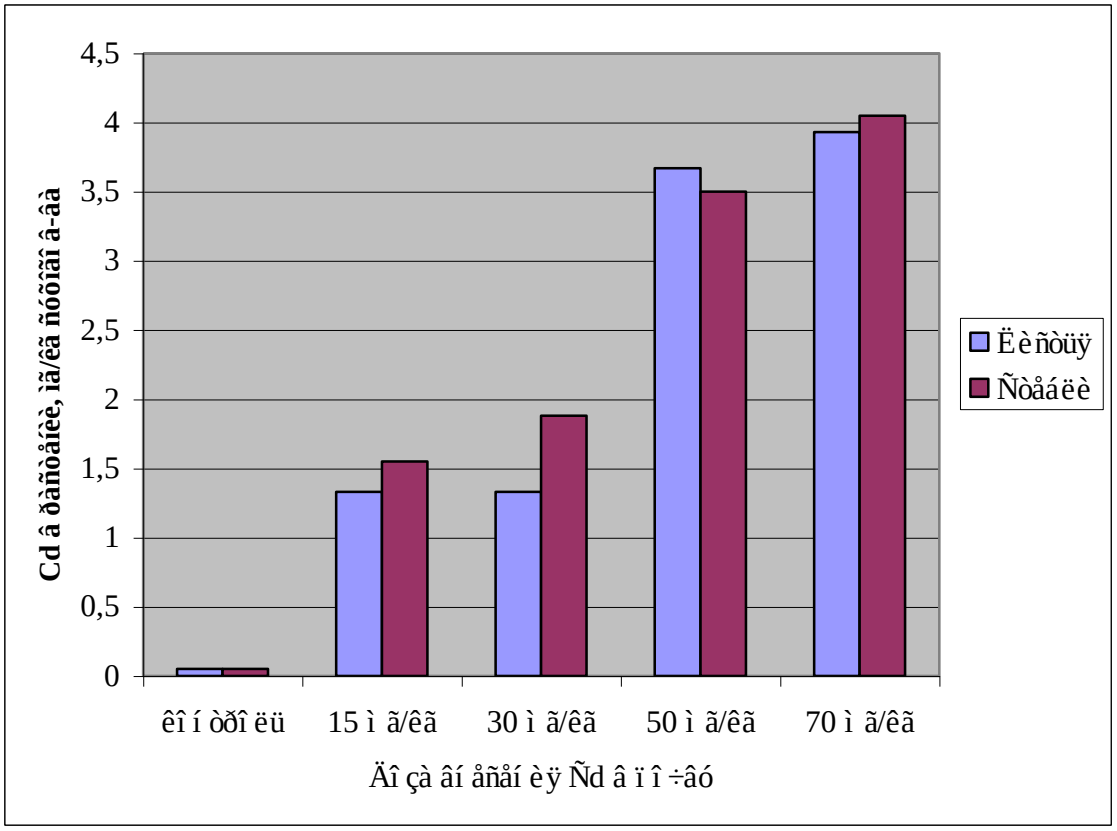


Рис. 1. Содержание Cd в надземных органах люцерны посевной при внесении в почву возрастающих доз Cd.

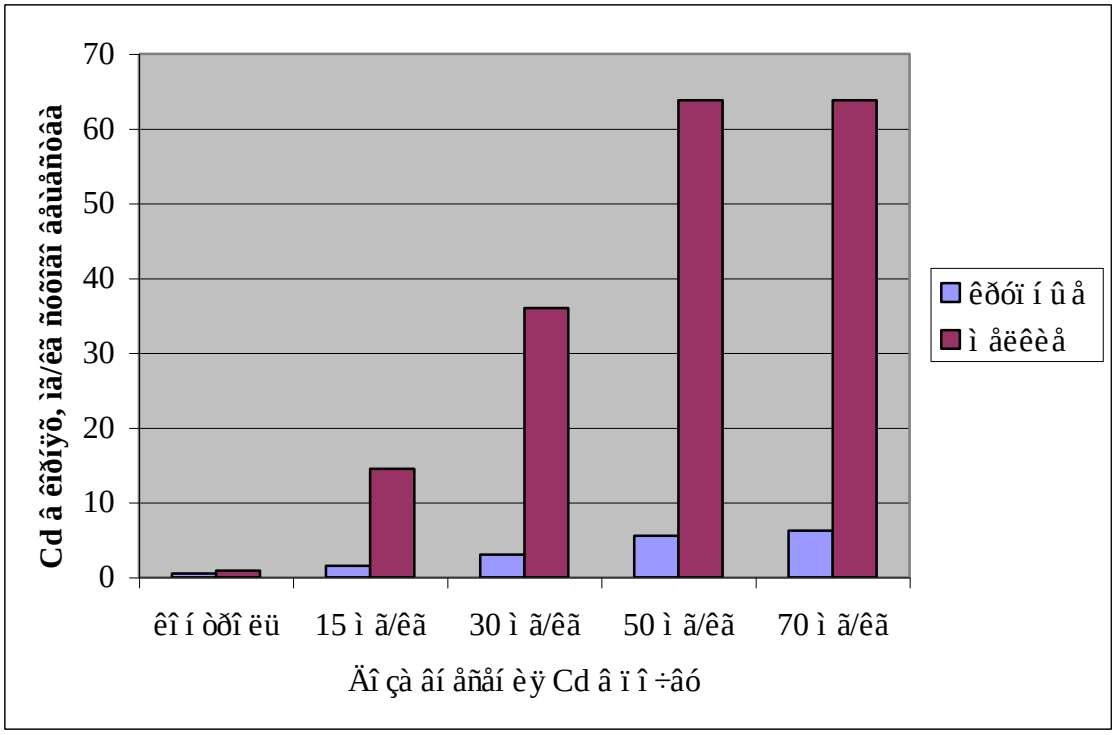


Рис. 2. Содержание Cd в крупных (толщина >1-10 мм) и мелких (толщина < 1 мм) корнях люцерны посевной при внесении в почву возрастающих доз Cd

При дозе в почве 50,0 мг/кг концентрация Cd в листьях возрастает в 2,8 раза по сравнению с уровнем 30 мг/кг, в то время как в корнях и стеблях повышение было только 1,8-1,9-кратным. Увеличение содержания Cd в почве с 50 до 70 мг/кг не вызвало существенных изменений его концентрации как в подземных, так и надземных органах растений. Таким образом, в интервале уровней Cd в почве 50-70 мг/кг барьерная роль корней при транспорте Cd в надземные органы практически не проявляется.

По данным выноса Cd в расчете на массу сухого вещества структурных частей модельного растения люцерны (табл.2), основная доля (64,6-71,8 %) инкорпорированного Cd содержится в корнях. Характерно, что если в контрольном варианте (без дополнительного внесения Cd в почву) большая часть (54,9 %) задерживается в крупных стержневых корнях, то с увеличением содержания Cd в субстрате на долю крупных корней приходится только 23,1-28,3 %, в то время как в тканях мелких поглощающих корней содержится до 37,2-46,9 % от всего поглощенного растением количества Cd.

Таблица 2. Накопление Cd структурными частями растений люцерны (фаза цветение-начало плодообразования) при различных уровнях его содержания в почве

Доза внесения Cd в почву, мг/кг	Расчет на сухую массу 1-го модельного растения							
	Надземная часть		Корневая система		в т.ч.крупные (> 1мм) корни		в т.ч. мелкие (< 1мм) корни	
	мг 10^{-3}	%	мг 10^{-3}	%	мг 10^{-3}	%	мг 10^{-3}	%
Контроль (без внесения Cd)	1,1	35,4	2,0	64,6	1,7	54,9	0,3	9,7
15,0	3,9	34,5	7,4	65,5	3,2	28,3	4,2	37,2
30,0	4,4	28,2	11,2	71,8	4,3	27,6	6,9	44,2
50,0	8,8	29,4	21,1	70,6	7,1	23,7	14,0	46,9
70,0	9,8	30,7	22,1	69,3	7,4	23,1	14,7	46,2

Сопоставление изменений в накоплении сухого вещества и накоплении Cd структурными частями растений люцерны при возрастании избытка Cd в субстрате (рис.3 и табл.2) показывает, что начиная с дозы 15 мг/кг Cd в почве биомасса крупных корней и содержание в них Cd в вариантах 30, 50 и 70 мг/кг Cd последовательно снижается, а доля мелких корней в общей корневой массе и аккумуляция в них Cd существенно увеличивается. Это свидетельствует о том, что барьерная функция корневой системы люцерны в отношении Cd до определенного уровня этого элемента в почве реализуется в основном за счет мелких поглощающих корней. В значительной мере это может происходить путем увеличения катионно-обменной емкости корней, которое проявляется как защитная реакция корневой системы в ответ на воздействие фактора, ингибирующего корневое поглощение минеральных элементов из почвы. Известно [2,5,12], что Cd, попадая в растительную клетку, подавляет поглощение K, Ca, Mg и других биогенных элементов, но не влияет на закладку и формирование латеральных корней, происходящие в перицикле, т.к. задерживается клеточными стенками коры и эндодермы [5]. Однако при выходе из материнского корня ткани вновь образовавшегося

корешка могут достаточно интенсивно насыщаться Cd, который обнаруживается не только в клеточных стенках, но и цитоплазме [16]. Действие барьерной функции апопласта в отношении Cd проявляется до определенных пределов аккумуляции его в клетках корней. В нашем опыте ослабевание этой функции у корневой системы люцерны наступает при дозе 50 мг/кг Cd в почве и концентрации его в мелких поглощающих корнях свыше 60 мг/кг сухой массы (рис.2), что сопровождается резким возрастанием концентрации Cd в стеблях и листьях (рис.1), существенным уменьшением сухой массы крупных стержневых корней, но слабо выраженной тенденцией к снижению надземной фитомассы (рис.3). С повышением дозы Cd в почве до 70 мг/кг его уровни в надземных органах и крупных корнях, как и накопление сухого вещества надземной фитомассой, существенно не изменились по сравнению с дозой 50 мг/кг.

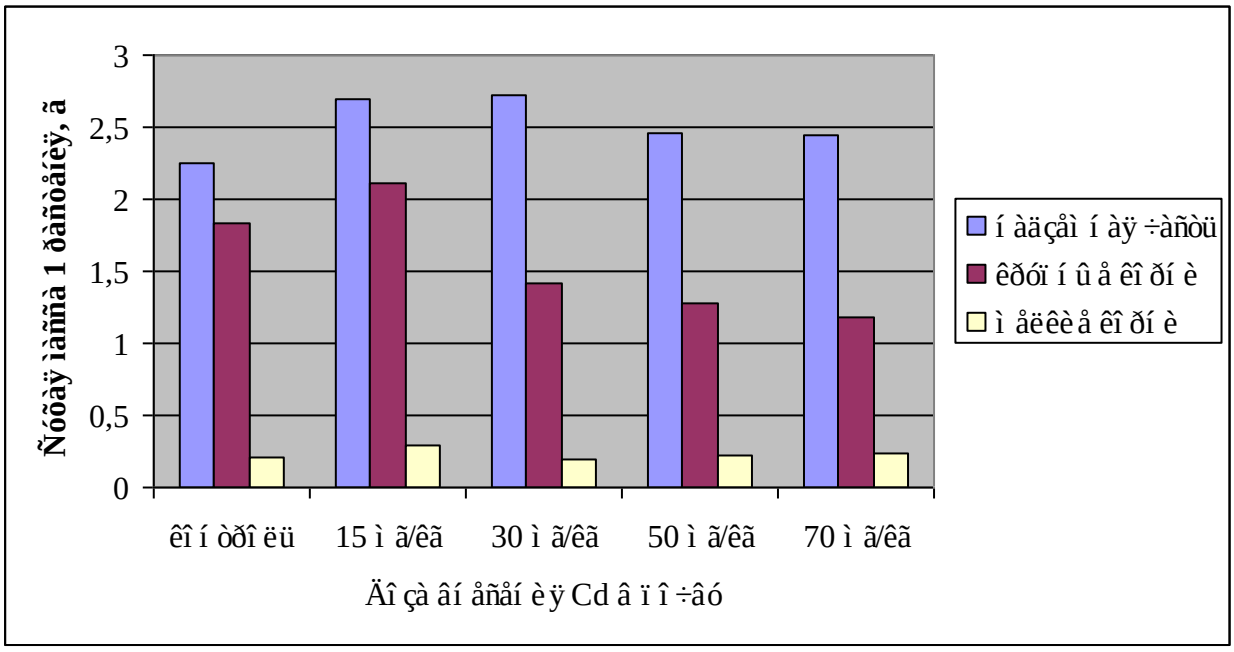


Рис. 3. Накопление массы сухого вещества растениями люцерны посевной (фаза цветения) при внесении в почву возрастающих доз Cd.

По-видимому, в данном случае устойчивость продукционных процессов люцерны к резкому повышению концентрации Cd в фотосинтезирующих органах свидетельствует о том, что при избытке Cd в почве на уровне 50-70 мг/кг мы наблюдаем у этого вида состояние кадмиевого стресса, которое, по определению В.А.Веселовского с соавторами, можно рассматривать как «переход растительной клетки в этой фазе ее ответа на внешний раздражитель в новое состояние повышенной резистентности при

выходе возмущающего экзогенного воздействия за границы толерантной области адаптивной перестройки в растительном организме» [20].

Выше было отмечено, что в отличие от мелких поглощающих корней, выполнявших при определенных (15-30 мг/кг) уровнях Cd в почве барьерную функцию на пути транспорта металла в надземную сферу, содержание Cd в биомассе крупных стержневых корней только 1,2-1,5-кратно превышало показатели надземных органов, что указывает на выполнение этими структурными частями корневой системы преимущественно транспортной функции по отношению к Cd. В то же время масса этих корней в расчете на модельное растение с усилением дозовой нагрузки последовательно уменьшалась (рис.3). В этой связи представлялось важным исследовать гистологические изменения в структуре главных корней, вероятно, обуславливающие их адаптивную перестройку под воздействием Cd, и определить границы их толерантности в пределах заданных концентраций Cd в почве.

Обобщение литературных данных по характеру и направленности изменений в анатомо-морфологической структуре корней при наличии инкорпорированных металлов показывает [8], что в этих условиях уменьшаются – формирование новых боковых корешков и корневых волосков, скорость линейного роста корней, количество и размер элементов ксилемы, интегральность эндодермы; увеличиваются – степень суберинизации и лигнификации корней, скорость отмирания кончика корня. Благодаря наличию барьера эндодермы кортикальные клетки характеризуются более высоким содержанием металлов, чем клетки стели.

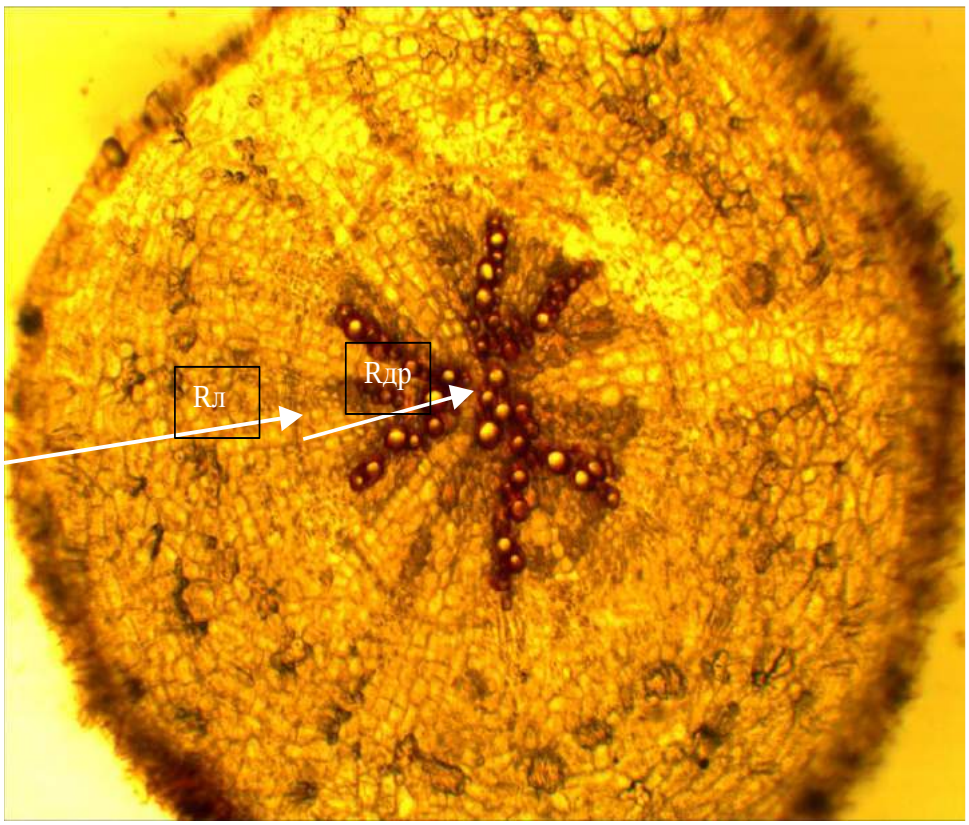
Однако в ряде исследований констатируется специфичность действия различных токсичных металлов на ростовые процессы в корнях растений. Так, изучение влияния высоких концентраций Al на ультраструктуру тканей корней проростков сои выявило в коре корня клеточный лизис (распад). В оставшихся неповрежденными кортикальных и ризодермальных клетках наблюдалось активное формирование пузырьков. Но наиболее сильно выраженной реакцией на Al-стресс было образование впячиваний и лабиринтов в клеточных стенках ризодермы и коры [10]. При избыточном содержании Zn в питательной среде в изолированных корнях люцерны, выращиваемой в стерильной культуре, на первичной

оболочке клеток эндодермы отмечалось отложение субериновых ламелл [11].

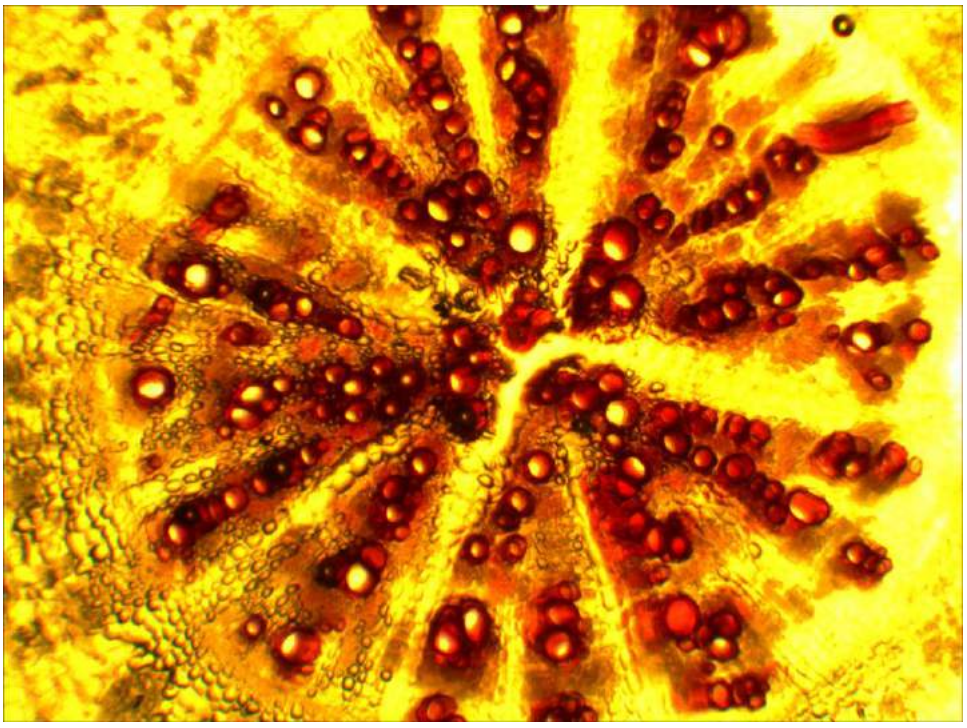
На примере корней кукурузы показано [21], что более интенсивный, по сравнению с Pb, радиальный транспорт Cd по тканям корня определяет его большую токсичность по отношению к ростовым процессам в корне. Так, если в загрязненной Pb среде образование двуядерных клеток в кончиках корней вызывается его действием на микротрубочки, то ионы Cd^{2+} блокируют клеточное деление, вызывая нарушения цитокинеза [13]. Отмечается также специфичность реакции у отдельных зон апикальных меристем, а именно: стелярной, кортикальной, коровой и валиковой, клетки которой расположены между стелярной и коровой зонами и способны к периклинальному делению при действии ионов Cd^{2+} и Pb^{2+} [22].

В наших экспериментах сопоставление анатомических изменений, происходящих в главных корнях модельных растений люцерны под воздействием возрастающей дозовой нагрузки Cd, проводилось на поперечных срезах, подготовленных в базальной, средней и апикальной зонах каждого корня. Установлено, что как у опытных, так и у контрольных экземпляров уже в апикальной зоне главного корня происходят характерные для вида топогенные изменения тканей стели и первичной коры. 6-7-слойная первичная кора вместе с однослойной ризодермой и корневыми волосками сбрасывается с поверхности корня, сначала отдельными фрагментами, а затем и полностью. Многослойная перидерма (вторичная покровная ткань) в корнях люцерны начиная с апикальной зоны замещает однослойную ризодерму. Она состоит из 3-4–слойной пробки (феллемы), как известно, непроницаемой для жидких и газообразных веществ, феллогена (пробкового камбия) и клеток феллодермы.

Разрушение клеток первичной коры, ее сминание и сбрасывание происходит после того, как в стели начинают активно делятся клетки камбиального слоя. Путем периклинальных делений клетки камбия образуют кнаружи элементы вторичной флоэмы, а внутрь корня – элементы вторичной ксилемы (рис.4а).



А



Б

Рис.4. Поперечное сечение главного корня люцерны посевной в апикальной части зоны проведения: А - контроль (Rл – вторичная флоэма; Rдр – вторичная ксилема); Б - 50 мг/кг Cd в почве (число секторов вторичной ксилемы 2-кратно увеличилось)

Вторичная ксилема состоит из радиально расположенных сосудов различного диаметра, сопровождаемых группами одревесневших элементов механической ткани (склеренхимных волокон) и паренхимными клетками. Широкие лубо-древесные лучи (5 клеток) как бы разделяют по радиусам вторичную ксилему на узкие секторы, количество которых в корнях у особей под воздействием Cd становилось значительно больше, чем у особей в контроле (рис.4а, 4б).

Таблица 3. Количество лучей вторичной ксилемы в зоне проведения главного корня люцерны посевной при возрастании концентрации кадмия в почве.

Содержание Cd в почве, мг/кг	Апикальная часть проводящей зоны корня	Средняя часть проводящей зоны корня	Базальная часть проводящей зоны корня
0,5 (контроль)	6,5 ± 0,2	14,8 ± 0,3	15,4 ± 0,3
15,0	9,2 ± 0,2	21,6 ± 0,3	26,6 ± 0,3
30,0	9,8 ± 0,3	20,8 ± 0,3	26,7 ± 0,3
50,0	16,0 ± 0,2	29,0 ± 0,3	28,7 ± 0,3
70,0	14,5 ± 0,3	24,8 ± 0,3	28,4 ± 0,3

Как показывают данные анатомического анализа (табл.3), изменение структуры вторичной ксилемы в диапазоне возрастания доз Cd в почве от 0,3 до 70 мг/кг происходит скачкообразно, что особенно характерно для апикальной и средней части проводящей зоны корня, где в наибольшей степени проявляется воздействие Cd на камбиальную активность. В интервале доз Cd 15-30 мг/кг количество радиальных лучей вторичной ксилемы увеличивалось по сравнению с контролем в 1,4-1,5 раза, в интервале 50-70 мг/кг Cd – до 2,2-2,5 раз. В базальной части проводящей зоны корня наблюдаемое уже при дозе Cd 15 мг/кг 1,8-кратное увеличение числа ксилемных лучей сохраняется при дальнейшем усилении дозовой нагрузки.

С аналогичной закономерностью под действием возрастающих доз Cd изменяются у главного корня люцерны посевной размеры луба, древесины и радиус поперечного сечения (табл.4). В интервале содержания Cd в почве от 15,0 до 30,0 мг/кг как в апикальной, так средней и базальной частях зоны проведения корня наблюдается незначительное изменение этих параметров, на фоне

дозы Cd 50 мг/кг размеры поперечного сечения, а также луба и древесины достигают максимальных значений; при дозе 70 мг/кг отмечается некоторое уменьшение размеров этих структур.

Таблица 4. Изменение размеров (в микронах) луба, древесины и радиуса поперечного сечения в зоне проведения главного корня люцерны посевной в направлении от апикальной (Ап.) к базальной (Баз.) части при возрастании концентрации кадмия в почве.

Cd в почве, мг/кг	Луб		Прирост, мк	Древесина		Прирост, мк	Радиус поперечного сечения		Прирост, мк
	Ап.	Баз.		Ап.	Баз.		Ап.	Баз.	
0,5 контроль	577	807	230	427	974	547	1004	1781	777
15	614	839	225	442	1010	568	1056	1849	793
30	759	853	94	513	1178	665	1272	2031	759
50	912	1041	129	762	1654	892	1674	2695	1021
70	827	862	35	634	1575	941	1461	2437	976

Заключение. Таким образом, выявленные нами у люцерны посевной в фазе цветения-начала плодообразования изменения морфологической структуры крупных стержневых корней, индуцируемые инкорпорированным Cd за период от появления первичных корней до формирования корневой системы с центральными стержневыми корнями и отходящими от них латеральными корнями нескольких порядков свидетельствует о стимуляции кадмием роста корней за счет активации деятельности камбия. Это сопровождается увеличением емкости проводящей системы главных корней с одновременным снижением у них массы сухого вещества. Изменения проявляются уже при дозе Cd в почве 15 мг/кг и достигают максимума при дозе 50 мг/кг. Происходит раннее сбрасывание ризодермы с корневыми волосками и замена ее многослойной перидермой, включающей 3-4-слойную феллему (пробку), облитерация первичных тканей коры и активное образование вторичных тканей, увеличение размеров стели и количества радиальных лучей вторичной ксилемы. Все это указывает на сведение до минимума у главных корней функции поглощения и радиального транспорта, но увеличение возможности ксилемного транспорта веществ, интенсивно поглощаемых мелкими физиологически активными корнями, которые на усиление

кадмиевого стресса реагируют увеличением фитомассы и аккумуляции в ней Cd.

По-видимому, адаптивная реакция корневой системы люцерны на избыток Cd в среде, помимо установленной нами активации камбиальной активности при формировании вторичной структуры главного корня, в значительной степени связана со стимуляцией заложения и формирования в перицикле главного корня новых поглощающих корней и с воздействием на углеводный обмен в их клетках, определяющий видоспецифичность катионно-обменной емкости по отношению к Cd.

Литература

1. Ильин В.Б., Гармаш Г.А., Гармаш Н.Ю. // Агрохимия. 1985. № 6. С.90-99.

2. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение. – Новосибирск: Наука. Сиб.отделение, 1991. – 151 с.

3. Гуральчук Ж.З. // Физиология и биохимия культ. растений. 1994. Т. 26. № 2. С. 107-117.

4. Феник С.И., Трофимяк Т.Б., Блюм Я.Б. // Успехи современной биологии. 1995. Вып. 115. № 3. С. 261-273.

5. Серегин И.В., Иванов В.Б. // Физиология растений. 2001. Т.48. № 4. С.606-630.

6. Будкевич Т.А. // Проблемы экспериментальной ботаники. Сборник научн. трудов, посв.100-летнему юбилею В.Ф.Купревича. Минск:Наука и техника, 1995. С.

7. Заболотный А.И., Будкевич Т.А. // Ботаника (исследования): Сборник научных трудов. Выпуск 37 /Ин-т эксперимент.бот.НАН Беларуси – Минск:Право и экономика, 2009. – С. 374-384.

8. Barcelo J., Poschenrieder Ch. //J.Plant Nutr. V. 1990. 13. N 1. P.1-37.

9. López-Bucio J., Cruz-Ramirez A., Herrera-Estrella L. // Current Opinion in Plant Biology. 2003. V.6. P.280-287

10. Danilova M.F., Kravkina I.M., Crang F.E. // Root Ecology and its Practical Application: Proceedings of the 3rd ISSR Symp. (2-6 September 1991, Wien, Austria). Klagenfuet, 1992. P. 25-28.

11. Сердюк Е.М., Гуральчук Ж.З. //Физиология и биохим. Культ. Растений. 1987. 19. № 5. С.485-490).

12. Сергеева Л.Е. // Физиология и биохимия культ. растений. 2006. Т.38. № 3. С.197-205.

13. Мельничук Ю.П. Влияние ионов кадмия на клеточное деление и рост растений.- Киев:Наукова думка, 1990. 148 с.).

14. Weigel H.J., Jager H.J. // Plant Physiol. 1980. V.65. P. 480.

15. Иванов В.Б., Быстрова Е.И., Серегин И.В. // Физиология растений. 2003. Т.50. № 3. С.445-454.

16. Серегин И.В., Иванов В.Б. // Физиология растений. 1997. Т.44. № 6. С. 922-925.

17. Будкевич Т.А., Заболотный А.И. // Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов: Материалы Межд.научн.-практ.конф. (18-20 ноября 2009, г. Минск). Ч.2. Минск,2009. С.215-217.

18. Воронин Н.С. Руководство к лабораторным занятиям по анатомии и морфологии растений. М.: Просвещение, 1972. 160 с.

19. Будкевич Т.А., Заболотный А.И. // Ботаника (исследования): Сборник научных трудов. Выпуск 35 /Ин-т эксперимент.бот.НАН Беларуси – Минск:Право и экономика, 2008. С. 3-12.

20. Веселовский В.А., Веселова Т.В., Чернавский Д.С. // Физиология растений. 1993. Т.40. № 4. С. 553-557.

21. Серегин И.В., Иванов В.Б. // Физиология растений. 1998. Т.45. № 6. С. 899-905.

22. Нестерова А.Н. //Современные проблемы экологии и анатомии растений: Материалы 2-го Всес.совещ. (Владивосток, 10-16 сент.1990 г.) Владивосток,1991. С.109-116.

T.A.BUDKEVICH, A.I.ZABOLOTNY, L.G.TARSHIS, G.I.TARSHIS

STRUCTURAL AND MORPHOLOGICAL CHANGES IN ROOT SYSTEM OF ALFALFA (*MEDICAGO SATIVA* L.) UNDER CADMIUM STRESS

Summary

The changes of anatomical and morphological structure of roots, caused by Cd, have been studied on *Medicago sativa* plants in flowering stage. In range of Cd concentration in soil 15-70 mg/kg, content of Cd in secondary absorbing roots amounts to 15-64 mg/kg, in main tap roots to 1,5-6 mg/kg, in leaves and stems to 1-3 mg/kg. The quota of lateral absorbing roots in total Cd accumulation by plant is 37-46 % and the quota of main roots is 23-28 %. In accordance with increasing of Cd surplus in tap root the capacity of its transport system is extending, but dry mass is reducing. It is revealed that Cd stimulates the cambial activity during the forming of secondary structure of main tap root: the radius of cross section, the size of xylem and phloem, the number of radial xylary rays increase. The greatest changes were observed for Cd dose in soil 50 mg/kg.

УДК 631.466 (476)

Г.И. БУЛАВКО, А.П. ЯКОВЛЕВ

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПОСАДОК ЯГОДНЫХ РАСТЕНИЙ НА СКОРОСТЬ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ МЕЛИОРИРОВАННОГО ТОРФЯНИКА

Центральный ботанический сад НАН Беларуси

Введение. Осушение торфяных почв закономерно сопровождается уменьшением природных запасов органического вещества и его качественным преобразованием, ростом степени разложения и дисперсности торфа, вследствие чего ухудшается его структура, утрачивается гидрофильность. Это ведет к иссушению и снижению устойчивости торфяного слоя к дефляции, возникновению пыльных бурь, трудноликвидируемых пожаров, приводящих к значительным потерям торфа, загрязнению среды. Мощность торфяной залежи уменьшается вследствие его усадки, минерализации органического вещества и дефляции. Этот процесс экологически опасен еще и потому, что усиливает приток углекислого газа в атмосферу. По состоянию на начало 2007 г. общая площадь осушенных земель республики составляла 16,4% всей территории, что свидетельствует об актуальности изучаемой проблемы [1].

Скорректировать восстановление экосистемы и возвращение территорий в хозяйственное использование можно с применением различных способов биологической рекультивации. На участках с сохранившимся слоем торфяно-болотной почвы экономически рентабельным и экологически целесообразным представляется использование посадок ягодных растений. Они помимо хозяйственной пользы ускоряют темпы восстановления естественной болотной экосистемы. Изучение сукцессий показало, что в ходе формирования экосистемы продукционный блок формируется быстрее других, следовательно, появление естественной болотной растительности ускорит формирование экосистемы [2]. Для стабильного функционирования экосистемы необходима сбалансированная деятельность как продукционного, так и деструкционного звена. Роль деструкторов в экосистеме выполняют почвенные микроорганизмы. Большинство почвенных микроорганизмов – гетеротрофы, использующие отмершие

растительные остатки, прижизненные корневые выделения, корневой опад и опад надземной фитомассы, поступающей на поверхность почвы. Известно, что скорость процессов деструкции зависит от ботанического состава основной массы подвергающегося разложению материала, от почвенно-климатических условий, в которых этот процесс протекает и от состава участвующих в нем организмов [3].

Сравнительная оценка модифицирующего действия опытных растений на активность микроорганизмов, участвующих в преобразовании торфа, определила **цель** настоящей работы.

Объекты и методы исследования. Объектом исследования послужила площадь осушенного болота, расположенного на территории Подсвильского лесничества Двинской лесной экспериментальной базы (Глубокский р-н). Делянки с опытными ягодными растениями заложены в 2006 г. на площадках 0,05 га для каждого вида: клюквы крупноплодной (*Oxycoccus macrocarpus* (Ait.) Pers.), голубики высокорослой (*Vaccinium corymbosum* L.). В качестве контроля использовались целинные участки (без растительности) и участки самозарастающие в течение такого же времени с растениями пушицы влагалищной (*Eriophorum vaginatum* L.). Такой набор видов позволяет сравнивать влияние на почвенный микробоценоз как разных родов растений, так и отдельных видов в пределах одного рода. В начале, середине и конце вегатационного сезона (2008 г.) проводили отбор почвенных образцов с глубины 0–20 см. Для проведения аналитических работ использовали усредненный образец.

Показатели микробиологической активности – величину микробной массы и активность дыхания почвы – определяли общепринятыми методами [4,5]. Метод определения биомассы физиологически активных микроорганизмов основан на измерении начальной скорости дыхания популяции после обогащения почвы дополнительным источником углерода и энергии (глюкоза). При температуре инкубации почвы, равной 22±0,5°С, максимальная скорость дыхания (1 мл CO_2 в час) соответствует 40 мг углерода микробной биомассы. Метод дает воспроизводимые результаты при определении интенсивности дыхания в интервале 1-3 часа после внесения глюкозы [4].

Определения проведены на усредненных образцах, отобранных в мае, июле и сентябре на участках мелиорированного болота с

растительностью различного ботанического состава. Все определения выполнены в 3–4-кратной биологической и 3-кратной аналитической повторности. Данные обработаны на IBM с использованием указаний Г.Ф. Лакина [6]. Средняя квадратичная ошибка среднего не превышала 1,0–1,5%.

Результаты и обсуждение. Каждый тип почвы имеет характерный набор микроорганизмов. Большинство почвенных микроорганизмов – гетеротрофы, использующие прижизненные корневые выделения, корневой опад и опад надземной фитомассы, поступающей на поверхность почвы. Состав и количество корневых выделений зависят от вида растения и меняются в течение вегетационного периода. Соответственно в корнеобитаемом слое почвы в зависимости от вида растения формируется микробоценоз с определенным составом и активностью.

Особенности химического состава болотных растений и недостаток кислорода в переувлажненных почвах способствуют тому, что микробиологические процессы в болотных почвах подавляются, скорость преобразования опада резко замедляется и сильно отстает от скорости его поступления в почву, в результате чего накапливаются слабо измененные растительные остатки [7]. Мелиорированное болото представляет собой субстрат, наиболее длительно находящийся в условиях недостатка кислорода и низкого pH. В такой специфичной среде может развиваться узкий спектр микробов, до 90% биомассы микроорганизмов составляют микромицеты [8, 9], среди прокариот доминируют бациллы и актиномицеты [9], чья активность, как правило, невысока [10]. Известно, что микромицеты и бациллы могут находиться в почве в покоящемся состоянии, в виде спор и в активной форме. Использованный метод определения позволяет вычленить только активно функционирующую часть микробоценоза.

Биомасса физиологически активных микроорганизмов в торфяно-болотной почве под исследованной растительностью имела разную величину и отличалась по характеру сезонных колебаний.

В первых числах мая, в начале периода вегетации растений, на пробных площадях с разной растительностью величина биомассы микроорганизмов существенных различий не имела. Растения *E.*

vaginatum L. трогаются в рост раньше, поэтому под ее растениями в этот период микробная масса была выше.

На целинном участке без растений, где изменения обусловлены главным образом гидротермическими факторами, масса физиологически активных микроорганизмов убывает к середине лета до 504 мкг С/г почвы и остается на таком же уровне до конца сентября (521 мкг). Аналогичный характер изменения микробомассы прослеживался и под растениями клюквы крупноплодной с неполной задерненностью участка. В почве под голубикой высокорослой сезонные колебания биомассы сглажены, слабое снижение содержания физиологически активных микроорганизмов на этом участке было только в сентябре. Под пушицей от весны к осени величина показателя резко сокращалась и к концу периода вегетации была в 1,5 раза ниже исходного значения (321 мкг С/г почвы), чем под посадками ягодных растений (602 мкг под клюквой и 542 мкг под голубикой) (рис.1).

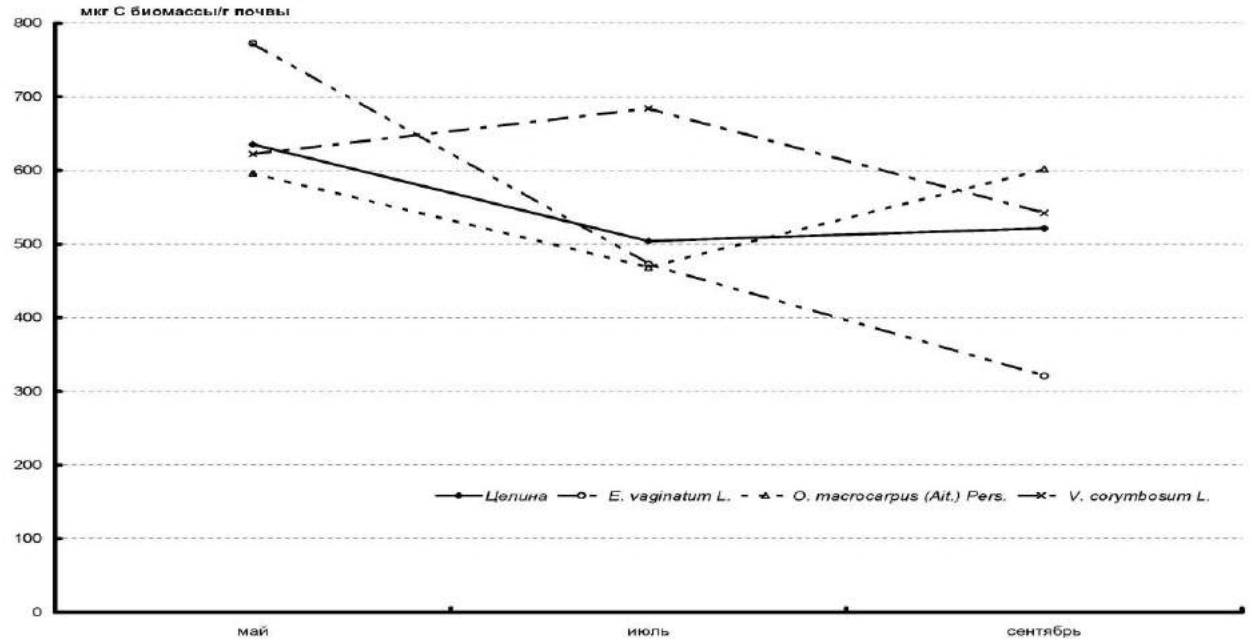


Рис. 1. Величина микробной массы в торфяно-болотной почве под растительностью различного ботанического состава, мкг С/г почвы

Для почвенных микроорганизмов, являющихся сапрофитами, необходимое условие для развития – наличие органического вещества. В торфяно-болотной почве источник для их существования являются растительные остатки, образующие торф, а прижизненные корневые выделения растений дополняют основной питательный фонд. Доля корневых выделений от общего

количества синтезированного растением органического вещества в настоящее время оценивается в 20-30%, а в отдельных случаях даже до 50%. Наряду с корневыми выделениями в почву поступают опад корневых волосков, эпидермиса корня и отмирающие гифы микоризы. [3]. Состав корневых выделений видоспецифичен и поэтому корректирует состав и активность микробов в зоне влияния корней.

Более резкие различия между вариантами отмечены по интенсивности потока CO_2 из почвы. При проведении лабораторных исследований из почвы удаляются корни растений и, таким образом, образование CO_2 происходит преимущественно в результате жизнедеятельности аэробных микроорганизмов.

В первых числах мая наиболее активно углекислый газ выделялся на целинном участке мелиорированного болота. Развитие микробов в этом варианте лимитируется главным образом недостатком азота. Весенний всплеск развития цианобактерий на поверхности почвы пополняет дефицит элемента в поверхностном слое и позволяет развиваться микроорганизмам, используя в качестве источника углерода растительные остатки торфа. Несколько ниже была величина показателя в посадках клюквы. В этом варианте высокая активность продуцирования углекислого газа из почвы весной и осенью сочеталась с резким подавлением процесса в июле.

Стабильно слабый поток углекислого газа в течение периода вегетации отмечался на участках с растениями пушицы и голубики (рис.2).

Для характеристики состояния почв, а также почвенных микробиоценозов большую важность представляет правильный выбор критерия, который адекватно отражал бы изменения микробного сообщества в результате климатических или антропогенных воздействий на почву. Многие авторы используют для характеристики состояния почв, а также почвенных микробоценозов, метаболический коэффициент. Его величину рассчитывают как соотношение скорости выделения углекислого газа почвой – базального (basal) дыхания и субстрат-индуцированного дыхания (substrate-induced respiration – SIR) – скорости выделения углекислоты после внесения в почву легкодоступного субстрата в виде глюкозы [11, 12].

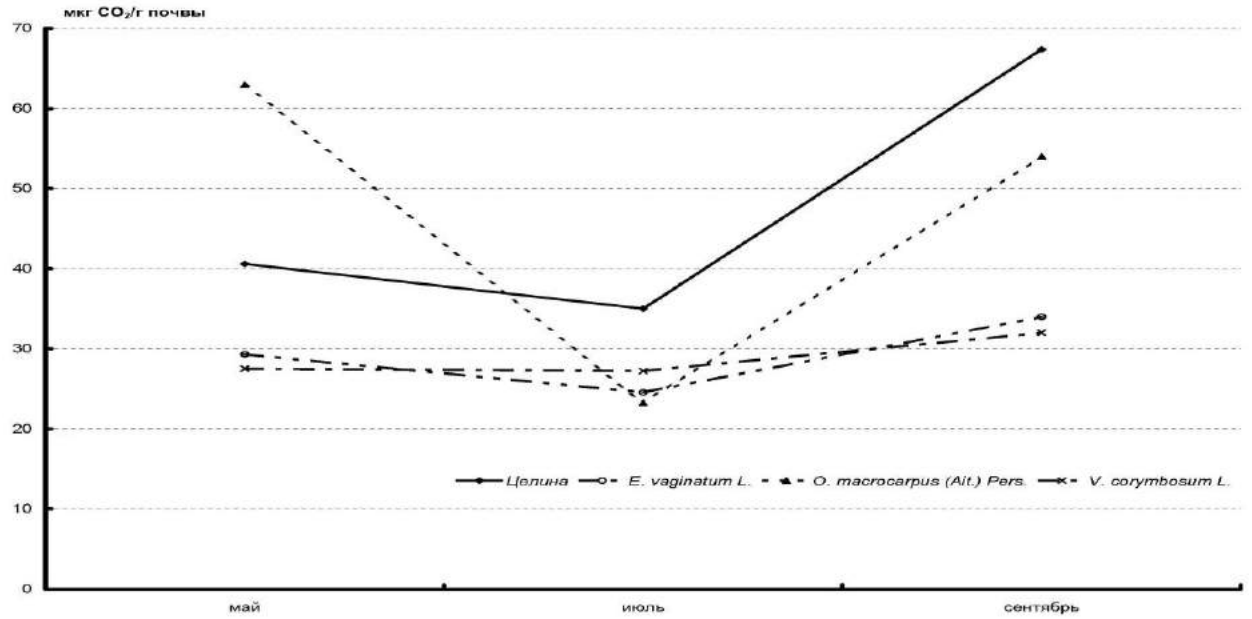


Рис. 2. Интенсивность выделения углекислого газа из торфяно-болотной почвы под растительностью различного ботанического состава, мкг CO_2/г почвы в сутки

Одна из немногочисленных попыток проследить за динамикой значений qCO2 была предпринята для чернозема под пастбищем, величина метаболического коэффициента находилась в интервалах 0.05-0.2 и 0.1-0.3 в разные годы наблюдений [11].

Значения метаболического коэффициента, полученные нами для мелиорированного торфяника, невысоки и свидетельствуют о слабой жизнедеятельности микроорганизмов. Величина метаболического коэффициента различалась в почвах под разными растениями и менялась в течение периода вегетации (рис.3).

Весной жизнедеятельность эдафобионтов была низкой во всех вариантах, величина метаболического коэффициента составляла 0,04-0,08%. Динамика показателя под исследованными растениями имела свои особенности. На целинном участке величина коэффициента повышалась в течение вегетационного периода. В посадках клюквы метаболическая активность микроорганизмов резко колебалась, коэффициент от 0,07 в мае снижался до 0,04 в июле и повышался до 0.15 в сентябре. Под растениями пушицы и голубики активизация функционирования микроорганизмов отмечалась только в конце сентября. На участке с посадками голубики в течение весенне-летнего периода метаболическая активность почвенных микроорганизмов была низкой (0,03-0,04), только в конце сентября величина коэффициента возросла до 0,10.

Близкие величины метаболического коэффициента получены и для участков с пушицей (рис.3).

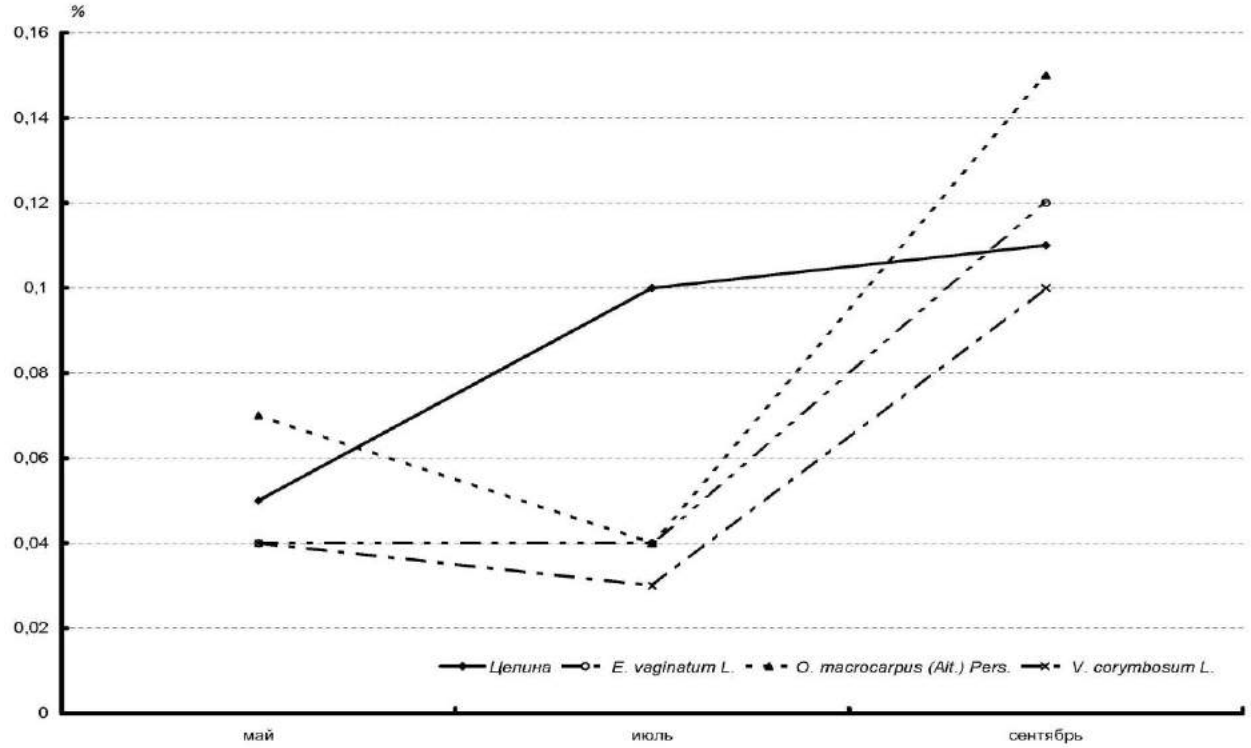


Рис. 3. Метаболический коэффициент (%) для почв под растениями различной систематической принадлежности

Определение ряда показателей, характеризующих активность деструкционного звена, снижает вероятность ошибки. Так, по увеличению запасов биомассы микроорганизмов можно было бы сделать заключение о стимулирующем действии метаболитов голубики, но величина метаболического коэффициента свидетельствует о подавлении жизнедеятельности микроорганизмов в зоне влияния корней растения.

Заключение. Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о повышении метаболической активности микроорганизмов, осуществляющих разложение торфа, при отсутствии напочвенной растительности. Травянистые, а особенно кустарничковые растения, стабилизируют активность микроорганизмов, препятствуя минерализации органического вещества торфяно-болотной почвы и восстанавливают нарушенную экосистему.

Литература

1. Состояние природной среды Беларуси: Экол. бюл. 2007 г. /Под ред. В.Ф.Логинова. Минск: Минсктиппроект, 2008.

2. Титлянова А.А., Тесаржова М. Режимы биологического круговорота. Новосибирск: Наука. Сибирское отд-ние. 1991.

3. Роде А.А., Смирнов В.Н. Почвоведение: Учебник для лесохозяйственных вузов. М.: Высшая школа, 1972.

4. Демкина Т.С. //Агрохимия. 1989. № 2. С.112-115.

5. Anderson J.P.S., Domsch K.H. //Soil Biol. Biochem. 1978. V. 10. P. 215-221.

6. Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1980.

7. Аристовская Т.В. Микробиология процессов почвообразования. Л.: Наука, Ленингр. отд., 1980.

8. Богоев В.М., Гильманов Т.Г. //Биологические науки. 1982. № 7. С. 80-83.

9. Головченко А.В., Полянская Л.М. //Болота и заболоченные леса в свете задач устойчивого природопользования: мат-лы совещания. М.:ГЕОС, 1999. С.106-109.

10. Антоненко А.М. //Болота и заболоченные леса в свете задач устойчивого природопользования: материалы совещания. М.:ГЕОС, 1999. С.90-92.

11. Wardle D.A., Parkinson D. //Biology and Fertility of Soils. 1990. V. 9. P. 273-280.

12. Ананьева Н.Д. //Почвоведение. 1994. № 3. С. 101-107.

G.I. BULAVKO, A.P. YAKOVLEV

RELATIVE ASSESSMENT OF INFLUENCE OF PLANTINGS OF BERRY PLANTS FOR SPEED OF MICROBIOLOGICAL PROCESSES OF THE AMELIORATED PEAT BOG

Summary

Increase of a recovery rate of the drained peat bogs is possible with use of marsh berry plants. The data, resulted in article, testify to magnification of metabolic activity of the microorganisms which are carrying out decomposing of peat at absence of terrestrial vegetation. Herbaceous, and especially shrub plants, constrain development of microorganisms.

УДК 581.14: 631.8

О.П. БУЛКО, В.Л. КАЛЕР

ПОСЛЕДЕЙСТВИЕ ХРОНИЧЕСКОГО ОБЛУЧЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ЗОНЫ ЧАЭС НА РАЗМЕРЫ КЛЕТОК И ЯДЕР РАСТЕНИЙ ЛЮПИНА И ТРИТИКАЛЕ

Центральный ботанический сад НАН Беларуси

Введение. В результате исследований воздействия на растения ряда факторов аварийного выброса радионуклидов ЧАЭС накоплен обширный объём информации [1-3]. По прошествии многих лет после аварии продолжаются обобщение и накопление фактов по распределению и динамике содержания радионуклидов в растениях, а также по связанным с этим уровнями хромосомных повреждений в клетках [4,5,6].

Одним из интегральных показателей физиологического состояния растений считается размер клетки **[**7**]** и клеточного ядра [8]. Объём клеток и их масса видоспецифичны, и чем мельче клетки в единице объёма ткани растения, тем больше их суммарная поверхность. Поэтому более активные клетки относительно мелкие. Чем выше метаболическая активность клеток, тем более развитая поверхность обмена метаболитами между клетками должна быть обеспечена. Быстро делящиеся клетки гораздо мельче, чем клетки запасающей паренхимы. В различных частях растений размеры ядер не всегда находятся в зависимости от размеров клеток.

Размер клеток коррелирует с размером органа, и их размеры управляются генетически [9]. Так, в зародышах тритикале, как наиболее активных частях зерновок, усредненная масса клетки составляет 7 мкг, масса клетки осевых частей проростков – 34 мкг, масса клетки флагового листа – 80 мкг. Подобные соотношения масс клеток определены в зародышах и растениях пшеницы и ржи [10]. Сравнительные исследования размеров клеток многочисленных культурных растений и соответствующих диких видов показали, что у культурных растений клетки значительно крупнее, однако высокая продуктивность и жизнеспособность «старых» полиплоидных культурных растений объясняется тем, что эти формы произошли непосредственно от диких мелкоклеточных видов. Мелкоклеточность растений сочетается с устойчивостью к неблагоприятным внешним воздействиям [11].

При выращивании растений люпина с использованием пакетного метода в условиях повышенной загрязненности почвы радионуклидами было выявлено формирование относительной мелкоклеточности в конце вегетационного периода, как в семядолях, так и в зародышах [10]. Учитывая достаточно длительное время, прошедшее после Чернобыльской катастрофы, целью настоящей работы было сравнительное изучение последействия радиологических факторов на растения люпина и тритикале. Мы использовали семена люпина и тритикале от растений, вегетировавших на почве в 30-км зоне ЧАЭС (опыт) и в условно чистой зоне (контроль) и сравнивали параметры клеток и ядер из зародышей и проростков, выращенных из опытных и контрольных семян в лабораторных условиях.

Объекты и методы исследования. В качестве объектов служили семена люпина узколистного (*Lupinus angustifloris* L.) сорт Першацвет и тритикале яровой (*Triticosecale* Wittuv) сорт Иннеса. Участок, на котором выращивали растения опытного варианта, находился в 30-км зоне радиоактивного выброса Чернобыльской АЭС (д.Бабчин Хойникского района Гомельской области). Удельная γ-активность почвы опытного участка составляла 2,16 кБк/м^2. Контрольные семена выращивали на участке в условно чистой зоне (г. Минск, ЦБС НАН Беларуси).

Степень загрязнения семян, семядолей, эндоспермов, зародышей и высечек листьев радионуклидами определяли на спектрометре γ-излучения ADCAM 300 (Artec, США). Семена люпина и тритикале калибровали, замачивали в дистиллированной воде и отделяли зародыши от семядолей и эндоспермов для последующей мацерации и измерения размера клеток и ядер. Калиброванные семена проращивали в чашках Петри. Через 48 ч проклюнувшиеся семена переносили в сосуды с почвой, отобранной в условно чистой зоне, которые размещали в люминостате при освещенности 6000 люкс в режиме свет-темнота 18 и 6 ч и по мере роста растений фиксировали их габитус. Для получения отдельных клеток растительный материал фиксировали 4 %-ным глутаровым альдегидом в 30 %-ном водном этаноле и мацерировали в смеси 50 % глицерина и 50 % 12 н HCl при нагревании в кипящей водяной бане в течение 35-45 секунд. Величину и площадь разделенных клеток и их ядер измеряли с использованием микроскопа с окулярной сеткой (Carl Zeiss, Jena) и

окуляр-микрометра МОВ-1-15. Для обработки данных пользовались пакетом программы Statistica 6.0.

Результаты и их обсуждение. Определение уровня γ-активности органов проростков люпина и тритикале показало, что у растений, выращиваемых из семян, полученных в 30-км зоне, накопление радионуклидов в зародышах происходит гораздо интенсивнее, чем в запасающих органах. Удельная радиоактивность зародышей люпина составила по ^{137}Cs 490 Бк/кг, по ^{134}Cs – 96 Бк/кг, семядолей - 71,7 и 13,2 Бк/кг, зародышей тритикале - 226,0 и 41,1 Бк/кг, эндоспермов тритикале – 29,9 и 5,1 Бк/кг соответственно. Поскольку в зародышах сосредоточена основная информация о развитии будущего растения, влияние инкорпорированных в них радионуклидов на начальных этапах развития проростка может быть существенным. Произведя расчет на основе данных, что масса клетки зародыша тритикале составляет 7 мкг, число клеток в нем – $1x10^5$, содержание радиоцезия - 267 Бк/кг, можно заключить, что каждый зародыш содержит около $2x10^{-3}$ Бк.

Масса семядолей и эндоспермов в десятки раз превышает массу зародышей, но они содержат относительно небольшое количество радионуклидов на единицу массы запасающих органов. Поэтому при распределении органических веществ, макро- и микроэлементов в проростках даже малые дозы излучения за счет инкорпорированных радионуклидов в запасающих органах могут вносить дополнительный вклад в облучение развивающегося из зародыша растения. Следовательно, изменения изучаемых нами характеристик развивающихся из семян растений можно рассматривать как результат совместного воздействия радионуклидов как в семядолях и эндоспермах, так и зародышах.

Используемые в наших опытах семена люпина и тритикале получены от растений с участков, достаточно удалённых друг от друга (Гомельская обл. и г. Минск). Однако по урожайности и массе 1000 семян достоверных различий в опытном и контрольном вариантах не было обнаружено. Для изучения эффекта последействия облучения на проростки использовали почву, свободную от радионуклидов, при контролируемом световом и температурном режимах. Уже на начальных этапах прорастания семян люпина в опытном и контрольном вариантах наблюдались морфологические отличия в развитии растений (рис.1). Семена

люпина опытного варианта (облученные) прорастали более интенсивно, чем контрольного. При перенесении проростков в почву опытные растения в процессе роста визуально выглядели утолщенными по сравнению с более вытянутыми контрольными. К 10 дням прорастания опытные растения характеризовались большей, по отношению к контрольным растениям, площадью листовой поверхности.

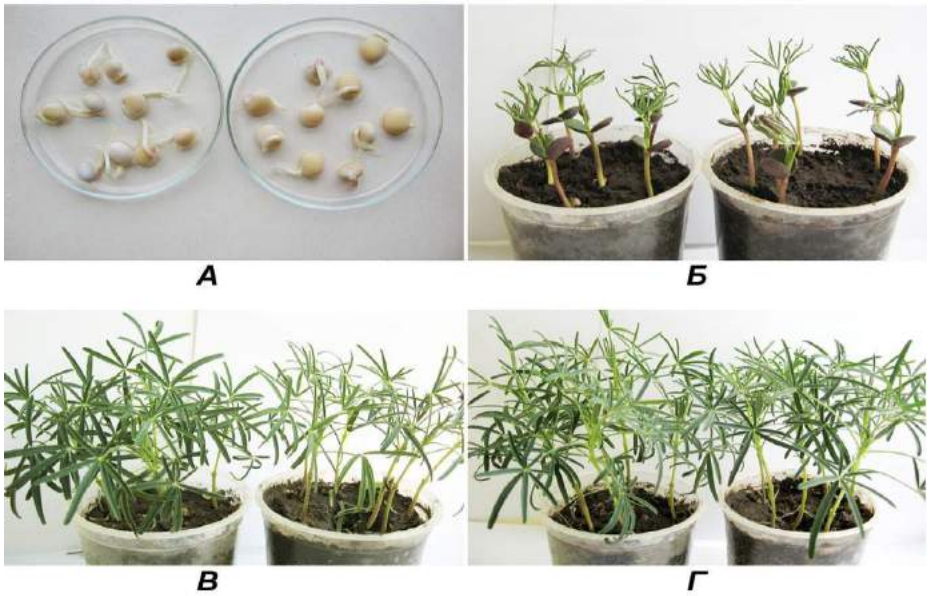


Рис. 1. Рост и развитие растений люпина, полученных из опытных (слева) и контрольных (справа) семян: А – проклюнувшиеся семена, Б – после 10-ти, В – 14-ти и Г – 16-ти дней роста в грунте

Скорость прорастания контрольных семян тритикале, в отличие от люпина, была выше опытных (рис.2). Наблюдали также менее интенсивный рост опытных растений, но к 7-10 дням прорастания высота растений в опытном и контрольном вариантах была одинаковой. Таким образом, скорость начального роста у опытных растений люпина и тритикале характеризовалась противоположно направленными тенденциями, однако по мере развития растений отмечалось выравнивание их по высоте в опытном и контрольном вариантах.

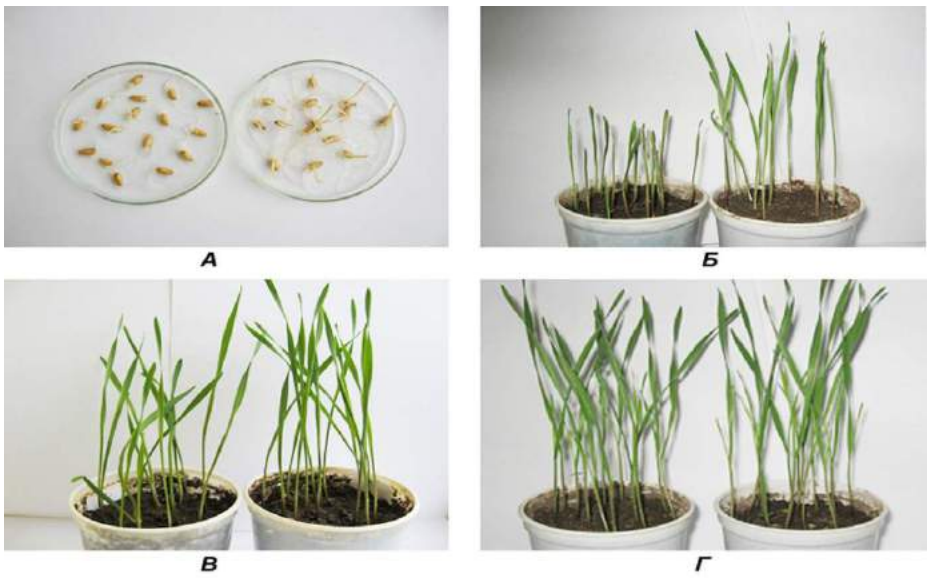


Рис. 2. Рост и развитие растений тритикале, полученных из опытных (слева), и контрольных (справа) семян: А – проклюнувшиеся семена, Б – после 4-х, В – 7-ти, Г – 10-ти дней роста в грунте

В зародышах семян люпина и тритикале видимая под микроскопом площадь клеток опытных и контрольных вариантов достоверно отличаются. Площадь фокального сечения клеточных ядер зародышей семян люпина и тритикале из загрязнённой радионуклидами зоны превышает площадь ядер зародышей семян условно чистой зоны (рис.3).

Выше было отмечено замедленное прорастание семян тритикале, сформированных в условиях хронического облучения растений при выращивании в 30-км зоне ЧАЭС. Во всех повторностях эксперимента размер клеток тритикале в опыте был меньше, чем в контроле. Это может означать, что замедление скорости прорастания семян, облучаемых за счет инкорпорированных радионуклидов, связано не с ограничением межклеточного транспорта метаболитов, а с уменьшенным, по сравнению с контролем, размером клеточного ядра в клетках колеоптиля проростков тритикале. Это подтверждается сравнительным анализом данных, представленных на рис. 3 и 4.

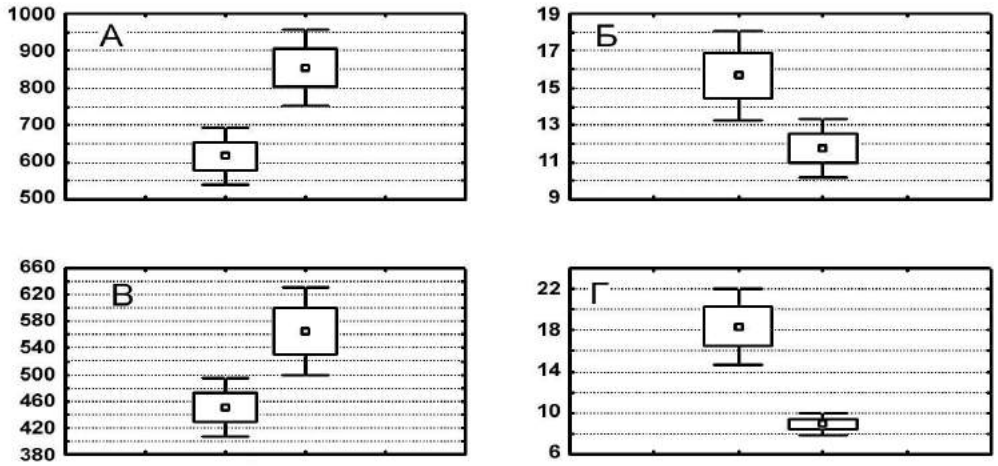


Рис. 3. Площадь клетки (А) и ядра (Б) зародышей люпина, клетки (В) и ядра (Г) зародышей тритикале в мкм^2 : слева – опыт, справа - контроль

К 96 часам прорастания семян тритикале колеоптиль был отделён от первого листа. И в этом случае, аналогично клеткам зародышей, в опытном варианте сохраняется мелкоклеточность. Площадь же клеточных ядер растений из условно чистой зоны превышала показатели опытных растений.

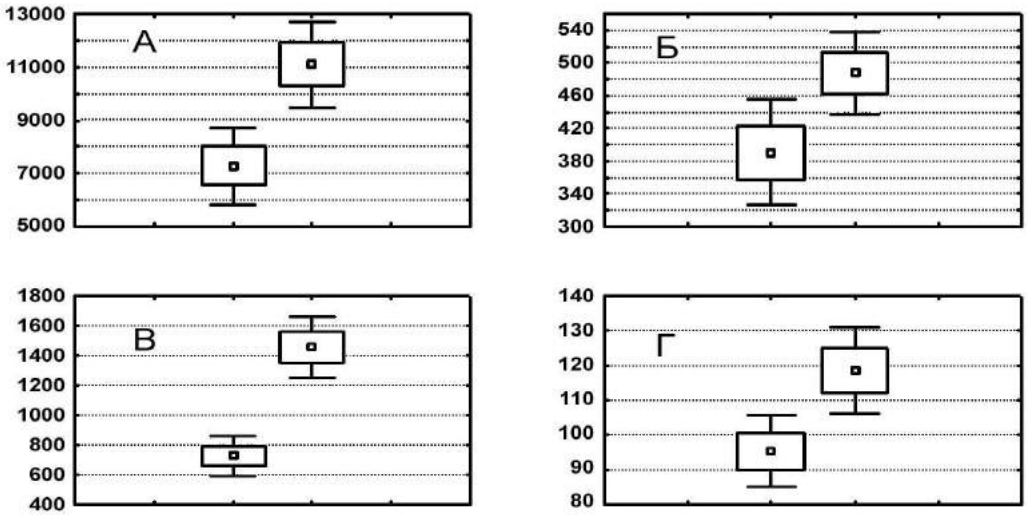


Рис. 4. Площадь клеток (А) и ядер (Б) колеоптиля, клеток(В) и ядер (Г) первого листа растений тритикале в мкм^2: слева – опыт, справа - контроль

В листьях эпикотилей люпина (рис. 5), как и в колеоптилях проростков тритикале (рис. 4), клетки опытного варианта мельче, чем контроле. В то же время у проростков люпина клеточные ядра эпикотиля в опытном варианте отличаются от контрольных растений большей площадью. При анализе показателей размера ядер в колеоптиле тритикале (рис.4) отмечается обратная

закономерность. Данные выявленные различия в характеристиках опытных растений люпина и тритикале согласуются с различиями в скоростях прорастания облучаемых семян этих видов, что может служить дополнительным аргументом в пользу предположения о связи скорости начального этапа прорастания опытных семян с размером ядра.

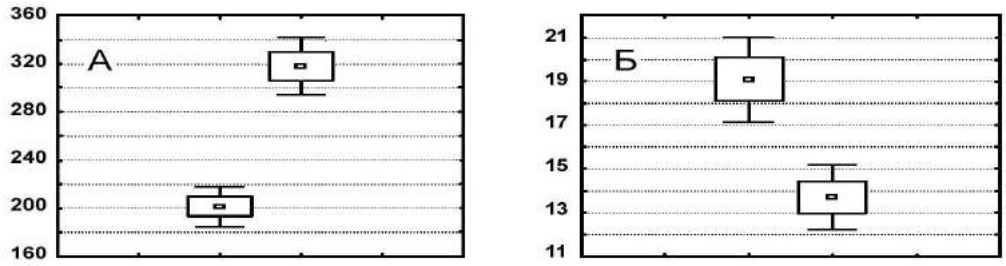


Рис. 5. Размер клеток (А) и ядер (Б) эпикотиля растений люпина в мкм^2: справа – опыт, слева - контроль

Заключение. Растения люпина, выросшие в зоне отчуждения ЧАЭС (опыт) и в условно чистой зоне (контроль), не отличались по продуктивности и массе семян, однако проростки из семян этих растений различались по размеру клеток и их ядер в зародышах и в эпикотилях. Опытные растения имели меньший размер клеток и больший, чем в контроле, размер ядер. Более мелкие клетки в опыте обеспечивают более развитую, чем в контроле, общую поверхность клеток на единицу объёма ткани, что соответствует более развитой поверхности межклеточных контактов и может способствовать более активному прорастанию опытных семян.

Растения тритикале, выросшие в таких же условиях, также не отличались по продуктивности, но их семена прорастали медленнее, чем в контроле, и их проростки отставали на первых этапах роста от контрольных. Размеры клеток в опыте были меньше, чем в контроле, как в зародышах, так и в колеоптиле и первом листе проростков. Однако размеры ядер были больше, чем в контроле, только в клетках зародышей. Это позволяет предположить, что замедление прорастания опытных растений тритикале каким-то образом связано с уменьшением размеров ядра клеток колеоптиля и первого листа. В опытах при внутриклеточной локализации инкорпорированных радионуклидов в листьях бобовых растений было показано [12], что уровень радиоактивности ядерной фракции превышает таковой в остальной

клеточной массе в 20 и более раз, что может привести к нестабильности генетического аппарата и повышению уровня мутирования. Семядоли и эндоспермы семян, использованных в наших экспериментах, характеризуются относительно невысоким содержанием радионуклидов. Более высокая их концентрация найдена в зародышах. Вероятно, что еще более высокий уровень радиоактивности в ядрах клеток может привести к изменению морфологии клетки, что мы и наблюдаем в зародышах семян 30-км зоны. Эти неблагоприятные для растительных тканей условия среды могут индуцировать мелкоклеточность зародышей. Способность к быстрому выравниванию роста растений люпина и тритикале можно объяснить их пострадиационным восстановлением, охватывающим все уровни организации – от молекулярного до организменного, которое может осуществляться путем ускоренного воспроизводства клеток а, следовательно, габитуса растений [13]. Нельзя исключить также в данном случае влияние на формирование семян внешних факторов, связанных со значительной удаленностью друг от друга опытного и контрольного участков. Однако, ранее нами в полевых экспериментах (1995-1996 гг.) с выращиваем люпина пакетным способом в зоне отчуждения было показано [14], что возникновение относительной мелкоклеточности у семян люпина тесно коррелировало с уровнем радиоактивного загрязнения почвы и количеством инкорпорированных в семенах радионуклидов. Все это свидетельствует о постоянстве радиобиологического эффекта в течение 20-ти лет после Чернобыльской катастрофы и о значительном влиянии малых доз инкорпорированных радионуклидов на морфологические изменения клеток и органов растений.

Литература

1. Алексахин Р. М., Васильев А.В., Дикарев В. Г. Сельскохозяйственная радиобиология. М.: Экология, 1992. 400 с.

2. Радиоактивное загрязнение растительности Беларуси (в связи с аварией на Чернобыльской АЭС) / Под ред. В.И.Парфенова и Б.И.Якушева. Минск:Навука і тэхніка, 1995. 582 с.

3. Агеец В.Ю. Система радиоэкологических контрмер в агросфере Беларуси. Минск: РНУП «Институт радиоэкологии», 2001.- 250 с.

4. Гродзинский Д.М., Гудков И.Н. //Радиационная биология. Радиоэкология. 2006. Т. 46. №2. С.189-199.

5. Гапоненко В.В. Конопля Е.Ф. Радиация, хлорофилл и защита растений. Радиация и Чернобыль. Том 3. Гомель: РНИУП «Институт радиоэкологии», 2007. 266 с.

6. Шевцова Н.Л. Цитогенетические последствия действия малых доз хронического облучения на природные популяции высших водных растений. Гомель: РНИУП "Институт радиологии", 2008. С. 228-232.

7. Синнот Э. Морфогенез растений. Клеточная основа роста. Размер клетки. М.: Изд. иностр. лит. , 1963. С. 38-50.

8. Решетников В.Н. Клеточные ядра высших растений. Минск:Навука і гэхніка. 1992. 88 с.

9. Булко А.П., Гардзей І.А. //Весці АН БССР. Сер. біял. навук. 1985, №2. С. 44-47.

10. Шванитц Ф. // Полиплоидия. М.: Изд иностр.лит, 1956. - С. 130-152.

11.Бормотов В.Е., Лопатина Т.И. Полиплоидия и полиморфизм растений по величине клеток. Минск:Наука и техника, 1986. 156 с.

12. Коломиец К.Д., Гродзинский Д.М., Фалинская Т.П., Василенко Л.М. // Радиационные аспекты Чернобыльской аварии. Ч.2. Экологические и радиобиологические проблемы. Киев: Изд- во АН УССР. С. 77- 82.

13. Филипас А.С., Моргунова Е.А., Дикарев В.Г. // Сельскохозяйственная радиобиология. 1991. С. 156-162.

14. Булко О.П., Заболотный А.И. //Проблемы экспериментальной ботаники: к 110-летию со дня рождения В.Ф.Купревича. Минск: Беларуская навука, 1997. С. 100-104.

O.P.BULKO, V.L.KALER

AFTERACTION OF CHRONIC IRRADIATION IN CHERNOBYL ZONE ON CELL AND NUCLEUS SIZES OF LUPINE AND TRITICALE PLANTS

Summary

The embryos of lupine and triticale seeds obtained in Chernobyl zone are shown to have smaller cells as compared to ones obtained in pure soil. The seeds from Chernobyl zone planted in pure soil given seedlings with smaller cells in the 1-st leaf and hypocotyls of lupine and in coleoptiles of triticale as compared to seeds from pure soil. The growth of stressed seedlings was somewhat accelerated as well. The activation of growth is assumed to be a result of increased specific intercellular contacts area needed for metabolite transfer.

УДК 582.998:631.5(476):632

Н.М. ГЛУШАКОВА, Л.И. ЛИННИК

ОСОБЕННОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ ГЕРБЕРЫ В ЗАКРЫТОМ ГРУНТЕ

Центральный ботанический сад НАН Беларуси

Введение. Род *Gerbera* Cass. corr. Spreng был описан в 1737 г. голландским ботаником Е. Гроновиусом (Gronovius) и носит имя немецкого ботаника и врача Т. Гербера (Gerber). Род насчитывает около 80 видов, которые произрастают на юге Африки, на Мадагаскаре, в Индии, Китае, Монголии, Японии, Южной Америке и Австралии. Тропический вид *Gerbera jamesonii*, найденный в 1878 г. ботаником А. Реманом (Rehmann) в Трансваале (Южная Африка) является одним из источников всех современных сортов [1]. Несмотря на то, что гербера произрастает на высоте 600–500 м над уровнем моря, ее нельзя относить к растениям горных районов [2], поскольку так же хорошо чувствует себя в переходной зоне от степи к саванне, где земля покрыта травами и редкими деревьями, создающими так называемый ландшафт парковой саванны. Гербера растет в слегка затененных местах, ее можно найти в щелях скал. Возможно, что в этих местах температура почвы выше температуры воздуха. Гербера обычно растет на водопроницаемых почвах, состоящих из глины и кварцевых частиц и богатых гумусом (pH 5–6).

На мировом рынке представлено порядка 100 сортов постоянного спроса и 30 перспективных новинок герберы. Подобное многообразие в немалой степени вызвано генетической пластичностью герберы, которая является благодарным материалом в руках оригинатора. Огромную роль в стремительном успехе гибридизации сыграл внедренный в селекционный процесс метод микроклонального размножения с помощью культуры тканей. Но все это не имело бы практического смысла, если бы гербера, благодаря своей красоте и поэтичности, не была одной из самых востребованных культур во всем мире, которая может восполнять цветочный дефицит в осенне-зимнее время. Гербера – красивоцветущий цветок, напоминающий крупноцветную ромашку. Изящно окрашенное соцветие - корзинка, 6 – 12 см в диаметре. Диск соцветия состоит из трубчатых цветков; по краям диска – ряд линейных язычковых цветков. Сорта герберы делятся

на крупноцветные (стандартные) и мелкоцветные (мини) соцветия, которые различаются по окраске, степени махровости. Цветовая гамма лепестков включает любые тона, оттенки и переходы красного, малинового, желтого, оранжевого, белого, зеленоватого. Существуют всевозможные сочетания их с центром соцветия (трубчатые цветки) – черным, коричневым, зеленым и желтым. Длина цветоножки 10 – 70 см. Прикорневые листья в розетках, покрыты беловатым войлочком волосков. Декоративные растения пригодны для срезки. Благодаря необычайной палитре красок и форм, а также повышению стойкости современных сортов в срезке, гербера ныне достигла пика своей популярности. Промышленное выращивание цветочной культуры гербера в оранжерейных комплексах требует тщательного внимания к условиям содержания растений (освещенность, режим температуры, питание, влажность субстрата). Исследования, проведенные в Германии, свидетельствуют о том, что гербера медленно реагирует на изменение экологических факторов и необходимо длительное влияние какого-то из них, чтобы обнаружить проявление его воздействия, однако последствия от изменений этого фактора весьма существенные [3].

Цель исследования - выявление оптимальных условий для выращивания цветочной культуры герберы, получения семенного материала, устойчивости к болезням и вредителям в условиях оранжерейного комплекса Центрального ботанического сада НАН Беларуси.

Материалы и методы исследования. Объектом исследования являлась цветочная культура гербера, выращиваемая с 1991г. на стеллажах в пластмассовых горшках в условиях оранжереи Центрального ботанического сада НАН Беларуси. Перспективный ассортимент культуры представлен сортообразцами следующих селекций: голландской – «Марлен» (желтый), «Гелиос» (красный); латвийской – «Анце» (темно-красный), «Микус» (желтый); белорусской – «Лотос» и «Вяселле» (розовые), «Натхненне» (кремовый), «Спатканне» (сиренево-розовый). Коллекция составляет 18 таксонов (670 посадочных единиц): 22% – широколепестные, 39 % – узколепестные, 39 % – махровые; по окраске соцветия: красные – 24,1 %, розовые – 30,3 %, сиреневые – 7,0 %, кремовые – 16,3%, желтые – 10,1 %, оранжевые – 12,2 %.

Для выращивания культуры в качестве субстрата использовали верховой сфагновый торф (pH 2,8–3,4), нейтрализованный мелом в количестве 4 кг/м^3, что обеспечивало необходимую для культуры кислотность (pH 5,0–5,5). Одновременно в торф вносили 1,5 кг/м^3 супефосфата, субстрат увлажняли и тщательно перемешивали. Спустя 6 дней в виде водных растворов вносили (г/м^3): калийной селитры – 1000, аммиачной селитры – 500, сернокислого магния – 500, сернокислого железа – 100, сернокислой меди – 30, сернокислого марганца – 5, сернокислого цинка – 5, молибденовокислого аммония – 2 и азотнокислого кобальта – 2 [4].

Фитопатологическое и энтомологическое обследование цветочной культуры герберы в закрытом грунте проведено согласно методическим указаниям. Для идентификации возбудителей болезней и вредителей пользовались определителями [5,6,7]. Видовую идентификацию возбудителей болезней герберы проводили в лабораторных условиях путем высева на соответствующие для каждого вида гриба агаризованные среды. Обработку данных проводили с использованием программы Excel.

Результаты и их обсуждение. Родина герберы характеризуется довольно прохладной, с небольшим количеством осадков, зимой и теплым, с обильными осадками, летом. Нами проанализированы данные по температуре и осадкам естественного ареала (Трансвааль) и г. Минска за 1995–1998гг. (табл. 1).

Таблица 1. Сравнительные показатели температуры воздуха и осадков места происхождения герберы (Трансвааль) и г. Минска (1995-1998 гг.).

Пункт	Температура, °С			Сумма осадков, мм			Географические координаты
	среднегодовая	среднемесячная		годовая	среднемесячная		
		самого теплого месяца	самого холодного месяца		max	min	
Трансвааль	16,5	21,0	12	665	140	5	26° ю.ш.
Минск	5,5	17,7	-6,9	698	90	40	54° с.ш.

Среднегодовая температура на родине герберы в Трансваале почти на 10°С выше, чем в Беларуси, поэтому у нас гербера является типичной тепличной культурой и в открытом грунте ее можно выращивать только 2–2,5 месяца в году – с середины июня

до середины августа. В условиях оранжереи для успешного выращивания герберы соблюдали следующий температурный и световой режим: температуру воздуха в теплице с третьей декады января по первую декаду ноября поддерживали в пределах 18–25°С, в остальное время 10–15°С**.** В самые неблагоприятные в световом отношении месяцы (декабрь – январь) растения входили в период кратковременного относительного покоя. Температуру воздуха и почвы снижали до 10–12°С ночью и 12–14°С днем, прекращали полив и подкормки растений герберы. Отмечено, что при значительных колебаниях температуры образуются уродливые соцветия, а при температуре 8°С рост герберы прекращался**.** С третьей декады января температура воздуха в теплице возрастала. Дополнительным освещением обеспечивали 14–15-часовой световой день. Подкормки проводили раз в 10 - 14 дней, почвенный грунт обогревали на 2–3°С выше температуры окружающегося воздуха. Создавая такие условия выращивания, наблюдали массовое цветение растений в марте месяце. В зависимости от световых условий в оранжерее различали два периода роста и развития растений - весенний и осенний. Первый период начинался со второй декады февраля и продолжался до третьей декады мая. С наступлением интенсивного освещения, увеличением продолжительности дня и повышеннем температуры рост и развитие герберы протекали интенсивнее, но это отрицательно влияло на качество продукции; в августе начинался второй период роста и развития растений. При нагреве воздуха (температура выше 25°С**)** и ярком солнце растениям создавали рассеянный свет (затеняли) и проводили вентилляцию воздуха. Как известно, влагообеспеченность субстрата необходима для оптимального минерального питания растений и протекания в них физиологических процессов, однако переувлажнение субстрата препятствует дыханию корней. Летом в теплице относительную влажность воздуха поддерживали на уровне 60–70%, субстрата – 70% [2]. Низкая влажность воздуха и субстрата, повышенная температура приводили к увяданию растений. Для повышения влажности воздуха, орошали водой стеллажи и дорожки в теплице. При низкой температуре для предупреждения заражения соцветий возбудителями болезней относительную влажность воздуха поддерживали в пределах 50–60% [8]. Гербера в нашей республике

выращивается только в теплицах с регулируемым микроклиматом. [7].

Гербера относится к перекрестноопыляемым растениям и для получения семян с высокими посевными качествами соцветия ее следует опылять искусственно. Мы опыляли растения в сухую солнечную погоду при температуре воздуха 20–25°С и относительной влажности 70%. При искусственном опылении герберы пыльцу с одного растения при помощи мягкой кисточки или пальцем наносили на рыльце пестика другого растения. Рыльце пестика должно быть полностью раскрыто. Продолжительность этой фазы развития (около двух дней) зависит в большей степени от температуры воздуха и свойств отдельных сортов и гибридов. Пыльцу, предназначенную для опыления, заранее собирали (стряхивали) в стеклянный сосуд, к которому прикладывалась этикетка с характеристикой отцовского растения и датой взятия пыльцы. Пыльца может храниться в сухом помещении до 100 дней, а затем жизнеспособность ее снижается. Опыленные растения изолировали бумажными колпачками с привязанной этикеткой. Семена обычно созревают летом через 20–25 дней, весной и осенью – через 30-35 дней. С мая по сентябрь 2008 г. проведено 35 комбинаций скрещивания, в результате чего было получено 740 семян. В одном соцветии образуется от 30 до 60 семян, реже 100–150 семян. Семенная продуктивность герберы зависит от сроков опыления (табл.2).

Таблица 2. Семенная продуктивность герберы в зависимости от сроков опыления (2008 г.)

Срок опыления	Число семян в одной корзинке, шт.	
	максимальное	среднее
Май	57	11,4 ± 0,4
Июнь	71	14,2 ± 0,6
Июль	122	18,3 ± 0,7
Август	149	67,3 ± 2,3
Сентябрь	30	14,8 ± 0,6

По результатам исследований в 2008 г., максимальная урожайность семян герберы отмечена в июле-августе, что соответствует срокам опыления в период с наиболее теплой и солнечной погодой.

Для пополнения коллекции использовали также вегетативное размножение: деление и черенкование растений. Основной недостаток традиционных методов вегетативного размножения герберы – накопление инфекции, что в ряде случаев приводит к вырождению сортов [9,10]. При несоблюдении условий выращивания культуры растения ослабевают, нарушаются нормальные физиологические процессы. Такие растения чаще, чем здоровые, подвергаются заболеваниям и воздействию вредных насекомых.

В большей степени растения герберы страдают от комплекса грибов: *Fusarium* spp., *Verticillium* spp., *Phytophtora* spp., *Sclerotinia sclerotiorum,* которые вызывают увядание, гниль и отмирание корней и основания стебля. На сортах Лотос, Марлен, Натхненне отмечено пожелтение листьев, вызванное вобудителем заболевания - грибом *Fusarium oxysporum* Schl. Растения отставали в росте, замедлялся процесс цветения. Грибы рода *Phytophtora* spp. вызывают загнивание корневой шейки, потерю тургора и быструю гибель растений. Причиной появления этих болезней на гербере является чрезмерный полив, застой влаги в почве и в розетке листьев.

В осенне-зимний период отмечена мучнистая роса, вызываемая грибом *Oidium erysiphoides* Friss. F. Gerbera – с верхней стороны появляется белый мучнистый налет, сначала в виде отдельных пятен, впоследствии покрывающий всю листовую пластинку. На соцветиях герберы при высокой влажности воздуха и низкой температуре или резких ее колебаниях появлялся серый пушистый налет (серая гниль). Возбудитель заболевания – гриб *Botrytis cinerea* вызывает мелколепестность и уродливость цветков. Иногда из-за большой влажности и пасмурной погоды цветки покрываются плесенью (*Penicillium* spp.). Для избегания негативных условий выращивания культуры рекомендовано опрыскивание растений из мелкодисперсного пульверизатора, не допуская образования капель воды на листьях и в розетке.

Для снижения развития мучнистой росы на гербере растения обрабатывали фунгицидами фалькон (0,1%) и альто-супер (0,1%). Против комплекса возбудителей корневых гнилей использовали фунгициды фундазол (0,2%), винцит (0,1%), против возбудителя серой гнили применяли байтан (0,1%), байлетон (0,1%). В осенне-зимний период для снижения развития увядания, появления гнили

и отмирания корней и основания стебля хорошие результаты показала обработка растений оксидатом торфа в дозе 4 мл/л.

Основные вредители герберы в закрытом грунте – паутинный клещ (*Tetranychus urticae*), оранжерейная белокрылка (*Trialeurodes vaporariorum* Westw.) и оранжерейный трипс (*Heliothris haemorrhoidalis* Bouche), которые вызывали обесцвечивание и пожелтение листьев, уродливость цветков, сильное отставание растений в росте. Для уменьшения распространения белокрылки использовали инсектициды талстар (0,2%), каратэ (0,2%), паутинного клеща – вертимек (0,1%), омайт (0,2%), оранжерейного трипса – актара (0,07%), фуфанон ((0,2%).

Заключение. Успешное выращивание герберы в условиях Беларуси возможно только в теплицах с регулируемым микроклиматом. Оптимальными условиями для цветочной культуры герберы должно быть поддержание температуры воздуха в теплице с третьей декады января по первую декаду ноября в пределах 18–25°С, в остальное время - на уровне 10–15°С, влажности субстрата – 60–70% летом и 50 % зимой. Семенная продуктивность герберы определяется сроками опыления. Растения герберы в закрытом грунте поражаются комплексом патогенных грибов, вызывающих корневые гнили и серую гниль на соцветиях. Основными вредителями герберы являются паутинный клещ, оранжерейный трипс, оранжерейная белокрылка. Устойчивость герберы к возбудителям болезней может быть повышена обработкой растений видоспецифичными фунгицидами и инсектицидами.

Литература

1. Мантрова Е.З. Гербера. М., 1988.

2. Звиргдине В.Я., Гутмане Л.Я., Муцениеце Г.Я. Гербера в Латвии. Рига, 1984.

3. Bowe R., Danhardt W., Deutschmann K. H. et al. Gerbera. Leipzig, Neumann Verl., 1979. 232 s.

4. Ринькис Т.Я., Ноллендорф В.Ф. Сбалансированное питание растений микро- и макроэлементами. Рига, 1982.

5. Пидопличко Н.М. Грибы - паразиты культурных растений. Том 1-3. Киев, 1977.

6. Билай В.И. Фузарии. Киев, 1977.

7. Рупайс А.А. Определитель вредителей декоративных и плодовых деревьев и кустарниковых по повреждениям. Рига, 1976.

8. Янукова Н.А. Рекомендации по промышленному выращиванию герберы в БССР. Мн., 1983.
9. Воронцов В.В., Лях В.М., Катаева Н.В. Гербера. Москва, 1986. 107с.
10. Рихтер М. Цветоводство. 1973. №2. С.11.

N.M. GLUSHACOVA, L.I. LINNIK

THE PECULIARITIES OF GERBERA GROWING IN THE GREENHOUSE

Summary

The conditions of *Gerbera hybrid* growing and seed propagation in the greenhouse of the Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus are presented. The plant pathogenic fungi and pests were detected and identified on *Gerbera* crop.

УДК 581.1:581.19:633.367

О.Л.КАНДЕЛИНСКАЯ[1], Е.Р.ГРИЩЕНКО[1], В.И.ДОМАШ[1],
В.А.ХРИПАЧ[2], В.Н.ЖАБИНСКИЙ[2], В.Н.ХАЛЕЦКИЙ[3]

ВЛИЯНИЕ ЭПИБРАССИНОЛИДА НА АКТИВНОСТЬ СИСТЕМЫ ПРОТЕОЛИЗА И БЕЛКОВ ЛЕКТИНОВОГО ТИПА В ПРОРОСТКАХ ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО (*LUPINUS ANGUSTIFOLIUS L.*) ПРИ ГИПЕРТЕРМИИ

[1]Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф.Купревича
[2]Институт биоорганической химии НАН Беларуси;
[3]Брестская областная сельскохозяйственная опытная станция НАН Беларуси

Введение. Температура окружающей среды является одним из важнейших экологических факторов организации фитоценозов. Это обусловлено тем, что температурные оптимумы для физиологических и биохимических процессов в растениях имеют узкие пределы, превышение которых вызывает повреждение мембран и дезорганизацию органелл, частичную или тотальную денатурацию белков, особенно термолабильных ферментов, нарушение обмена нуклеиновых кислот и белков, угнетение фотосинтеза и дыхания [1-3]. В регионах умеренного, переходного и теплого климата повышенные температуры становятся все более

характерным явлением, что актуализирует, с одной стороны, проведение углубленных исследований молекулярных механизмов адаптации растений к гипертермии и, с другой стороны, поиск путей по минимизации последствий высокотемпературного воздействия [4].

Одним из направлений стратегии защиты растений в подобных случаях может стать использование биологически активных веществ, которые бы в малых дозах совмещали функции регуляторов роста и адаптогенов. К таковым относятся брассиностероиды, группа стероидных гормонов растений, обладающих при физиологических концентрациях 10^{-9} М и ниже выраженным рострегулирующим действием [5-7]. Установлено также, что брассиностероиды являются индукторами неспецифической устойчивости растений к широкому спектру неблагоприятных факторов среды – патогенам, тяжелым металлам, засолению и др. [8-11]. Важным аспектом протекторного действия данных фитогормонов является индукция термотолерантности метаболических процессов, в особенности, его центрального звена - тотального синтеза белка и участие в регуляции синтеза белков теплового шока [12,13].

Вместе с тем, несмотря на значительные достижения в понимании механизмов индуцированной брассиностероидами неспецифической устойчивости растений, в том числе к температурным сдвигам, в литературе крайне скудны сведения о роли в этом процессе системы протеолиза и белков лектинового типа.

Известно, что система протеолиза, функционирование которой обеспечивается согласованным взаимодействием ингибиторов и протеолитических ферментов, участвует в процессах мобилизации запасных белков в ходе прорастания семян, а также в регуляции метаболизма в целом [14]. Одним из проявлений регуляторных функций системы протеолиза является ее участие в механизмах адаптации растений к неблагоприятным факторам среды - патогенам, засолению, водному стрессу и др. [15-17]. Так, катаболическая стадия стресса, как проявление первичного неспецифического ответа клеток на стрессовое воздействие, включает комплекс общебиологических реакций, в числе которых активация гидролитических ферментов является необходимым этапом, обеспечивающих катаболизм биополимеров. При тепловом

шоке синтезируемые при стрессовые белки, в том числе белки теплового шока (БТШ), требует достаточного пула свободных аминокислот, пополняемого, помимо прочих источников, за счет протеолитической деградации поврежденных при гипертермии белков, которая осуществляется, как полагают, с помощью убиквитин-зависимой системы протеолиза [6,18,19].

Белки лектинового типа (лектины, фитогемагглютинины) обладают свойством узнавать и обратимо связывать углеводы и гликолиганды без изменения их ковалентной структуры благодаря наличию в своем составе углеводсвязывающих доменов. Лектины являются полифункциональными белками, которым присущи структурные, транспортные и регуляторные функции, обеспечивающие их участие в регуляции интегральных процессов в растительных клетках, в том числе роста и развития растений. В литературе накапливается все больше сведений об информационной функции лектинов, связанной с их способностью к узнаванию и иммобилизации патогенов и элиситоров, а также к индуцибельному синтезу под действием стрессоров, что указывает на участие данной группы белков в формировании защитных механизмов при биотических и абиотических стрессовых воздействиях [6, 9, 20-23].

В данной работе исследовано влияние предобработки семян люпина узколистного (*Lupinus angustifolius* L.) стероидным фитогормоном 24-эпибрассинолидом (ЭБ) на функциональную активность компонентов системы протеолиза (нейтральных, кислых, щелочных протеиназ, ингибиторов трипсина) и белков лектинового типа в 1-, 3- и 5-суточных проростках, подвергнутых 2-часовому нагреву при 35 и 45˚С.

Объекты и методы исследования. В экспериментах использовали семена люпина узколистного (*Lupinus angustifolius* L.) сорта Миртан, полученные в РУП «Научно-практический центр по земледелию Национальной академии наук Беларуси», г.Жодино.

Для изучения влияния эпибрассинолида (ЭБ) на показатели активности компонентов системы протеолиза и белков лектинового типа при гипертермии семена опытного варианта перед проращиванием инкубировали в течение суток в растворе эпибрассинолида (ЭБ, 10^{-9} М), синтезированном в Институте биоорганической химии НАН Беларуси. Контролем служили семена, инкубированные в течение этого же периода в воде. Затем семена

контрольного и опытного вариантов проращивали на фильтровальной бумаге при 25°С. Проростки 1-, 3- и 5-суточного возраста с семядолями помещали в термостат на 2 часа при 25°С (контроль), 35°С и 45°С. Затем в них определяли активность протеолитических ферментов, ингибиторов трипсина, белков лектинового типа. В 3- и 5-суточных проростках определяли сырую массу корней и гипокотилей.

Активность нейтральных и кислых протеиназ определяли по методу Ансона с использованием в качестве субстрата казеин и гемоглобин, соответственно [24]. Активность щелочной протеиназы БАПАазы определяли по методу Эрлангера с использованием N^{α} - бензоил-DL-аргинин-*p*-нитроанилида (БАПА) в качестве субстрата [25]. Результаты выражали в ЕА/г сырой массы. Активность ингибиторов трипсина определяли по уменьшению скорости гидролиза субстрата БАПА ферментом в присутствии белков-ингибиторов по методу Гофмана и Вайсблая [26]. Результаты выражали в ИЕ/г сырой массы.

Выделение фракции белков лектинового типа осуществляли методом элюирования этанолом [27]. Тестирование фитогемагглютинирующей активности (ФГА) проводили посредством микротитрования на иммунологических планшетах с U-образными лунками с добавлением в них 2,5% суспензии эритроцитов человека (группа крови I (0), Rh^{+}, женская). Реакцию проводили при комнатной температуре и результат (гемагглютинацию) регистрировали через 2 часа после начала титрования. Активность белков лектинового типа выражали в величинах, обратных минимальной концентрации белка, при которой отмечали реакцию гемагглютинации (мкг белка/мл)$^{-1}$, и затем переводили ее в ЕД/ г сырой массы [28].

Концентрацию белка определяли по методу Bradford [29]. Результаты являются средними из 3 опытов и обработаны статистически; приведены стандартные ошибки средней арифметической.

Результаты и их обсуждение.

1. ***Активность системы протеолиза.*** Результаты наших исследований показали, что возрастающая гипертермия сдерживала протеолиз, свойственный началу прорастания (таблица 1).

Таблица 1. Влияние эпибрассинолида на активность системы протеолиза в проростках люпина при гипертермии

Возраст проростков, сутки	25°С		35°С		45°С	
	Контроль	ЭБ	Контроль	ЭБ	Контроль	ЭБ
Нейтральные протеиназы (ЕА/г сырой массы)						
1	4.3±0.01	6,0±0.4	2,2±0,1	3,0±0,2	следы	следы
3	8,4±0,2	9,2±0,2	8,0±0,1	4,2±0,1	1,4±0,1	3,3±0,1
5	2,8±0,4	6,8±0,4	2,7±0,5	1,3±0,3	2,3±0,2	3.0±0,1
Кислые протеиназы (ЕА/г сырой массы)						
1	4,7±0,3	2,7±0,1	7,2±0,1	4,6±0,1	7,4±0,1	2,7±0,1
3	5,6±0,2	8,2±0,2	2,4±0,1	2,6±0,2	2,4±0,3	4,1±0,1
5	4,4±0,2	7,2±0,1	1,9±0,3	4,3±0,6	следы	следы
Щелочные протеиназы - БАПА-аза (ЕА/г сырой массы)						
1	32,8±0,5	41,9±0,7	60,8±2,4	33,2±0,2	35,7±0,2	22,5±0,1
3	29,1±0,1	36,8±0,5	35,5±0,1	36,5±0,3	не опр.	не опр.
5	19,5±0,1	25,5±0,2	23,7±0,5	36,0±0,8	21,1±1,0	1,9±0,3
Ингибиторы трипсина (ИЕ/г сырой массы)						
1	0,6±0,02	0,7±0,01	0,6±0,01	0,5±0,01	0,7±0,01	0,8±0,01
3	0,1±0,01	0,1±0,01	0,5±0,01	0,6±0,02	0,8±0,01	1,4±0,01
5	следы	следы	следы	следы	следы	следы

Согласно данным таблицы 1, наиболее существенные изменения функционального состояния системы протеолиза наблюдались при жесткой гипертермии (45°С) и были связаны с активацией ингибиторов трипсина и угнетением в целом активности протеолитических ферментов. Наблюдаемые эффекты могли быть обусловлены, по-видимому, формированием комплекса адаптивных реакций, обеспечивающих ответную реакцию организма на действие стрессора [6,18].

Известно, что высокие температуры, превышающие температурные оптимумы функционирования ферментных систем, вызывают общее снижение метаболической и функциональной активности растительной клетки [30]. По данным литературы, синтез большого числа полипептидов, синтезируемых при нормальной температуре, ингибируется при тепловом шоке (40°С и выше) [31,32]. Система протеолиза не является исключением. Ее компоненты, – протеиназы, – весьма чувствительны к действию высоких температур, и уже при 42°С имеет место угнетение их активности, что было установлено на примере кислых протеиназ в проростках пшеницы [33]. Исследователи отмечают и накопление

ингибиторов сериновых протеиназ в ответ на неблагоприятные воздействия [17].

Предобработка ЭБ усиливала эффект защитного торможения в условиях гипертермии за счет более выраженной активации ингибиторов трипсина, особенно в 3-суточных проростках при температуре 45°С, а также способствовала уменьшению термоиндуцированного «всплеска» активности кислых и щелочных протеиназ в 1-суточных проростках и нейтральных эндопептидаз в проростках 3-суточного возраста. Полученные данные согласуются с мнением о том, что брассиностероиды способствуют повышению порога чувствительности метаболических систем к гипертермии [12,13].

Таким образом, компоненты системы протеолиза являются весьма чувствительными к гипертермии, и при жестком тепловом воздействии антагонистический баланс между протеиназами и их ингибиторами нарушается, что согласуется с полученными ранее данными о различной степени повреждений протеиназно-ингибиторной системы вплоть до ее дезинтеграции, наблюдаемых под влиянием стрессовых воздействий различной природы [15-17]. Предобработка ЭБ не изменяет установленные закономерности функционирования системы протеолиза в 1-, 3- и 5-суточных проростках при стрессовом воздействии, но оказывает влияние на их интенсивность. Наиболее ярким проявлением ЭБ-индуцированных изменений состояния системы протеолиза при гипертермии является значительная активация ингибиторов трипсина, что, не исключено, является одним из возможных аспектов защитного действия брассиностероидов.

2. *Динамика активности белков лектинового типа.* Нами показано, что при нормальной температуре 25°С развитие проростков независимо от их возраста было ассоциировано с активацией белков лектинового типа, максимальное значение которой наблюдалось в 3-суточных проростках (рис. 1).

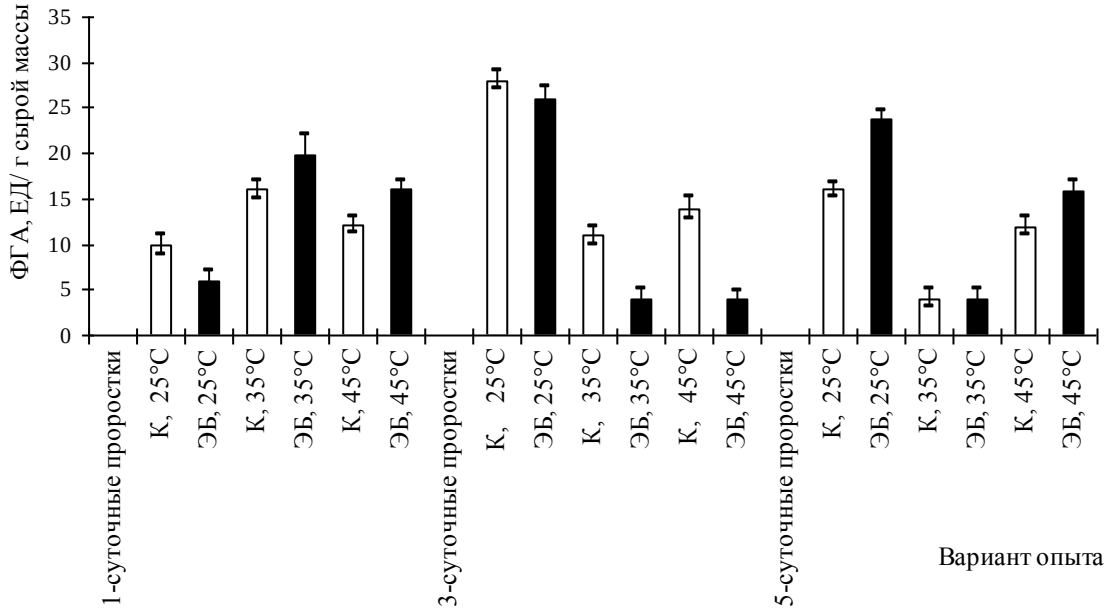


Рис. 1. Влияние ЭБ на активность белков лектинового типа в проростках люпина при гипертермии

Из данных рисунка 1 следует, что предобработка ЭБ не изменяла в целом отмеченной закономерности, но оказывала стимулирующее действие на уровень активности исследуемых белков в 5-суточных проростках. В условиях гипертермии, особенно при 45ºС, предобработка ЭБ индуцировала более высокую активность исследуемых белков в проростках 1- и 5-суточного возраста, причем для последних было характерно отсутствие активности ингибиторов.

Известно, что при стрессовых воздействиях различной природы синтез лектинов имеет индуцибельный характер, несмотря на их конститутивное присутствие в клетках и тканях растений [20-23]. Так, при тепловом шоке была выявлена значительная индукция синтеза лектинов в каллусных клетках пшеницы и суспензионной культуры клеток *Dolichos biflorus* L. [6,31]. По-видимому, наблюдаемые значительные флуктуации в уровне накопления данных белков могут указывать на их участие в развитии неспецифических защитных реакций растений. Не исключено также, что ЭБ-индуцируемые изменения активности данных белков при гипертермии свидетельствуют о вовлечении их в общий адаптационный синдром в ходе предобработки ЭБ и последующем действии гипертермии.

Таким образом, белки лектинового типа, наряду с системой протеолиза, принимают участие в ответной реакции растений на тепловое воздействие. Возможно, ЭБ-индуцируемые изменения активности системы протеолиза и белков лектинового типа при гипертермии могут быть ассоциированы с уровнем терморезистентности растений. В пользу подобного предположения свидетельствуют приведенные ниже данные о влиянии предобработки ЭБ и последующего действия теплового шока (45°С) на сырую массу корней и гипокотилей 3- и 5-суточных проростков.

3. ***Влияние ЭБ на термотолерантность проростков.***

Нами показано, что степень повреждающего действия стрессора зависела от возраста проростков. Так, тепловой шок вызывал уменьшение сырой массы корней и гипокотилей, особенно в проростках 3-суточного возраста (таблица 2).

Таблица 2. Влияние эпибрассинолида на сырую массу корней и гипокотилей 3- и 5-суточных проростков люпина в условиях гипертермии (% к контролю)

Температура	Сырая масса корней, % к контролю		Сырая масса гипокотилей, % к контролю	
	вода	ЭБ	вода	ЭБ
3-суточные проростки				
25^0C	100,0	-	100,0	-
45^0C	75,9	83,2	78,1	107,0
5-суточные проростки				
25^0C	100,0	-	100,0	
45^0C	107,0	107,0	88,2	90,6

Из данных таблицы 2 следует, что предобработка ЭБ не предотвращала полностью процессы деградации, вызванные тепловым стрессом, но способствовала их заметному снижению. Так, при жестком тепловом воздействии сырая масса корней 3-суточных проростков в контрольном варианте снижалась на 24,1%, тогда как под влиянием предобработки ЭБ на 16,8%. Аналогичный эффект ЭБ-индуцированной термотолерантности проростков наблюдался и в отношении показателя сырой массы гипокотилей. Так, в условиях высокотемпературного стресса наблюдалось снижение сырой массы гипокотилей на 21,9%, тогда как в проростках, предварительно обработанных ЭБ, уровень токсического действия гипертермии нивелировался.

Таким образом, можно полагать, что предобработка ЭБ является своего рода предадаптацией, в ходе которой происходит активация гидролитических ферментов системы протеолиза и белков лектинового типа, что весьма характерно для неспецифического ответа растений на мягкий стресс. Предадаптация ЭБ подготавливает и, возможно, ускоряет наступление фазы адаптации при последующем действии стрессора, связанной с формированием репарационных процессов. Так, отмеченная нами термоиндуцированная активация ингибиторов протеиназ у 3-суточных проростков, особенно при жестком тепловом воздействии, и усиливающаяся в проростках, обработанных ЭБ, приводит к последующему ингибированию активности ряда гидролитических ферментов системы протеолиза, что способствует, по-видимому, снижению интенсивности катаболической стадии стресса, ускоряя наступление стадии адаптации. Кроме того, о развитии неспецифических защитных реакций при жестком тепловом воздействии может свидетельствовать и ЭБ-индуцированная активация лектинов в проростках 5-суточного возраста, для которых было характерно отсутствие активности ингибиторов.

Обобщенная картина термопротекторного действия ЭБ может включать целый ряд взаимосвязанных процессов: изменение баланса эндогенных фитогормонов цитокининов, ауксинов, АБК [6]; стимуляцию тотального синтеза белка как при нормальной температуре, так и при тепловом шоке, индукцию экспрессии ряда генов, ответственных за синтез белков теплового шока (БТШ), их накопление и повышение базовой термоустойчивости растений [12, 13]; повышение уровня мРНК лектинов [34] и их накопление (активацию) при стрессах [6]; активацию ингибиторов протеиназ и белков лектинового типа. Не исключено, что при высоких температурах конформационные переходы молекул ингибиторов протеиназ и белков лектинового типа сопряжены с обратимыми изменениями их глобулярной структуры и усилением внутримолекулярной динамики, что обеспечивает не только их более высокую термостабильность, но и способствует повышению порога чувствительности метаболических систем к действию стресса [35].

Заключение. Система протеолиза и белки лектинового типа принимают участие в развитии индуцированных

брассиностероидами реакций неспецифической устойчивости к действию высоких температур. Одним из возможных аспектов ЭБ-индуцированной термотолерантности проростков люпина является неспецифическая активация как ингибиторов протеиназ, принимающих участие в регуляции метаболизма при стрессах, так и белков лектинового типа, осуществляющих интегративные функции в клетках. Ответная реакция проростков на действие стрессора зависит от его величины и возраста растений. Термопротекторное действие ЭБ проявляется преимущественно в условиях жесткой гипертермии (45°С) и сопряжено со снижением токсического действия жесткого теплового шока на сырую массу корней и гипокотилей у проростков люпина**.**

Литература

1. Кузнецов В.В., Дмитриева Г.А. Физиология растений. М.: Высшая школа, 2006. 742 с.

2. Tikhomirov A.A., Ushakova S.A. // Adv. Space Res. 2001. V.27. N 9. P.1535-1539.

3. Дроздов С.Н., Курец В.К.. Попов Э.Г., Таланов А.В., Холопцева Е.С. //VI съезд общества физиологов растений России. Материалы международной конференции «Современная физиология растений: от молекул до экосистем», 18-24 июня 2007 г. Сыктывкар, 2007. Т.2. С.120-121.

4. Меры по адаптации к изменению климата // Национальная Программа мер по смягчению последствий изменения климата на 2008-2012 года. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 04.8.2008. № 1117.

5. Khripach V.F., Zhabinski V.N., de Groot A.E. Brassinosteroids: A New Class of Plant Hormones. N.-Y.: Academic Press, 1999. 456 P.

6. Шакирова Ф.М. Неспецифическая устойчивость растений к стрессовым факторам и ее регуляция. Уфа: Гилем, 2001. 160 С.

7. Канделинская О.Л., Топунов А.Ф. Грищенко Е.Р. // Прикладная биохимия и микробиология. 2007. Т. 43. № 3. С. 358-365.

8. Пшеничная Л.А., Хрипач В.А., Волынец А.П., Прохорчик Р.А., Манжелесова Н.Е., Морозик Г.В. //Проблемы экспериментальной ботаники: к 100-летию со дня рождения В.Ф.Купревича / Под ред. академика НАН Беларуси В.И.Парфенова. Минск: Беларуская навука, 1997. С.210-217.

9. Авальбаев А.М., Юлдашев Р.А., Шакирова Ф.М. // Успехи соврем. биологии. 2006. Т. 126. № 2. С. 192-200.

10. Канделинская О.Л., Грищенко Е.Р., Анохина В.С., Брыль Е.А. // Вестник БГУ. 2008. Сер.2. № 1. С.64-68.

11. Канделинская О.Л., Грищенко Е.Р., Домаш В.И., Топунов А.Ф. // Агрохимия. 2008. № 9. С.45-49.

12. Кулаева О.Н., Бурханова Э.А., Федина А.Б., Данилова Н.В., Адам Г., Форбродт Х.М., Хрипач В.А. // Доклады Академии наук СССР. 1989. Т.305. № 5. С.1277-1279.

13. Dhaubhadel Sangeeta, Choudhary Sarita, Dobinson Katherine F. // Plant Mol.Biol. 1999. V.40. N2. P.333-342.

14. Данович К.Н., Соболев А.М., Жданова Л.П., Элли И.Э., Николаева М.Г., Аскоченская Н.А., Обручева Н.В., Хавкин Э.Е. Физиология семян. М.: Наука, 1982. 318 с.

15. Мосолов В. В. // Биоорганическая химия. 1998. Т. 24, № 5. С. 332-340.

16. Домаш В.И., Процко Р.Ф., Васюк В.А., Шумихин С.В., Ермолицкая Л.В., Шарпио Т.П. // Прикладная биохимия и микробиол. 2006. Т.42. № 1. С.106-110.

17. Домаш В.И., Шарпио Т.П., Забрейко С.А., Сосновская Т.Ф. // Биоорганическая химия. 2008. Т.34. № 3. С.353-357.

18. Селье Г. На уровне целого организма.М.:Наука,1972.122 с.

19. Ferguson D. L., Guikema J. A., Paulsen G. M. // Plant Physiol. 1990. V. 92. № 3. P. 740-746.

20. Шакирова Ф.М., Безрукова М.В. //Ж. общей биологии. 2007. Т.68. №2. С.109-125.

21. Бабоша А.В. // Биохимия. 2008. Т.73. вып.7. С.1007-1022.

22. Бабоша А.В. // Ж. общей биологии. 2008. Т.69. № 5. С.379-396.

23. Молодченкова О.О., Адамовская В.Г., Тихонова О.В., Вареник Б.Ф., Цисельская Л.И. // Физиология и биохимия культурных растений. 2007. Т.39. № 6. С.496-505.

24. Anson M.Z. // J. Gen. Physiol. 1938. V.22. N.1. P.79-89.

25. Erlanger B.F., Kokowsky N., Cohen W. // Arch. Biochem. and Biophysics. 1961. V.95. N 2. P.271-278.

26. Гофман Ю.Я., Вайсблай И.М. // Прикладная биохимия и микробиол. 1975. Т.11. № 5. С.777-787.

27. Сытников Д.М., Коць С.Я., Маличенко С.М. // Физиология и биохимия культ. растений. 2006. Т.38. № 1. С.53-60.

28. Бабоша А.В., Ладыгина М.Е. // Физиолого-биохимические и биофизические методы диагностики степени устойчивости растений к патогенам и другим факторам / Под ред. Ладыгиной М.Е. М.: МГУ, 1992. С.43-52.

29. Bradford M.M. // Anal.Biochem. 1976. Vol. 8. P.248-254.

30. Веселов А.П., Курганова Л.Н., Ручкова О.А. //Биохимия. 1997. Т.62. В.5. С. 569-573.

31. Sparodo-Tank J.P., Etzler V.T. // Plant Physiol. 1988.V.88. P.1131-1135.

32. Бурханова Э.А., Федина А.Б., Кулаева О.Н. //Тез.докладов 2-го Совещания по брассиностероидам. 11-13 июня 1991 года, Минск, Беларусь. Минск, 1991. С.25.

33. Александрова А.П., Веселов А.П., Зайцева И.В., Хесина О.В. //Вестник Нижегородского государственного университета. Серия Биология. 1999. Вып.1. С. 99-102.

34. Esteban R., Dopico B., Munoz F.J., Romo S., Labrador E. // Physiol. Plant. 2002. V. 114. N. 4. P. 619-628.

35. Мажуль В.М. // Материалы международной конференции «Медико-биологические аспекты действия физиологических факторов». Минск: Бизнес-Софсет, 2006. С.16-18.

O.L. KANDELINSKAYA, H.R. GRISCHENKO, V.I. DOMASH, V.A. KCHRIPACH, V.N. ZHABINSKI, V.N. HALETSKI

INFLUENCE OF EPIBRASSINOLIDE ON ACTIVITY OF PROTEOLYSIS SYSTEM AND LECTIN TYPE PROTEINS IN THE LUPINE GERMS (*LUPINUS ANGUSTIFOLIUS* L.) UNDER THE HYPERTHERMIA

Summary

It has been studied the influence of epibrassinolide (EB) pretreatment on the activity of proteolysis system components such as neutral, acid, alkaline proteinases and the trypsin inhibitors as well as the lectin type proteins in the lupine germs under the hyperthermia at 25, 35 and 45° C. It was shown that EB-pretreatment increased the termoresistance of lupine germs by means of significant activation of lectin type proteins and trypsin inhibitors especially at 45 °C. The degree of involvement of this regulatory proteins in the realization of EB-pretreatment adaptive mechanism is depended on the germ age and the value of temperature factor.

УДК: 581.19:[633.1 + 633.31/37]:57.047

О.В. КОРЗЮК[1], В.И. ДОМАШ[2]

АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО (*LUPINUS ANGUSTIFOLIUS* L.), ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ИОНОВ КАДМИЯ

[1] *Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина*
[2]*Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича*

Введение. Результаты многочисленных исследований свидетельствуют о том, что увеличение содержания активных форм

кислорода (оксидативный стресс) наблюдается в неблагоприятных для растения условиях, включая низкую температуру, водный дефицит, засоление, загрязнение тяжелыми металлами, повышенную освещенность и др. [1].

Действие неблагоприятных факторов внешней среды всегда вызывает образование веществ, участвующих в защитных реакциях организма. В последние годы в связи с ухудшением экологического состояния многих регионов, загрязнением почвы, воды и воздуха тяжелыми металлами (ТМ) вследствие быстрой индустриализации и урбанизации, что представляет большую опасность для биосферы, значительно повышен интерес к влиянию ТМ на растения.

В природном окружении могут существовать 90 элементов, из них 21 – это неметаллы, 16 – легкие металлы, а 53 (As включен) – тяжелые металлы. Тяжелые металлы – это элементы, плотность которых превышает 5 г/см^3. Некоторые ТМ играют активную роль в биохимических реакциях: медь, никель, кобальт, кадмий, свинец, олово, цинк, висмут, ртуть относятся к микроэлементам, т.е. к химическим элементам, присутствующим в организмах в низких концентрациях (обычно тысячные доли процента и ниже). Микроэлементам принадлежит значительная биологическая роль. Помимо общего благоприятного влияния на процессы роста и развития, установлено специфическое воздействие ряда микроэлементов на важнейшие физиологические процессы – фотосинтез; каталитическое окисление органических веществ, содержащих азот; образование металлоэнзимов [2-4]. Однако в больших количествах ТМ токсичны. Воздействие тяжелых металлов в высоких концентрациях на растения приводит к торможению их роста и развития, нарушению физиологических и биохимических процессов, включая фотосинтез, транспирация, биосинтез белка, минеральное питание и другие. Например, под влиянием тяжелых металлов нарушается ультраструктура хлоропластов, снижается содержание хлорофиллов и каротиноидов, уменьшается активность ключевого фермента фотосинтеза, ингибируется робота фотосистемы и цикла Кальвина [5] Вместе с тем существуют данные, свидетельствующие, что растения способны в определенных случаях адаптироваться к действию высоких концентраций тяжелых металлов [6]. Растительные организмы обладают различной способностью к поглощению,

накоплению и использованию химических элементов, которая генетически детерминирована. Дефицит или избыток того или иного элемента питания изменяет химический состав тканей растений. Данные по накоплению ТМ в корнях и побегах растений показывают, что существует корреляционная зависимость между их содержанием в питательной среде и накоплением в растениях. Металлы отличаются по способности накапливаться в растительных тканях. Наиболее высокую способность аккумулироваться в корнях растений имеет кадмий [6, 7], что способствуют образованию активных форм кислорода.

Кадмий относится к числу тяжелых металлов, оказывающих достаточно сильное токсическое действие на растения. Повышение содержания кадмия в окружающей среде приводит к снижению скорости роста, изменению интенсивности и направленности многих метаболических процессов в клетках [8]. Реакция растений на действие кадмия, в основном, носит неспецифический характер и аналогична реакции растений на действие других тяжелых металлов. Установлено, что кадмий стимулирует образование в клетках активных форм кислорода (АФК) [9, 10]. При этом одним из важнейших звеньев в механизме защиты от окислительной деструкции является активация ферментов-детоксикаторов АФК [11, 12].

Известно, что в процессе прорастания семян различных культур резко активируются реакции обмена веществ. Проращивание семян в средах, содержащих тяжелые металлы, приводило к существенному изменению всхожести и скорости прорастания семян. Наши исследования показали изменение активности протеиназно-ингибиторной системы в растениях люпина в процессе его роста и развития при воздействии тяжелых металлов [13]. До настоящего времени остаются малоизученными роль ТМ в процессах прорастания семян, а также соотношение субстратов окисления прооксидантов и АО с их жизнеспособностью. В связи с фрагментарностью сведений представляло интерес исследовать действие тяжелых металлов на антиоксидантную (АОА) систему растений на ранних стадиях прорастания.

Цель работы - изучение влияния разных концентраций ионов кадмия на активность пероксидазы, каталазы и ингибиторов

трипсина в различных по устойчивости к ионам кадмия сортов люпина узколистного в модельных условиях.

Материалы (объекты) и методы исследования. В качестве объектов исследования служили семена 11 сортов люпина узколистного, различающихся по устойчивости к ионам кадмия. Анализировали покоящиеся и прорастающие семена.

Анализ устойчивости люпина к 0,625; 1,25; 2,5 мМ $CdCl_2$ проводили путем выращивания растений на растворе Кнопа. Индекс толерантности (ИТ) определяли как отношение средней длины корней в опытном варианте к средней длине корней к контрольном [14]. Активность каталазы определяли по способности фермента разлагать перекись водорода на кислород и воду. Уровень активности определяли по количеству разложившейся перекиси водорода и выражали в мкмоль H_2O_2/ мин г. сухой массы [15].

Активность пероксидазы определяли по методу Бояркина А.Н. [16], который основан на определении скорости реакции окисления бензидина под действием фермента, содержащегося в растениях, до образования продукта окисления синего света определенной концентрации, заранее устанавливаемой на фотоэлектроколориметре.

За основу определения ингибиторов трипсина взят метод Гофмана и Вайсблая [17]. Определение активности ингибиторов трипсина сводилось к измерению уменьшения активности трипсина в присутствии ингибиторов.

Определение антиоксидантной активности проводили по методике C.O. Beauchamp и I. Fridovich [18] с фотохимической системой генерирования радикалов супероксида, которая основана на реокислении фотовосстановленного рибофлавина. Образующийся супероксид-анионрадикал регистрировали спектрофотометрически на СФ-26 (Россия) по восстановлению нитросинего тетразолия до фиолетового формазана (при λ=560 нм).

Повторность опыта четырехкратная. Статистическую обработку данных проводили с использованием программы Stadia.

Результаты и их обсуждение. При нормальных условиях жизнедеятельности клетки полиненасыщенные жирные кислоты липидов мембран подвергаются свободнорадикальному цепному окислению. Процесс в норме протекает очень медленно, так как в клетке существуют определенные механизмы, препятствующие его развитию. Главный из них – антиоксиданты, которые обрывают

спонтанно возникающие цепные реакции окисления липидов. В экстремальных условиях окислительные процессы в клетке активируются, расход антиоксидантов увеличивается и, когда концентрация последних падает ниже критической, окисление липидов резко возрастает. Окисление липидов приводит к нарушению физиологических процессов в клетке [1]. Результаты наших исследований основных компонентов антиоксидантной системы растений и общей антиоксидантной активности покоящихся семян различных сортов люпина и изменение этих показателей под влиянием ионов кадмия представлены в таблицах 1 и 2.

Как видно из таблицы 1, уровень активности каталазы, пероксидазы и ингибиторов трипсина, а также АОА неодинакова у различных сортов люпина узколистного. Наиболее высокая активность каталазы отмечена у сортов Садко, Радужны, Михал и Ясь. Активность пероксидазы варьирует от 1,74 до 2, 4 единиц. Активность же ингибиторов трипсина варьирует от 2,4 до 3,20 ИЕ/г сырой массы. Для исследованных генотипов люпина узколистного характерен и различный уровень общей антиоксидантной активности, варьирующий от 57,7 до 93,5%. Отмечена взаимосвязь между ее активностью и индексом толерантности сортов к действию тяжелых металлов.

В таблице 2 представлены данные по влиянию различных концентраций ионов кадмия на прорастающие (3 суток) семена люпина. Как видно из таблицы ионы кадмия, в возрастающей концентрации снижают активность каталазы, пероксидазы и общую антиоксидантную активность. Так, снижение активности каталазы в варианте с дозой в 2,5 х 10^{-3} М по отношению к контролю (вода) составляло в среднем 19,7%, пероксидазы – 10,3%. Снижение общей антиоксидантной активности составляло в среднем 8,2%. Следует отметить, что в ответ на стресс-фактор, наблюдается ответная реакция проростков люпина в виде возрастания активности ингибиторов трипсина в среднем на 13%. Повышение активности ингибиторов трипсина подтверждает данные об антистрессовом характере этих белков [19]. Кроме того, отмечено, что общая антиоксидантная активность находится во взаимосвязи с ИТ.

Таблица 1. Активность антиоксидантных белков в покоящихся семенах люпина узколистного

Сорт	Активность каталазы, мкмоль H_2O_2/ г сырой массы в мин.	Активность пероксидазы, мкмоль H_2O_2/ г сырой массы в мин.	Активность ингибиторов трипсина, ИЕ/г сырой массы	АОА, %
Эдельвейс	0,66 ± 0,02	2,09 ± 0,06	2,9 ± 0,3	72,03 ± 2,4
Першацвет	0,58 ± 0,04	1,87 ± 0,07	2,7 ± 0,25	58,07 ± 1,8
Михал	0,71 ± 0,06	2,24 ± 0,1	3,1 ± 0,3	82,34 ± 3,2
Миртан	0,49 ± 0,04	1,74 ±0,06	2,4 ± 0,22	57,7 ± 1,6
Зеленок	0,64 ± 0,03	2,04 ±0,05	3,0 ± 0,28	73,49 ± 2,5
Садко	0,74 ± 0,07	2,3 ± 0,15	3,15 ± 0,31	89,24 ± 3,4
Радужны	0,79 ± 0,08	2,4 ± 0,2	3,20 ± 0,35	92,1 ± 4,2
Митан	0,73 ± 0,07	2,2 ± 0,16	3,10 ± 0,3	93,5 ± 4,5
Беляк	0,69 ± 0,04	2,08 ±0,08	3,18 ± 0,4	77,76 ± 2,8
Ясь	0,72 ± 0,07	2,15 ± 0,07	2,95 ± 0,46	88,5 ± 3,2
Гладко	0,53 ±0,05	1,82 ± 0,09	2,6 ± 0,24	65 ± 2,4

Таблица 2. Влияние кадмия на активность антиоксидантной системы прорастающих семян люпина

Сорт, концентрация Cd^{2+}	Активность каталазы, мкмоль H_2O_2/ г сырой массы в мин.	Активность пероксидазы, мкмоль H_2O_2/ г сырой массы в мин.	Активность ингибиторов трипсина, ИЕ/ г сырой массы	АОА, %	ИТ
1	2	3	4	5	6
Эдельвейс					
Контроль	0,64 ± 0,02	2,05 ± 0,06	2,9 ± 0,3	72,0 ± 2,4	
$6{,}25 \cdot 10^{-4}$ М	0,51 ± 0,04	1,64 ± 0,05	3,2 ± 0,4	67,9 ± 2,2	0,76± 0,15
$2{,}5 \cdot 10^{-3}$ М	0,47 ± 0,06	1,50 ± 0,06	3,4 ± 0,5	66,7 ± 2,4	0,76± 0,15
$2{,}5 \cdot 10^{-3}$ М	0,42 ± 0,07	1,65 ± 0,07	3,6 ± 0,6	66,0 ± 2,5	0,60± 0,11
Першацвет					
Контроль	0,56 ± 0,04	1,84 ± 0,07	2,60 ± 0,2	58,0 ± 1,8	
$6{,}25 \cdot 10^{-4}$ М	0,41 ± 0,06	1,54 ± 0,09	2,41 ± 0,17	54,8 ± 1,8	0,66± 0,13
$1{,}25 \cdot 10^{-3}$ М	0,37 ± 0,08	1,47 ± 0,06	2,43 ± 0,18	53,4 ± 1,9	0,53± 0,1
$2{,}5 \cdot 10^{-3}$ М	0,34 ± 0,09	1,63 ± 0,07	2,51 ± 0,19	52,6 ± 2,1	0,47± 0,1
Михал					
Контроль	0,7 ± 0,06	2,21 ± 0,1	3,10 ± 0,3	82,1 ± 3,1	
$6{,}25 \cdot 10^{-4}$ М	0,55 ± 0,03	2,11 ± 0,07	3,2 ± 0,15	77.2 ± 3,2	0,96± 0,26
$1{,}25 \cdot 10^{-3}$ М	0,51 ± 0,07	2,10 ± 0,06	3,43 ± 0,13	75.6 ± 4,1	0,84± 0,2
$2{,}5 \cdot 10^{-3}$ М	0,46 ± 0,06	1.96 ± 0,08	3,48 ± 0,15	70,2 ± 3,7	0,58± 0,1

Продолжение таблицы 2

Миртан					
Контроль	0,49 ± 0,04	1,73 ± 0,06	2,5 ± 0,2	57,0 ± 1,4	
$6{,}25 \cdot 10^{-4}$ М	0,47 ± 0,06	1,71 ± 0,07	2,62 ± 0,19	54,6 ± 1,6	0,62± 0,12
$1{,}25 \cdot 10^{-3}$ М	0,43 ± 0,04	1,73 ± 0,1	2,74 ± 0,2	50,2 ± 1,4	0,51± 0,1
$2{,}5 \cdot 10^{-3}$ М	0,41 ± 0,07	1,69 ± 0,08	2,83 ± 0,21	49,2 ± 1,3	0,45± 0,1
Зеленок					
Контроль	0,62 ± 0,04	2,01 ± 0,05	3,1 ± 0,26	73,2 ± 2,4	
$6{,}25 \cdot 10^{-4}$ М	0,59 ± 0,06	2,15 ± 0,04	3,2 ± 0,27	71,6 ± 2,3	0,88± 0,21
$1{,}25 \cdot 10^{-3}$ М	0,56 ± 0,07	2,21 ± 0,06	3,35 ± 0,26	69,2 ± 3,1	0,79± 0,2
$2{,}5 \cdot 10^{-3}$ М	0,53 ± 0,04	1,96 ± 0,07	3,63± 0,3	67,8 ± 3,3	0,53± 0,14
Садко					
Контроль	0,74 ± 0,07	2,2 ± 0,15	3,1 ± 0,32	88,5 ± 3,3	
$6{,}25 \cdot 10^{-4}$ М	0,72 ± 0,08	2,31 ± 0,17	3,3 ± 0,36	86,8 ± 3,4	0,97± 0,27
$1{,}25 \cdot 10^{-3}$ М	0,68 ± 0,1	2,16 ± 0,08	3,49 ± 0,34	84,7 ± 3,0	0,86± 0,23
$2{,}5 \cdot 10^{-3}$ М	0,66 ± 0,09	1,97 ± 0,09	3,51 ± 0,31	83,2 ± 3,2	0,62± 0,2
Радужны					
Контроль	0,78 ± 0,08	2,4 ± 0,2	3,15 ± 0,35	92,0 ± 4,1	
$6{,}25 \cdot 10^{-4}$ М	0,77 ± 0,09	2,31 ± 0,1	3,26 ± 0,27	89,4 ± 3,9	0,98± 0,26
$1{,}25 \cdot 10^{-3}$ М	0,71 ± 0,04	2,12 ± 0,07	3,34 ± 0,31	86,1 ± 4,0	0,88± 0,21
$2{,}5 \cdot 10^{-3}$ М	0,68 ± 0,06	1,96 ± 0,05	3,41 ± 0,41	85,1 ± 3,5	0,64± 0,2
Митан					
Контроль	0,75 ± 0,07	2,1 ± 0,16	3,10 ± 0,3	92,0 ± 4,3	
$6{,}25 \cdot 10^{-4}$ М	0,74 ± 0,05	2,09 ± 0,11	3,16 ± 0,29	90,3 ± 4,0	0,98± 0,26
$1{,}25 \cdot 10^{-3}$ М	0,72 ± 0,08	2,01 ± 0,1	3,18 ± 0,34	89,7 ± 4,2	0,96± 0,24
$2{,}5 \cdot 10^{-3}$ М	0,64 ± 0,06	1,92 ± 0,09	3,24 ± 0,31	88,1 ± 4,1	0,86± 0,22
Беляк					
Контроль	0,68 ± 0,04	2,06 ± 0,08	3,16 ± 0,4	77,5 ± 2,8	
$6{,}25 \cdot 10^{-4}$ М	0,66 ± 0,04	2,01 ± 0,06	3,26 ± 0,37	76,7 ± 2,6	0,94± 0,23
$1{,}25 \cdot 10^{-3}$ М	0,61 ± 0,07	1,91 ± 0,08	3,39 ± 0,44	74,1 ± 2,4	0,81± 0,19
$2{,}5 \cdot 10^{-3}$ М	0,59 ± 0,03	1,88 ± 0,1	3,56 ± 0,51	70,5 ± 3,2	0,61± 0,2
Ясь					
Контроль	0,71 ± 0,07	2,14 ± 0,07	2,96 ± 0,42	88,0 ± 3,1	
$6{,}25 \cdot 10^{-4}$ М	0,69 ± 0,06	2,16 ± 0,07	3,16 ± 0,46	86,7 ± 3,2	0,96± 0,23
$1{,}25 \cdot 10^{-3}$ М	0,66 ± 0,08	2,01 ± 0,06	3,40 ± 0,41	85,6 ± 3,1	0,87± 0,21
$2{,}5 \cdot 10^{-3}$ М	0,63 ± 0,03	1,87 ± 0,08	3,61 ± 0,48	84,3 ± 3,0	0,86± 0,23
Гладко					
Контроль	0,52 ± 0,04	1,81 ± 0,08	2,60 ± 0,24	64,8 ± 2,3	
$6{,}25 \cdot 10^{-4}$ М	0,49 ± 0,05	1,77 ± 0,09	2,51± 0,21	63,9 ± 2,4	0,77± 0,18
$1{,}25 \cdot 10^{-3}$ М	0,47 ± 0,08	1,74 ± 0,07	2,67 ± 0,27	62,1 ± 3,2	0,72± 0,15
$2{,}5 \cdot 10^{-3}$ М	0,44 ± 0,04	1,68 ± 0,06	2,79 ± 0,31	62,0 ± 3,0	0,69± 0,12

С исследованиями АОА прорастающих семян люпина тесно связан и вопрос о взаимосвязи этой активности с активностью ингибиторных белков в диффундирующей среде при набухании семян разных сортов люпина узколистного в течение 24 часов.

Из данных, представленных в таблице 3, видно, что в диффундирующей жидкости обнаруживается довольно высокая активность ингибиторов трипсина в пересчете на мг белка. Существуют межсортовые различия в уровне их активности. Наиболее высокая активность установлена для люпина сорта Митан и Радужны. Как показали результаты исследований между уровнем активности ингибиторов трипсина в окружающей среде при набухании семян и общей антиоксидантной активностью существует тесная корреляционная связь (r), равная + 0,94.

Таблица 3. Активность ингибиторов трипсина и общей антиоксидантной активности в диффундирующей жидкости при набухании семян разных сортов люпина

Сорт	Активность ингибиторов трипсина, ИЕ/г сырой массы	Активность ингибиторов трипсина, ИЕ/ мг белка	АОА, %
Эдельвейс	3,73 ± 0,46	2,39 ± 0,11	56,75 ± 2,5
Першацвет	2,54 ± 0,34	1,54 ± 0,12	42,9 ± 2,1
Михал	3,65 ± 0,28	2,35 ± 0,11	67,1 ± 3,8
Миртан	2,85 ± 0,22	1,63 ± 0,13	42,45 ± 2,4
Зеленок	3,64 ± 0,31	2,1 ± 0,11	58,25 ± 3,2
Садко	3,84 ± 0,36	2,69 ± 0,12	74 ± 3,1
Радужны	3,92 ± 0,41	2,76 ± 0,11	83,65 ± 3,8
Митан	3,98 ± 0,34	2,89 ± 0,13	85,2 ± 4,1
Беляк	3,47 ± 0,43	2,16 ± 0,11	62,05 ± 2,9
Ясь	3,59 ± 0,41	2,55 ± 0,12	73,7 ± 3,3
Гладко	2,96 ± 0,32	1,93 ± 0,1	60,0 ± 3,1

Заключение. Таким образом, полученные нами новые сведения позволили установить, что реакция растений на стрессовые факторы проявляется уже на первых этапах прорастания семян. Результаты исследований показали, что различные сорта люпина узколистного, обладающие разной толерантностью к ионам кадмия, имеют и различный уровень антиокислительных ферментов. Действие стресс-фактора сопряжено с изменением активности ферментов антиоксидантной системы. Получены сведения, еще раз доказывающие антистрессовый характер ингибиторов трипсина при воздействии на бобовые растения неблагоприятных факторов внешней среды. Сортовая специфичность уровня активности

антиоксидантной системы прорастающих семян люпина, коррелирующая с толерантностью растений, может быть использована в селекции люпина на устойчивость его к действию кадмия.

Литература

1. Inze D., Van Montagu M. // Current Opin. Biotechnol. 1995. Vol. 6, N 2. P.153-158.
2. Добролюбский, О.К. Микроэлементы и жизнь. М.:Наука, 1956.
3. Пейве, Я.В. Микроэлементы и ферменты. М.: Наука, 1960.
4. Стайлс В. Микроэлементы в жизни растений и животных. М.: Наука, 1949.
5. Серегин И.В., Иванов В.Б. // Физиол. растений. 2001, Т.48, № 4. С.606-630.
6. Таланова В.В., Титов А.Ф., Боева Н.П. // Физиол. и биохимия культ. растений. 2001. Т. 33. № 1. С. 73-82.
7. Рогозинский, М.С., Шелифост А.Е., Костышин С.С., Волков Р.А. // Физиол. и биохимия культ. раст. 1998. Т. 30. № 6. С. 452-458.
8. Алексеев, Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях. М.: Агропромиздат, 1987.
9. Кабата-Пендиас, А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. // Пер. с англ. Д.В. Гринчука, Е.П. Яшина: Под ред. Ю.Г. Саета // М.: Мир, 1989. 430 с.
10. Барсукова, В.С., Гамзикова О.И. // Физиол. и биохимия культ. растений. 2000. Т. 32, № 1. С. 425-429.
11. Stohs S., Bagchi D. // Free Radic. Biol. Med. 1995. V. 18. P. 321-336.
12. R. F. Fornazier, R.R. Ferreira. // Biologia plantarum. 2002. 45 (1). P. 91-97.
13. Домаш В.И., Шарпио Т.П., Забрейко С.А. // Ботаника (исследования). 2006. Вып. 34. С.112- 119.
14. Aniol F. Triticale: today and tomorrow. Dordrecht, Netherlands. Kluwer. Academic Publishers, 1966. P. 461-465.
15. Плешков, Б.П. Практикум по биохимии растений. М.:Колос, 1985.
16. Гавриленко, Л.Е. Ладыгина Л.М. Большой практикум по физиологии растений. М.: Высшая школа, 1975. – 256 с.
17. Гофман, Ю.Я., Вайсблай И.М. // Прикл. биохимия и микробиология 1975. Т.11. Вып. 5. С. 777 – 787.
18. Beauchamp C.O., Fridovich I. // Anal. Biochem. 1971. Vol. 44, N 1. P. 276-287.
19. Дунаевский, Я.Е., Т.А. Цыбина Т.А., Белякова Г.Н, Домаш В.И., Шарпио Т.П, Забрейко С.А., Белозерский М.А. // Прикл. биохимия и микробиол.. 2005. Т.41, № 4. С. 392-396.

O.V. KORSYUK, V.I. DOMASH

ANTIOXIDANT ACTIVITY OF BLUE LUPIN (*LUPINUS ANGUSTIFOLIUS* L.*)* UNDER INFLUENCE OF CADMIUM

Summary

Investigation of the influence of cadmium ion on the activity of catalase, peroxidase, trypsin inhibitors and total antioxydant activity in different sorts of lupin seeds during early seed's germination was carried out. High correlation between resistance of lupin plants to cadmium ion and activity of antioxydant enzymes was found.

УДК 581. 5

А.П. КУДРЯШОВ[1], О.Б. ПАШКОВА[1], О.В. КОНАКОВА[1], А.А. АММОН[2]

АККУМУЛЯЦИЯ ИОНОВ Ni^{2+} И Hg^{+} ВОДНЫМИ РАСТЕНИЯМИ

[1]*Белорусский государственный университет*
[2]*Институт радиобиологии НАН Беларуси*

Введение. Деятельность людей коренным образом изменила естественный состав химических элементов в водоемах. В результате хозяйственной деятельности человека в водоемы с осадками, почвенной водой и стоками могут поступать соединения тяжелых металлов. Указанные поллютанты поступают в воду либо постоянно из антропогенных источников, либо в результате аварийных выбросов. Хотя не исключается поступление в экосистемы тяжелых металлов и из естественных источников, однако антропогенные источники, как правило, превышают по количеству выбросов поллютантов в биосферу природные.

Проблема прогнозирования состояния водного объекта при содержании в воде тяжелых металлов антропогенного происхождения, требует знания закономерностей их распределения между компонентами водной экосистемы (прежде всего, между водой и водными растениями). Для решения этой проблемы необходимо изучение количественных характеристик накопительной способности растений. Наиболее часто такая способность выражается с помощью коэффициента накопления ($К_н$) [1].

Водные растения играют существенную роль в экосистемах водоемов не только потому, что зачастую являются первичными звеньями в трофических цепях, но и по причине их заметного воздействия на гидрохимические показатели водной среды. Влияние фитогидробионтов на среду обитания связано с интенсивными обменными процессами в жизнедеятельности организмов. Как правило, тяжелые металлы не играют существенной роли в процессах жизнедеятельности водных растений и поступают в фитогидробионты в результате естественных процессов обмена веществ, происходящих в живом организме. На их аккумуляцию в водной растительности могут оказывать влияние многие факторы.

Целью настоящей работы является исследование аккумуляции ионов некоторых металлов – потенциальных техногенных полютантов водными растениями.

Объекты и методы исследования. Исследовалась аккумуляция ионов Ni^{2+} и Hg^{+} водорослями *Nitella flexilis*, а так же высшими водными растениями: *Vallisneria spiralis, Potamogeton pectinatus, Potamogeton natans, Potamogeton crispus, Elodea Canadensis, Stratiotes aloides, Myriophyllum verticillatum, Isoetes lacustris* и *Lemna polyrrhiza*. *Nitella flexilis* и *Vallisneria spiralis* культивировались в лаборатории на искусственных питательных средах, остальные водные растения отбирались из природных водоемов (оз. Нарочь, пруд в д. Писаревщина Молодечнского района и р. Волма в Минском районе). В последнем случае отбор растительного материала производился в чистые пластиковые контейнеры. Растения, подготавливаемые для исследований, были максимально цельными, с неповрежденной корневой системой. Эти растения помещались в пластиковые сосуды с водопроводной отстоянной водой, которая менялась ежедневно вплоть до проведения эксперимента.

Для изучения процессов аккумуляции ионов металлов водные растения инкубировались в искусственной прудовой воде, состава 10^{-3} М *NaCl*, 10^{-4} М *KCl*, 10^{-4} М $CaCl_2$, содержащей определенное количество соли одного из указанных выше элементов ($NiSO_4$ или Hg_2Cl_2). Значение pH среды инкубации доводилось до нужного уровня децинормальными растворами соляной кислоты или гидроксида натрия. Инкубация проводилась при комнатной температуре, дневном освещении, свободном доступе воздуха в

течение 7–14 суток. После чего растения извлекались из экспериментальных сосудов, ополаскивались водопроводной водой, с их поверхности удалялись капли фильтровальной бумагой. Затем растительный материал взвешивался и сушился около 5 сут до воздушно сухого состояния. Сухие растения снова взвешивались и помещались в чашки Петри, в которые добавлялось по 1мл 10% раствора азотной кислоты. Процедура извлечения ионов тяжелых металлов из растительного материала азотной кислотой производилась при его многократном растирании стеклянной палочкой после каждой новой порции кислоты (добавление HNO_3 осуществлялось до 4–5 раз), в результате чего поглощенные растениями ионы металла переходили в раствор, который периодически отсасывался и переносился в стеклянный флакон емкостью 10 мл. После добавления последней порции азотной кислоты растительный материал отжимался и вся жидкость из чашки Петри переносилась во флакон. В полученном экстракте определялась концентрация иона того металла, в растворе соли которого инкубировались растения.

При определении содержания металла в растениях учитывался общий объем экстракта и сырая и сухая массы растительного материала. Оценка концентрации ионов Ni^{2+} и Hg^{+} в *Nitella flexilis* и *Vallisneria spiralis* производилась с использованием рентгенофлюоресцентного анализатора «Спектроскан – 412» и масс-спектрометра *ICP MS ELAN*-9000. Содержание ионов Ni^{2+} в остальных видах водных растений осуществлялось колориметрически с помощью диметилглиоксима (реактив Чугаева) [2]. При оценке степени аккумуляции тяжелых металлов в водных растениях, взятых из природных водоемов, делалась поправка на начальное содержание элемента.

Сопоставление степени аккумуляции ионов металлов растениями производилось на основе сравнения коэффициентов накопления ($К_н$), которые вычислялись как отношение молярного содержания металла в единице сырой массы растения к его начальной концентрации в среде инкубации.

Результаты и их обсуждение. После инкубации харовой водоросли *N. flexilis* в экспериментальных растворах в течение двух недель в экстрактах, полученных из них, надежно регистрировались определенные количества изучаемых металлов. Причем степень аккумуляции всех исследуемых металлов зависела

от pH (табл. 1). При этом во многих случаях отмечались заметные изменения величины $К_н$ при сдвиге показателя кислотности среды. Так клетки водоросли в нейтральных и слабокислых средах приблизительно в одинаковой мере накапливали ионы одновалентной ртути, в то же время степень аккумуляции этого металла растениями почти двукратно возрастала в слабо основных средах. Увеличение показателя кислотности среды от pH 5 до pH 7 также приводило к заметному росту степени аккумуляции (почти в 3 раза) ионов никеля водорослями, хотя при дальнейшем увеличение pH (до pH 9) отмечалось незначительное снижение величины $К_н$.

Таблица 1. Значения коэффициентов накопления ионов тяжелых металлов в клетках *Nitella flexilis* после 14 суточной инкубации в экспериментальных средах

Ион металла	pH среды	Концентрация иона в среде, моль/л	Коэффициент накопления
Hg^+	5	$4{,}2\cdot10^{-6}$	87±8
Hg^+	7	$4{,}2\cdot10^{-6}$	70±8
Hg^+	9	$4{,}2\cdot10^{-6}$	138±24
Ni^{2+}	5	10^{-4}	229±27
Ni^{2+}	7	10^{-4}	604±58
Ni^{2+}	9	10^{-4}	479±79

Кажется закономерным, что возрастание значения $К_н$ для ионов никеля происходит при увеличении pH среды инкубации. Что касается диапазона слабоосновных сред, то вполне возможно создание токсичных цитоплазматических концентраций ионов никеля уже через сравнительно короткие промежутки времени инкубации водорослей в экспериментальных растворах. Вызываемые ионами никеля нарушения метаболизма растений, могут быть причиной десорбции этого металла.

Действительно, ионы никеля достаточно токсичны для харовых водорослей. Ранее нами отмечено их воздействие на циклоз в клетках междоузлий [3]. Причем, движение цитоплазмы в средах, содержащих 10^{-3} М сульфата никеля, останавливалось уже после 3-4 сут инкубации, а при концентрации этого соединения равной $5\cdot10^{-4}$ М – через 7 сут. По нашему мнению, именно внутриклеточное воздействие тяжелых металлов на процессы

метаболизма и обуславливает снижение скорости движения цитоплазмы. Однако накопление ионов Ni^{2+} в цитоплазме должно сказываться не только на ее движении, но и отражаться на ряде других внутриклеточных процессах. Во всяком случае, следует считать установленным факт развития токсического воздействия после инкубации водорослей в средах, содержащих $5 \cdot 10^{-4}$–10^{-3} М сульфата никеля свыше 3–7 суток (на это указывает остановка цитоплазмы). Но и более короткие экспозиции растений в экспериментальной среде оказывают воздействия на скорость циклоза (замедление движения цитоплазмы), что также свидетельствует о негативном влиянии, поступившего в цитоплазму клеток, металла на процессы внутриклеточного метаболизма. Поэтому не исключено, что при достижении достаточно высоких концентраций Ni^{2+} внутри клеток дальнейшая его сорбция растениями прекращается, и возможен даже последующий выход его из организма в среду. В связи с этим предположением были сопоставлены коэффициенты накопления ионов никеля в клетках *Nitella flexilis*, достигнутые за 7 суток инкубации водорослей в экспериментальных растворах, содержащих разные концентрации сульфата никеля. Период в 7 суток был определен исходя, во-первых, из возможности надежной регистрации этого поллютанта растениях при всех вариантах эксперимента, во-вторых, в соответствии с данными о воздействии сульфата никеля на движение цитоплазмы.

Как видно из таблицы 2, с уменьшение содержания ионов никеля в среде отмечается рост степени его аккумуляции в растениях. Причем, при уменьшении концентрации сульфата никеля в среде от $5 \cdot 10^{-4}$ до 10^{-4} М коэффициент накопления иона никеля водорослями увеличивается четырехкратно.

Таблица 2. Изменение величины коэффициента накопления Ni^{2+} в харовой водоросли *Nitella flexilis* при варьировании содержания сульфата никеля в среде (экспозиция – 7 суток).

Концентрация сульфата никеля в среде, моль/л	Коэффициент накопления иона Ni^{2+}
10^{-4}	100±15
$5 \cdot 10^{-4}$	26±3
10^{-3}	17±4

К началу 7 суток инкубации в среде, содержащей 10^{-3} М сульфата никеля, цитоплазма в клетках водоросли была неподвижна по крайней мере уже двое суток, а у водорослей, инкубируемых при концентрации ионов Ni^{2+} равной $5 \cdot 10^{-4}$ М, скорость циклоза замедлялась в 10 раз по сравнению с контролем (искусственной прудовой водой без сульфата никеля). По нашему мнение, такое воздействие поллютанта на внутриклеточный метаболизм может привести к выходу абсорбированных ранее ионов металла из клеток.

Указанное предположение вполне согласуется с результатами исследования процесса аккумуляции ионов одновалентной ртути в *Vallisneria spiralis*. Динамика изменения содержания Hg^{+} в растениях, инкубируемых в экспериментальных растворах, содержащих $4{,}2 \cdot 10^{-6}$ М монохлорида ртути (насыщенный раствор Hg_2Cl_2), была таковой, что уже на шестые сутки достигалась максимальная концентрация поллютанта в тканях фитогидробионта, а при более длительных экспозициях степень аккумуляции ионов Hg^{+} снижалась (рис. 1). Следует отметить, что растения постепенно накапливали указанный полютант вплоть до 6 суток: к этому периоду содержание тяжелого металла в *Vallisneria spiralis* более, чем вдвое превысило таковое на третьи сутки инкубации. При 10 суточной экспозиции растений в экспериментальной среде происходило столь значительное снижение величины коэффициента накопления ионов Hg^{+}, что он стал вдвое ниже, аналогичного показателя, зафиксированного к третьим суткам эксперимента. Вероятно, за 6 суток в растениях создавалась токсическая концентрация металла и нарушение хода внутриклеточных метаболических процессов приводило к десорбция уже накопленного поллютанта из водного растения, т. е. выходу ионов Hg^{+}, в среду.

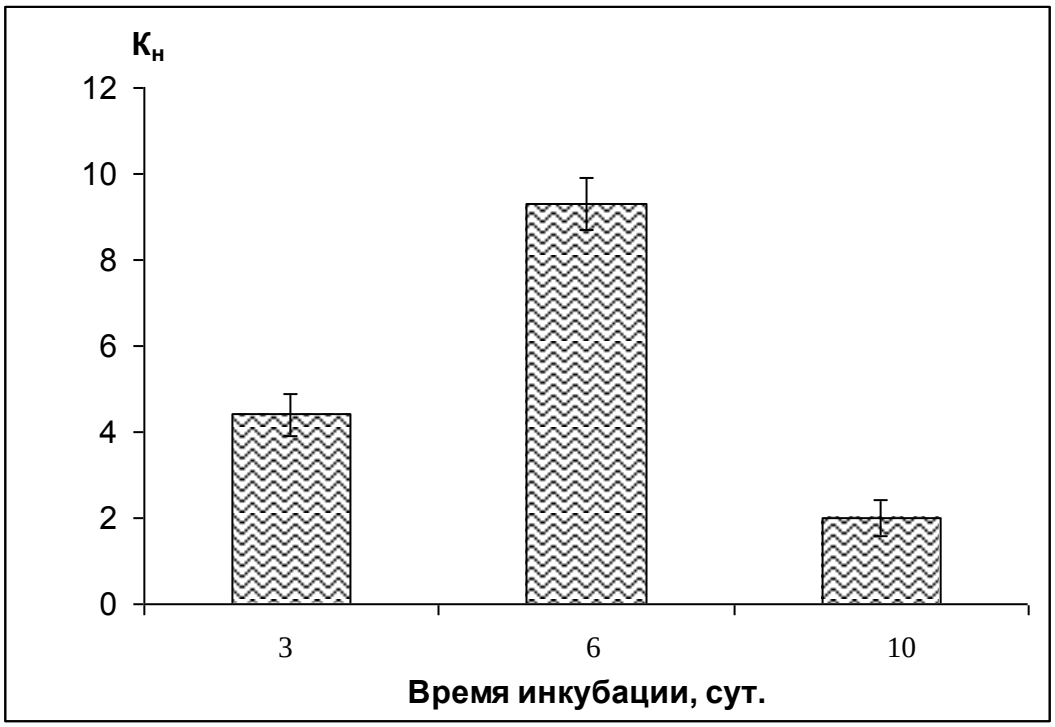


Рис. 1. Зависимость коэффициентов накопления ионов Hg^+ в *Vallisneria spiralis* от времени инкубации в экспериментальных растворах при pH 8.

Следует отметить, что полученные значения $К_н$ ионов Hg^+ в *Vallisneria spiralis* заметно ниже по сравнению с таковыми у харовой водоросли (см. рис 1, табл. 1). Однако степени аккумуляции ионов Ni^{2+} указанными макрофитами различаются не столь сильно особенно в слабокислых средах (табл. 3; см. табл. 1).

Таблица 3. Величины коэффициентов накопления Ni^{2+} в *Vallisneria spiralis* после 10-суточной инкубации

Ион металла	Значение pH	Концентрация иона в среде, моль/л	Коэффициент накопления
Ni^{2+}	6	10^{-4}	204±12
Ni^{2+}	8	10^{-4}	253±27

Описанные выше эксперименты проводились с водными растениями, культивируемыми в лабораторных условиях на искусственных питательных средах. В этих средах содержание поллютантов было крайне незначительным. Высшие водные растения весьма широко распространены в природных пресных водоемах. Во многих случаях среди популяции водных макрофитов они заметно превышают водоросли не только по видовому

разнообразию, но и по биомассе. В природных водоемах водные растения постоянно подвержены воздействию неблагоприятных факторов среды, включая техногенные поллютанты, поэтому вполне возможно снижение степени сорбции тяжелых металлов этими растениями.

Для изучения аккумуляции ионов тяжелых металлов в растениях природных мест обитания были отобраны водные макрофиты из трех различных водоемов Республики Беларусь, в разной мере подверженных антропогенному воздействию: оз. Нарочь, р. Волма в Минском районе, пруд в д. Писаревщина Молодечнского района.

Установлено, что и растения, выросшие в природных условиях, способны аккумулировать ионы Ni^{2+}. Последние надежно регистрировались в водных макрофитах после их 10 суточной инкубации в средах, содержащих сульфат никеля (табл. 4). При этом отмечаются небольшие различия в степени аккумуляции иона никеля(II) в растениях одного и того же вида, взятых из разных мест обитания (это характерно, например, для рдеста плавающего, а в еще большей степени для элодеи, взятых из оз. Нарочь и пруда в д. Писаревщина). Однако в целом способность аккумулировать ионы никеля присуща, как растениям из водоемов с низкой степенью антропогенной нагрузки, так при наличии техногенного стресса. Следует отметить, что, вероятно, в водах водоемов содержался никель, во всяком случае, в растениях контрольного варианта он регистрировался, хотя это содержание варьировало в зависимости как места сбора растений, так и видовой принадлежности последних.

Гораздо сильнее выражено варьирование величин $К_н$ для разных видов растений. Так, степень сорбции никеля в ряске (наименьшее значение) и элодее (наибольшее значение) после 10 суток инкубации различается более, чем в четыре раза. В соответствии с результатами исследования аккумуляции ионов никеля в различных видах водных высших растений, взятых из природных водоемов можно составить ряд (по мере возрастания степени аккумуляции): ряска < рдест курчавый ≤ уруть мутовчатый < турча болотная< рдест гребенчатый < рдест плавающий < телорез обыкновенный (алоэвидный) < полушник озерный< элодея канадская.

Таблица 4. Коэффициенты накопления Ni^{2+} различными видами водных растений после 10 суточной инкубации

Растение	Концентрация Ni^{2+} в среде, моль/мл	Коэффициент накопления
Potamogeton natans (Н)	10^{-6}	188±26
Potamogeton natans (М)	10^{-6}	207±15
Potamogeton crispus (В)	10^{-6}	124±20
Potamogeton pectinatus (В)	10^{-6}	156±18
Elodea Canadensis (Н)	10^{-6}	369±21
Elodea Canadensis (М)	10^{-6}	500±42
Stratiotes aloides (Н)	10^{-6}	216±12
Hottonia palustris (Н)	10^{-6}	143±20
Myriophyllum verticillatum (В)	10^{-6}	126±22
Isoetes lacustris (В)	10^{-6}	306±15
Lemna polyrrhiza (М)	10^{-6}	81±7

Растения взяты:
Н – из озера Нарочь; М – из пруда деревни Писаревщина; В – из реки Волма.

Заключение. В результате проведенных исследований установлено, что ионы Ni^{2+} и Hg^{+} способны накапливаться в водных растениях. Степень аккумуляции тяжелых металлов растениями зависит от pH среды и времени инкубации макрофитов. Последняя зависимость обусловлена не только процессами поступления ионов металлов извне в растения, но и выходом адсорбированных поллютантов из организма, а также негативным воздействием поступившего в клетки токсиканта.

Аккумуляция ионов Ni^{2+} присуща как растениям, культивируемым в лабораторных условиях, так и взятым из природных водоемов, при этом не обнаружено существенного влияния среды обитания в водоемах на степень аккумуляции металла живым организмом. В то же время, интенсивность аккумуляции тяжелых металлов различными видами водных растений неодинакова.

Литература

1. Васюков А.Е. // Экологическая химия. 2004. Т. 13. №1. С. 47-53.

2. Самаль А.Б. Аналитические методы в геоэкологии. Минск: БГУ, 2008.

3. Кудряшов А.П., Морозова О.В. // Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды. Материалы III Международной научной конференции. Минск– Нарочь, 2007. С. 320-321.

A.P. KUDRYASHOV, O.B. PASHKOVA, O.V. KONAKOVA,
A.A. AMMON

ACCUMULATION OF IONS Ni^{2+} AND Hg^{+} BY WATER PLANTS

Summary

Accumulation of ions Ni^{2+} and Hg^{+} in characeans alga and high water plans was investigated. It was established, that ions of the metals where accumulated in amount quantity in the water plants. Values of accumulation coefficients of ions Ni^{2+} and Hg^{+} in the plants depended on concentration the ion metal, pH of water and time of expositions of the plants in solutions of $NiSO_4$ or Hg_2Cl_2. It was demonstrated that decrease of accumulation coefficients of the ions metals in the plants after long time incubation in the water with high concentration of ions Ni^{2+} and Hg^{+}, is the result of toxic action of accumulated metal. Value of accumulation coefficients of Ni^{2+} depend on spice of the plant, but little on lake, pond or rive when the plant cultured.

УДК 575.1/.2:574.2

О.А.КУЛАЕВА, В.Е. ЦЫГАНОВ, И.А. ТИХОНОВИЧ.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ КАДМИЯ НА РАЗВИТИЕ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ КОРНЕВЫХ СИСТЕМ У ИСХОДНОЙ ЛИНИИ ГОРОХА SGE И МУТАНТА $SGECd^{t}$, УСТОЙЧИВОГО К КАДМИЮ

Всероссийский научно–исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии РАСХН

Введение. Кадмий является одним из наиболее токсичных элементов и при избыточных концентрациях в среде оказывает разностороннее действие на чувствительные к нему растения [1-21]. На клеточном уровне кадмий может вызывать ряд структурных изменений [10, 11]. Так, наблюдаются снижение митотической активности в апикальных меристемах [16, 17, 18, 19], ингибирование растяжения клеток [20]. Было показано также негативное влияние кадмия на организацию митотических микротрубочек в кончиках корней у гороха [22].

Наибольшой интерес представляют работы по раскрытию механизмов устойчивости растений к кадмию, функционирующих

на клеточном уровне, исследование которых заметно активизировались в последние годы. Тем не менее, следует отметить, что данные, полученные в ходе этих исследований, довольно противоречивы. Так, при изучении ярутки сизоватой было показано, что в процессе детоксикации кадмия клеточные стенки играют более значительную роль, чем вакуоли [23, 24]. По данным [25, 26], в корнях кукурузы содержание кадмия в клеточных стенках коры, эндодермы и перицикла было значительно выше, чем концентрация кадмия, обнаруженная в протопластах. Однако имеются и противоположные результаты. Например, для корней кукурузы и полевицы было показано отсутствие кадмия в клеточных стенках, и, наоборот, накопление его в цитоплазме и в вакуолях дифференцирующихся и зрелых клеток, а также в ядрах недифференцированных клеток [27]. Присутствие кадмия в вакуолях и ядрах наблюдали в корнях бобов [24]. При исследовании устойчивости ярутки сизоватой к кадмию в опытах с использованием высоких концентраций кадмия и длительной экспозиции растений было показано, что кадмий накапливался как в апопласте, так и в симпласте.клеток различных частей корня: коры, эндодермы, паренхимы центрального цилиндра и сосудов ксилемы. Авторами сделано предположение, что апопласт служит первичным барьером на пути кадмия в клетку и является важным элементом в механизме устойчивости растений к кадмию при низких концентрациях и короткой экспозиции [28].

Таким образом, клеточные механизмы устойчивости растений к кадмию все еще недостаточно изучены.

Для растений гороха был описан новый мутант, полученный после ЭМС мутагенеза исходной линии SGE, характеризующийся повышенным накоплением кадмия в биомассе растений и устойчивостью к токсичным его концентрациям [29]. Этот мутант является первым мутантом высших растений, характеризующийся повышенной устойчивостью к кадмию. Мутант $SGECd^t$ был охарактеризован как имеющий моногенное наследование и рецессивное проявление фенотипа. Мутантный локус локализован в VI группе сцепления гороха [30]. Биохимический анализ маркеров стресса (хитиназа, пероксидаза, пролин) показали, что у данного мутанта снижен уровень стрессового ответа на действие кадмия. В то же время было показано, что мутант способен поддерживать не только свой рост на токсичных концентрациях

кадмия, но, в отличие от исходной линии, также и гомеостаз ряда химических элементов, особенно двухвалентных металлов - кальция, магния, марганца [29].

Таким образом, мутант $SGECd^t$ представляет собой уникальную модель для изучения молекулярно-генетических и клеточных механизмов устойчивости высших растений к кадмию. В настоящей работе особое внимание было уделено изучению морфофизиологических особенностей роста корневой системы мутанта $SGECd^t$ в стрессовых условиях, влиянию кадмия на организацию микротрубочек в кончиках корней гороха, а также проведен анализ защитных реакций у мутанта $SGECd^t$ и исходной линии SGE, возникающих вследствие обработки различными концентрациями кадмия.

Материалы и методы исследования. В исследовании были использованы исходная линия гороха посевного (*Pisum sativum* L.) SGE и мутант $SGECd^t$, характеризующийся повышенной устойчивостью к кадмию. и высоким уровнем аккумуляции в тканях растений .

Семена стерилизовали серной кислотой в течение 30 мин, затем 6-кратно промывали дистиллированной водой. Растения выращивали в условиях гидропоники с аэрацией при продолжительности экспозиции день/ночь — 16/8 ч, температуре 21 ^oC, относительной влажности воздуха 75 % и освещенности 38 тыс.люкс. Раствор кадмия определенной концентрации добавляли в сосуды с питательной средой к трехдневным проросткам гороха. Концентрации кадмия варьировали от 0 до 32 мкМ $CdCl_2$. После двух недель выращивания растения высушивали при комнатной температуре в течение 3-х суток, после чего определяли массу их корневых систем. Определение скорости роста главного корня у мутанта и исходной линии проводили методом фотографирования и последующего измерения длины главного корня.

Гистохимическое выявление кадмия в тканях кончиков корней гороха проводили с использованием дитизона, образующего окрашенные комплексы с кадмием, цвет которых варьировал от темно-розового до темно-коричневого [31]. Корни растений двукратно промывали в дистиллированной воде в течение 3 мин. Далее кончики корней гороха заключали в гель - 3%-я агароза в буфере MTSB (50 мМ пиперазин-N,N’-бис(2-этансульфоновая кислота), 5 мМ $MgSO_4 \cdot 7H_20$ и 5 мМ этиленгликоль-бис(2-

аминоэтиловый эфир)-N,N,N’,N’-тетрауксусная кислота, pH 6.9) и с помощью микротома с вибрирующим лезвием HM650 (Microm, Германия) получали срезы толщиной 50мкм. Срезы помещали в раствор дитизона (0.5 мг/мл в смеси ацетона и дистиллированной воды с добавление уксусной кислоты). Анализ препаратов проводили путем световой микроскопии с использованием микроскопа Axio Imager Z1 (Carl Zeiss, Германия), иммунохимический анализ влияния кадмия на организацию элементов цитоскелета - методом конфокальной микроскопии. Кончики корней (до 10 мм) фиксировали 3,7%-ным параформальдегидом в стабилизирующем буфере MTBS, инфильтрировали в вакууме 1 ч. После промывки в MTBS в течение 30 мин и в фосфатном буфере PBS (0,14 M NaCl, 2,7 мМ KCl, 6,5 мМ $Na_2HPO_4 \cdot 2H_2O$, 1,5 мМ KH_2PO_4) в течение 15 мин кончики корней были обезвожены в серии этанола (30%, 50%, 70%, 90%, 97%), каждый этап по 30 мин. Затем кончики корней окрашивали 0,1%-ным толуидиновым синим в этаноле, после чего отмывали в течение 10 мин 97%-ным этанолом и помещали на ночь в смесь воска Стидмана и этанола (1:1) при 37-40ºС. Далее материал погружали на 2 ч в 100%-ный воск Стидмана. Серийные срезы (16 мкм) помещали на покрытые 3-аминопропилтриэтоксисиланом стекла, на которые был нанесен яичный белок. Удаление заливочной среды проводили путем трехкратной обработки 97%-ным этаноле в течение 10 мин с последующими 10 мин обработками 90%-ным этанолом в PBS, 50%-ным этанолом в PBS, PBS и завершающей инкубацией в MTBS в течение 30 мин [32].

Для блокирования неспецифического связывания первичных антител срезы обрабатывали в течение 1 ч в PBS с 1%-ным бычьим сывороточным альбумином (BSA; Sigma-Aldrich) при комнатной температуре, а затем инкубировали с первичными моноклональными антителами к α-тубулину (Sigma-Aldrich, клон DM1A) (1:200 в 1%-ном BSA) 1 ч при комнатной температуре. После трехкратной по 10 мин промывки срезов в PBS, их снова инкубировали 1 ч при комнатной температуре с вторичными козьими антителами к мышиному гамма-глобулину, конъюгированными с флуоресцеинизотиоцианатом (FITC; Sigma-Aldrich) разбавленными 1:200 в 1%-ном BSA. После промывки в PBS ядра окрашивали йодидом пропидия 0,5 мкг/мл в течение 10

мин, после чего промывали в PBS. В заключение срезы помещали в среду ProLong Gold® antifade reagent (Invitrogen). Анализ препаратов проводили на конфокальном микроскопе LSM 510 META NLO (Axio Imager Z1), укомплектованном мультилинейным аргоновым и гелий-неоновыми (543 и 633 нм) лазерами (Carl Zeiss, Германия).

Измерение уровня экспрессии генов, кодирующих фермент фенилаланинаммоний-лиазу (ФАЛ), который является показателем развития защитных реакций у растений при кадмиевом стрессе, проводили методом ПЦР в реальном времени с использованием интеркалирующего агента SYBR GREEN.

Сбор материала для определения активности экспрессии генов, кодирующих ФАЛ, проводили после суточной инкубации растений в растворах, содержащих 3 и 30 мкМ Cd.

Выделение РНК из корней гороха проводили с помощью набора Aurum total RNA Mini Kit (Bio-Rad, США) по схеме изготовителя.

Для определения уровня экспрессии генов, кодирующих ФАЛ, были подобраны праймеры к последовательностям кДНК двух генов *Pisum sativum PAL1* и *PAL2* по базам NCBI. В качестве конститутивно экспресирующегося гена для вычисления относительной единицы активности использовали уровень экспрессии гена убиквитина.

Последовательности подобранных праймеров:

PAL1 P.sativum:

FOR: GAGAATCAACACACTTCTCCAAGG

REV: GCATTAAGAATTTCCCCAGAGGT

PAL2 P.sativum:

FOR:GAGAATCAACACACTTCTCCAAGG

REV: GCAATTAAGTATTTCTCCAGACGGTC

Убиквитин:

FOR: ATGCAGATYTTTGTGAAGAC

REV: ACCACCACGRAGACGGAG

Анализ экспрессии генов ФАЛ в кончиках корней исходной и мутантой линий гороха выполняли в трех повторностях в автоматическом амплификаторе ДНК iCyclerIQ5 (Bio-Rad, США). ПЦР проводили по следующей схеме: 95°С 300 с (1 цикл); 95°С 30 с, 57°С 30 с, 72°С 40 с (30 циклов); 72°С 300 с (1 цикл).

Результаты ПЦР были обработаны с использованием программы iCycler, предоставленной поставщиком прибора для проведения ПЦР в реальном времени.

Результаты и обсуждение.

Анализ зависимости массы корня гороха исходной линии SGE и мутанта SGECd^t от различных концентраций кадмия.

Для выявления концентрации кадмия, при которой влияние тяжелого металла фенотипически проявляется одинаково для мутанта и исходной линии были исследованы физиологические параметры роста мутанта SGECd^t и линии SGE. Полученные результаты представлены в таблице 1. Контрольные растения (концентрация $CdCl_2$ – 0) существенно не отличались друг от друга. При концентрациях 2, 4, 8 и 16 мкМ $CdCl_2$ в питательном растворе были четко заметны различия в сухой массе корней между мутантом и исходной линией, при концентрации 32 мкМ $CdCl_2$ фенотипической разницы между мутантом и исходной линией не наблюдалось. Следовательно, кадмий в концентрации 32 мкМ одинаково токсичен для растений обеих линий гороха.

Таблица. 1. Зависимость массы корня гороха исходной линии SGE и мутанта SGECd^t от концентрации кадмия в питательной растворе

Концентрация $CdCl_2$, мкМ	Масса корня, мг	
	SGECd^t	SGE
0	30,3±3,2	25,6±4,5
2	29,8±3,6	18,8±3,5
4	27,7±3,5	18±3,4
8	25,4±3,2	8,9±1,3
16	15,2±3,1	7±1,7
32	7,2±2,7*	5,9±1,8*

Примечание: * Отмеченные средние значения достоверно не различаются.

Анализ изменения скорости роста корней исходной линии SGE и мутанта SGECd^t и при действии различных концентраций кадмия.

Проявления фенотипа устойчивости изучали также в зависимости от времени воздействия различных концентраций кадмия. Методом фотографирования и последующего измерения длины главного корня нами было проведено сравнение скоростей роста корня мутанта и исходной линии без воздействия кадмия (контроль) и при действии возрастающих концентраций кадмия

(опыт). В контрольных условиях скорости роста корней мутанта и исходной линии достоверно не отличались между собой (Рис.1а). Достоверные различия наблюдались на 8-й день выращивания растений при концентрации 3 мкМ $CdCl_2$, при этом скорость роста корней линии SGE падала более, чем в 5 раз, скорость роста мутанта оставалась практически неизменной (рис.1б). При концентрации 6 мкМ $CdCl_2$ достоверное отличие в скорости роста между двумя линиями наблюдалось уже на 4 день эксперимента. К 6-му дню рост корней у растений исходной линии практически полностью прекращался, скорость роста корней мутанта оставалась неизменной (рис.1в). При действии 30 мкМ $CdCl_2$ скорость роста корней и мутанта и исходной линии гороха снижалась почти в 10 раз уже на 3 день эксперимента, а к пятому дню падала до нуля (рис.1г).

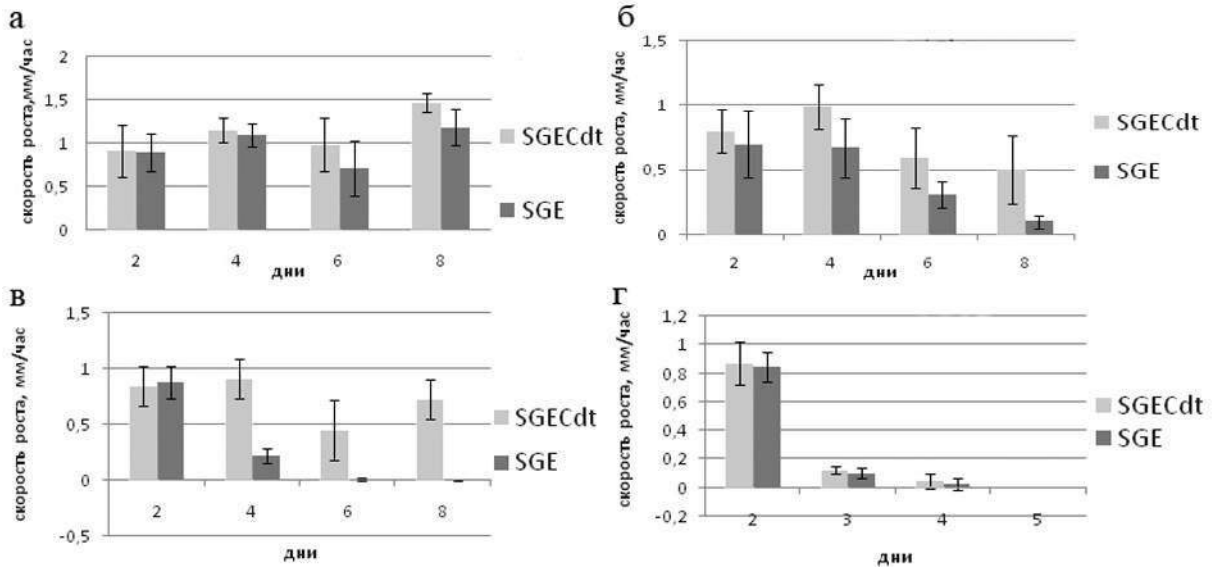


Рис. 1. Изменение скорости роста корней исходной линии SGE и мутанта $SGECd^t$ в контрольных условиях (а) и при воздействии 3(б), 6(в) и 30(г) мкМ $CdCl_2$. Приведены средние значения со стандартными ошибками.

Таким образом, проявление фенотипа устойчивости в зависимости от времени воздействия различных концентраций кадмия у исходной линии SGE и мутанта $SGECd^t$. существенно различаются.

Гистохимический анализ распределения кадмия в кончиках корней у исходной линии SGE и мутанта SGECdt .

Этот вопрос на проростках гороха изучали при действии высокой концентрации кадмия (30 мкМ $CdCl_2$). В условиях

краткосрочной инкубации растений гороха на среде с добавлением 30 мкМ $CdCl_2$ окрашенные гранулы у мутанта $SGECd^t$ были выявлены в зоне корневого чехлика, ризодермы, эндодермы и перицикла (рис.2а). У исходной линии наблюдалась сходная картина (рис.2б). В контрольных условиях (без добавления кадмия) окрашенные гранулы не выявлялись.

Таким образом, при краткосрочных инкубациях проростков гороха с высокими концентрациями кадмия, не было выявлено существенной разницы в распределении этого тяжелого металла между исходной линией, и мутантом. Локализация кадмия в перицикле корней этих линий, по-видимому, связана с нарушением эндодермального барьера воздействием высоких концентраций кадмия.

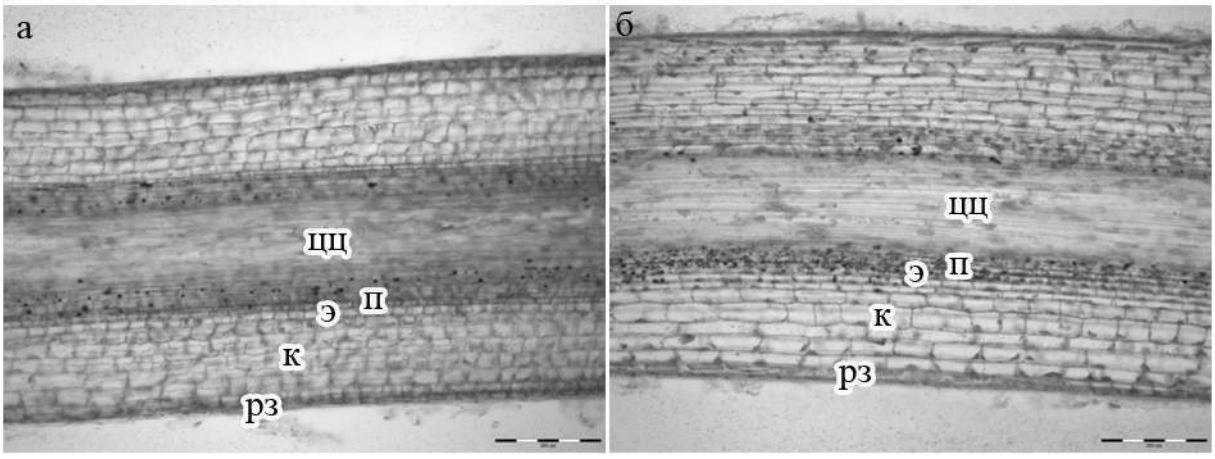


Рис. 2. Распределение кадмия в кончике корня исходной линии SGE (б) и $SGECd^t$ (а), выросших в среде с добавлением 30 мкМ $CdCl_2$ (рз — ризодерма, к — кора, э — эндодерма, п — перицикл, цц —центральный цилиндр). Масштабная линейка = 200 мкм.

Исследование влияния кадмия на организацию и функционирование тубулиновых микротрубочек.

В контрольном варианте (0 мкМ $CdCl_2$) между исходной линией и мутантом не наблюдалось различий в организации как митотических, так и кортикальных микротрубочек. При обработке растений гороха 3 мкМ $CdCl_2$ существенных отличий в организации микротрубочек между мутантом и исходной линией также не наблюдалось (данные не представлены). При концентрации 10 мкМ $CdCl_2$ были выявлены существенные изменения в организации кортикальных микротрубочек у исходной линии: их ориентация менялась с поперечной оси клетки на продольную (Рис. 3а), в то

время как у мутанта сохранялась поперечная ориентация микротрубочек (Рис. 3б). При концентрации 30 мкМ $CdCl_2$ у исходной линии микротрубочки полностью деполимеризовались (Рис 3в), тогда как у мутанта они еще сохранялись (Рис. 3 г). Таким образом, мутант гороха $SGECd^t$ способен поддерживать организацию митотических и кортикальных микротрубочек при концентрациях кадмия в среде, вызывающих серьезные нарушения в их организации у растений исходной линии SGE, что является показателей его устойчивости к избытку Cd в среде произрастания.

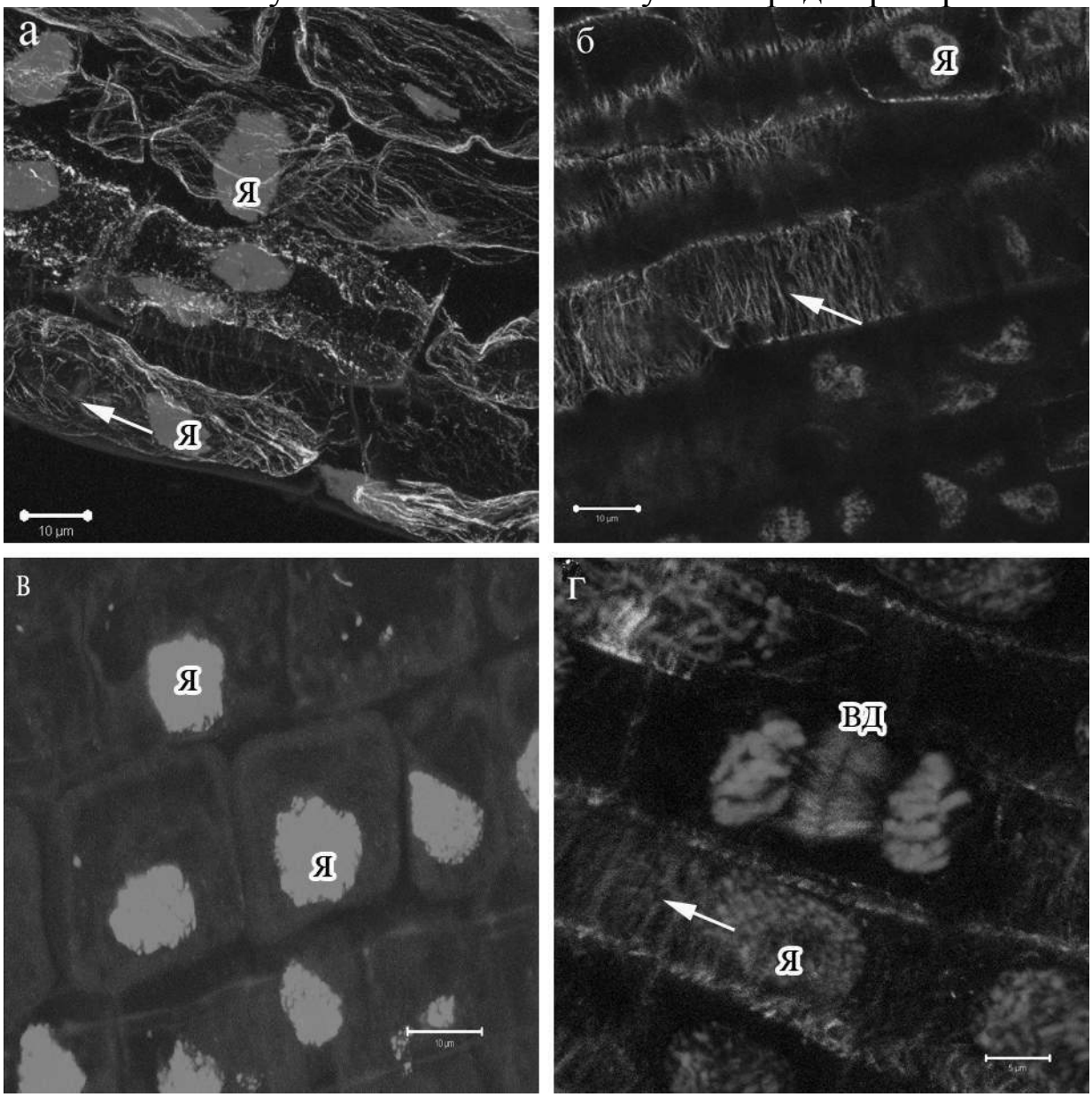


Рис. 3. Организация кортикальных и митотических микротрубочек в кончиках корней горохау исходной линии SGE (а, в) и мутантной линии $SGECd^t$ (б, г) и при инкубации с 10 (а,б) и 30(в,г) мкМ $CdCl_2$. Я — ядро, ВД — веретено деления, стрелка указывает на микротрубочки. Масштабная линейка = 10 (а,б,в) и 5 (г) мкм.

Анализ защитных реакций в кончиках корней гороха исходной линии SGE и мутантной линии SGECd^t при действии различными концентрациями кадмия.

Было изучено изменение уровня экспрессии генов, кодирующих ФАЛ при действии различных концентраций кадмия. Результаты исследований представлены на рисунке 4. В контрольных условиях уровень экспрессии *PAL1* и *PAL2* был одинаков как у исходной линии SGE, так и у мутанта SGECd^t. После суточной инкубации в растворе 3 мкМ $CdCl_2$ наблюдалось небольшое снижение уровня экспрессии *PAL1* и *PAL2* как в случае мутанта, так и исходной линии гороха. При инкубации растений в среде с добавлением 30 мкМ у линии SGE наблюдалось усиление экспрессии *PAL1* и *PAL2*, у мутанта же наблюдалось снижение уровня экспрессии обоих генов.

Полученные результаты позволяют предположить, что у мутанта SGECd^t не происходит активации защитных систем в ответ на действие Cd при концентрациях, вызывающих таковую у линии SGE. Эти данные согласуются с ранее полученными результатами по изучению степени индукции некоторых маркеров стресса, таких как пероксидаза и хитиназа [29].

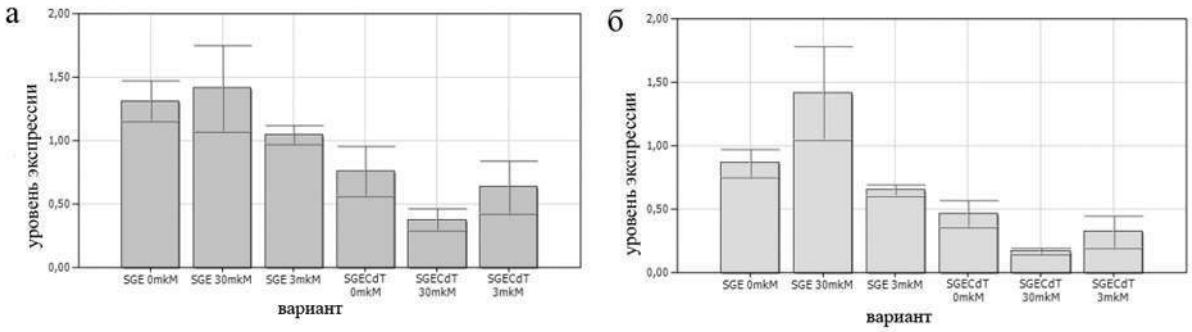


Рис. 4. Изменение уровня экспрессии генов *PAL1* (а) и *PAL2* (б) в кончиках корней гороха исходной линии SGE и мутанта SGECd^t в контрольных условиях и при воздействии 3 и 30 мкМ $CdCl_2$.

Заключение. Изучение молекулярно-генетических и клеточных механизмов устойчивости к тяжелым металлам и их накопления является одной из актуальных проблем современной биологии растений. В данном исследовании был проведен сравнительный анализ влияния кадмия на корневые системы растений гороха посевного исходной линии SGE (относящейся к растениям-исключителям Cd) и мутанта SGECd^t, способного

накапливать кадмий в надземной биомассе без видимых морфологических изменений. С использованием современных методических подходов было показано, что устойчивость мутанта SGECd^t к Cd проявляется на молекулярном, цитологическом и тканевом уровнях организации растительного организма. Можно предположить, что данный мутант гороха является менее чувствительным к стрессу, вызываемому кадмием, благодаря чему его корневые системы сохраняют способность к делению и росту растяжением. Это свойство мутанта SGECd^t, вероятно, обусловлено особенностями системы связывания и депонирования ионов тяжелых металлов в растении.

Расширение наших знаний о механизмах устойчивости растений к кадмию будет способствовать решению важной практической задачи – разработке новых перспективных технологий, основанных на использовании фиторемедиации для очистки почв, загрязненных тяжелыми металлами.

Благодарности. Авторы выражают благодарность Демченко К.Н., Долгих Е.А. и Леппянен И.В. за помощь в постановке экспериментов и анализе результатов.

Данная работа была финансово поддержана: Федеральным агентством по науке и инновациям (государственный контракт № 02.740.11.0276), Федеральным агентством по образованию (государственные контракты № П290, П1746), РФФИ (08–04–01565–а; 08–04–90051–Бел_а), грантом Президента РФ (НШ–5399.2008.4), Администрацией Санкт–Петербурга (договор 368/08).

Литература

1. Sanita di Toppi L., Gabrielli R. // Environ. Exp. Bot. 1999. V. 41 P. 105-130.

2. Benavides M.P., Galeggo S.M., Tomaro M.L. // Braz. J. Plant Physiol. 2005. Vol. 17. P. 21-34.

3. Shah K., Dubey R.S. // Plant Physiol. Biochem. 1995. Vol. 33. P. 577-584.

4. Балахнина Т. И., Кособрюхов А. А., Иванов А. А., Креславский В. Д. // Физиология растений. 2005. Т. 52. С. 21-26.

5. Siedlecka A., Krupa Z. // Plant Physiol. Biochem. 1996. Vol. 34. P. 833-841.

6. Hernandez L.E., Carpena-Ruiz R., Garate A. // J. Plant Nutrition. 1996. Vol. 19. P. 1581-1598.

7. Obata H., Umebayashi M. // J. Plant Nutrition. 1997. Vol. 20. P. 97-105.

8. Van Assche F., Clijsters H. // Plant Cell Environ. 1990. Vol. 13. P. 195-206.

9. Cho U., Seo N. // Plant Sci. 2004. Vol. 168. P. 113-120.

10. Kupper H., Lombi E., Zhao F.J., McGrath S.P. // Planta. 2000. V. 212. P. 75-84.

11. Vitória A.P., Rodriguez A.P.M., Cunha M., Lea P.J., Azevedo R.A. // Biol. Plant. 2004. Vol. 47. P. 561-568.

12. Liu D., Kottke I. // J. Biosci. 2004. Vol. 29. P. 329-335.

13. Maruthi Sridar B.B., Diehl S.V., Han F.X., Monts D.L., Su Y. // Environ. Exp. Bot. 2005. Vol. 54. P. 131-141.

14. Aravind P., Prasad M.N.V. // Plant Physiol. 2005.V. 17. P. 3-20.

15. Stoyanova D., Chakalova E. // Plant Physiol. 1990. Vol. 16. 18-26.

16. Довглюк А.И., Калиняк Т.Б., Блюм Я.Б. // Цитология и генетика. 2001. Т. 35. С. 3-9.

17. Liu D., Jiang W., Gao X. // Biol. Plant. 2003. Vol. 47. P. 79–83.

18. Zhang Y., Yang X. // Mutat. Res. 1994. Vol. 312. P. 121-126.

19. Zhang Y., Xiao M. // Mutat. Res. 1998. Vol. 420. P. 1-6.

20. Prasad M.N.V. // Environ. Exp. Bot. 1995. Vol. 35. P. 525-545.

21. Behboodi B.S., Samadi L. // Plant Sci. 2004. Vol. 167. P. 411-416.

22. Fusconi A., Gallo C., Camusso W. // Mutation Research. 2007. Vol. 632. P. 9-19.

23. Nedelkoska T.V., Doran P.M. // Biotechnol. Bioeng. 2000. Vol. 67. P. 607-615.

24. Vázquez M.D., Barceló J., Poschenrieder Ch., Mádico J., Hatton P., Baker A.J.M., Cope, G.H. // J. Plant Physiol. 1992a. Vol. 140. P. 350-355.

25. Khan D.H., Duckett J.G., Frankland B., Kirkham J.B. // J. Plant Physiol. 1984. Vol. 115. P. 19-28.

26. Lozano-Rodríguez E., Hernandez L.E., Bonay P., Carpena-Ruiz R.O. // J. Exp. Bot. 1997. Vol. 48. P. 123-128.

27. Rauser W.E., Ackerley C.A. // Can. J. Bot. 1987. Vol. 65. P. 643-646. 29

28. Wójcik M., Vangronsveld J., D'Haen, J., Tukiendorf A. // Environ. Exp. Bot. 2005. Vol. 53. P. 163-171.

29. Tsyganov V.E., Belimov A.A., Borisov A.Y., Safronova V.I., Georgi M., Dietz K.-J., Tikhonovich I.A. // Annals of Botany. 2007. V. 99. P. 227-237.

30. Tsyganov V., Zhernakov A., Kulaeva O., et al. 2008. Cadmium influence on legume-Rhizobium symbioses. In: Proceedings of 8th European Nitrogen Fixation Conference. Gent, Belgium. August 30 – September 3, P. 201.

31. Серёгин И.В., Иванов В.Б. // Физиология растений.1997. Т.44. С. 909-916.

32. Vitha S, Baluska F, Mews M, Volkmann D. // J Histochem Cytochem. 1997. V.45. P.89-95.

KULAEVA O.A., TSYGANOV V.E., TIKHONOVICH I.A.

COMPARATIVE ANALYSIS OF CADMIUM INFLUENCE ON INITIAL PEA LINE SGE AND CADMIUM TOLERANT MUTANT SGECd^t ROOT DEVELOPMENT ANDFUNCTIONING

Summary

Initial pea line SGE and cadmium-tolerant mutant SGECd^t were used in these studies. It was revealed, that definite concentration of cadmium (32 μM $CdCl_2$) levels the difference between mutant and initial line. Comparative analysis of growth velocity of the roots in initial line SGE and the mutant SGECd^t was performed. Under low cadmium concentrations (up to 6 μM $CdCl_2$) growth velocity in the mutant was not changed whereas in initial line it was decreased. Under high cadmium concentrations (up to 30 μM $CdCl_2$) no differences between the mutant and initial line was revealed. At the cellular level SGECd^t also showed tolerance to toxic concentrations of cadmium. Mutant was able to maintain correct microtubule organization in the presence of cadmium concentrations, which were toxic for pea line SGE. During the analysis of cadmium localization in root tissues no difference between SGE and SGECd^t was revealed. Analysis of levels of expression of genes, coding phenylalanine ammonia-lyase (PAL), showed decreased level of plant defense responses in SGECd^t in comparison with SGE.

УДК 630.1:539.163

Г.Д.МАТУСОВ, Л.В. МАЛЕНОК, А.Н. ВОРОНЕЦКАЯ

АККУМУЛЯЦИЯ РАДИОНУКЛИДОВ ДРЕВЕСНЫМИ РАСТЕНИЯМИ ЛЕСНЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ ПОЛЕССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО РАДИАЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

Полесский государственный радиационно-экологический заповедник

Введение. Загрязнение биосферы техногенными радионуклидами, представляет серьёзную проблему современной экологии. В результате радиоактивных выбросов Чернобыльского аварийного реактора. Наиболее серьёзно пострадали природно-

растительные комплексы – лесные и лугово-болотные фитоценозы Беларуси [1,2,3].

Основная доля природно-растительных комплексов Беларуси приходится на лесные насаждения [4], которые играют, вследствие этого, весьма существенную роль в формировании радиоэкологической обстановки на загрязненных радионуклидами территориях.

Радионуклиды, как и все элементы, входящие в состав биосферы, включаются в биогеохимические циклы (БГХЦ). В процессе миграции и взаимодействия в рамках биогеохимических циклов происходит перераспределение радионуклидов по различным компонентам экосистемы и формирование основных блоков системы, содержащих радиоактивные элементы [5].

Таким образом, чтобы понимать поведение радионуклидов в экосистемах, необходимо изучать закономерности распределения техногенных радионуклидов в различных компонентах экосистем и их миграцию в этих экосистемах.

Знание этих закономерностей позволяет определить ежегодное потребление радионуклидов различными компонентами растительности, а также возвращение их в почву в связи с отмиранием части органов растений и самих растений. Эти сведения важны для оценки перспектив динамики радиоактивного загрязнения территории и возможности использования растительных и земельных ресурсов в будущем.

Объекты и методы. Исследование аккумуляции ^{137}Cs и ^{90}Sr древесной растительностью проводили в древесном ярусе лесных фитоценозов Полесского государственного радиационно-экологического заповедника (ПГРЭЗ).

Объектами исследования являлись: сосняк мшистый Воротецкое лесничество, квартал 40, выдел 1, *N* 51^{0}45.502', *E* 29^{0}58.984' (СМ-В1), сосняк мшистый Воротецкое лесничество, квартал 40, выдел 2, *N* 51^{0}45.855', *E* 29^{0}59.153' (СМ-В2), сосняк черничный Тульговическое лесничество, квартал 5, выдел 26, *N* 51^{0}52.684', *E* 29^{0}38.247' (СЧ-Т), сосняк мшистый Радинское лесничество, квартал 62, выд 9, *N* 51^{0}33.987', *E* 30^{0}04.904' (СМ-Р). Плотности загрязнения почвы ^{137}Cs и ^{90}Sr на экспериментальных объектах приведены в таблице 1.

Таблица 1. Плотность загрязнения почвы ^{137}Cs и ^{90}Sr на пробных площадках, кБк/м^2

Радионуклид	СМ-В1	СМ-В2	СМ-Р	СЧ-Т
^{137}Cs	787	1571	3644	644
^{90}Sr	231	142	237	70

Отбор проб структурных компонентов древесной растительности производился по методикам принятым в радиоэкологических исследованиях [6,7].

Географические координаты пробной площади определялись с помощью спутникового навигатора - GPS.

Пробы древесины и коры с лубом отбирали согласно инструкции по отбору и подготовке проб для контроля радиоактивного загрязнения. Пробы коры отбирали пробоотборником длиной 80 мм, диаметром 40 мм, на высоте 1,3 м. Пробы древесины отбирали возрастным буром Мора 20-25 кернов на каждом объекте [6,7].

Для определения плотности загрязнения почвы ^{137}Cs и ^{90}Sr отбирались пробы почвы с помощью пробоотборника диаметром 40 мм на глубину 200 мм. Мощность дозы измеряли, используя дозиметр радиометр МКС-АТ 6130 на высоте 3-4 см над уровнем почвы и на высоте 1 метра. Содержание ^{137} Cs и ^{90}Sr в образцах почвы, древесины и коры определяли с помощью гамма-бета спектрометра МКС─ АТ1315

Результаты и обсуждение. Были определены удельные активности A_y и коэффициенты перехода (КП) ^{137}Cs и ^{90}Sr, в ветки крупные и тонкие, кору, луб, хвою, шишки и древесину исследуемых лесных насаждений. Результаты измерений представлены в таблице 2. В работе используется определение КП как (Бк/кг)/(кБк/м^2).

Таблица 2. A_y ^{137}Cs и ^{90}Sr и КП в компоненты сосновых древостоев.

Компонент	Удельная активность, Бк/кг		КП, (Бк/кг)/(кБк/м^2)	
	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr
СМ-В1				
Древесина	1822±422	469±157	2,4	2,1
Кора	5146±1029	1033±221	6,6	4,4
Луб	23288±4623	3250±686	30,2	14,4
Шишки 1- летн.	46194±9239	174±87	64,1	0,8
Шишки пр. лет	19127±3826	103±36	25,3	0,5

				Продолжение таблицы 2
Хвоя 1 - летн.	23045±4609	870±228	27,8	3,6
Хвоя 2 - летн.	7005±1407	1382±296	8,0	5,8
Хвоя 3 - летн.	5817±1175	1589±347	6,6	6,8
Побеги 1 - летн.	26713±5351	1472±349	34,5	6,9
Ветки тонкие	10222±2044	2098±469	12,7	9,2
Ветки толстые	6665±1338	2992±672	8,2	12,5
СМ-В2				
Древесина	2015±458	500±158	1,3	3,5
Кора	4336±867	1125±225	2,8	7,9
Луб	31252±6250	3689±747	19,9	26,0
Шишки 1- летн.	86960±17396	100±20	55,4	0,7
Шишки пр. лет	15683±3137	69±46	10,0	0,5
Хвоя 1 – летн.	16213±3243	529±124	10,3	3,7
Хвоя 2 – летн.	4079±603	1063±227	2,6	7,5
Хвоя 3 – летн.	2715±554	1388±279	1,7	9,8
Побеги 1 - летн.	17492±3498	1601±330	11,1	11,3
Ветки тонкие	9894±1979	2333±501	6,3	16,4
Ветки толстые	6132±1219	3086±657	3,9	21,7
СМ-Р				
Древесина	10552±2110	2468±514	2,90	10,4
Кора	12383±2477	2631±526	3,40	11,1
Луб	147320±29464	19819±4048	40,4	83,6
Хвоя 1 - летн.	153493±30699	6390±1299	42,1	27,0
Хвоя 2 - летн.	49437±9887	9494±1899	13,6	40,1
Хвоя 3 - летн.	33959±6792	14026±2805	9,32	59,2
Побеги 1 - летн.	245135±49027	7910±1582	67,3	33,4
Ветки тонкие	51568±10314	10723±2214	14,2	45,2
Ветки толстые	28716±5744	12948±2590	7,88	54,6
СЧ-Т				
Древесина	620±158	190±70	0,96	2,71
Кора	1640±340	411±99	2,55	5,87
Луб	11551±2348	1558±451	17,9	22,3
Хвоя 1 - летн.	18751±3750	20±0	29,1	0,29
Хвоя 2 - летн.	5081±1016	134±49	7,89	1,92
Хвоя 3 - летн.	4382±876	161±54	6,80	2,30
Побеги 1 - летн.	18145±3629	182±116	28,2	2,60
Ветки тонкие	5623±1138	190±77	8,73	2,71
Ветки толстые	2014±413	316±59	3,13	4,52

Установлено: удельная активность ^{137}Cs и ^{90}Sr в компонентах древостоя варьирует в широком диапазоне величин. Содержание ^{137}Cs в сосновых древостоях изменялось от 0,6 кБк/кг в древесине до 245 кБк/кг у побегов 1-летних. Максимальная концентрация

цезия отмечена в побегах 1-летних, шишках, хвое 1-летней, лубе, минимальная - в ветвях крупных, коре наружной и древесине.

^{90}Sr характеризуется более равномерным распределением по компонентам древостоев сосновых фитоценозов по сравнению с распределением ^{137}Cs. A_y ^{90}Sr находится в интервале от 0,02 кБк/кг в хвое 1-летней до 19,82 кБк/кг в лубе сосновых насаждений.

Основными аккумуляторами ^{90}Sr являются луб, ветви толстые, ветви тонкие, хвоя 3-летняя. Наименьшими накопительными способностями обладают хвоя 1-летняя, древесина, шишки. ^{90}Sr более равномерно распределён по всем структурным компонентам древостоев; не отмечается как это характерно для ^{137}Cs, абсолютного доминирования ^{90}Sr в каком либо органе.

КП ^{137}Cs в компоненты сосны демонстрируют одинаковое для всех четырёх насаждений изменение их величин для различных компонент древостоя рисунок 1. Во всех вариантах максимальное значение КП наблюдается в генеративные органы (шишки) побеги 1-однолетние, хвою 1-однолетню и луб. Для всех насаждений минимальные значения КП зарегистрированы в древесину, кору наружную и хвою 3-летнюю. Промежуточное положение величин КП занимают ветви мелкие и крупные и хвоя 2-лет.

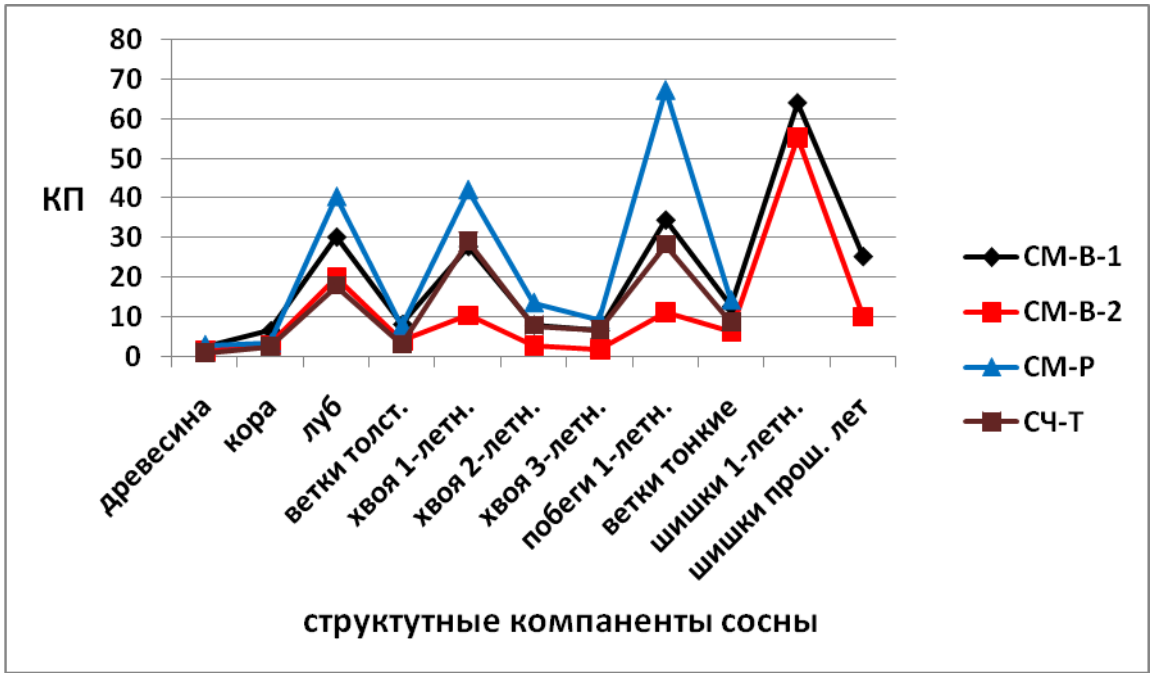


Рис. 1. Изменение КП ^{137}Cs для различных компонентов сосны.

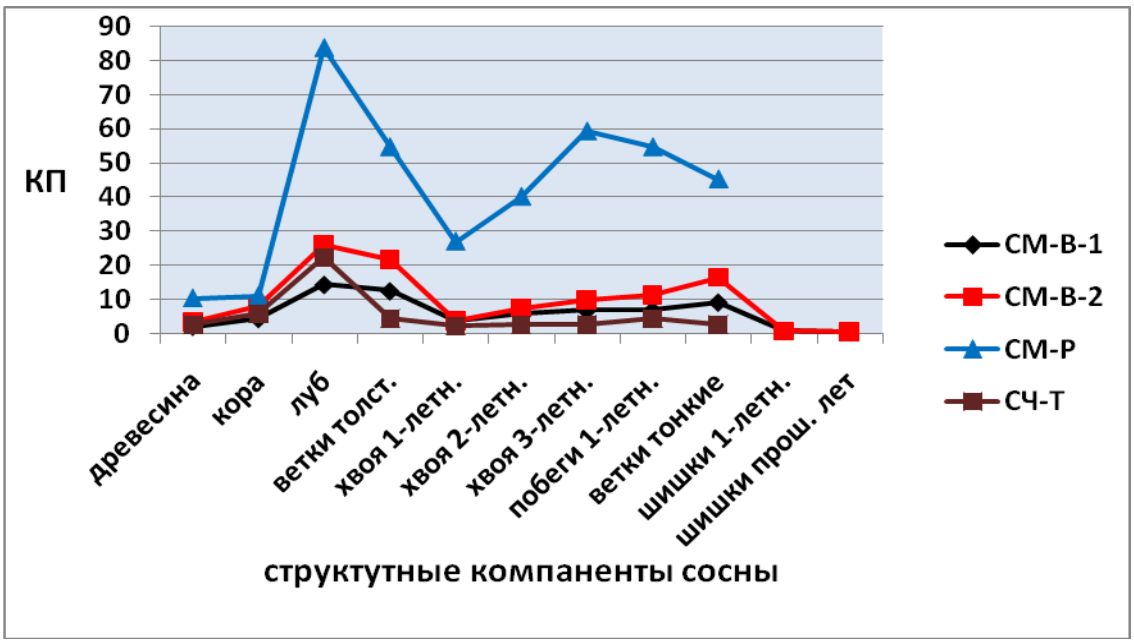


Рис. 2. Изменение КП ^{90}Sr для различных компонентов сосны.

КП ^{90}Sr в компоненты сосны обыкновенной на исследуемых лесных насаждениях характеризуются тождественным ходом изменения их величин для различных органов сосны рисунок 2. Максимальное значение КП отмечено в луб, ветви толстые, побеги (за исключением СМ-Р) и хвою 3-летнюю. Наименьшей накопительной способностью ^{90}Sr обладают древесина, кора и шишки. Кора наружная, хвоя 2-летняя, ветки тонкие занимают промежуточное положение по своей способности накапливать ^{90}Sr.

Ярко выраженное преобладание величин КП ^{137}Cs и ^{90}Sr на объекте СМ-Р (рис. 1, 2), расположенном в южной части территории ПГРЭЗ, можно объяснить наличием топливных частиц в почве этого объекта. Существенной особенностью загрязнения южной части территории ПГРЭЗ, самой близкой к источнику выброса, является присутствие в радиоактивных выпадениях топливной компоненты аварийного реактора. В результате медленной деструкции горячих частиц, в почву попадает дополнительное количество доступных форм радионуклидов. Этот процесс приводит к повышению КП ^{137}Cs и ^{90}Sr в лесные насаждения.

Минимальные значения величин КП ^{137}Cs на экспериментальном объекте СМ-В1 (Рис. 1) объясняются большим классом возраста сосновых насаждений (90-100) лет по сравнению с объектами СМ-В1 и СЧ-Т, возраст которых 60 лет. Исследованиями зависимости значений КП в структурные

компоненты древесных пород показано, что практически все структурные органы молодых деревьев загрязнены ^{137}Cs в большей степени, чем полновозрастных [8]. По-видимому, это связано с высокой физиологической активностью и относительно более высоким вкладом интенсивно растущих тканей в фитомассу у более молодых деревьев по сравнению со старыми. Кроме того, корневые системы молодых деревьев размещены ближе к поверхностным слоям почвы, где содержится основное количество радионуклидов. В то же время исследования величин КП стронция свидетельствуют о том, что в данном диапазоне возрастов не существует такой резкой их зависимости от класса возраста, что подтверждается рисунком 2 [8].

Были определены средние величины коэффициентов перехода ^{137}Cs и ^{90}Sr в различные органы сосны в исследуемых лесных насаждениях заповедника (табл. 3).

Наибольшие значения коэффициентов перехода ^{137}Cs для сосны, наблюдаются в органы растений, в которых проходят активные процессы метаболизма.

Это - генеративные органы (шишки), побеги 1-однолетние, хвоя 1-однолетняя и луб. Для всех насаждений минимальные значения КП зарегистрированы в древесину, кору наружную и хвою 3-летнюю. Промежуточное положение величин КП занимают ветви мелкие и крупные и хвоя 2-лет.

Таблица 3. Средние значения КП в структурные компоненты сосны.

КП, (Бк/кг)/(кБк/м^2)		
Сосна		
Компонент	^{137}Cs	^{90}Sr
Древесина	1,89±0, 5	4,67±1,9
Кора	3,84±0,9	7,32±1,5
Луб	27,1±5,2	36,5±15,9
Шишки 1- летн.	59,8±4,5	0,75±0,1
Шишки пр. лет	17,65±7,7	0,5±0
Хвоя 1 - летн.	27,33±6,2	11,43±6,2
Хвоя 2 - летн.	8,02±2,7	17,8±8,8
Хвоя 3 - летн.	6,11±3,0	25,27±13,3
Побеги 1 - летн.	35,27±11,8	17,2±6,9
Ветки тонкие	10,48±1,8	23,6±9,4
Ветки толстые	5,78±1,2	23,33±8,9

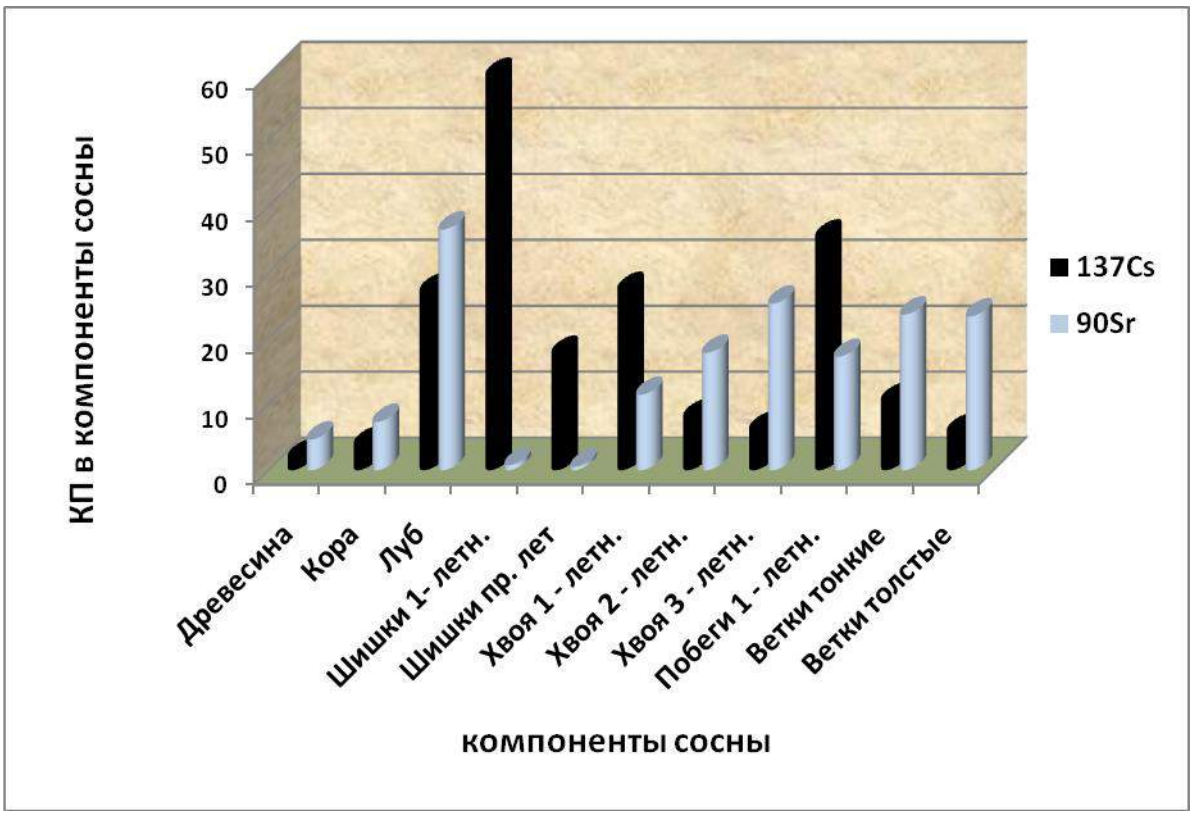


Рис. 3. Средние значения КП ^{137}Cs и ^{90}Sr в компоненты сосны.

Повышенное накопление ^{90}Sr наблюдается в структурных компонентах древостоя с менее интенсивными физиологическими процессами – ветки крупные и мелкие, хвоя 3-летняя и луб. Исключением является кора внутренняя, у которой максимум КП совпадает с максимумом у ^{137}Cs. Высокое относительное содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr в коре внутренней очевидно, свидетельствует об интенсивной миграции их из корней в надземные органы растения посредством ксилемного транспорта.

Заключение. При анализе данных, полученных при исследовании накопления радионуклидов компонентами сосны обыкновенной, следует отметить, что аккумуляция ^{137}Cs и ^{90}Sr различными органами исследуемых древесных растений имеет свои особенности и существенно различается по величине. ^{137}Cs наиболее интенсивно накапливается в шишках, однолетних побегах, лубе и в наименьшей степени аккумулируется корой и древесиной. Максимальная концентрация ^{90}Sr отмечается в лубе, ветках толстых, хвое третьего года, а минимальная в хвое первого и второго годов, шишках, древесине. Очевидно, что особенности

накопления радионуклидов отдельными органами древесных растений обусловлены потребностями самих растений, их метаболизмом и морфофизиологическими качествами. Большое значение для доступности радионуклидов также имеют физико-химическая форма выпадений частиц и их миграционная способность в почве.

Таким образом, полученные характеристики накопления ^{137}Cs и ^{90}Sr компонентами сосновых насаждений заповедника обусловлены физиологическими особенностями сосны обыкновенной, проявляющимися в процессе аккумуляции веществ окружающей среды, а также эдафическими свойствами их мест произрастания.

Литература

1. Якушев Б. И., Мартинович Б. С. и др. // Полесскому ГРЭЗ 10 лет. Минск, 1998. С.

2. Булавик И.М, Переволоцкий А.Н., Гайдуль А.З. //Полесскому ГРЭЗ 10 лет. Минск, 1998. С.

3. Парфёнов В.И., Якушев Б.И., Мартинович Б.С. Радиоактивное загрязнение растительности Беларуси (в связи с аварией на ЧАЭС) /Под ред. В.И.Парфенова и Б.И.Якушева. Минск: Навука і тэхніка, 1995. 578с.

4. Юркевич И.Д., Гельтман В.С. Растительный покров Белоруссии. Минск, 1969.

5. Фокин А. Д., Лурье А. А., Торшин С.П. Сельскохозяйственная радиология. Москва: Дрофа, 2005. 367 с.

6. Методика организации и ведения радиационного мониторинга в лесах. Минск : Беллесрад, 2006.

7. Программа и методика биогеоценологических исследований. М., 1974.

8. Щеглов А.И. Биохимия техногенных радионуклидов в лесных экосистемах. Москва: Наука, 1999. 267 с.

G.D. MATUSOV, L.V. M.MALENOK, A.N. VORONETSKAYA

ACCUMULATION OF RADIONUCLIDES BY WOOD PLANTS OF FOREST PHYTOCENOSES IN THE POLESSIE STATE RADIATION-ECOLOGICAL RESERVE

Summary

The accumulation of ^{137}Cs and ^{90}Sr by several components of pine-tree plantations of the Polesie state radiation-ecological reserve in various forest types plants was studed. Specific activities and coefficients of ^{137}Cs and ^{90}Sr transition into them were determined.

УДК 581.2

Е.В. МЕЛЬНИКОВА, Л.А. КОРЫТЬКО

РОЛЬ ПРОТЕОЛИТИЧЕСКИХ ФЕРМЕНТОВ В ЗАЩИТНЫХ РЕАКЦИЯХ РЖИ (*SECALE CEREALE* L.) НА РЖАВЧИННУЮ ИНФЕКЦИЮ

Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича

Введение. Функционированию протеолитических ферментов в растительных клетках, характеристике их свойств, особенностям образования и регуляции их активности в связи с участием в формировании устойчивости к фитопатогенным грибам посвящено достаточное количество работ. Однако ранее данный вопрос рассматривался, в основном, в связи с вирусной и бактериальной инфекциями, а также – с грибными факультативными паразитами [1,2]. Протеолиз при облигатном типе паразитизма изучен в меньшей степени.

Так, исследование общей протеолитической активности инфицированных растений привело Farcas с соавторами [3] к предположению, что инфекция, в частности ржавчинная, вызывает в тканях питающего растения сложную совокупность реакций, которая, с одной стороны, выражается в стимулировании синтеза белка, а с другой – в усилении его разрушения. По мнению авторов, это имеет значение для регулирования метаболических путей обмена, и в частности, пентозомонофосфатного, что позволяет создать в инфицированной клетке условия, способствующие развитию защитных факторов против болезни. На повышение протеолитической активности указывают исследования Г.Н. Богдан [4], обнаружившей накопление сульфгидрильных соединений в тканях восприимчивых сортов пшеницы, пораженной *Erysiphe graminis* D.C. f.sp. *tritici* Em. Marchal. Это накопление должно, по мнению автора, индуцировать усиление протеолиза, благодаря которому происходит расщепление сложных соединений до простых, усваиваемых грибом. В пораженных клетках устойчивых сортов соединений с сульфгидрильными группами не обнаружено, что, в свою очередь, ведет к ингибированию протеаз и последующему прекращению снабжения облигата необходимыми продуктами жизнедеятельности.

Результаты Г.Н. Богдан согласуются с данными Д.В. Липсица и И.Н. Кадырматова [5], полученными для системы картофель – *Synchitrium endobioticum* Schilb. В пораженных тканях клубней устойчивых сортов наблюдается торможение гидролиза белков, что, по мнению авторов, является следствием особенностей их структуры, обеспечивающих меньшую податливость к денатурационным изменениям, обычно предшествующим протеолизу. В тканях клубней восприимчивых сортов активность протеаз увеличивается в ходе патологического процесса. В результате белки хозяина претерпевают изменения, связанные с увеличением у них числа тиоловых и других функциональных групп, делающих их доступным субстратом для соответствующих гидролаз.

Во всех этих случаях отмечается одна и та же закономерность: устойчивость сопровождается ингибированием, а восприимчивость – стимулированием протеолиза.

На основании вышеизложенного очевидна необходимость проведения исследований по изучению содержания белка и изменения активности протеолитических ферментов в формировании взаимоотношений растения-хозяина и облигатного патогена. Кроме того, необходимо расширить уже имеющиеся исследования по данному вопросу в инфицированном растении за счет изучения новых патологических систем, чтобы найти общие черты и различия в пато- и иммуногенезе. Поэтому целью данной работы явиляется исследование изменений в белковом обмене двух широко распространенных в природе типов фитозащиты: некротического и хлорозного (нехозяинного). Некротический тип защиты, формой проявления которого служит сверхчувствительный реакция в мезофильных клетках устойчивого растения-хозяина в ответ на внедрение облигатного патогена, сопровождается интенсивным образованием и накоплением в очаге поражения фунги- и фитотаксичных веществ, в результате действия которых погибают растительные клетки и гриб. Фенотипически этот процесс проявляется в виде четко выраженных некрозов на листьях. Биохимические особенности хлорозной защитной реакции, возникающей в ответ на внедрение облигатного патогена в ткани растения-нехозяина и не дающей некротических пятен на пораженных листьях, а проявляющейся в виде хлорозов, изучены достаточно слабо.

Объекты и методы исследования. Рожь Державина *Secale cereale* L. ssp. *derzhavinii* Tzvel Kobyl. – полудикий подвид, унаследовавший от дикой ржи Куприянова *Secale montanum* Guss. комплексную резистентность к различным заболеваниям, и возбудитель бурой листовой ржавчины *Puccinia dispersa* Erikss. et Henn составляли устойчивую патосистему [6]; озимая рожь сорта Игуменская с тем же патогеном – восприимчивую комбинацию, а культурная рожь того же сорта с корончатой ржавчиной овса *Puccinia coronifera* Kleb. f. sp. *avenae* Erikss. – несовместимую патосистему, служащую для изучения хлорозной защитной реакции. Растения ржи, выращенные в вегетационном павильоне, в фазе 3-4 листьев заражались водной суспензией уредоспор *P. dispersa* и *P. coronifera* (плотность инокулюма не превышала 200 спор/см^2) и помещались на 24 часа во влажную камеру. Пробы для исследования активности нейтральных протеаз и суммарного содержания белка брались ежедневно до появления некрозов; для определения активности кислых и щелочных протеаз – в основные периоды патогенеза растений: 1 – инкубационная стадия; 2 – критический период становления несовместимой и совместимой патосистем (3-4 сутки после заражения), а 3 – стадия формирования некрозов и уредопустул (7-8 сутки).

Для определения активности нейтральных и кислых протеиназ использовали метод Плешкова Б.П. [7]. Принцип метода заключается в том, что ферментным препаратом, выделенным из растительного материала, действуют на раствор субстрата (1% казеина или 0,5% гемоглобина соответственно), затем белок осаждают раствором ТХУ, а в фильтрате определяют количество неразложившегося белка на спектрофотометре при длине волны 280 нм. В основу определения активности БАПАзы (бензоил-DL-аргинин-п-нитроанилидазы) был положен метод Эрлангера [8], в качестве субстрата был использован БАПА (Naα,-бензоил- DL-аргинин-нитроанилид), измерения проводили при длине волны 405 нм. Активность фермента выражали в ЕА (изменение оптической плотности за 1 час в расчете на 1 грамм сырой массы).

Содержание белка определяли, используя метод Лоури [9], основанный на реакции белков с реактивом Фолина, дающей синее окрашивание, интенсивность которого зависит от концентрации белка в растворе. Метод сочетает в себе биуретовую реакцию на

пептидные связи и реакцию Фолина на тирозин и триптофан в исследуемом белке. Результаты выражали в мг/мл.

Результаты и их обсуждение. В ходе эксперимента в листьях ржи наблюдалась тенденция к постепенному повышению активности нейтральных протеиназ на начальном этапе инфекционного процесса во всех исследуемых нами патосистемах (табл. 1). При совместимом и несовместимом взаимодействии ржи Игуменская с патогенами (*P. dispersa* и *P. coronifera* соответственно) максимум активности нейтральных протеиназ наблюдался на четвертые сутки патологического процесса, после чего она снижалась в обоих случаях, но при формировании хлорозной защитной реакции более резко. Повышение активности этой группы гидролитических ферментов в инфицированных листьях ржи Державина продолжалось и на последней стадии развития патогена и достигало 141%. Также следует отметить, что уровень ее в ходе всего опыта был в 1,5 раза выше, чем в культурной ржи Игуменская.

Таблица 1. Активность нейтральных протеиназ в листьях ржи, инфицированных ржавчиной (*P. coronifera* и *P. dispersa*)

Варианты опыта	Активность (ЕА/г. сыр. массы)				
	1 день	2 день	3 день	4 день	5 день
Игуменская + *P. coronifera*	7,2±0,1	7,6±0,2	9,4±0,1	10,1±0,1	7,8±0,2
Игуменская (контроль)	7,6±0,3*	7,5±0,2	7,2±0,2*	7,1±0,2	7,5±0,1
% к контролю	**95**	**101**	**130**	**142**	**104**
Игуменская + *P. dispersa*	5,3±0,1	7,3±0,1	9,2±0,2	10,6±0,1	9,7±0,1
Игуменская (контроль)	7,6±0,3*	7,5±0,2	7,2±0,2*	7,1±0,2	7,5±0,1
% к контролю	**70**	**97**	**127**	**149**	**129**
Державина + *P. dispersa*	8,9±0,2*	9,6±0,2	13,5±0,1	14,8±0,2	15,6±0,2
Державина (контроль)	14,8±0,2	9,7±0,2	10,7±0,3	11,9±0,3	11,1±0,1
% к контролю	**60**	**99**	**123**	**124**	**141**

* – удовлетворительная точность (от 3 до 5%)

При исследовании роли БАПАзы (щелочной протеиназы) в динамике патогенеза наблюдалась тенденция к постепенному

снижению ее активности при инфицировании культурной ржи Игуменская как бурой листовой ржавчиной ржи, так и корончатой ржавчиной овса. Однако активность фермента при поражении неспецифическим патогеном сохранялась на более высоком уровне по сравнению с совместимой комбинацией, хотя разница между ними была незначительной и составляла 10% (Табл. 2).

Таблица 2. Активность БАПАзы в листьях ржи, инфицированных ржавчиной (*P. coronifera и P. dispersa*)

Варианты	Активность (ЕА/г. сыр. массы)		
	1 сутки	2 сутки	3 сутки
Игуменская + *P. coronifera*	17,6±0,5	12,3±0,1	8,9±0,2
Игуменская (контроль)	19,2±0,5	13,6±0,4	14,6±0,2
% к контролю	**92**	**90**	**61**
Игуменская + *P. dispersa*	15,6±0,6*	10,8±0,1	10,6±0,3
Игуменская (контроль)	19,2±0,5	13,6±0,4	14,6±0,2
% к контролю	**81**	**79**	**72**
Державина + *P. dispersa*	23,4±0,3	20,5±0,7*	16,2±0,5
Державина (контроль)	25,7±0,4	20,9±0,6	20,7±0,5
% к контролю	**91**	**98**	**78**

* – удовлетворительная точность (от 3 до 5%)

В листьях устойчивой ржи Державина активность БАПАзы практически не изменялась в процессе иммуногенеза и оставалась на уровне контроля, которым служили здоровые растения той же ржи. Необходимо отметить, что активность щелочной протеиназы во всех патосистемах была ниже, чем в здоровых растениях как культурной ржи сорта Игуменская, так и полудикого подвида ржи Державина.

Активность кислых протеаз в листьях культурного сорта Игуменская, инфицированных чужеродным патогеном, была высокой только в инкубационный период (на 31% по сравнению с контролем). В дальнейшем уровень ее постепенно снижался. При развитии некротической защитной реакции в тканях устойчивой ржи Державина также наблюдалась тенденция к снижению активности кислых протеиназ. В совместимой комбинации

активность данных ферментов была стабильно высокой и составляла 40-53% по сравнению с неинфицированными растениями (табл. 3).

Таблица 3. Активность кислых протеиназ в листьях ржи, инфицированных ржавчиной (*P. coronifera и P. dispersa*)

Варианты	Активность (ЕА/г. сыр. массы)		
	1 стадия	2 стадия	3 стадия
Игуменская + *P. coronifera*	3,3±0,03	4,4±0,13	2,6±0,07
Игуменская (контроль)	2,5±0,07	3,6±0,10	3,2±0,08
% к контролю	**131**	**120**	**82**
Игуменская + *P. dispersa*	3,5±0,12*	5,6±0,20	4,8±0,12
Игуменская (контроль)	2,5±0,07	3,6±0,10	3,2±0,08
% к контролю	**141**	**153**	**150**
Державина + *P. dispersa*	3,5±0,11	3,8±0,15*	3,9±0,08
Державина (контроль)	3,5±0,08	5,6±0,13	5,4±0,13
% к контролю	**99**	**68**	**72**

* – удовлетворительная точность (от 3 до 5%)

Поражение листьев восприимчивой ржи Игуменская корончатой ржавчиной овса сопровождалось постепенным повышением содержания белка в динамике патогенеза, которое к третьим суткам после заражения достигало 141 % по сравнению с контролем (табл. 4). В тканях устойчивого сорта Державина также наблюдалось постепенное увеличение содержания белка на 20-30 %. Это свидетельствует о преобладании процессов синтеза белка над процессами его распада. При совместимой комбинации концентрация белка в начале оставалась на уровне контроля, а затем понижалась на 25%, что приводило к накоплению свободных аминокислот, являющихся питательным субстратом для патогена [10].

Исследования восприимчивых растений ржи Игуменская показали, что специфическая ржавчинная инфекция *P. dispersa,* вызывала в ткани питающего растения уменьшение суммарного количества белка, что могло быть вызвано с одной стороны подавлением его синтеза, а с другой – усилением его расщепления

протеазами, оптимум активности которых находится в нейтральной и кислой среде. Это давало возможность создания в инфицированной клетке благоприятных условий, способствующих развитию патогена, в которых он мог нормально метаболизировать и размножаться, т.к. благодаря повышению активности протеолитических ферментов происходит расщепление сложных соединений до простых, служащих питательным субстратом для гриба. Щелочная протеаза, по-видимому, в этом процессе не участвовала.

Таблица 4. Суммарное содержание белка в листьях ржи, инфицированных ржавчиной (*P. Coronifera* и *P. dispersa*)

Варианты опыта	Содержание белков (мг/мл)				
	1 день	2 день	3 день	4 день	5 день
Игуменская + *P. coronifera*	0,673 ± 0,018	0,731 ± 0,013	0,876 ± 0,009	0,942 ± 0,029*	0,918 ± 0,016
Игуменская (контроль)	0,563 ± 0,012	0,634 ± 0,016	0,699 ± 0,015	0,664 ± 0,016	0,697 ± 0,010
% к контролю	**120**	**115**	**141**	**141**	**131**
Игуменская + *P. dispersa*	0,608 ± 0,019*	0,634 ± 0,026*	0,595 ± 0,015	0,546 ± 0,010	0,526 ± 0,012
Игуменская (контроль)	0,563 ± 0,012	0,634 ± 0,016	0,699 ± 0,015	0,664 ± 0,016	0,697 ± 0,010
% к контролю	**108**	**100**	**85**	**82**	**75**
Державина + *P. dispersa*	1,106 ± 0,013	1,038 ± 0,009	1,261 ± 0,010	1,200 ± 0,034	1,122 ± 0,014
Державина (контроль)	0,912 ± 0,011	0,857 ± 0,013	0,958 ± 0,029	0,951 ± 0,018	0,960 ± 0,009
% к контролю	**121**	**121**	**132**	**126**	**116**

* – удовлетворительная точность (от 3 до 5%)

В невосприимчивой комбинации (рожь Игуменская – корончатая ржавчина овса *P. coronifera*) наблюдалось ингибирование протеолитической активности (в кислой и щелочной среде на протяжении всего эксперимента, а в нейтральной среде к 5 суткам развития болезни). Увеличивалось также суммарное содержание белка, хорошо согласующееся со снижением суммарного содержания свободных аминокислот, изученного нами ранее [10], что влекло за собой прекращение снабжения облигата необходимыми продуктами жизнедеятельности.

Развитие устойчивой защитной реакции в патосистеме рожь Державина – бурая листовая ржавчина ржи *P. dispersa* также сопровождалось увеличением концентрации белка в инфицированных клетках и понижением активности кислых и щелочных протеиназ по отношению к собственному контролю. Стимулирование протеолитической активности наблюдалось только в нейтральной среде. В данном случае мы наблюдали совокупность реакций одновременного синтеза и распада белка, описанную Farcas с соавторами [3] и приводившую, возможно, к перераспределению аминокислот и формированию нового ферментного набора, работа которого способствовала локализации патогена в очаге поражения. Также этот тип фитозащиты отличал повышенный уровень (в 1,5 – 2 раза) как активности протеолитических ферментов, так и содержания белка. Возможно, это объясняется тем, что для изучения резистентности использовался не относительно устойчивый сорт культурной ржи, как в других работах, а полудикий подвид ржи (гибрид дикой ржи Куприянова с культурной рожью), характеризующийся большей интенсивностью протекающих в нем процессов.

Заключение. Таким образом, инфекция в значительной мере влияет на белоксинтезирующие и белокгидролизующие процессы больного растения. Соотношение этих процессов играет важную роль в адаптации и защите хозяина, с одной стороны, и в усиленном паразитировании облигата – с другой. Образующиеся в результате белковой деградации аминокислоты используются либо на синтез нового ферментного набора, направляющего метаболизм растений на формирование устойчивости растений против заболевания, либо служат питательным субстратом для патогенного гриба, что ведет к развитию восприимчивости, способствующей массовой репродукции паразита. В результате ингибирования протеолитической активности и стимулирования белкового синтеза в пораженных патогеном тканях растения-нехозяина при развитии хлорозной защитной реакции, вероятно, происходит перераспределение количества белка и свободных аминокислот и гриб перестает получать вещества, необходимые для его развития. Из чего следует, что уровень совместимости растения-хозяина и паразита тесно взаимосвязан со степенью полноценности питательной среды.

Литература

1. Тарчевский А.И. // Соросовский Образовательный журнал. 1996. С.13 – 19.
2. Мосолов В.В., Валуева Т.А. // Биохимия. 2006. Т. 71, вып. 8. С.1034-1042.
3. Farcas G.L., Dezsi J., Horvath M., Kisban K., Udvardy J. // Phytopathol Z. 1964. Vol. 4, № 4. P. 343 – 353.
4. Богдан Г.Н.//Укр. ботанічний ж. 1972. Т. 29, № 6. С. 771-777.
5. Липсиц Д.В., Кадырматов И.Н. // ДАН СССР. 1965. Т. 163, № 1. С. 250 – 253.
6. Кобылянский В. Д. Рожь. М., 1988. 270с.
7. Плешков Б.П. Практикум по биохимии растений. М.: «Колос». 1985. С. 227–230.
8. Erlanger F., Kokowsky N., Cohen W. // Arch. Bioch. and Byophys. 1961. Vol. 95, №2. P. 271-278.
9. Lowry O.H., Rosebrough W.J., Farr A.D., Randall K.V. // J. Biol. Chem., 1951. Vol. 193. P. 265 – 275.
10. Мельникова Е.В. // Молодежь в науке – 2007. Приложение к журналу Весці НАН Беларусі. Сер. біял. навук. Минск, 2008. С.177 – 180.

E.V. MELNIKOVA, L.A. KARYTSKO

THE ROLE OF PROTEOLITIC FERMENTS IN THE RYE (*SECALE CEREALE* L.) PROTECTIVE REACTIONS TO RUST INFECTIONS

Summary

The biochemical changes of proteolitic activity and protein contents were investigated in connection with pathogenesis of obligatory parasites (rust fungi) in three various rye pathosistem: resistance, susceptible and incompatible. During the experiments the regularity was established: incompatibility of the host-plant to pathogen is accompanied by inhibition proteolisis, a susceptibility - its stimulation, and resistance - complex reaction of simultaneous synthesis and disintegration of protein.

УДК 633.1

С.Н. НАЙДУН

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТА ГИДРОЛИЗАТА *SACCHAROMYCES CEREVISIAE* НА МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЯЧМЕНЯ (*HORDEUM DISTIHUM* L.)

Белорусский государственный университет

Введение. Увеличение количества и качества продукции растениеводства – главная задача в развитии сельскохозяйственного комплекса Республики Беларусь. В последнее время проблема повышения урожайности культур решается не только селекционно-генетическими методами, внесением удобрений, средств защиты, но и применением регуляторов роста растений. Регуляторы роста растений, или, как их еще называют, биостимуляторы – это природные или синтетические соединения, которые в очень малых дозах способны вызывать значительные изменения метаболических процессов. В результате появляется возможность влиять на рост и развитие растений в целях повышения уровня их жизнедеятельности и увеличения продуктивности [1].

В то же время, одной из глобальных проблем современности является необходимость уменьшения антропогенной нагрузки на агроэкологические системы и биосферу в целом, в том числе повышение продуктивности сельскохозяйственных культур без чрезмерного внесения синтетических агрохимикатов. В настоящее время в ведущих научных лабораториях работают над созданием новых экологически безопасных препаратов, синтез которых эффективнее и дешевле производить не химическим, а биологическим путем с использованием микроорганизмов [2, 3]. В настоящее время появилось много высокоэффективных средств защиты и регуляторов роста растений микробиологического происхождения. Они имеют ряд преимуществ:

1) не накапливаются в природной среде и легко утилизируются в ней, т.к. являются природными веществами;

2) часть необходимых веществ можно не вносить в готовом виде, а производить прямо на месте потребления;

3) большая простота организации генома микроорганизмов;

4) легкая приспособляемость микроорганизмов к среде обитания в естественных и искусственных условиях;

5) большие скорости протекания ферментативных реакций и нарастание клеточной массы в единицу времени [4].

В настоящее время микробиологическая промышленность Республики Беларусь производит высокоэффективные премиксы из микроорганизмов и дрожжей, которые используются животноводческими хозяйствами, как нашей страны, так и стран ближнего зарубежья. Однако, в меньшей степени продукты отечественного микробиологического производства используются в сельском хозяйстве, в то время как в странах СНГ им с каждым годом уделяется все больше внимания. В связи с этим, целью настоящей работы было исследование возможности использования гидролизата *S. cerevisiae* в качестве регулятора роста сельскохозяйственных растений.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- изучить эффект различных концентраций гидролизата *S. cerevisiae* на морфофизиологические показатели проростков в лабораторных условиях;
- выбрать действующую концентрацию гидролизата *S. cerevisiae* и этапы развития растений, на которых обработка будет наиболее эффективной;
- исследовать влияние гидролизата *S. cerevisiae* на растения на различных этапах онтогенеза в вегетационных сосудах.

Материалы (объекты) и методы исследования. В настоящей работе в качестве объекта исследований был выбран ячмень (*Hordeum distihum* L.*)*. Эксперименты проводились как на 7-дневных проростках, так и на растениях, выращенных методом почвенной культуры. Гидролизат *S. cerevisiae* был получен в лабораторных условиях согласно разработанной на кафедре физиологии и биохимии растений и запатентованной методике [5, 6].

Проростки ячменя выращивались рулонным методом. Семена предварительно замачивались в растворах гидролизата разных концентраций (опытные растения): 0,1%, 0,5%, 1%, 3%, 5%, и в водопроводной воде (контрольные растения) в течение 1 сут [5]. По истечении указанного времени проросшие семена

заворачивались в рулоны и экспонировались в течение 7 сут в водопроводной воде.

Для постановки эксперимента с применением метода почвенной культуры использовались металлические вегетационные сосуды емкостью 10 л [7]. Проводились следующие процедуры: предпосевная обработка семян ячменя (замачивание в 1 %-м растворе гидролизата в течение 1 сут.). Затем семена высаживались в сосуды по 25 шт. на 1 сосуд. В качестве контроля служили растения, выращенные из семян, не обработанных гидролизатом. Опытные растения подкармливали 1 %-м гидролизатом *S. cerevisiae* в количестве 250 мл на 1 вегетационный сосуд на стадиях третьего листа и кущения согласно схеме, представленной в таблице 1.

Таблица 1.Схема вегетационного опыта

Вариант опыта	Обработка семян (замачивание)	Полив на стадии 3-го листа	Полив на стадии кущения
контроль	–	–	–
1	+	+	+
2	+	+	–
3	+	–	–
4	–	+	+
5	–	+	–

Сосуды были установлены в вегетационном домике ЦБС НАН Беларуси. Каждую неделю измерялась средняя высота растений. Через 7 дней после подкормки определялось содержание фотосинтетических пигментов, степень поражения листьев патогенами, развитие колоса. Далее был собран и проанализирован урожай.

Для извлечения и количественного определения хлорофиллов и каротиноидов фиксированная паром навеска 0,5 г помещалась в фарфоровую ступку и растиралась под слоем 80%-го ацетона с кварцевым песком. Гомогенат количественно переносился в фильтр Шотта и промывался 80%-ным ацетоном до полного извлечения пигментов. Полученный экстракт (15 мл) доводился до 20 мл 80%-ным водным ацетоном. Затем исследовались спектры поглощения экстракта при длинах волн 662; 644 и 440 нм. Мутность раствора измерялась при 720 нм и вычиталась из показаний при других длинах волн. Концентрация пигментов вычислялась по формулам, представленным в литературе [5, 8]. Скорость потока электронов в

ЭТЦ фотосинтеза определялась экспериментально по скорости восстановления феррицианида калия $K_3Fe(CN)_6$ интактными хлоропластами [5].

Для исследования активности H^+-АТФазной помпы проростков использовались 7-дневные проростки ячменя. Для стимуляции функционирования помпы применялся раствор следующего состава: 10^{-4} М $CaSO_4$ + 10^{-3} М KCl (pH = 6,0 – 6,5). В кювету с проростками вставляли электрод сравнения и pH-электрод. Раствор перемешивали путем барбатирования содержимого с помощью воздушного насоса. Сразу после помещения корней в раствор, содержащий калий, начиналась регистрация изменения pH. Измерения проводились в течение 100 минут. Показания записывались каждые 5 минут. Для определения площади поверхности корней измерялся их диаметр и длина.

Секрецию протонов корнями проростков на единицу площади вычисляли по формуле:

$$V_S = \frac{N}{S},$$

где V_S – секреция протонов корнями на единицу площади,
N – количество секретируемых протонов,
S – площадь поверхности корней, $S = \pi \cdot d \cdot l$.

Количество секретируемых протонов определяли по формуле:

$$N = n \cdot N_A,$$

где N – количество секретируемых протонов;
n – молярная концентрация протонов, моль/л;
N_A – число Авогадро.

Молярную концентрацию протонов высчитывали по формуле:

$$n = C_m \cdot V_{р-ра},$$

где n – молярная концентрация протонов, моль/л;
C_m – концентрация протонов, $C_m = 10^{-pH}$;
$V_{р-ра}$ – объем рабочего раствора.

Лабораторная всхожесть семян определяли путем проращивания их при оптимальных условиях, установленных ГОСТ 12038 – 66, которым предусматривается одновременное определение энергии прорастания и посевной годности семян [5, 7]. Экспериментальные семена обрабатывали в протравительной

машине на базе Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию с фунгицидом «винцит» и различной концентрацией гидролизата *S. cerevisiae*. В дальнейшем они прорастали в присутствии водопроводной воды. Контрольные семена не обрабатывали ни гидролизатом, ни фунгицидом.

Для обработки полученных результатов использовались стандартные методы вариационной статистики. Основными статистическими характеристиками служили: средняя арифметическая величина ($\bar{x}$), среднее квадратичное отклонение (σ) и ошибка средней величины (s_x).

Значения экспериментальных характеристик, приводимые как типичные, являются средними для 3 – 4 экспериментов [9].

Результаты и их обсуждение. Исследовалось действие различных концентраций гидролизата *S. cerevisiae* на морфологические показатели проростков ячменя (*Hordeum distihum* L.*)*. Схема и приемы обработки проростков были приведены выше в разделе «Материалы и методы исследований». Взвешивались корни и надземные части проростков. Результаты экспериментов представлены в табл. 2.

Таблица 2. Влияние различных концентраций гидролизата *S. cerevisiae* на массу корней и листьев 7-дневных проростков ячменя

Концентрация гидролизита	Масса корней, г	Масса листьев, г
0 (дист. вода)	1,02±0,06	0,9±0,05
0,1	0,32±0,02	0,25±0,01
0,5	0,75±0,02	0,42±0,02
1	2,06±0,1	1,32±0,05
3	0,9±0,04	0,9±0,04
5	0,8±0,04	0,72±0,03

Из данных, представленных в табл. 2, видно, что в присутствии гидролизата *S. cerevisiae* в концентрации 1% масса корней и зеленой части проростков была наибольшей. Также был изучен эффект различных концентраций гидролизата на содержание фотосинтетических пигментов (хлорофилла *a* (хл *a*), хлорофилла *b* (хл *b*) и каротиноидов (кар.)) в 7-дневных проростках ячменя. Установлено, что обработка семян 1% гидролизатом способствует

увеличению концентрации хл *a* от 2,4 до 3,4 мг/г сух. массы; хл *b* от 0,79 до 1,19, кар. - от 0,8 до 1,15. Предварительное замачивание семян 5%-ным автолизатом приводит к падению количества хлорофилла *a* (от 2,4 до 2,0), в то время как количество хлорофилла *b* и каротиноидов существенно не изменялось (рис.1).

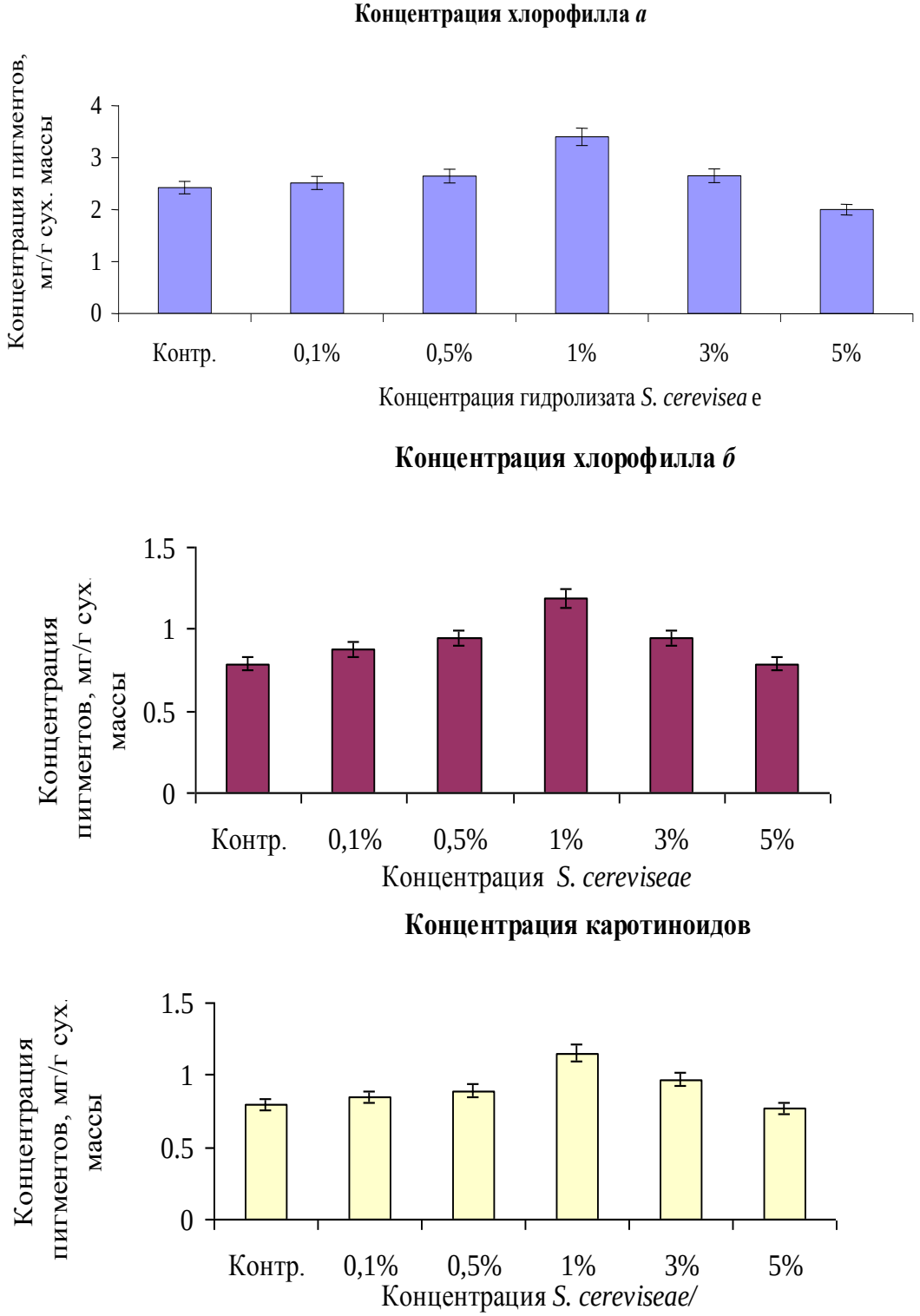


Рис. 1. Влияние различных концентраций гидролизата *S. cerevisiae* на содержание фотосинтетических пигментов в проростках ячменя *(Hordeum distihum* L.*)*.

Кроме изучения действия гидролизата *S. cerevisiae* на концентрацию основных фотосинтетических пигментов, изучалось его влияние на физиологические процессы (скорость транспорта электронов по электронтранспортной цепи (ЭТЦ) фотосинтеза и активность H^+-АТФазы корней). Результаты опытов по определению влияния разных концентраций гидролизата на скорость реакции Хилла в хлоропластах проростков ячменя. представлены на рисунке 2.

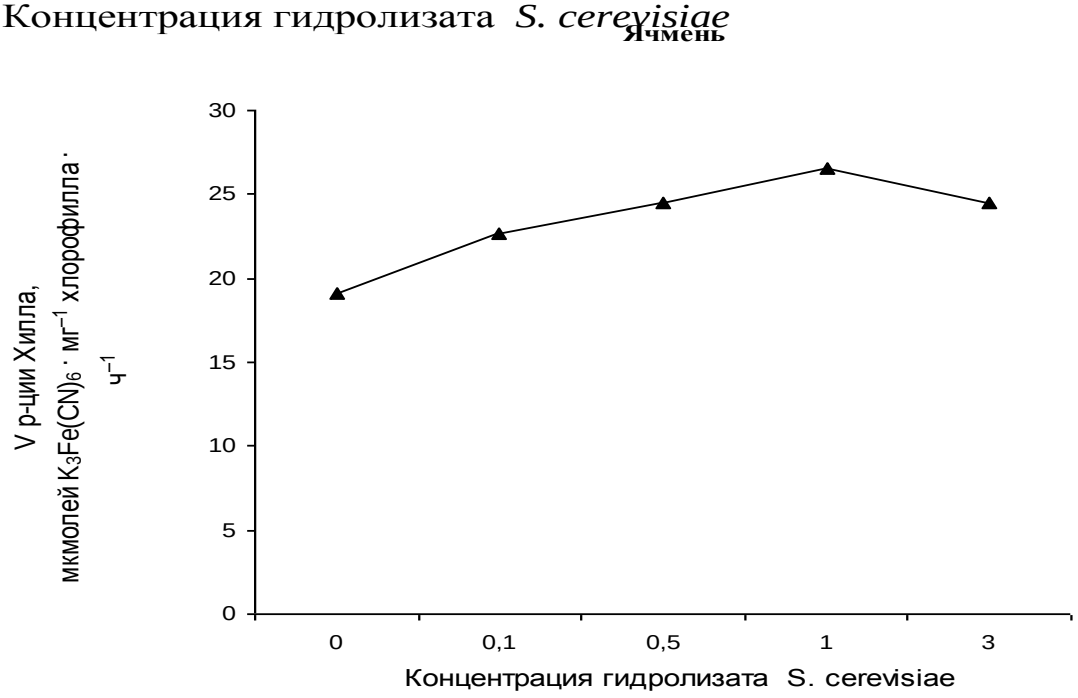


Рис. 2. Влияние гидролизата *S. cerevisiae* на скорость реакции Хилла в хлоропластах проростков ячменя *(Hordeum distihum* L.*)*. Данные являются статистически достоверными.

Анализ данных показал, что 1%-й гидролизат *S. cerevisiae* увеличивает скорость передачи электронов по электрон-транспортной цепи хлоропластов на 20 % по отношению к контролю, в то время как наименьшая активность электрон-транспортная цепи была зарегистрирована у хлоропластов, выделенных из проростков контрольных растений.

Далее были проведены опыты по изучению действия гидролизата на активность H^+-АТФазы корней 7-дневных проростков ячменя (рис. 3.).

Данные являются статистически достоверными. Анализ результатов проведенных экспериментов показал, что исследуемый препарат не оказывает существенного влияния на активность H^+-АТФазы корней.

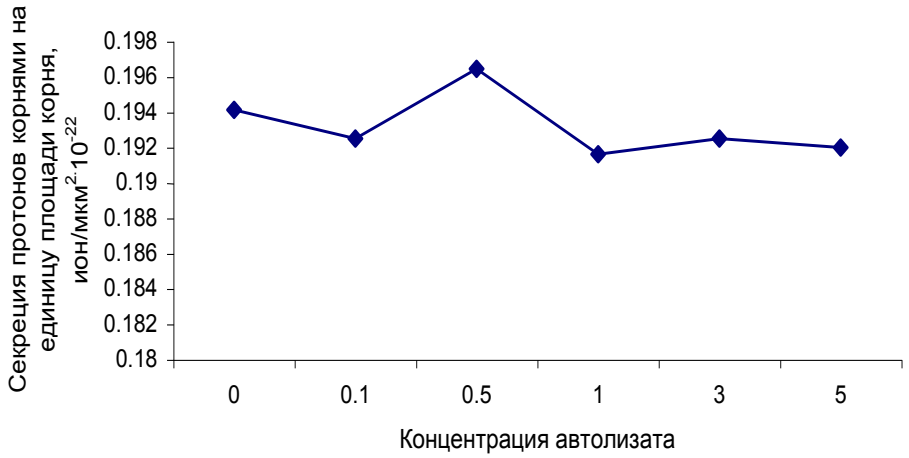


Рис. 3. Влияние гидролизата на активность H^+-АТФазы корней 7-дневных проростков ячменя *(Hordeum distihum* L.*)*.

Полученные экспериментальные результаты показали, что наибольший стимулирующий рост эффект на исследуемые показатели оказывает гидролизат *S. cerevisiae* в концентрации 1 %. Также было установлено ингибирующее влияние данного препарата в концентрации 5%. Следовательно, для определения влияния гидролизата *S. cerevisiae* на урожайность растений ячменя в вегетационных сосудах была выбрана концентрация 1%.

При проведении экспериментов в вегетационных сосудах проводились морфометрические измерения растений во время всего периода вегетации. Опытные растения обрабатывали на трех стадиях: (прорастание семян, подкормка на стадиях третьего листа и кущения). Схема эксперимента представлена в разделе «Материалы и методы исследований».

При выборе стадий использовались агротехнические приемы обработки растений. Что касается морфологических параметров, то можно заключить следующее: у опытных растений (обработка на стадии прорастания семян, подкормка на стадиях третьего листа и кущения) в течение всего периода вегетации был более длинный стебель, более широкая и длинная листовая пластинка, более крупный колос.

Наибольшее стимулирующее действие на рост стеблей и листовой пластинки растений ячменя оказывал гидролизат *S. cerevisiae* после предпосевной обработки семян, подкормки на стадиях третьего листа и кущения. Увеличение длины стеблей происходило на 7 %. Предпосевная обработка семян и подкормка на стадии третьего листа также способствовали увеличению длины стеблей, хотя и в меньшей степени. Если же подкормка растений в вегетационных сосудах производилась без предварительной обработки семян, то существенного стимулирующего растений действия исследуемого препарата не наблюдалось. Полученная закономерность отмечалась в течение всего периода вегетации.

По окончании периода вегетации был собран урожай и измерены длина колоса, масса и диаметр одной зерновки, общая масса зерна. Анализ собранного урожая показал, что по сравнению с контролем ячмень, подвергавшийся обработке гидролизатом *S. cerevisiae* как на стадии обработки семян, так и подкормки растений на стадиях третьего листа и кущения имеет более крупные семена и большее количество зерновок в колосе. Зерновки растений, выращенных из семян, обработанных на стадии прорастания, стадиях третьего листа и кущения имели на 8 % по отношению к контролю больший диаметр. Длина колоса у этих же растений увеличилась примерно на 15-18 %. Количество зерновок в колосе было максимальным у растений, выращенных из обработанных семян (26 шт.), в то время как у контрольных растений в колосе было в среднем 22 зерна. Масса зерновки и всего зерна в колосе также была наибольшей (на 15-18 % выше по сравнению с контролем) у растений, которые были выращены из обработанных семян. Результаты представлены на рисунке 4.

Однако, следует особо отметить, что в случае подкормки растений на обеих стадиях вегетации без предварительной обработки семян стимулирующий рост и урожайность растений эффект был не таким значительным.

Таким образом, из представленных данных следует, что гидролизат *S. cerevisiae* может быть использован в качестве стимулятора роста растений. Для достижения наибольшего эффекта необходимо производить предпосевную обработку семян. Вероятно, ее можно совместить с протравливанием фунгицидами. В дальнейшем была проведена серия экспериментов по установлению данного предположения. Было изучено действие различных

концентраций гидролизата *S. cerevisiae* в сочетании с фунгицидом «винцит» на лабораторную всхожесть семян ячменя. Протравливание семян производилось на базе Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию. В результате проведенных экспериментов было установлено, что обработка семян гидролизатом *S. cerevisiae* в концентрации 1% в сочетании с фунгицидом ускоряет процесс прорастания семян, стимулирует лабораторную всхожесть семян за счет увеличения энергии прорастания.

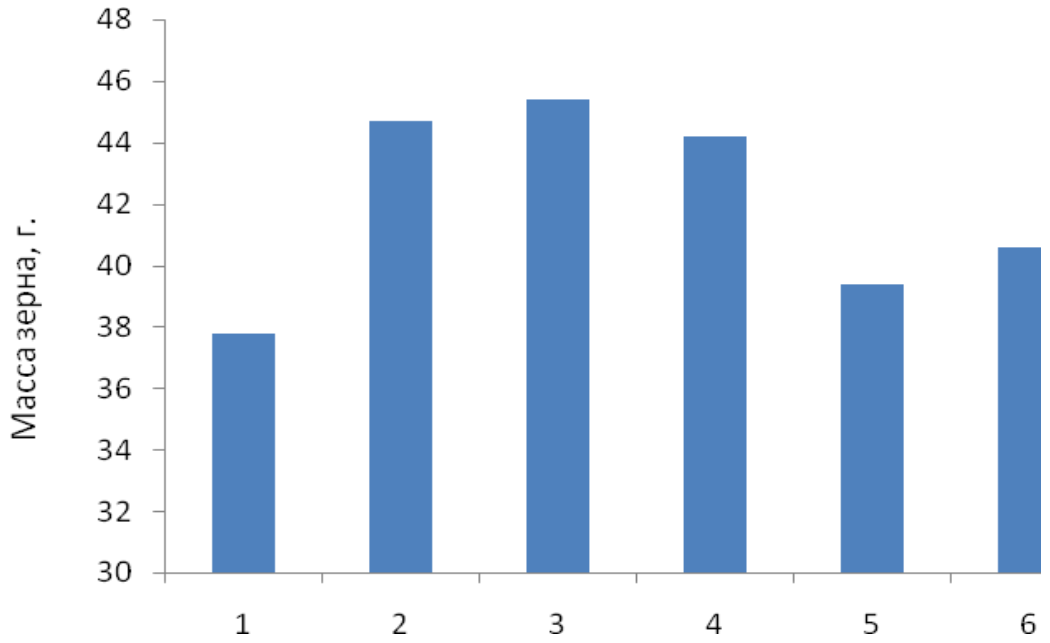


Рис. 4. Влияние обработки растений ячменя *(Hordeum distihum* L.*)* гидролизатом *S. cerevisiae* в концентрации 1 % на массу зерна. Данные являются статистически достоверными.

1 – контроль
2 – обработка семян, подкормка на стадиях третьего листа и кущения;
3 – обработка семян и подкормка на стадии третьего листа;
4 – обработка семян;
5 – подкормка на стадиях третьего листа и стадии кущения;
6 - подкормка на стадии кущения

Обнаруженное в ходе проведения опытов увеличение урожайности растений на 15-18 % является достаточно значительным результатом и устойчивой закономерностью, так как эксперименты с использованием вегетационных сосудов наиболее приближены к естественным условиям обитания сельскохозяйственных растений. Однако по абсолютным значениям с результатами полевых испытаний они совпадают не всегда. Как

правило, значения увеличения урожайности в полевых испытаниях немного ниже.

Заключение. На основании данных, полученных в лабораторных условиях и в вегетационных сосудах, можно заключить, что гидролизат *S. cerevisiae* в концентрации 1 % ускоряет рост и увеличивает урожайность растений ячменя *(Hordeum distihum* L.*)*, притом наиболее эффективной в этом отношении оказалась предпосевная обработка растений, а также подкормка растений на стадиях третьего листа и кущения. Для разработки рекомендаций по использованию исследуемого препарата в сельском хозяйстве необходимо провести полевые испытания и рассчитать экономическую составляющую по эксплуатации техники, а также возможность сочетанного применения препарата с другими агротехническими приемами.

Благодарности. Выражаю благодарность главному научному сотруднику Института экспериментальной ботаники им. В.Ф.Купревича НАН Беларуси, доктору биологических наук Заболотному Александру Ивановичу за помощь в организации и проведении серии экспериментов в условиях вегетационного опыта.

Литература

1. Андрейцев В.А., Дерендовская А.И., Георгиев Н.А. // Регуляторы роста и развития растений: Материалы межд. научн. конф. М., 1995.С. 305-307.

2. Боронин А.М. // Соросовский образовательный журнал. 2001. Том 7, № 5. С.8-13.

3. Дятлова К.Д. // Соросовский образовательный журнал. 2001. Том 7. № 5. С.23-26.

4. Елинов Н.П. Основы биотехнологии: Для студентов институтов, аспирантов и практических работников. СПб.: Наука, 1995. 600с.

5. Малый практикум по физиологии растений. /Под ред А.Т. Мокроносова. М.: Издательство Московского университета. 1994. 183 с.

6. Найдун С.Н., Тумилович П.В.// Способ получения биологически активных веществ. Эффект ферментного препарата “Vilzim” на процесс автолиза Saccharomyces cerevisiae. Материалы межд. научн. конф. Мн., 2004. С. 178-180.

7. Сорокина Г.И. Полевая практика по физиологии растений. М.: 1994 г. 327 с.

8. Практикум по физиологии растений: Учеб. Пособие для студ. Высших учеб. Заведений / Под ред. В.Б. Иванова. М.: Издательский центр «Академия», 2001. 144 с.

9. Рокицкий П.Ф. Биологическая статистика. Мн.: Высшая школа, 1967. 312 с.

S.N.NAYDUN

EFFECT OF *SACCHAROMYCES CEREVISIAE* HYDROLYSIS PRODUCTS ON MORPHOPHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF BARLEY (*HORDEUM DISTIHUM* L.)

Summary

Influence of *S. cerevisiae* hydrolysis products on growth and productivity of *Hordeum distihum* L. has been studied. It is established that products of *S. cerevisiae* hydrolysis in concentration of 1 % has been stimulated of germination of *Hordeum distihum* L. seeds. In laboratory researches it has been shown that present preparation increases the amount of photosynthetic pigments, also strengthens speed of transfer electrons in chloroplasts elektron-transport chain. During carrying out of experiments in vegetative vessels it has been shown that processing of seeds and top dressing of plants by 1 % products of *S. cerevisiae* hydrolysis induced the 16-18 % increase of *Hordeum distihum* L. productivity.

УДК.581.13 + 581.14 + 631.5

В.Н.ПРОХОРОВ[1], С.И.РОСОЛЕНКО[1], И.В.ТИМОФЕЕВА[1]
К.Г.ШАШКО[2], В.В.ХОЛОДИНСКИЙ[2]

ОСОБЕННОСТИ ПРОДУКЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ АГРОФИТОЦЕНОЗОВ РАЗЛИЧНЫХ ГЕНОТИПОВ ЯРОВОГО ТРИТИКАЛЕ

[1]*Институт экспериментальной ботаники им.В.Ф.Купревича*
[2]*Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию*

Введение. В настоящее время заметно возрос интерес к перспективной для Беларуси зернофуражной культуре яровому тритикале, которая обладает большим потенциалом продуктивности вследствие совмещения в генотипе многоколосковости ржи и многоцветковости пшеницы. Также у нее проявляются свойства, отсутствующие у исходных видов - пшеницы и ржи, особенно такие как повышенное содержание белка и отдельных аминокислот, устойчивость к болезням. Это все в комплексе обусловило значительное увеличение посевных

площадей под этой культурой в последние годы в Беларуси [1]. Однако эта эволюционно молодая культура характеризуется и рядом существенных недостатков, препятствующих успешному созданию высокоурожайных сортов (низкая экологическая стабильность и гомеостатичность; относительная позднеспелость и прорастание зерна в колосе; недовыполненность и морщинистость эндосперма; цитогенетическая нестабильность и высокая внутрипопуляционная конкурентоспособность) [2]. Наряду с вышеизложенными причинами нереализованности потенциальной продуктивности ярового тритикале и его нестабильности по годам, следует выделить слабую изученность продукционного процесса агрофитоценозов данной культуры и влияния на ход формирования ее урожая различных экологических факторов. В этой связи исследования продукционного процесса различных генотипов ярового тритикале весьма актуальны как в теоретическом, так и в практическом отношении [3]. Между характером развития биологической системы и ее конечной продуктивностью существует сложная функциональная взаимосвязь, определяемая рядом факторов [4-9]. Для понимания особенностей этой взаимосвязи необходимы показатели оценки состояния каждого из слагающих продукционного процесса, что позволит не только объективно характеризовать складывающуюся ситуацию в ценозе, но и оперативно оказывать воздействие на направленность продукционных процессов [10-13]. Исследования закономерностей формирования агрофитоценозов являются основополагающими в изучении физиологии формирования урожая культур [4].

Объекты и методы исследований. Полевые опыты проводили в рамках Гранта БРФФИ №Б08-093 в 2008-2010 годах на стационаре РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» на экспериментальной базе «Жодино». Объектами исследований служили сорт ярового тритикале Лана (селекция РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию») и сорт польской селекции Мешко. Обработка почвы общепринятая для данной зоны. Посев проводили зерновой катковой сеялкой СЗК-3,6 в соответствии с принятыми рекомендации. Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая, среднеокультуренная, сильнооподзоленная (степень насыщенности основаниями 52,3-59,5%), развивающаяся на легком песчанистом суглинке, подстилаемом с глубины 30-50 см рыхлым песком. Характеризуется

следующими агрохимическими показателями: pH (KCl) 6,0-6,2, содержанием гумуса от 2,2 до 2,4%, фосфора 183-190 и калия - 210-220 мг на кг почвы. Гидролитическая кислотность 1,68-1,85 и сумма поглощенных оснований - 10,0 м-экв/100 г почвы. Предшественник - картофель. Фосфорно-калийные удобрения в дозе $P_{60}K_{90}$ вносились с осени под основную обработку почвы. Схема опыта включала также варианты с различными нормами высева семян (4,5, 5,0 и 5,5 млн.всхожих семян), дозами и сроками внесения азотных удобрений. Схема внесения азота включала: **1)** 80 кг/га д.в. **(N_{80})** перед посевом; **2)** 120 кг/га д.в. **($N_{80} + N_{40}$)** N_{80} перед посевом и N_{40} в подкормку стадии 22 по десятичному коду; **3)** 135 кг/га д.в. **($N_{80} + N_{55}$)** N_{80} перед посевом и N_{55} в подкормку в стадии 22 по десятичному коду; **4)** 135 кг/га д.в. **($N_{80} + N_{40} + N_{15}$)** - N_{80} перед посевом, N_{40} в подкормку в стадии 22 и N_{15} в стадии 69-71 по десятичному коду. Учетная площадь делянки 36 $м^2$, повторность четырехкратная.

В течение вегетационного периода пробы отбирались на следующих фазах развития ярового тритикале: начало кущения, полное кущение, выход в трубку, колошение, цветение, налив зерна и полная спелость. Динамику продукционных процессов изучали по комплексу морфофизиологических показателей, среди которых: сухая биомасса и высота растений, абсолютные и относительные приросты в высоту, общая и продуктивная кустистость растений, количество побегов на единице площади, накопление надземной сухой биомассы на единице площади, абсолютные и относительные приросты надземной биомассы, вклад органов в общую биомассу на разных фазах развития, площадь листьев растений и листовой индекс (ЛИ), содержание хлорофилла и азота в тканях растений, хлорофилловый (ХИ) и азотный (АИ) индексы посева, чистую продуктивность с расчете на единицу листовой поверхности ($ЧПФ_л$) и на единицу хлорофилла ($ЧПФ_х$), листовой (ЛФП) и хлорофилловый фотосинтетические (ХФП) потенциалы, удельную поверхностную плотность листьев (УППЛ), гетерогенность растений по биомассе и высоте растений, структура урожая. Основные морфофизиологические показатели определяли в соответствии с методиками изложенными в работе Н.А.Ламана в соотвт. [14].

Результаты и их обсуждение. Проведенные исследования показали, что изученные генотипы ярового тритикале - Лана и

Мешко существенно различаются по их фитоценотической реакции. Для сорта Лана с увеличением плотности ценоза, характерно снижение уровня хозяйственной продуктивности, что обусловлено уменьшением размеров ассимиляционной поверхности растений и посева в целом и содержания в тканях фотосинтетических пигментов и хлорофиллового индекса посевов, что в свою очередь приводит к усилению редукции заложенных побегов кущения и соответственно снижению надземной биомассы агрофитоценозов. В отличие от сорта Лана у сорта Мешко с повышением плотности растений на единице площади значения основных морфофизиологических показателей остаются на том же уровне или возрастают, что и приводит к повышению уровня хозяйственной продуктивности (табл.1).

Таблица 1. Хозяйственная продуктивность различных генотипов ярового тритикале в зависимости от нормы высева семян

Сорт	Норма высева семян, млн./га		
	4,5	5,0	5,5
Лана	59,8	59,0	58,5
Мешко	62,7	63,6	64,8

Повышение уровня азотного питания не оказало существенного влияния на конечную продуктивность генотипов (табл.2).

Таблица 2. Хозяйственная продуктивность различных генотипов ярового тритикале в зависимости от дозы и сроков внесения азота (норма высева 5 млн/га)

Варианты внесения азота	Урожайность сорта Лана, ц/га			Урожайность сорта Мешко, ц/га		
	2008	2009	среднее	2008	2009	среднее
N_{80} (контроль)	60,4	63,6	**62,0**	66,5	60,5	**63,5**
$N_{80} + N_{40}$	58,6	58,8	**58,7**	63,0	58,9	**61,0**
$N_{80} + N_{40} + N_{15}$	61,2	64,2	**62,7**	62,3	63,0	**62,7**
$N_{80} + N_{55}$	55,8	59,2	**57,5**	62,8	56,8	**59,8**
Среднее	59,0	61,4	**60,2**	63,6	59,8	**61,7**

Установлено, что для сорта Лана характерна более высокая интенсивность ростовых процессов в начале вегетационного

периода, что приводит к более высоким значениям комплекса морфофизиологических показателей в сравнении с сортом Мешко. Во второй половине вегетационного периода, особенно в период налива зерна генотип Мешко имеет более высокие значения ряда морфофизиологических показателей, что в конечном итоге определяет его более высокую хозяйственную продуктивность, и в первую очередь за счет меньшей редукции образовавшихся в период интенсивного побегообразования побегов кущения.

Максимальное значение коэффициента корреляции между приростами сухой надземной биомассы агрофитоценозов ярового тритикале и их хозяйственной продуктивностью имеют место в межфазный период кущение – выход в трубку и составляет (+0,993). Это указывает на определяющую роль в формировании конечной продуктивности данного периода в онтогенезе растений этой зерновой культуры и позволяет использовать относительные приросты биомассы в качестве одного из главных критериев оценки состояния посевов ярового тритикале и прогнозирования их хозяйственной продуктивности.

С увеличением ценотической плотности общая кустистость растений снижается, причем сорт Лана более чувствителен к увеличению плотности ценоза, чем сорт Мешко.

В целом посевы, сформированные сортом Лана, имеют более высокие значения листового индекса, и имеют более высокие темпы формирования листовой ассимиляционной поверхности в течение вегетационного периода. Увеличение уровня азотного питания достоверно не стимулировало увеличение листовой поверхности агрофитоценозов ярового тритикале.

Средняя чистая продуктивность фотосинтеза в расчете на единицу листовой поверхности составила для сорта Лана 6,14 г/м^2 * сутки при однократной дозе азота 80 кг/д.в на га 7,28 г/м^2 * сутки при двукратном внесении минерального азота (80+40), и 6,92 и 8,18 для сорта Мешко соответственно (рис.1). То есть с увеличением уровня азотного питания происходит достоверное увеличение величин средней чистой продуктивности фотосинтеза за вегетацию. Особенно следует подчеркнуть, что именно более высокие значения данного показателя для сорта Мешко в сравнении с сортом Лана определяют больший уровень хозяйственной продуктивности данного генотипа. В среднем по всем вариантам опыта коэффициент корреляции между листовой ЧПФ и хозяйственной

продуктивностью агрофитоценозов ярового тритикале составляет (-0,880), что также указывает на существенную роль данного показателя в формировании продуктивности данной зерновой культуры. Максимальные коэффициенты корреляции данного морфофизиологического показателя с конечной продуктивностью имели место в межфазные периоды кущение – выход в трубку (r= -0,838) и колошение – цветение (r= - 0,903), что указывает на необходимость использования этого параметра в прогнозировании хозяйственной продуктивности посевов ярового тритикале.

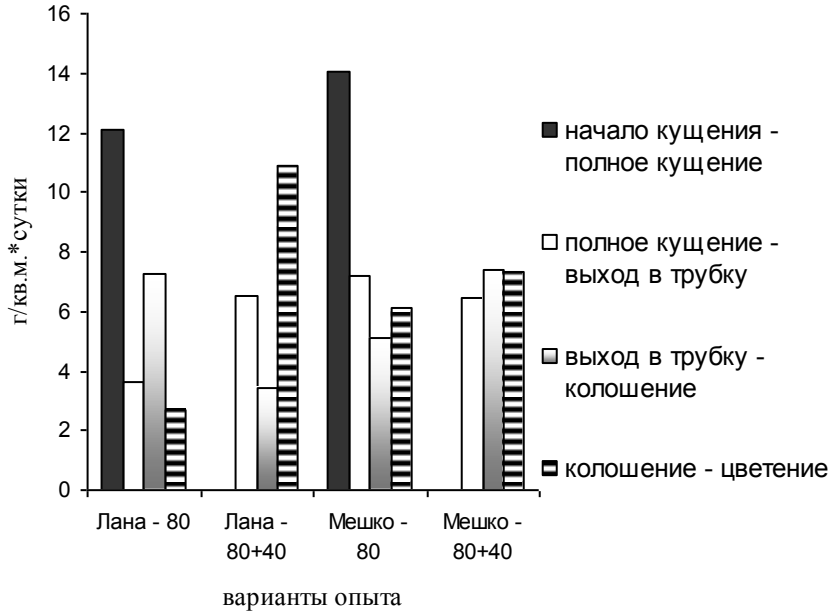


Рис. 1. Динамика чистой продуктивности фотосинтеза ($ЧПФ_л$) ярового тритикале в зависимости от дозы и сроков внесения азота (норма высева 5 млн/га)

Известно, что удельная поверхностная плотность посевов УППЛ является показателем, определяющим эффективность использования ассимилятов, идущих на формирование листьев. Данный показатель с увеличением уровня азотного питания возрастал, особенно в первой половине вегетации. Более продуктивный генотип Мешко характеризуется более высокими значениями данного показателя, что указывает на его лучшую эффективность использования, ассимилятов, идущих на формирование листьев (рис.2).

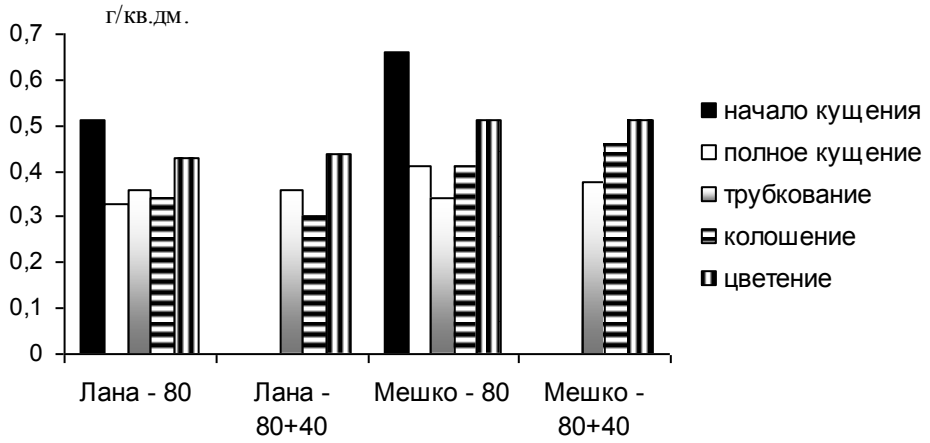


Рис. 2. Динамика УППЛ агрофитоценозов ярового тритикале в зависимости от дозы и сроков внесения азота (норма высева 5 млн/га)

Суммарный хлорофилловый фотосинтетический потенциал (ХФП) агрофитоценозов составил для сорта Лана 535,4 г хлорофилла за период начало кущения – фаза начало налива зерна при однократной дозе азота 80 кг/д.в на га, 485,8 г при двукратном внесении минерального азота (80+40), и 439,6 и 462,7 для сорта Мешко соответственно. Коэффициент корреляции между ХФП и хозяйственной продуктивностью агрофитоценозов ярового тритикале составляет +0,689, что говорит о очень высокой значимости данного показателя в формировании продуктивности этой культуры. Максимальный коэффициент корреляции между ХФП и хозяйственной продуктивностью имеет место в межфазный период полное кущение – выход в трубку и составляет +0,973. Очень высокая зависимость конечной продуктивности посевов ярового тритикале позволяет предложить его в качестве прогностического критерия на данной фазе развития растений.

Следует отметить очень высокий коэффициент корреляции между средней хлорофилловой ЧПФ и хозяйственной продуктивностью агрофитоценозов ярового тритикале, который составляет (-0,986), что несомненно делает этот морфофизиологический показатель одним из важнейших в оценке хода продукционных процессов данной зерновой культуры. В ходе вегетации максимальные значения коэффициентов корреляции имеют место в межфазные периоды кущение – выход в трубку (r= -0,843) и колошение – цветение (r= -0,838).

Между изученными генотипами ярового тритикале существуют отличия в динамике содержания общего азота в тканях

растений. Для сорта Мешко, по сравнению с Ланой характерны более высокие концентрации азота в начале и конце вегетационного периода, для Ланы выше период фаз выхода в трубку – цветение. Также отмечено, что растения сорта Лана быстрее реагируют повышением концентрации азота в тканях при внесении дополнительного азотного питания по сравнению с сортом Мешко.

Для сорта Лана также характерны более быстрые темпы линейного роста в начале вегетационного периода, однако в последующем различия по высоте генотипов выравниваются и растения имеют в посевах практически одни и те же значения по высоте. В целом наблюдаемые различия по высоте в различных вариантах опыта также были обусловлены реакцией изучаемых генотипов на ценотическую плотность.

Сухая биомасса колоса в течение всего репродуктивного периода была выше у сорта Лана, что в последующем и нашло свое отражение в более высоких значениях числа зерен в колосе и массы 1000 зерен по сравнению с сортом Мешко. Увеличение уровня азотного питания достоверно повышало сухую биомассу колосьев (рис.3).

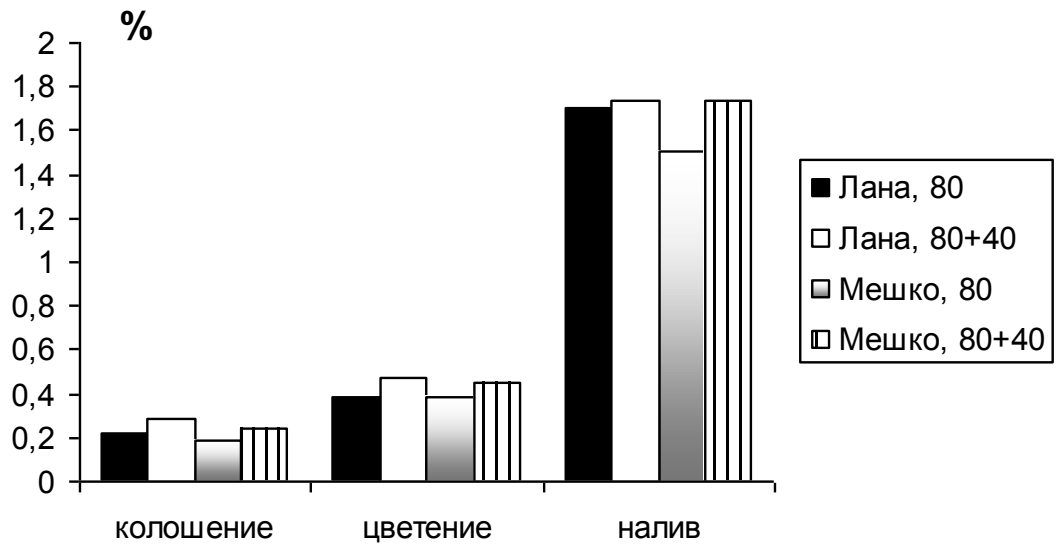


Рис. 3. Сухая биомасса колоса различных генотипов ярового тритикале в зависимости от дозы и сроков внесения азота (норма высева 5 млн/га)

По результатам проведенных исследований построены регрессионные модели динамики морфофизиологических показателей в ходе вегетационного периода и корреляционная матрица связи морфофизиологических показателей продукционного

процесса с хозяйственной продуктивностью различных генотипов ярового тритикале в зависимости от дозы и сроков внесения азота (табл.2). Установлено, что наиболее тесные корреляционные связи между морфофизиологическими показателями и конечной продуктивностью имеют место в межфазный период полное кущение - выход в трубку ярового тритикале. Наибольшие коэффициенты корреляции характерны для таких показателей как ЛФП, ХФП, $ЧПФ_л$, $ЧПФ_х$ и относительными приростами надземной биомассы в этот период онтогенеза.

Таблица 2. Корреляционная матрица связи морфофизиологических показателей продукционного процесса на ключевых фазах вегетационного периода с хозяйственной продуктивностью ярового тритикале

Показатели	Фазы развития			
	Выход в трубку	Колошение	Цветение	Налив зерна
Количество растение на 1 $м^2$	0,695	0,889	0,537	-0,564
Сырая надземная биомасса на 1 $м^2$	-0,080	0,591	-0,690	-0,398
% сухого вещества в растении	-0,756	-0,018	0,654	0,293
Сухая надземная биомасса на 1 $м^2$	-0,268	0,813	-0,619	-0,395
Сухая биомасса 1-го растения	-0,419	-0,363	-0,463	-0,251
Общее количество побегов 1 $м^2$	-0,012	0,519	0,497	-0,500
Общее количество продуктивных побегов 1 $м^2$	-	0,922	-0,162	0,477
Общая кустистость	-0,376	-0,463	0,075	-0,250
Продуктивная кустистость	-	-0,214	-0,737	0,562
Площадь листьев 1-го растения	-0,141	-0,588	-0,072	-
Листовой индекс	0,392	0,636	0,236	-
Количество листьев на 1 растение	-0,398	-0,492	0,551	-
Количество листьев на 1 побег	-0,329	0,086	0,681	-
Площадь 1-го листа	-0,145	-0,286	-0,638	-
Сухая биомасса колосьев на 1 растение	-	-0,343	-0,491	0,174
Сухая биомасса 1 колоса	-	-0,208	-0,799	-0,184
Количество колосков /колос	-	-0,077	-0,917	0,464
Количество колосков /растение	-	-0,234	-0,847	0,494
Доля листьев в общей биомассе	-	-0,994	-0,088	-
Доля колосьев в общей биомассе	-	0,019	0,219	-
Доля стебля в общей биомассе	-	0,973	-0,225	-
Содержание хлорофилла «а»	-0,023	0,330	-0,156	-

Продолженіе табл. 2

Содержание хлорофилла «в»	-0,681	0,347	-0,396	-
Отношение хлорофиллов а/в	0,825	-0,527	0,627	-
Содержание каротиноидов	0,046	0,108	-0,237	-
Сумма хлорофиллов а и в	-0,194	0,334	-0,243	-
Сумма хлорофиллов а и в на 1 растение	-0,367	-0,214	-0,767	-
Хлорофилловый индекс	-0,265	0,821	-0,849	-
Высота растения	0,62	0,670	-0,871	-0,265
Гетерогенность по высоте	-0,283	-0,135	0,518	0,451
УППЛ	0,266	-0,243	-0,464	-
Содержание общего азота в листьях	-0,148	-	-0,240	-
Содержание общего азота в растении	-0,275	0,088	-0,240	-0,743
	Межфазные периоды			
	Н-К	К-В	В-Кл	Кл-Ц
Листовой фотосинтетический потенциал (ЛФП)	0,387	0,504	0,597	0,507
Хлорофилловый фотосинтетический потенциал (ХФП)	0,387	0,973	0,705	0,532
ЧПФ в расчете на единицу листовой поверхности ($ЧПФ_л$)	-0,387	-0,838	0,468	-0,903
ЧПФ в расчете на единицу хлорофилла ($ЧПФ_х$)	-0,387	-0,843	0,428	-0,838
Относительные приросты сухой надземной биомассы	-0,842	0,993	-0,929	-0,036

Условные обозначения**:** Н – начало кущения, К – полное кущение, В – выход в трубку, Кл – колошение, Ц – цветение.

Заключение. Таким образом, по результатам исследований сделан анализ более 50 морфофизиологических показателей определяющих направленность хода продукционного процесса и построена корреляционная матрица их связи в течение онтогенеза с хозяйственной продуктивностью ярового тритикале генотипов Лана и Мешко. Установлено, что наиболее тесные корреляционные связи между морфофизиологическими показателями и конечной продуктивностью имеют место в период фаз развития полного кущения и начала выхода в трубку ярового тритикале. Наибольшие величины коэффициентов корреляции характерны в этот период для таких показателей как надземная биомасса и ее относительный прирост, количество побегов с единицы площади, хлорофилловый индекс, хлорофилловый и листовой фотосинтетические потенциалы

посева, чистая продуктивность фотосинтеза в расчете на единицу листовой поверхности и единицу хлорофилла.

Установлено, что максимальное значение коэффициента корреляции между приростами сухой надземной биомассы агрофитоценозов ярового тритикале и их хозяйственной продуктивностью в этот период составляет (+0,993). Это указывает на определяющую роль данного этапа онтогенеза в формировании конечной продуктивности агрофитоценозов ярового тритикале. Коэффициент корреляции между суммарным хлорофилловым фотосинтетическим потенциалом посева и хозяйственной продуктивностью агрофитоценозов ярового тритикале составляет +0,689, что говорит о очень высокой значимости данного показателя в формировании продуктивности этой культуры. Максимальный коэффициент корреляции между большинством показателей и хозяйственной продуктивностью имеет место в межфазный период полное кущение – выход в трубку и составляет +0,973, что позволяет предложить данный показатель в качестве критерия для прогнозирования.

Работа выполнена при финансовой поддержке Гранта БРФФИ №Б08-093.

Литература

1. Гриб С.И., Буштевич В.Н., Булавин Т.М. / Современные технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси. Минск, 2005. С. 65-69.

2. Гордей И.А. Тритикале: Генетические основы создания. Минск: Навука і тэхніка, 1992. 287 с.

3. Прохоров В.Н., Тимофеева И.В., Росоленко С.И., Шашко К.Г., Холодинский В.В. / Материалы VI-й Международной научной конференции «Регуляция роста, развития и продуктивности растений (Минск, 28-30 октября 2009 года). – Минск, 2009. С.127.

4. Ничипорович А.А., Строганова Л.Е., Чмора С.Н., Власова Г.П. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах. М.: Изд-во АН СССР, 1961. 133 с.

5. Мокроносов А.Т. / 42-ые Тимирязевские чтения. М.: Наука, 1983. 63 с.

6. Беденко В.П. Фотосинтез и продуктивность пшеницы на юго-востоке Казахстана. Алма-Ата: Наука, 1980. - 224 с.

7. Watson D.J. // Adv. in agronomy. 1952, Vol.4. P.101-145.

8. Кумаков В.А. Физиологическое обоснование моделей сортов пшеницы. М.: Агропромиздат, 1985. 270 с.

9. Ламан Н.А., Стасенко Н.Н., Каллер С.А. Биологический потенциал ячменя: устойчивость к полеганию и продуктивность. Мн.: Наука и техника, 1984. 215 с.

10. Прохоров В.Н., Ламан Н.А. // Весці Нацыянальнай Акадэміі навук. Серыя біялагічных навук, 1999. N 3. С.21-29.

11. Прохоров В.Н. Физиологическое обоснование критериев оценки агроценозов хлебных злаков в связи с формированием их хозяйственной продуктивности. Автореферат дисс. к.б.н. Минск, 1992 г. 24 с.

12. Шевелуха В.С., Гриб С.И., Андреева Н.М. / Биологические основы селекции растений на продуктивность. Таллинн, 1981. С.19-27.

13. Тарчевский И.А. / Материалы научно-методической конференции по итогам работы сельскохозяйственных опытных учреждений. Саратов, 1972. С.200-204

14. Ламан Н.А., Самсонов В.П., Прохоров В.Н., Шашко К.Г., Путырский И.Н., Кравченко В.М. Методическое руководство по исследованию смешанных агрофитоценозов. Минск: Навука и техніка, 1996. 101 с.

V. PROKHOROV, S. ROSOLENKO, I. TIMOFEEVA,
K. SHASHKO, V. KHOLODINSKIJ

FEATURES OF PRODUCTION PROCESSES AGROPHYTOCENOSES DIFFERENT GENOTYPES SPRING TRITICALE

Summary

By results of researches the analysis more than 50 physiological parameters defining an orientation of a course productions process is made and the correlation matrix of their communication during ontogenesis with economic efficiency summer a triticale of genotypes Lana and Meshko is constructed. It is established, that the closest correlation communications between morfophysiological parameters and final efficiency take place during phases of development full tillering and the beginnings of an output in a tube summer a triticale. The greatest sizes of factors of correlation are characteristic during this period for such parameters as an elevated biomass and its relative gain, quantity of runaways from unit of the area, chlorophyll an index, chlorophyll and sheet photosynthetic potentials of crop, pure efficiency of photosynthesis counting upon unit of a sheet surface and unit of a chlorophyll.

УДК 630*28:634.739.1

Г.В. СОРОКИНА

ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА СЕЗОННОЕ РАЗВИТИЕ ГОЛУБИКИ ТОПЯНОЙ (*VACCINIUM ULIGINOSUM L.*) В УСЛОВИЯХ КУЛЬТУРЫ

Институт леса НАН Беларуси

Введение. Голубика топяная (*Vaccinium uliginosum* L.) является хозяйственно значимым представителем ягодных растений в Беларуси. К настоящему времени доказана экономическая эффективность и целесообразность культуры этого ягодника в Беларуси [1]. Результаты фенологических наблюдений за голубикой топяной в условиях культуры позволяют выявить зависимость между ее развитием и совокупностью факторов, определяющих это развитие, а также обеспечить основу хозяйственных работ при выращивании ягодника. Задачей данной работы явилось изучение особенностей влияния температуры воздуха, количества осадков и числа часов солнечного сияния на прохождение этапов сезонного развития голубикой топяной в условиях культуры.

Объекты и методы исследования. Исследования проводились в течение 5 лет с 2003 по 2007 гг. на ягодной плантации, расположенной на выработанном торфянике переходного типа. Заложено 8 опытных участков, на каждом из которых велись наблюдения за 20 растениями голубики топяной. Участки отличаются друг от друга возрастом растений и мощностью торфяной залежи. Голубика на участках 1, 2, 7: 2-3-летние дички, высаженные в 1982 году; на участках 3, 4, 8: 2-летние окорененные черенки, высаженные в 1988 году; на участках 5 и 6 – 1-летние сеянцы, посажены в 1997 году. Мощность торфяной залежи на участках 1-4 – более 50 см, на участках 6 и 8 – около 35 см. Участки 5 и 7 расположены на минеральных обнажениях выработанного торфяника с мощностью остаточного слоя торфа менее 20 см.

При проведении фенологических исследований использовалась методика И.Д. Юркевича и И.Н. Бейдеман [2, 3]. Наблюдения за

прохождением голубикой фенологических фаз проводились 2-3 раза в неделю с конца марта до середины ноября. Фенофаза считалась наступившей, когда половина растений из всех наблюдаемых на участке находилась в данной фазе фенологического развития. Суммы положительных температур ($>0^0$C) необходимых для наступления фенологических фаз, подсчитывали по методу, используемому в биогеографических исследованиях [4]. Метеорологические данные – среднесуточные температуры воздуха, количество выпавших осадков, число солнечных дней – получены в отделе гидрометеообеспечения народного хозяйства ГУ «Гомельгидромет». Для оценки связи длительности фаз фенологического развития с экологическими факторами (среднесуточными температурами воздуха, суммами положительных температур, количеством осадков, числом часов солнечного сияния) использовался корреляционный анализ. Далее устанавливали закономерность количественного изменения длительности фаз при изменении того или иного экологического фактора с использованием пакета программ STATISTICA 6.0. Связь длительности фаз фенологического развития с экологическими факторами выражали аналитически в виде соответствующего уравнения регрессии и графически – с вычислением точек теоретического графика по найденному уравнению.

Результаты и их обсуждение. Средние за период наблюдений календарные сроки наступления этапов сезонного развития голубики топяной на участках приведены в таблице 1. Установлена зависимость наступления фенологических фаз от возраста астений голубики и почвообразующего субстрата. Так, растения 7-11-летнего возраста вступали в фазы бутонизации, цветения, начала роста, облиствения и одревеснения весенних побегов на 2-8 дней раньше, чем 17-27-летние (табл. 1). Голубика, выращиваемая на минеральном субстрате, вступает в фазы осеннего периода (полного изменения окраски листьев побегов и этапы листопада) на 2-7 дней раньше, чем на торфяном и торфяно-минеральном субстратах.

Таблица 1. Средние за период с 2003 по 2007 гг. календарные сроки наступления основных фенологических фаз у голубики топяной на юго-востоке Беларуси в условиях культуры

Фенофаза			Номера участков							
			1	2	3	4	5	6	7	8
Развитие почек	набухание	вегетативных	4.04	4.04	4.04	5.04	3.04	3.04	31.03	31.03
		генеративных	4.04	4.04	4.04	5.04	3.04	3.04	31.03	31.03
	разверзание	вегетативных	15.04	14.04	14.04	14.04	13.04	12.04	10.04	9.04
		генеративных	17.04	15.04	15.04	15.04	14.04	14.04	13.04	13.04
Развитие весенних побегов	начало роста		26.04	25.04	25.04	25.04	22.04	21.04	23.04	23.04
	окончание роста		28.05	28.05	27.05	27.05	25.05	25.05	27.05	27.05
	одревеснение	начало	11.06	11.06	10.06	8.06	5.06	5.06	11.06	10.06
		конец	1.07	1.07	30.06	29.06	26.06	27.06	28.06	28.06
	облиственение	начало	3.05	2.05	2.05	2.05	29.04	28.04	30.04	29.04
		полное	6.06	5.06	4.06	4.06	1.06	3.06	6.06	4.06
	окрашивание листвы	начало	16.08	16.08	15.08	18.08	11.08	15.08	11.08	16.08
		полное	15.09	15.09	15.09	15.09	14.09	15.09	14.09	15.09
	опадение листьев	начало	30.08	30.08	29.08	29.08	27.08	28.08	25.08	28.08
		массовое	25.09	24.09	23.09	23.09	20.09	22.09	22.09	25.09
		конец	16.10	16.10	16.10	16.10	12.10	16.10	15.10	16.10
Развитие вторичных побегов	начало роста		27.06	30.06	27.06	27.06	28.06	29.06	28.06	30.06
	конец роста побегов		31.08	28.08	28.08	26.08	1.09	28.08	1.09	30.08
	одревеснение	начало	1.08	28.07	26.07	30.07	31.07	29.07	25.07	26.07
		конец	18.09	16.09	16.09	16.09	19.09.	20.09.	16.09	16.09.
	окрашивание листвы	начало	19.09	19.09	19.09	19.09	18.09	19.09	14.09	14.09
		полное	8.10	8.10	8.10	8.10	6.10	7.10	4.10	4.10
	опадение листьев	начало	8.10	8.10	8.10	8.10	7.10	9.10	3.10	3.10
		массовое	28.10	28.10	27.10	28.10	20.10	26.10	23.10	23.10
		конец	16.11.	16.11	16.11	16.11	8.11	8.11	12.11	12.11
Выдвижение бутонов			1.05	30.04	29.04	29.04	27.04	26.04	27.04	26.04
Цветение	начало		14.05	14.05	14.05	14.05	12.05	11.05	14.05	13.05
	массовое		19.05	18.05	18.05	18.05	17.05	16.05	18.05	17.05.
	конец		1.06	31.05	31.05	30.05	28.05	28.05	31.05	28.05
	вторичное	начало	22.07	23.07	19.07	25.07	28.07	31.07	23.07	30.07
		конец	20.08	16.08	23.08	16.08	1.09	16.08	12.08	17.08
Созревание	начало		30.06	30.06	28.06	29.06	28.06	27.06	29.06	26.06
	массовое		10.07	10.07	10.07	10.07	9.07	8.07	11.07	8.07
	конец		18.07	17.07	17.07	17.07	15.07	15.07	16.07	14.07
	вторичное	начало	8.09	8.09	7.09	7.09	-	12.09	3.09	8.09
		конец	20.09	22.09	17.09	26.09	-	22.09	22.09	22.09

Продолжительность основных фенологических фаз и межфазных периодов развития голубики определялась на основе сопоставления календарных сроков смены фенологических фаз. Результаты изучения продолжительности основных межфазных периодов показывают их высокую изменчивость по годам исследования (табл. 2). Коэффициенты вариации большинства

показателей от 20 до 59%, что свидетельствует о высокой их зависимости от комплекса экологических факторов среды. Наименьшей вариабельностью характеризуются общая продолжительность вегетационного периода (162-193 дня, V=7-8%), период от массового цветения до массового созревания плодов (47-61 день, V=9-14%), а также период от полного одревеснения до полного окрашивания листвы весенних побегов (от 66 до 84 дней, V=5-10%). Наиболее высокие значения коэффициентов вариации длительности фаз, свидетельствующие о высокой зависимости от погодных факторов, отмечены для периода от даты перехода через температуру выше 0^0C до разверзания почек - 28-49%, а также от окончания роста до полного одревеснения и окрашивания листвы вторичных побегов - 20-63% (табл. 2).

Установлено, что независимо от возраста растений или почвенных условий, характер влияния метеорологических факторов на сезонную ритмику развития растений голубики остается одним и тем же. Поэтому при анализе зависимости длительности межфазных периодов от метеорологических факторов мы не принимали во внимание возраст голубики или почвенные условия произрастания.

Влияние сумм положительных температур и среднесуточных температур воздуха. Одним из самых важных факторов, определяющих сезонную динамику роста и развития растений, является термический режим вегетационного периода. Было проанализировано влияние сумм положительных (>0^0C) температур воздуха на феноритмику развития топяной. Наблюдения показали, что начальные фазы вегетации растений голубики наступают при устойчивом переходе среднесуточных температур выше 0^0C. Для оценки связи сумм температур с фазами фенологического развития проведен анализ вариабельности в 5-летнем цикле наблюдений сумм положительных температур, установленных на момент наступления фазы.

Таблица 2. Средняя продолжительность основных межфазных периодов у голубики топяной в условиях культуры, дней

Интервал развития			Ст-кие показатели	Участок 1	Участок 2	Участок 7	Участок 3	Участок 4	Участок 8	Участок 5	Участок 6
Развитие почек	от дня перехода через 0°С до разверзания почек	вегетативных	M± m	29±6,0	28±5,9	20±3,3	28±5,9	28±5,9	20±3,9	27±5,8	26±5,4
			V, %	47	46	28	47	47	35	49	46
		генеративных	M± m	30±5,6	29±4,8	23±4,1	29±4,8	29±4,8	23±4,1	28±4,6	28±4,6
			V, %	41	37	30	37	37	30	38	38
Развитие весенних побегов	от разверзания вегетативных почек до окончания роста побегов		M± m	43±4,3	44±4,7	47±7,4	43±5,5	43±5,5	48±6,8	43±4,5	43±4,2
			V, %	22	24	27	29	29	25	23	22
	продолжительность роста		M± m	32±2,4	33±2,4	34±4,4	31±3,0	31±3,0	34±4,1	34±2,8	34±2,5
			V, %	17	16	22	21	21	20	19	16
	от окончания роста побегов до их полного одревеснения		M± m	34±2,3	34±2,4	33±2,5	34±3,8	33±2,8	32±2,8	31±2,7	32±2,7
			V, %	15	16	15	25	19	18	20	18
	от полного одревеснения до полного окрашивания листвы		M± m	76±2,9	76±3,0	78±2,7	77±3,5	78±2,7	79±2,1	81±3,1	80±3,1
			V, %	9	9	7	10	8	5	9	9
Развитие вторичных побегов	от окончания роста весенних побегов до начала роста вторичных		M± m	30±4,9	33±5,8	33±5,6	32±4,4	32±4,4	34±6,0	34±3,1	34±3,3
			V, %	37	40	34	31	31	35	20	22
	продолжительность роста		M± m	69±4,6	64±5,3	70±6,4	65±4,6	64±5,4	68±4,9	68±4,5	63±7,1
			V, %	14	17	16	14	17	13	13	23
	от окончания роста побегов до их полного одревеснения		M± m	20±3,7	21±5,1	16±1,9	21±5,1	23±5,2	18±3,8	20±3,9	26±8,1
			V, %	37	48	20	48	46	36	39	63
	от полного одревеснения до полного окрашивания листвы		M± m	20±4,2	21±4,9	19±5,0	21±4,9	21±4,9	19±5,0	17±4,4	17±4,1
			V, %	47	51	55	51	51	55	59	55
От разверзания генеративных почек до начала цветения			M± m	28±2,9	28±3,0	32±3,8	29±2,9	29±2,9	30±3,4	29±2,7	28±3,1
			V, %	24	24	21	22	22	19	21	25
Продолжительность цветения			M± m	17±2,2	17±2,1	15±0,9	17±2,2	16±1,7	14±1,2	16±1,9	17±2,2
			V, %	29	27	10	30	24	15	28	30
От массового цветения до массового созревания			M± m	52±2,4	52±2,4	54±2,5	52±2,4	53±2,8	52±3,3	53±3,2	53±2,8
			V, %	11	10	9	10	12	13	14	12
Продолжительность созревания			M± m	18±1,4	17±2,8	17±2,2	19±2,9	18±2,8	18±2,2	18±2,7	18±2,7
			V, %	17	36	26	34	34	25	34	34
От конца первого цветения до начала вторичного цветения			M± m	52±6,3	52±6,5	51±9,7	49±6,8	55±7,1	61±0,0	58±7,6	63±2,6
			V, %	27	25	33	28	26	0	23	8
Продолжительность вегетационного периода			M± m	176±5,6	176±5,8	172±8,5	177±6,1	177±6,1	173±8,3	176±5,1	178±5,8
			V, %	7	7	9	8	8	8	7	7

Выявлено, что меньше изменяются суммы температур, накопленных ко времени наступления вегетативных фаз полного изменения окраски листвы весенних побегов (2651-2937^{0}С) и окончания листопада (3029-3293^{0}С), полного одревеснения вторичных и летних побегов (2610-2910^{0}С), изменения окраски листвы (2863-3191^{0}С) и массового листопада (3050-3342^{0}С), а также начала первого цветения (480-520^{0}С) и начала созревания (1261-1382^{0}С) плодов голубики. Коэффициенты вариации при этом не превышают 5%, что свидетельствует о высокой связи сроков наступления рассматриваемых фенологических фаз с суммами температур. Суммы положительных температур, накопленных к моменту набухания почек (60-136^{0}С), характеризуются наибольшей вариабельностью – до 37%, а установленные на момент наступления всех остальных фаз фенологического развития - варьируют в диапазоне от 6 до 21%. Таким образом, выявлено, что календарные сроки наступления осенних фаз развития, а также начальных этапов первого цветения и созревания плодов голубики в большей степени обусловлены суммами накопленных положительных температур.

Установлено, что длительность межфазных периодов существенно зависит от среднесуточных температур воздуха. Так, за период от перехода температуры воздуха выше 0^{0}С до разверзания почек в 2003 году прошло 49 дней, при этом среднесуточная температура составила 4,3^{0}С, сумма положительных температур – 186^{0}С. В 2005 году – всего 13 дней, при среднесуточной температуре более чем в 2 раза выше - 10,7^{0}С и приблизительно такой же, как в 2003 году, сумме температур – 187^{0}С. Коэффициент корреляции продолжительности периода от даты перехода через 0^0 до разверзания вегетативных и генеративных почек со среднесуточной температурой – -0,85. Рассматриваемую связь длительности периода с температурой воздуха можно выразить аналитически в виде соответствующего уравнения регрессии (формула 1).

$$y = 138{,}77 + (-28{,}68) \cdot x_1 + 1{,}61 \cdot x_1^2 \quad (1)$$

где y – продолжительность периода от даты перехода температур выше 0^{0}С до разверзания вегетативных и генеративных почек, x_1 – среднесуточная температура воздуха за период.

Модель достаточно хорошо согласуется с исходными данными, так как *R* (коэффициент парной корреляции) приближается к 1.

Существенное влияние среднесуточные температуры воздуха оказывают на продолжительность межфазного периода от разверзания генеративных почек до начала цветения. Период протекает при среднесуточной температуре 7-14^{0}С. При ее повышении длительность периода уменьшается. Уравнение 2 описывает закономерность связи:

$$y = 68{,}6845 + (-5{,}004)\cdot x_1 + 0{,}120768\cdot x_1^2 \quad (2)$$

где y – продолжительность периода от разверзания генеративных почек до начала цветения, x_1 – среднесуточная температура воздуха за период.

Коэффициент парной корреляции (*R*) равен 0,97.

Вегетационный период 2004 года характеризовался затянутым временем цветения (22-25 дней), что связано с низкими температурами II-III декады мая (на 3-4^{0}С ниже нормы) и заморозками в момент массового цветения в середине мая. Математический анализ данных показал высокую корреляционную связь продолжительности цветения и среднесуточных температур в течение периода. Модель 3 отображает эту зависимость (*R* 0,93):

$$y = 112{,}031 + (-11{,}103)\cdot x_1 + 0{,}308813\cdot x_1^2 \quad (3)$$

где y – продолжительность периода цветения, x_1 – среднесуточная температура воздуха за период.

Графически зависимость продолжительности цветения голубики топяной от среднесуточных температур выражена на рисунке 1. Как видно из рисунка, температура воздуха, при которой период цветения минимален (12-14 дней) – +17,5..20^{0}С. Повышение (до +22^{0}С) или снижение (до +12^{0}С) среднесуточной температуры вызывает увеличение длительности фазы.

Суммы накопленных температур за период цветения голубики на разных участках опытного объекта в среднем составляют 226-289^{0}С. Причем их варьирование в 5-летнем цикле наблюдений за цветением растений невысокое - от 5 до 16%.

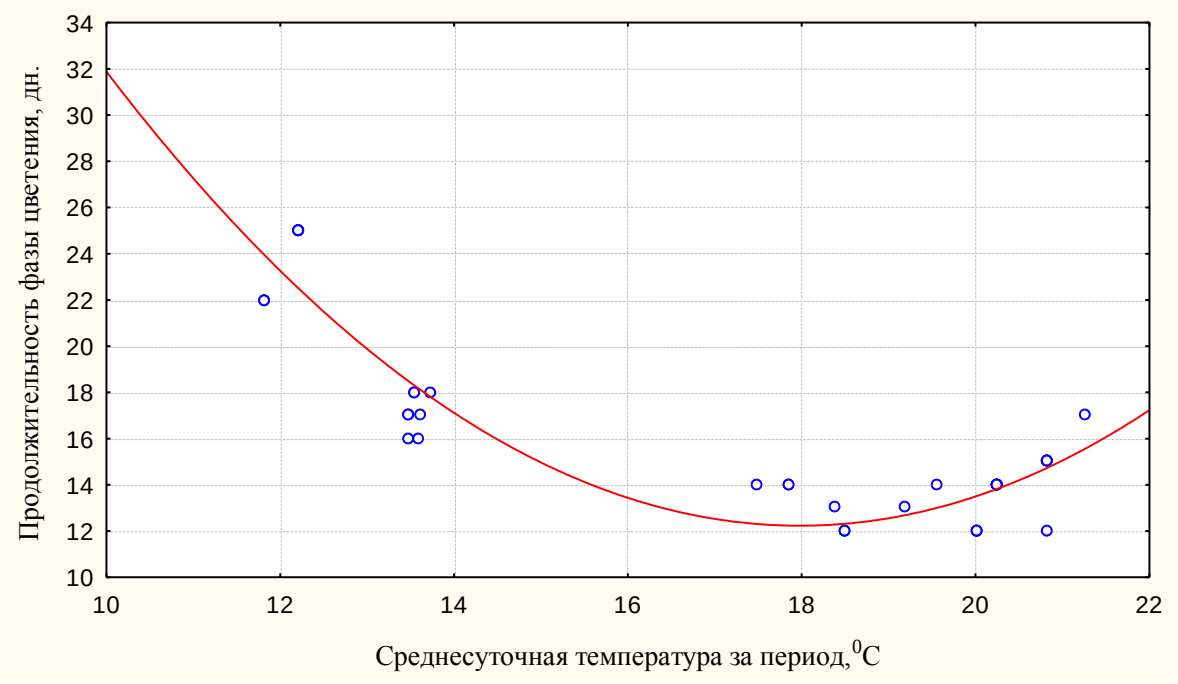


Рис. 1. Связь продолжительности периода цветения и среднесуточных температур воздуха

Для длительности периода от массового цветения до массового созревания так же характерна зависимость от среднесуточных температур воздуха. Этот межфазный период протекает при средней температуре +18^{0}С (коэффициент корреляции среднесуточной температуры воздуха и длительности периода -0,78) и диапазоне сумм накопленных температур от 849 до 1043^{0}С. Снижение среднесуточной температуры воздуха до 15-16^{0}С увеличивает продолжительность периода до 61-64 дней. Указанная зависимость описывается уравнением регрессии 4 (R=0,90).

$$y = 328{,}264 + (-28{,}476)\cdot x_1 + 0{,}72399\cdot x_1^{\,2} \quad (4)$$

где y – продолжительность межфазного периода от массового цветения до массового созревания, x_1 – среднесуточная температура воздуха за период.

Вторичное цветение у голубики происходит не каждый год и не у всех растений. Длительность периода от окончания первого цветения до начала вторичного существенно варьирует как по годам исследования, так и у растений различных участков (таблица 2). Наблюдения показали, что низкие среднесуточные температуры воздуха в июне ускоряют наступление фазы начала вторичного цветения голубики. Так, в 2004 году зафиксировано более раннее вторичное цветение у растений голубики большинства участков (6 июля), причем средняя температура воздуха первых двух декад июня была ниже среднемноголетних на 4-5^{0}С. В 2007 году, когда

вторичное цветение вообще не наблюдалось, среднесуточные температуры первых двух декад июня были выше среднемноголетних на 3-4^{0}С. Уравнение 5 описывает зависимость длительности межфазного периода от среднесуточных температур воздуха (R =0,88):

$$y = -2414{,}8 + 266{,}127 \cdot x_1 + (-7{,}1488) \cdot x_1^2 \quad (5)$$

где y – продолжительность периода от конца первого до начала вторичного цветения, x_1 – среднесуточная температура воздуха за период.

Общая продолжительность вегетационного периода голубики в 5-летнем цикле наблюдений составила 162-193 дня (табл. 2), среднесуточная температура периода колебалась в пределах от 14,7 до 16,8^{0}С, сумма положительных температур – от 2718 до 3049^{0}С. Выявлена корреляционная связь длительности вегетации голубики и среднесуточной температуры. Эта зависимость аппроксимируется уравнением параболы второго порядка (формула 6):

$$y = -2721{,}7 + 383{,}292 \cdot x_1 + (-12{,}599) \cdot x_1^2 \quad (6)$$

где y – продолжительность периода вегетации голубики топяной

x_1 – среднесуточная температура воздуха за период.

Коэффициент парной корреляции (R) равен 0,95.

Проведенные наблюдения свидетельствуют о существенном влиянии температурного фактора на продолжительность начальных фаз вегетации и периодов развития генеративной сферы голубики (кроме периода созревания ягод). Что же касается фаз вегетативного развития, то здесь не прослеживается существенной связи длительности межфазных периодов ни с суммой накопленных температур, ни со среднесуточными температурами.

Влияние сумм осадков и числа часов солнечного сияния на феноритмику голубики топяной. Результаты исследований показали, что продолжительность созревания ягод голубики, длительность межфазных периодов от окончания роста весенних до начала роста вторичных побегов, от окончания одревеснения вторичных и летних побегов до полного окрашивания их листвы, а также периодов, касающихся одревеснения побегов существенно обусловлена количеством выпавших осадков. Кроме того, выявлена зависимость длительность периода созревания ягод от числа часов солнечного сияния.

Продолжительность периода созревания ягод по годам исследований изменяется достаточно сильно – у растений разных участков коэффициент вариации составляет от 17 до 34%.

Наименьшая продолжительность фазы наблюдалась в 2005 году (8-14 дней), наибольшая - в 2003 году (22-25 дней). Связи продолжительности периода с температурным фактором не выявлено, при этом прослеживается обусловленность скорости созревания ягод голубики с количеством часов солнечного сияния и суммой осадков. Так, в 2003 году период созревания продолжался с конца III декады июня по начало III декады июля. Количество осадков за период составило 108,3 мм (норма 86 мм), часов солнечного сияния – 247 (норма 278 ч.). В 2005 году период созревания продолжался 2 недели с начала до середины июля. При этом количество осадков было в 2 раза меньше и составило 57,8 мм (норма 57), часов солнечного сияния – 230 (норма 183 ч.). Таким образом, повышенное (относительно среднемноголетних значений) общее количество выпавших за рассматриваемый период осадков и уменьшение часов солнечной инсоляции вызывает задержку созревания ягод голубики топяной. Зависимость длительности периода созревания ягод от суммы осадков описывается уравнением регрессии 7 (R =0,74) и графически на рисунке 2.

$$y = 14{,}4478 + (-0{,}05051) \cdot x_2 + 0{,}001631 \cdot x_2^{\,2} \quad (7)$$

где y – продолжительность периода созревания, x_2 – сумма осадков за период.

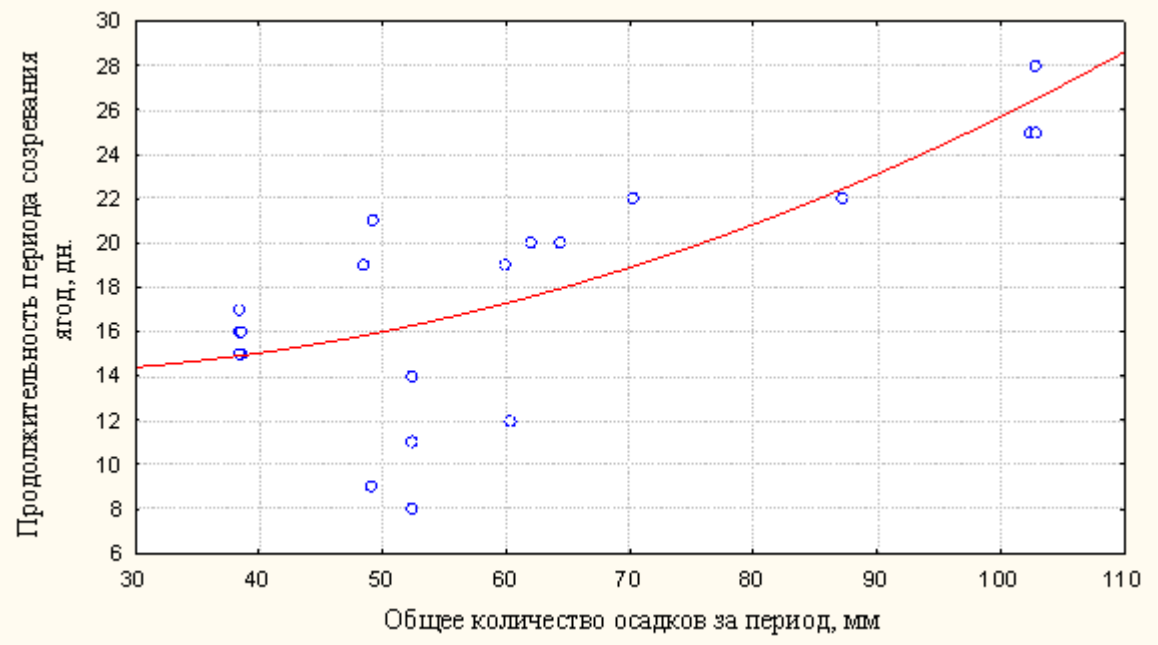


Рис. 2. Связь продолжительности периода созревания ягод голубики топяной и суммы осадков

Общим количеством осадков обусловлена длительность межфазного периода от окончания роста весенних до начала роста вторичных побегов: избыток осадков задерживает начало роста

вторичных побегов. Установленная зависимость описывается уравнением параболы второго порядка:

$$y = 20{,}5965 + 0{,}137287 \cdot x_2 + (0{,}112e-3) \cdot x_2^{\,2} \quad (8)$$

где y – продолжительность периода от окончания роста весенних побегов до начала роста вторичных и летних побегов, x_2 – сумма осадков за период.

Коэффициент парной корреляции (*R*) равен 0,95.

Межфазный период от окончания роста до полного одревеснения весенних побегов протекает, как правило, в раннелетний период с III декады мая по III декаду июня. Только в 2003 году побеги одревеснели ко II декаде июля. Даты межфазного периода от окончания роста до полного одревеснения вторичных и летних побегов голубики в разные годы и у растений различных участков существенно варьируют. Период охватывает промежуток времени от середины августа до третьей декады сентября. В отдельные годы (2006 и 2007 гг.) уже к концу первой декады сентября вторичные побеги одревеснели полностью. Как показали наблюдения, длительность рассматриваемых межфазных периодов связана с количеством атмосферных осадков: как переизбыток (выше среднемноголетних значений), так и недобор осадков сокращает период полного одревеснения побегов голубики топяной. Зависимость продолжительности рассматриваемых периодов от суммы осадков может быть аппроксимирована уравнениями 9 (*R*=0,68) и 10 (*R* =0,97) При сумме осадков 80-90 мм продолжительность вызревания побегов задерживается, при сумме 30-40 или 140-150 мм – сокращается.

$$y = 13{,}237 + 0{,}550919 \cdot x_2 + (-0{,}00321) \cdot x_2^{\,2} \quad (9)$$

где y – продолжительность периода от окончания роста до полного одревеснения весенних побегов, x_2 – общее количество осадков за период.

$$y = 23{,}6014 + (-0{,}65445) \cdot x_2 + 0{,}010738 \cdot x_2^{\,2} \quad (10)$$

где y – продолжительность периода от окончания роста до полного одревеснения вторичных и летних побегов, x_2 – общее количество осадков за период.

Прослеживается влияние осадков на продолжительность межфазного периода от окончания одревеснения вторичных и летних побегов до конца вегетации растений голубики, то есть до полного изменения окраски листьев вторичных и летних побегов. Так, количество осадков в 2005 году, когда продолжительность межфазного периода была минимальна (5 дней) составило 0 при норме 18. И, напротив, в 2003 году, когда продолжительность

рассматриваемого периода у растений различных участков была от 26 до 33 дней, выпало 110,3 мм при норме 49 мм. Указанная связь может быть описана уравнением 11 (R=0,91):

$$y = 6{,}94165 + 0{,}758475 \cdot x_2 + (-0{,}00461) \cdot x_2^{\,2} \quad (11)$$

где y – продолжительность периода от окончания одревеснения вторичных и летних побегов до полного окрашивания листвы, x_2 – общее количество осадков за период.

Заключение. Выявлено, что на каждом этапе сезонного развития растений голубики топяной в условиях культуры имеет место преимущественное влияние какого-либо одного из метеорологических факторов на продолжительность межфазных периодов. Установлено, что продолжительность начальных фаз вегетации и периодов развития генеративной сферы голубики (кроме периода созревания) в большей степени обусловлены среднесуточными температурами воздуха и суммами положительных температур: длительность периодов от дня перехода среднесуточных температур воздуха выше 0^0C до разверзания почек, от разверзания генеративных почек до начала цветения, продолжительность цветения тем больше, чем ниже среднесуточная температура воздуха. На длительность периода созревания ягод голубики и межфазные периоды развития вегетативной сферы оказывают большее влияние осадки и количество часов солнечного сияния: повышенное (относительно среднемноголетних значений) количество осадков и уменьшение часов солнечной инсоляции вызывает задержку созревания ягод голубики топяной. Продолжительность периода полного одревеснения побегов голубики топяной в большей степени зависит от условий увлажнения: как переизбыток (выше среднемноголетних значений), так и недобор осадков его сокращает. Недостаток количества атмосферных осадков уменьшает период от окончания роста весенних побегов до начала роста вторичных побегов и ускоряет окончание вегетации растений. Связь метеорологических факторов с длительностью межфазных периодов отображается аналитически в виде уравнений регрессии.

Литература

1. Волчков В.Е. Некоторые итоги плантационного выращивания лесных ягодных растений семейства Брусничные в БССР // Плантационное

выращивание грибов и ягод: докл. совещ. - семинара, Гомель, 13-14 октября 1987 г. / БелНИИЛХ, редкол.: В.Е. Волчков [и др.]. Гомель, 1988. С. 4-7.

2. Юркевич И.Д., Голод Д.С., Ярошевич Э.П. Фенологические исследования древесных и травянистых растений. Минск: Наука и техника, 1980. 28 с.

3. Бейдеман И.Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. - Новосибирск: Наука, 1974. 155 с.

4. Шульц Г.Э. Общая фенология. Л.: Наука, 1981. 188 с.

SOROKINA G.V.

THE IMPACT OF CERTAIN OF THE METEOROLOGICAL FACTORS UPON THE SEASONAL DEVELOPMENT OF BOG BLUEBERRY (*VACCINIUM ULIGINOSUM* L.) IN CULTURE CONDITIONS

Summary

The impact has been analyzed of certain of the meteorological factors upon the onset of phenological phases and length of interphase periods. It has been found that at one or other phenological phase of the seasonal development of bog blueberry a particular factor may have a more profound effect as against the other factors. The interrelation between the environmental factors and length of interphase periods is expressed by regression equations.

УДК 58.02 : 581.14 : 631.8 : 612

СПИЦЫН А.А.

СКРИНИНГ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ САЛИЦИЛОВОЙ КИСЛОТЫ РАЗЛИЧНОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ПО ИХ ВЛИЯНИЮ НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН И МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОРОСТКОВ ГОРОХА (*PISUM SATIVUM L.*) В НОРМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ И ПОД ВЛИЯНИЕМ ГИПОКСИИ И ГИПОТЕРМИИ

Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича

Введение. Исследование влияния экзогенных биологически активных веществ (БАВ) на рост, развитие и устойчивость растений уже много десятилетий составляет важное направление биологических исследований. Однако последнее время

наблюдается тенденция к расширению исследуемого диапазона концентраций. В 90-х годах двадцатого века в научную литературу прочно вошел термин сверхмалые или сверхнизкие концентрации. При всех имеющихся количественных различиях в существующих в литературе определениях границы, разделяющей сверхмалые дозы от обычно применяемых, общая точка зрения состоит в том, что сверхмалыми дозами биологически активных веществ следует считать дозы, эффективность которых не может быть объяснена с общепринятых в настоящее время позиций и требует разработки новых концепций [1].

Многие исследования, посвященные влиянию сверхнизких концентраций БАВ на биологические объекты, связаны с эффектом, оказываемым на мембраны. Некоторые исследователи именно мембранам отводят роль мишени для сверхмалых доз биологически активных веществ. Существует некоторое количество фактов, свидетельствующих о влиянии сверхмалых концентраций БАВ на микровязкость глубинных слоёв липидов мембран клеток и перекисное окисление липидов, что напрямую связано с эластичностью и устойчивостью мембраны в целом [2].

Некоторые исследователи считают мишенью действия ультраструктуру воды [3]. Достаточно сложно себе представить трансляцию изменения кластерного состояния воды на глубинные (т.е. принципиально гидрофобные) слои липидов. Тем не менее, исключать такую возможность не стоит [3]. Упомянутые исследования произведены на мембранах клеток животных или на модельных мембранах. При этом окруженные клеточной стенкой мембраны растений фактически не попали в поле зрения учёных, занятых проблемой сверхмалых концентраций БАВ [2].

Целью наших исследований было установить концентрационную зависимость эффекта экзогенного антиоксиданта (салициловой кислоты) на устойчивость прорастающих семян и ювенильных растений гороха (*Pisum sativum* L.) к ряду мембранотропных стрессоров, а именно стрессу набухания (характерному для всех крупных семян), гипоксии и гипотермии. Предметом исследования послужили влияние салициловой кислоты (СК) на морфо-физиологические параметры в процессе прорастания семян — выход электролитов из набухающих семян, всхожесть, длина осевых органов семидневных

проростков, выход свободных нуклеотидов из корней семидневных проростков.

Материалы и методы исследования. Для предпосевной обработки семян гороха применяли водные растворы СК в концентрациях 10^{-20} М, 10^{-18} М, 10^{-16} М, 10^{-14} М, 10^{-12} М, 10^{-10} М, 10^{-8} М, 10^{-6} М, 10^{-4} М, 10^{-2} М. Этот ряд представляет собой геометрическую прогрессию с множителем 100х. Многие исследователи при проведении скрининга малых и сверхмалых концентраций применяли ряд, представляющий собой геометрическую прогрессию с множителем 10х или 100х [2]. Однако фактически никто не привёл удовлетворительного обоснования такой периодичности, кроме удобства для экспериментатора. Вероятно, такой подход к созданию ряда исследуемых концентраций остался в наследство от гомеопатии— практической области в которой впервые были применены сверхмалые концентрации химических факторов. Однако «традиционность» – достаточно слабый аргумент в данном случае. У выбора подобного концентрационного ряда имеются более веские основания, которые, впрочем, не сразу были известны. В этом смысле интерес представляет собой исследование проведённое Ф. Р. Черниковым [5], который на примере ряда гомеопатических препаратов показывает, что коллективное динамическое структурное состояние жидкой среды препарата представляет собой фрактальную структуру. В силу этого нас в большей степени будет интересовать изменение эффекта от порядка к порядку, чем внутри порядка. Ряд растворов в исследованиях Ф. Р. Черникова создавался путём перенесения аликвоты из раствора с большей концентрацией в воду [5]. Таким же образом поступили и мы.

Семена замачивали в растворах в течение 24 часов. Рассматривали влияние СК в нормальных и стрессорных условиях (гипоксия и гипотермия). Под нормальными условиями здесь понимается проращивание в течении 11 суток при температуре 20º±2º между слоями фильтровальной бумаги, помещённой в чашки Петри, накрытые вместо плоских крышек пластиковыми колпаками с отверстиями для вентиляции. Бумага постоянно увлажнялась через посредство бумажных фитилей, вставленных в прорези в дне чашек. Замена проращивания на песке (предусмотренного для семян гороха ГОСТ 12038-84), подобной гидропонной системой

вызвано тем, что она даёт больше (по сравнению с песком) возможностей контролировать контакт семян с различными веществами. Этот момент представляется нам очень важным при работе с малыми и сверхмалыми концентрациями регуляторов роста, применяемых для обработки. Всхожесть учитывали на 8-е сутки после закладки эксперимента (ГОСТ 12038-84), на 11-е сутки измеряли длину главного корня, эпикотиля, определяли сырую массу проростка.

Стресс вызывали по следующей процедуре: 75—100 семян заливали 100 мл воды и выдерживали при 24°±2° С в течение 48 часов. После этого семена выдерживали ещё 48 ч при температуре 0°±2° С, затем раскладывали на чашки Петри, снабженные колпаками и фитилями, как описано выше, и выращивали при температуре 20±2° С в течении 7 суток. Всхожесть учитывали на 8-е, а ростовые параметры на 11-е сутки с момента замачивания.

Применяли метод косвенной оценки перфорированности мембран по выходу электролитов и выходу свободных нуклеотидов. Первый метод использовали по отношению к набухающим семенам, а второй – по отношению к корням проростков. Для определения выхода электролитов обработанные семена подсушивали при комнатной температуре до влажности 18% (влажность спелых семян), после чего семена помещали по 50 штук в сосуды, содержащие по 250 мл воды. Точную массу семян фиксировали предварительно. Семена выдерживали в воде в течение суток при температуре 24±1° С, после чего раствор тщательно перемешивали и измеряли его электропроводность, которую пересчитывали на сырую массу семян.

Для оценки выхода свободных нуклеотидов из клеток корней проростков корни отсекали, определяли их точный вес и помещали на 2 часа в пробирки, содержащие по 10 мл дистиллированной воды, после чего измеряли экстинкцию раствора при длине волны 260 нм. По величине экстинкции раствора судили о выходе свободных нуклеотидов из клеток корней [6].

Данные обрабатывали на ЭВМ при помощи программного пакета Microsift Excel, вычисляли средне значение, стандартное отклонение и доверительный интервал [9]. Достоверность различий между вариантами оценивали попарно при помощи двухвыборочного t-теста с различными дисперсиями [9].

Результаты и их обсуждение. Исследования выхода электролитов из набухающих семян гороха показали, что наиболее значительное повышение выхода электролитов наблюдалось под влиянием СК в концентрации 10^{-18} М, 10^{-14} М, 10^{-2} М (на 18%, 17%, и 168% соответственно). Концентрация 10^{-2} М при этом была токсична для семян, что выражалось в снижении всхожести до 1-2%. Снижение выхода электролитов из набухающих семян гороха было обнаружено при действии СК в концентрациях 10^{-16} М и 10^{-8} М (на 9% и 10% соответственно). Зависимость доза-эффект в диапазоне 0—10^{-4} М описывается полимодальной кривой с тремя максимумами и двумя минимумами при данном количестве вариантов.

СК в исследованных концентрациях не оказывала достоверного (на 95% уровне значимости) влияния на всхожесть (рис 1). Однако при контрольной всхожести 92,3±4,2% наблюдали тенденцию её повышения при действии СК в концентрациях 10^{-12} М и 10^{-10} М (до 97,3±1,3 %). Менее выраженная тенденция повышения всхожести при действии СК отмечена для концентраций 10^{-14} М (96±2,6%) и 10^{-6} М (95,7±0,33%). Обработка СК в концентрации 10^{-16} М вызывала тенденцию к снижению всхожести до 84,4±3,6%, тенденция снижения всхожести наблюдалась и при обработке СК в концентрациях 10^{-20} М (89±4,2%), 10^{-8} М (90±1,8%) и 10^{-4} М (89,3±3,3%). Таким образом, полученную в результате наблюдений кривую зависимости всхожести от концентрации можно охарактеризовать как полимодальную (рис. 1). При данном количестве исследованных концентраций в ней представляется возможным обнаружить 3 максимума (10^{-14} М, 10^{-12}—10^{-10} М и 10^{-6} М) и 4 минимума (10^{-20} М, 10^{-16} М, 10^{-8} М, 10^{-4} М).

Обработка СК во всех исследованных концентрациях (исключая концентрации 10^{-10} М и 10^{-6} М) вызывала тенденцию к снижению длины корня (Рис 1). При этом, достоверное снижение ($t>t_{крит.}$, $P<0,05$) длины корня наблюдалось при действии СК в концентрации 10^{-20} М (на 0,9 см или на 12% от контроля), 10^{-16} СК (на 1,3 см или на 15,85% от контроля), 10^{-12} М (на 1,37 см или на 16,7% от контроля) и 10^{-8} М (на 0,87 см или на 10,6% от контроля). При действии СК в концентрациях 10^{-10} М и 10^{-6} М наблюдали тенденцию увеличения длины корня (на 0,44 и 0,46 см или на 5% и 5,6% относительно контроля соответственно), однако эти различия

не были достоверны на уровне значимости 95%. Кривая зависимости влияния СК на длину корня от концентрации водного раствора СК, как и в случае всхожести, носит полимодальный характер и имеет 4 максимума (10^{-18} М, 10^{-14} М 10^{-10} М и 10^{-6} М), три из которых совпадают с максимумами кривой всхожести, и 5 минимумов (10^{-20} М, 10^{-16} М, 10^{-12} М, 10^{-8} М, 10^{-4} М), при этом водный раствор СК во всех исследованных концентрациях, начиная 10^{-12} М и менее, приводит к снижению длины корня, а тенденции к повышению длины корня появляются только при действии более высоких концентраций. (рис 1) Подобные зависимости характерны для биологических эффектов ряда веществ, способных действовать в сверхмалых дозах.

Что касается влияния СК на длину эпикотиля, то СК не оказывала достоверного влияния на этот показатель при 95% уровне значимости. Однако при действии СК в концентрациях ниже 10^{-12} М наблюдалась тенденция снижения длины эпикотиля (рис. 1), при этом наибольшее действие наблюдалось при действии СК в концентрациях 10^{-16} М (на 0,79 см или на 19,1% от контроля (различие достоверно при уровне значимости 90%)) и 10^{-12} М (на 0,73 см или на 17,7% от контроля). При этом установлено последовательное усиление ингибирования с возрастанием от 10^{-20} М к 10^{-16} М затем снижение ингибирования при дальнейшем возрастании концентрации.

Салициловая кислота в концентрации 10^{-20} М вызывала тенденцию к повышению массы проростка, однако при действии СК в концентрациях 10^{-18} М и 10^{-16} М тенденции были противоположными, хотя достоверных различий по массе по сравнению с контрольным вариантом отмечено не было. Начиная с концентрации 10^{-14} М, наблюдается повышение массы проростка, однако, достоверное превышение контрольной массы проростка наблюдается только в варианте с обработкой СК в концентрации 10^{-6} М (на 62 мг или на 11% относительно контроля) (рис. 1).

Суммируя всё сказанное, важно подчеркнуть, что зависимость доза-эффект при влиянии СК на всхожесть семян и длину осевых органов 11-дневных проростков носит полимодальный характер. Также можно заключить, что СК способна оказывать влияние на эти параметры не только в ранее исследовавшихся, но и в сверхмалых концентрациях. В частности, на длину главного корня влияние наблюдается только в сверхмалых (ниже 10^{-12} М)

концентрациях. Относительно длины корня и массы проростка с повышением концентрации наблюдалась смена «знака действия» с ингибирующего на стимулирующее. Ингибирующий эффект СК проявляется сильнее в диапазоне концентраций от 0 до 10^{-12} М (т.е в диапазоне сверхмалых концентраций), чем в диапазоне от 10^{-12} М до 10^{-4} М. Наиболее сильное ингибирование прорастания семян и развития проростков наблюдается при действии СК в концентрации 10^{-16} М, а максимальное стимулирующее действие оказывает СК в концентрации 10^{-10} М и 10^{-6} М, при чём после обработки СК в концентрации 10^{-10} М ускоряется рост осевых органов проростка в длину, а при действии СК в концентрации 10^{-6} М— увеличение сырой массы.

Корреляционный анализ показал, что при возрастании концентрации экзогенной СК длина корня изменяется прямо пропорционально всхожести семян гороха (r=0,79, где r – коэфициент корреляции), при чём оба эти показатели изменяются обратно пропорционально выходу электролитов из набухающих семян гороха (r= -0,804 и r=-0,958 соответственно). При этом не наблюдается прямой связи длины эпикотиля со всхожестью и выходом электролитов (r=-0,509, и r=0,305). Исходя из этого, можно сделать вывод, что механизм действия различных концентраций СК, независимо от характера действия каждой конкретной концентрации, в целом связан с поведением мембран зародышевого корешка при набухании и последующем прорастании семян.

Действие гипоксии и гипотермии привело к повышению выхода нуклеотидов из корней 11-дневных проростков на 266%, снижению всхожести на 71%, длины корня на 84%, длины эпикотиля на 83% и массы проростка 30% относительно контроля (различия достоверны при 95% уровне значимости). СК в концентрациях 10^{-20} М, 10^{-18} М, 10^{-14} 10^{-12} и 10^{-6} М усиливала подавление прорастания, приводя к гибели семян, а СК в концентрациях 10^{-16} М, 10^{-10} М, 10^{-8} М – частично снимала действие стрессовых факторов. (Рис. 2)

Так, СК в концентрации 10^{-16} М, 10^{-10} М (рис 2) снижала выход свободных нуклеотидов (на 105% и 111% относительно контроля), увеличивала всхожесть семян (на 25% и 30%), СК в концентрации 10^{-8} М так же увеличивала всхожесть семян (на 27%), но при этом и значимо увеличился выход свободных нуклеотидов из корней 11-

дневных проростков (на 337%). Исходя из этого можно высказать предположение о различии в механизмах действия СК в концентрациях ниже 10^{-10} М включительно (сверхмалых) и более высоких концентрациях. Обработка СК в концентрациях 10^{-10} М приводила также к достоверному увеличению длины эпикотиля (на 5%) и корня (на 21%). Таким образом, наилучшее развитие в условиях гипоксии и гипотермии получили семена, обработанные СК в концентрации 10^{-10} М. (рис. 2) В условиях гипоксии и гипотермии мы также наблюдаем факт действия СК в сверхмалых дозах. Водный раствор СК в ряде концентраций потенцирует действие гипоксии и гипотермии, а в ряде концентраций— наоборот повышает устойчивость к этим факторам. При действии концентраций ниже 10^{-8} М наблюдается обратная зависимость между всхожестью семян и выходом свободных нуклеотидов из корней 11-дневных проростков, а при действии СК в концентрации 10^{-8} и выше строгой зависимости между этими двумя показателями не наблюдается. Это наводит на мысль о том, что протекторное действие водного раствора СК в сверхмалых дозах основано на повышении устойчивости мембран, тогда как действие СК в более высоких концентрациях может иметь иной механизм. Сопоставляя этот факт с данными, полученными в нормальных условиях, можно заметить, что при действии гипоксии и гипотермии концентрация, при которой происходит смена механизмов действия, становится более высокой, так как при действии на семена гороха с низкой контрольной всхожестью этот момент наступает при концентрации СК 10^{-12} М, в данном случае при концентрации 10^{-8} М.

Заключение. В ранее проведённых различными авторами исследованиях было показано, что СК способна повышать устойчивость растений [7] и снижать гормональные изменения, вызванные стрессовыми факторами [8]. При этом водный раствор СК применялся в диапазоне концентраций от 10^{-6} до 10^{-4} М, при чём в последней концентрации СК была наиболее эффективна в качестве защитного вещества для злаковых культур, в частности для пшеницы [8]. В наших исследованиях подтвердился факт положительного действия СК в условиях ряда абиотических стрессов. Однако нами был расширен диапазон применённых концентраций, в результате чего была продемонстрирована способность СК действовать в сверхмалых концентрациях. Результаты проведённого скрининга показали, что СК можно

отнести к веществам, способным оказывать эффект в сверхмалых дозах, что характерно далеко не для всех БАВ [1]. Зависимость доза-эффект по нашим данным описывается полимодальной кривой, точная форма которой зависит от описываемого параметра. Как правило, эта кривая имеет, по крайней мере, три максимума, хотя некоторые параметры изменяются с большей частотой. При этом наблюдаются различия в характере взаимосвязей между морфофизиологическими параметрами в диапазоне малых, сверхмалых концентраций и в переходной зоне между ними. Так, при действии СК концентрациях от 10^{-20} до 10^{-14} М наблюдается инверсный характер взаимосвязей между всхожестью семян гороха и выходом свободных нуклеотидов из корней 11-дневных проростков, тогда как в области более высоких концентрацияй СК строгой зависимости между этими двумя показателями не наблюдается. Из этого следует вывод, что диапазон концентраций 10^{-14} М— 10^{-12} М является граничным, т.е. растворы СК в концентрациях более низких имеют один механизм влияния, а СК в концентрациях более высоких— другой. Данная граница смещается в условиях гипоксии и гипотермии в сторону концентрации 10^{-8} М.

Один из возможных способов объяснения механизма влияния СК в сверхмалых концентрациях на устойчивость растений является действие её в качестве мембранотропного агента. В зависимости от концентрации СК способна влиять на физические свойства липидного бислоя мембран, повышая или снижая его эластичность, текучесть и способность к репарации. В пользу такого объяснения говорит тот факт, что СК повышает устойчивость к стрессорам, непосредственно создающим нагрузку на мембраны, а именно— гипоксии и гипотермии.

О мембранотропном механизме действия СК свидетельствует так же прямая зависимость между всхожестью и выходом свободных электролитов из набухающих семян. Коэффициент корреляции между всхожестью и выходом нуклеотидов из корней 11-дневных проростков на участке кривой от 10^{-12} М до 10^{-4} М так же высок, но не достаточен для того, что бы считать связь между этими параметрами однозначной. Следует так же отметить, что СК оказывает влияние преимущественно на рост и развитие корневой системы.

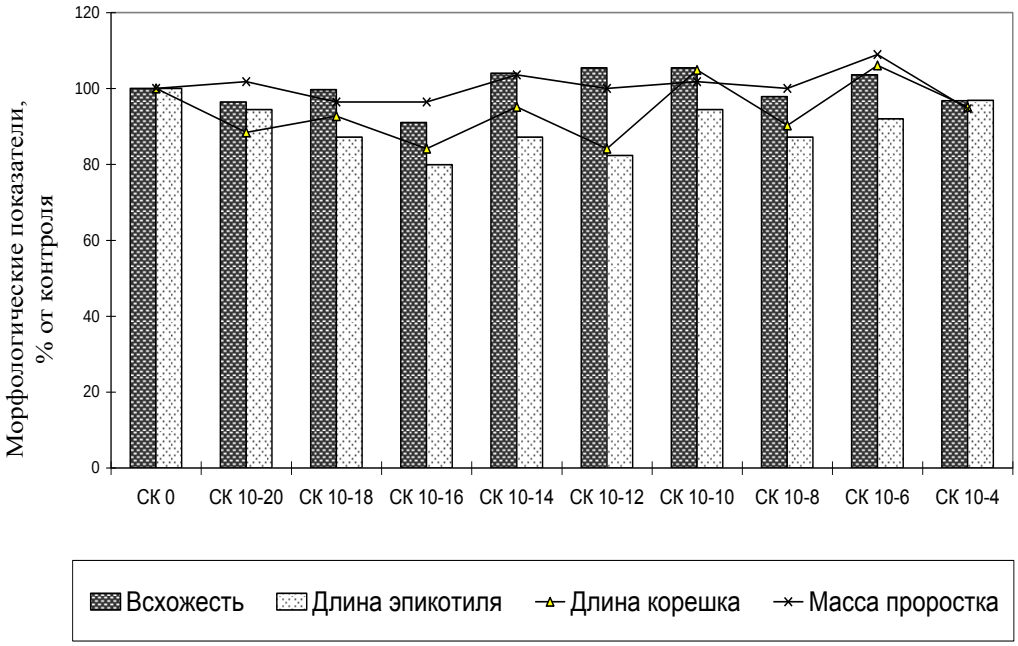


Рис. 1. Зависимость эффекта предпосевной обработки СК от концентрации раствора на морфофизиологические параметры проростков гороха

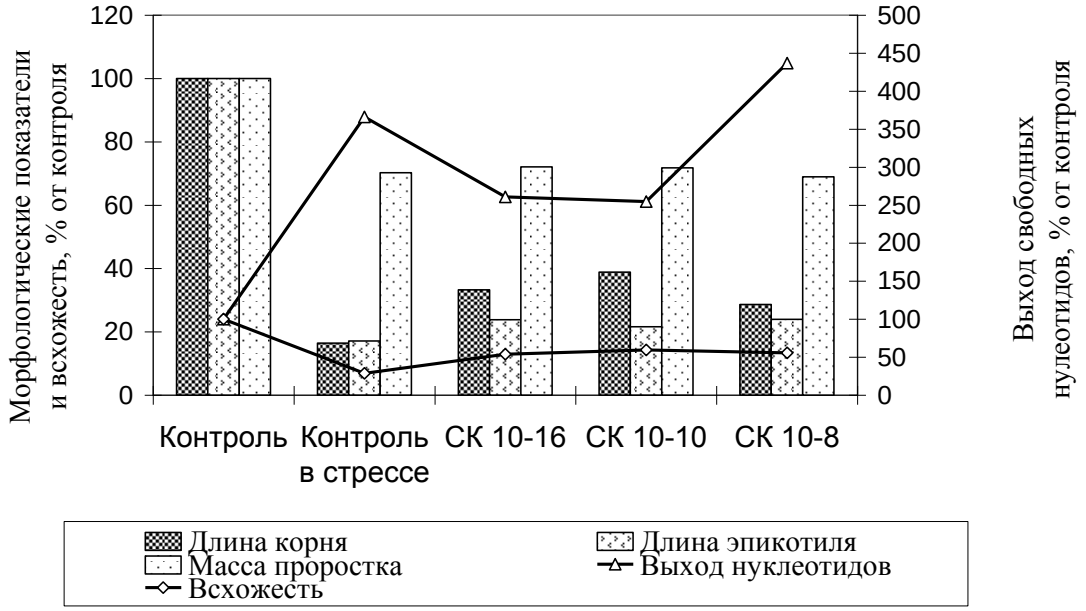


Рис. 2. Влияние СК на морфофизиологические показатели растений гороха в условиях гипоксии и гипотермии.

Литература

1. Бурлакова Е.Б., Кондратов А.А., Мальцева Е.Л. // Химическая физика. 2003. Т. 22. № 2.С. 21—40.

2. Спицын А.А. // Ботаника (исследования): сборник научных трудов. Выпуск 36. Мн., 2008. С.473-486

3. Алимов Н.И., Павлов А.Ю., Кузнецов П.Е., Злобин В.А., Назаров Г.В., Рогачёва С.М., Слугина Т.В., Арефьева О.А. // Механизмы действия

сверхмалых доз: Тезисы докладов 3-го международного симпозиума. М., 2002. С. 3-4

4. Терещенкова Ю.А. Голощапов А.Н. Бурлакова Е.Б. // Механизмы действия сверхмалых доз: Тезисы докладов 3-го международного симпозиума. М., 2002. С .41

5. Черников Ф.Р. // Радиационная биология. Радиоэкология. 2003. Т. 43. № 3. С. 367-369

6. Кабашникова Л.Ф. Способ ранней диагностики эффективности многокомпонентных капсулирующих составов для обработки семян. Минск, 2003

7. Raskin, I. // Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 1992. Vol. 43, P. 439-463

8. Шакирова Ф.М. // Агрохимия. 2000. №11. С. 87—94

9. Рокицкий П.Ф.Биологическая статистика. Минск, 1973

SPITSYN A.A.

DIFFERENT CONCENTRATION SALICYLIC ACID WATER SOLUTIONS SCRINING BY INFLUENCE ON SEED GARMINATION AND PEA SEEDLINGS MORPHOPHYSIOLOGICAL RATES IN NORMAL CONDITIONS AND UNDER HYPOXIA AND LOW TEMPERATURE IMPACT

Summary

We investigate 10^{-20} M, 10^{-18} M, 10^{-16} M, 10^{-14} M, 10^{-12} M, 10^{-10} M, 10^{-8} M, 10^{-6} M, 10^{-4} M, 10^{-2} M salicylic acid water solutions effect on seed germination and pea seedlings resistance against hypoxia and hypothermia. Salicylic acid affects on pea seeds and pea seedlings in polymodal concentration depending manner. Depending on concentration SA stimulates or inhibits seed germination, axial organs growth and pea seedlings resistance. There was observed differences in character of relationship between various morphophysiological rates under impact of SA in diapason from 10^{-20} M to 10^{-12} M and another one from 10^{-10} M to 10^{-4} M.

Наблюдается разница в характере взаимосвязи различных морфофизиологических показателей гороха при действии СК в диапазоне концентраций от 10^{-20} М до 10^{-12} М и в диапазоне от 10^{-10} М до 10^{-4} М.

УДК 633.31/.37: 581.2.02

В.Е .ЦЫГАНОВ[2], А.И. ЗАБОЛОТНЫЙ[1], Т.А. БУДКЕВИЧ[1],
А.И. ЖЕРНАКОВ[2], В.Е. КИМ[2], О.А. КУЛАЕВА[2],
К.Н. ДЕМЧЕНКО[2,3],

ВЛИЯНИЕ КАДМИЯ НА РАЗВИТИЕ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ КЛУБЕНЬКОВ У ЛЯДВЕНЦА РОГАТОГО (*LOTUS CORNICULATUS* L.) И ЛЯДВЕНЦА ЯПОНСКОГО (*LOTUS JAPONICUS* (REGEL.) K. LARSEN)

[1]*Институт экспериментальной ботаники им.В.Ф.Купревича*
[2] *Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии РАСХН*
[3]*Ботанический институт им В.Л.Комарова РАН*

Введение. Эффективность симбиотической азотфиксации бобовыми растениями может быть значительно снижена под действием различных стрессов. В результате все возрастающей антропогенной нагрузки одним из важнейших стрессовых факторов в окружающей среде становятся токсичные концентрации тяжелых металлов. В их ряду одним из наиболее распространенных и токсичных элементов, обладающих при этом высокой биологической подвижностью, является кадмий [3,7].

В последние годы для молекулярно-генетических исследованиий бобовых растений в качестве модельного растения, формирующего детерминированные клубеньки (с ограниченной меристематической активностью), все шире привлекается *Lotus japonicus* (Regel.) K. Larsen [8]. В свою очередь, с целью применения в качестве новой перспективной бобовой культуры в практику сельскохозяйственного производства внедряется такой вид как *Lotus corniculatus* L. [1]. В этой связи представлялось целесообразным использовать данные виды растений, с учетом их назначения, для исследования механизмов устойчивости бобовых к токсичному действию тяжелых металлов, в частности, кадмия. Влияние различных концентраций кадмия в субстрате на развитие и функционирование симбиотических клубеньков у *L. corniculatus* изучали на основе анализа основных ростовых параметров и азотфиксирующей активности при выращивании растений в почвенной культуре. Влияние кадмия на функционирование симбиотических клубеньков у *L. japonicus* исследовали в условиях гидропонной культуры на основе анализа азотфиксирующей

активности, гистологической организации клубеньков и уровня экспрессии гена, кодирующего фенилаланинаммоний-лиазу.

Материалы и методы исследования. В работе были использованы два вида бобовых растений: модельное – лядвенец японский (*Lotus japonicus* (Regel.) K. Larsen) сорта Gifu из коллекции ГНУ ВНИИСХМ – и используемое в сельском хозяйстве – лядвенец рогатый (*Lotus corniculatus* L.) сорта Московский 25.

Для инокуляции *L. japonicus* использовали штамм *Mesorhizobium loti* A30 (любезно предоставленный проф. Й. Стоугаардом, Орхуский университет, Дания). Культура *M. loti* выращивалась на среде TY со стрептомицином 250 мкг/мл. Состав среды: триптон – 5 г/л; дрожжевой экстракт – 3 г/л; $CaCl_2$ – 0,5 г/л; агар – 15 г/л; pH=6,8. Ризобии высевали на чашки Петри и культивировали в термостате при температуре 28°С в течение восьми суток.

Формирование клубеньков на корнях *L. corniculatus* происходило за счет аборигенных штаммов, присутствующих в использованной для проведения опыта почве.

Растения *L. corniculatus* выращивали в вегетационных опытах в сосудах Митчерлиха емкостью 8,0 кг, которые наполняли дерново-подзолистой супесчаной почвой с агрохимическими показателями: NO_3^- – 3,7 мг/кг; P_2O_5 – 122 мг/100 г; K_2O – 100 мг/100 г; Ca^{2+} – 145 мг/100 г; pH_{KCl} 6,5. Фоновое содержание Cd в почве составляло 0,5 мг/кг. Избыточную концентрацию Cd создавали внесением в почву перед посевом соли $CdCl_2x2H_2O$. Семена *L. corniculatus* предварительно замачивали в дистиллированной воде, проращивали в течение 2-х суток в термостате при температуре 22 оС и высаживали в почву из расчета 15 растений на сосуд. После укоренения проростков количество растений в сосудах выравнивали до 8 штук. Опыт закладывали в 7-кратной повторности по каждому варианту. Контролем служил вариант с фоновым содержанием Cd в почве. В период вегетации влажность почвы в сосудах поддерживали на уровне 60-70 % ППВ. Для анализа активности азотфиксации отбирали растения из 3-х сосудов, отмывали на сите от почвы в проточной воде, отбирали характерные цветущие растения, отделяли корневую систему и повторно отмывали в дистиллированной воде. Навески корней с клубеньками сырой массой 2,0-2,5 г помещали на полиэтиленовых подложках в стандартные стеклянные флаконы емкостью 65 мл, на дно

предварительно наливали 15 мл насыщенного раствора NaCl. Флаконы закрывали резиновыми пробками и запечатывали винтовыми стопорами. Шприцем из флаконов отбирали по 5 мл воздуха, который замещали 5 мл ацетилена (чда). Флаконы оставляли на 1 час, после чего флаконы переворачивали с целью смачивания навески корней раствором NaCl для остановки реакции. Концентрацию образовавшегося этилена анализировали на газовом хроматографе «Chrom 5» (Чехословакия). Затем навеску корней с клубеньками извлекали из флаконов и отмывали от соли, клубеньки отделяли, с помощью фильтровальной бумаги удаляли избыток влаги с их поверхности и взвешивали. Азотфиксирующую активность выражали в микромолях C_2H_4 в расчете на 1 г сырой массы клубеньков в час. Содержание Cd в корнях и клубеньках определяли методом атомно-эмиссионной спектрометрии с использованием спектрометра IRIS Intrepid II XDL DUO (Intertech Corporation, США).

Семена *L. japonicus* перед посадкой обрабатывали концентрированной серной кислотой в течение 15 мин, после чего десятикратно промывали водопроводной водой, очищенной с помощью фильтра Аквафор В300. Семена были посажены в сосуды, вмещающие 80 г вермикулита. В каждый сосуд добавляли по 160 мл минерального питательного раствора. Состав раствора: NaCl – 0,29 мг/л, KH_3PO_4 – 14,96 мг/л, $Ca(NO_3)_2$ – 8,2 мг/л, $MgSO_4$ – 48 мг/л, KCl – 22,35 мг/л, $CaCl_2$.$2H_2O$ – 10,2 мг/л, H_3BO_3 – 0,062 мг/л, $MnSO_4$ x $5H_2O$ – 0,241 мг/л, $ZnSO_4$ – 0,16 мг/л, $CuSO_4$ x $5H_2O$ – 0,2 мг/л, тартрат железа – 0,5 мг/л. Растения выращивали в фитокомнате при температуре 21°С. Для освещения использовали в равном соотношении лампы L58 W/77 Fluora и L58 W/1830 Lumilux Warmwhite (Osram, Германия). Полив растений производили водопроводной водой, очищенной с помощью фильтра Аквафор В300, каждые 3 дня. Растения выращивали в течение 38 дней, после чего растения были извлечены из вермикулита и помещены на одни сутки в растворы с различными концентрациями $CdCl_2$ x $2H_2O$ (0,1, 10, 100, 1000 мкМ). Растворы были приготовлены в сосудах объемом 80 мл, в каждый сосуд помещали 15-20 растений. После суточной инкубации растений в растворах хлорида кадмия, производили сбор материала для определения азотфиксирующей активности, активности гена, кодирующего фенилаланинаммоний-лиазу, световой микроскопии.

Для оценки азотфиксирующей активности клубеньков использовали метод ацетиленовой редукции. Корневые системы отделяли от наземной части и индивидуально помещали в стеклянные флаконы объемом 50 мл. Флаконы закупоривали резиновыми пробками и закрепляли пробки крышками с резьбой. В каждый флакон вводили 5 мл ацетилена (10% избыточного давления). Проводили мониторинг скорости образования этилена. Образцы газовой фазы (1 мл) отбирали с интервалом 1-1.5 ч (точное время документировали и использовали при расчетах) и анализировали на газовом хроматографе GC-2014 (Shimadzu, Япония), оснащенным пламенно-ионизационным детектором. По завершению анализа продукции этилена, клубеньки с каждой корневой системы были собраны, высушены и взвешены. Итоговая азотфиксирующая активность приведена в пересчете на 1 мг сухой клубеньковой ткани.

Для микроскопического изучения клубеньки *L. japonicus* фиксировали 3,7%-ным параформальдегидом и 0,1%-ным глютаральдегидом с добавлением Triton-X 100 – 0,05%, Tween 20 – 0,05% в 1/3 стабилизирующем буфере MTBS (50 мМ пиперазин-N,N’-бис(2-этансульфоновая кислота), 5 мМ $MgSO_4$ x $7H_20$ и 5 мМ этиленгликоль-бис(2-аминоэтиловый эфир)-N,N,N’,N’-тетрауксусная кислота, pH 6,9), после чего инфильтрировали в вакууме 1 ч. После промывки в MTBS в течение 30 мин и в фосфатном буфере PBS (0,14 М NaCl, 2,7 мМ KCl, 6,5 мМ Na_2 HPO_4 x $2H_2O$, 1,5 мМ KH_2PO_4) в течение 15 мин, клубеньки были обезвожены в серии этанола (20%-ный – 20 мин, 30%-ный – 30 мин, 40%-ный – 40 мин, 50%-ный – 50 мин, 60%-ный – 50 мин, 70%-ный – на ночь, 80%-ный – 50 мин, 90%-ный – 50 мин, 96%-ный – 2 раза по 30 мин). Затем клубеньки были окрашены 0,1%-ным толуидиновым синим в этаноле, после чего отмыты в течение 10 мин 96%-ным этанолом и помещены в серию смеси воска Стидмана [9] и этанола (10%-ный – 2ч, 20%-ный – 2ч, 35%-ный – 2ч, 50%-ный – 2ч, 65%-ный – 2ч, 80%-ный – 2ч, 100%-ный – на ночь при 40ºС). Далее материал был погружен на 2 ч в новый 100%-ный воск Стидмана, после чего клубеньки были разложены в специальных резиновых формочках и залиты 100%-ным воском Стидмана и оставлены для полимеризации на сутки при комнатной температуре. Серийные срезы клубеньков (16 мкм) были получены с использованием прецизионного микротома HM360 (Microm

International GmbH, Германия). Срезы были помещены на покрытые 3-аминопропилтриэтоксисиланом стекла, на которые, в свою очередь, был нанесен яичный белок и расправлены добавлением дистиллированной воды. Заливочную среды удаляли путем трехкратной обработки в 97%-ном этаноле в течение 10 мин, с последующими 10 мин обработками 90%-ным этанолом в PBS, 50%-ным этанолом в PBS, PBS и завершающей инкубацией в MTBS в течение 30 мин. Срезы окрашивали 3%-ным раствором алцианового синего в уксусной кислоте в течение 30 мин. Препараты заключали в заливочную среду Eukitt (Fluka, Германия).

Анализ срезов осуществляли с помощью исследовательского микроскопа Axio Imager Z1 (Carl Zeiss, Германия).

Выделение РНК из клубеньков проводили с помощью набора Aurum total RNA Mini Kit (Bio-Rad, США) по схеме изготовителя. Клубеньки растирали в жидком азоте в ступке с помощью пестика. РНК выделяли для каждого из 5 вариантов опыта. Определение концентрации выделенной РНК проводили в разведении 10-1 на спектрофотометре UV mini-1240 (Shimadzu, Япония).

Для определения уровня экспрессии фенилаланинаммоний-лиазы (ФАЛ, ЕС 4.3.1.5) были подобраны праймеры к последовательностям кДНК гена *PAL2* для *L. japonicus* по базам NCBI. В качестве конститутивно экспрессирующегося гена для вычисления относительной единицы активности использовали уровень экспрессии гена убиквитина.

Последовательности подобранных праймеров:

- *PAL2 L. japonicus*: FOR: GGTCAAGCGCATGGTGGCAGAGT
  REV: GGGTGATGTTGTTGTTGATGAGC
- Убиквитин: FOR: ATGCAGATYTTTGTGAAGAC
  REV: ACCACCACGRAGACGGAG

Анализ экспрессии *PAL2* в клубеньках *L. japonicus* проводили в трех повторностях. Реакцию осуществляли в автоматическом амплификаторе ДНК iCyclerIQ5(Bio-Rad, США).

Результаты ПЦР были обработаны с использованием программы iCycler, предоставленной поставщиком прибора для проведения ПЦР в реальном времени.

Для статистической обработки результатов применяли стандартные методы однофакторного дисперсионного анализа с использованием пакета SigmaStat для Windows, версия 3.5 (Systat Software, Inc, США).

Результаты и обсуждение. В результате вегетационных опытов, проведенных в 2008-2009 гг., было показано, что *L. corniculatus* является чувствительным к действию кадмия видом. Причем, следует отметить, что чувствительность проявлялась как на уровне самого растения, так и на уровне симбиотической системы – азотфиксирующих клубеньков. Уже при концентрации Cd в почве 5 мг $кг^{-1}$ отмечаются достоверное снижение, по сравнению с контрольным вариантом, зеленой массы растений (в фазе плодообразования) и четкая тенденция к снижению таких морфометрических параметров как сырая масса корней, сырая масса клубеньков и их количество (табл.1).

Таблица 1. Влияние кадмия на ростовые параметры[1)] *L. corniculatus*. Вегетационный опыт 2008 г.

Содержание Cd в почве, мг $кг^{-1}$	Сырая масса корней, г	Сырая масса клубеньков, г	Количество клубеньков	Зеленая масса, г	
				Фаза цветения	Фаза плодообразования
(контроль) 0,5	5,70±0,60	2,68±0,64	276±62	15,6±1,7	23,7±2,8
5,0	4,13±0,80	1,44±0,15	173±16	12,8±0,4	14,6±0,7*
10,0	3,34±1,10	1,11±0,10*	162±18	8,8±0,6*	11,8±1,1*
15,0	3,52±0,60	1,44±0,26	189±41	11,4±2,0	14,7±0,6*

Примечание: 1) - расчет на 1 модельное растение
* – разница с контролем достоверна при P>0,95

Возрастание концентрации Cd в почве сопровождалось в опытных вариантах увеличением содержания кадмия в корнях и клубеньках, причем аккумуляция кадмия в корнях была в несколько раз выше, чем в клубеньках (табл.2). Снижение азотфиксирующей активности проявлялось уже при концентрации Cd 5 мг $кг^{-1}$, но из-за большой вариации величин в контрольном варианте достоверность различий по данному параметру между контрольным и опытными вариантами была ниже стандартного статистического уровня значимости (табл.2).

Таблица 2. Азотфиксирующая активность клубеньков и содержание кадмия в корнях и клубеньках *L. corniculatus*. Вегетационный опыт 2008 г.

Содержание Cd в почве, мг кг$^{-1}$	Азотфиксирующая активность, мкмоль C_2H_4 ч$^{-1}$ г$^{-1}$ сырой массы клубеньков	Содержание Cd , мг кг$^{-1}$ сухой массы	
		Корни	Клубеньки
(контроль) 0,5	7,9±3,2	1,06±0,19	0,75±0,13
5,0	2,5±1,0	13,71±0,68*	4,66±0,05*
10,0	3,2±1,4	25,56±2,05*	5,58±0,18*
15,0	2,7±1,4	37,99 ±3,04*	9,73±0,29*

Примечание: * – разница с контролем достоверна при P>0,95

Снижение функциональной активности симбиотического аппарата *L. corniculatus*, наблюдаемое нами на фоне изменения концентраций кадмия в почве в диапазоне относительно невысоких величин, при слабой, по сравнению с корнями, способности клубеньков аккумулировать этот металл свидетельствует о высокой чувствительности данного вида к кадмию. Это подтвердили и результаты вегетационного опыта 2009 г., в котором тенденция к снижению азотфиксирующей активности корневых клубеньков проявилась у *L. corniculatus* уже при концентрации в почве Cd 2 мг кг$^{-1}$ (табл.3).

Таблица 3. Азотфиксирующая активность клубеньков, зеленая масса растений и содержание кадмия в корнях *L. corniculatus*. Вегетационный опыт 2009 г.

Содержание Cd в почве, мг кг$^{-1}$	Зеленая масса 1 растения, г	Азотфиксирующая активность, мкмоль C_2H_4 ч$^{-1}$ г$^{-1}$ сырой массы клубеньков	Содержание Cd в корнях, мг кг$^{-1}$ сухой массы	
			Фаза Цветения	Фаза плодообразования
(контроль)	6,39±1,57	22,52±5,97	0,96±0,30	0,91±0,10
2,0	6,81±0,66	13,68±4,56	3,31±0.11*	4,34±0,14*
5,0	5,98±1,52	13,20±4,77	7,32±0,14*	8,37±0,19*

Примечание: * – разница с контролем достоверна при P>0,95

Данные о влиянии кадмия на азотфиксирующую активность *L.japonicus* приведены в табл.4. При концентрациях 1 и 10 мкМ $CdCl_2$x2H2O наблюдалась стимуляция азотфиксирующей активности. При концентрации 100 мкМ $CdCl_2$x2H2O происходило

некоторое снижение активности, а при 1000 мкМ $CdCl_2$x2H2O было выявлено резкое подавление азотфиксирующей активности в проанализированных клубеньках. Сходные результаты по ингибированию азотфиксирующей активности были получены ранее при исследовании влияния кадмия на функционирование азотфиксирующих клубеньков у люцерны [4]. С использованием вермикулит-песчаной смеси было показано, что кадмий приводит к значительному снижению азотфиксирующей активности (на 71% на 59 день после инокуляции) при концентрации 18 мкМ Cd^{2+} и полному ингибированию при концентрации 900 мкМ Cd^{2+} [4]. Сходные результаты были получены позднее: при переносе 4-х недельных проростков в водный раствор, содержащий различные концентрации кадмия, при концентрации 1 мкг Cd^{2+} /мкл (9 мкМ Cd^{2+}) наблюдалось снижение азотфиксирующей активности на 38%, а при концентрации 10 и 100 мкг Cd^{2+}/мкл (90 и 900 мкМ Cd^{2+}) наблюдалось полное ингибирование азотфиксирующей активности [6].Исследования влияния серии концентраций кадмия на развитие симбиотических клубеньков и азотфиксирующую активность у сои показало, что хотя число клубеньков снижалось уже при самых низких концентрациях кадмия (2 мг/кг почвы), в то же самое время наблюдалась некоторая стимуляция азотфиксирующей активности при концентрациях до 5 мг/кг почвы [2]. Однако уже при более высоких концентрациях наблюдалось резкое снижение азотфиксирующей активности.

Таблица 4. Влияние различных концентраций кадмия на азотфиксирующую активность у *L. japonicus*.

Концентрация $CdCl_2 \cdot 2H_2O$, мкМ	Азотфиксирующая активность, нМ C_2H_4 $ч^{-1} \cdot$ $мг^{-1}$ сухой массы клубеньков
0	16,69 ± 5,06
1	26,02 ± 11,39*
10	26,39 ± 7,7*
100	9,45 ± 9,02
1000	1,92 ± 1.42*

Примечание: * – разница с контролем достоверна при P>0,95

Микроскопический анализ выявил типичную для *L. japonicus* гистологическую организацию клубеньков детерминированного типа. Центральная зона клубенька была заполнена

инфицированными и неинфицированными клетками (рис. 1А). В инфицированных клетках центральное положение занимала вакуоль, а бактероиды были расположены по периферии клетки (рис. 1Б). Анализ клубеньков, обработанных 1, 10 и 100 мкМ $CdCl_2 \cdot 2H_2O$, не выявил серьезных нарушений в их гистологической организации (данные не представлены). В то же самое время при концентрации 1000 мкМ $CdCl_2 \cdot 2H_2O$ были выявлены серьезные аномалии, связанные с нарушением симбиотических структур в инфицированных клетках. Наблюдалось разрушение тонопласта и симбиосом, сопровождающиеся высвобождением отдельных бактероидов в цитоплазму клетки (рисунок 1В, Г). Ранее при исследовании влияния кадмия на развитие клубеньков люпина белого в условиях, в которых растения были выращены в условиях гидропонной культуры на перлите при концентрации 18 мкМ Cd^{2+}, были выявлены изменения в гистологической и ультраструктурной организации клубенька. Были отмечены заполнение гликопротеинами межклеточных пространств, также наблюдались инфекционные клетки с деградированными бактероидами (Carpena et al., 2003). При исследовании влияние кадмия на развитие симбиотических клубеньков у сои наблюдались изменения в их ультраструктурной организации, при высоких концентрациях кадмия уменьшалось число бактероидов в симбиосомах [2].

Методом ПЦР «в реальном времени» был определен уровень экспрессии гена *PAL2*, кодирующего ФАЛ в клубеньках *L. japonicus*. Полученные результаты представлены на рисунке 2. Исходя из статистического анализа экспериментальных данных, можно заключить, что экспрессия гена *PAL2* достоверно увеличивается при концентрациях 100 и 1000 мкМ $CdCl_2 \cdot 2H_2O$. Некоторое повышение уровня экспрессии *PAL2* у *L. japonicus* при концентрации 1 мкМ $CdCl_2 \cdot 2H_2O$, скорее всего, является артефактом. При концентрациях кадмия 1 и 10 мкМ $CdCl_2 \cdot 2H_2O$ статистически различимого увеличения уровня экспрессии гена не наблюдалось.

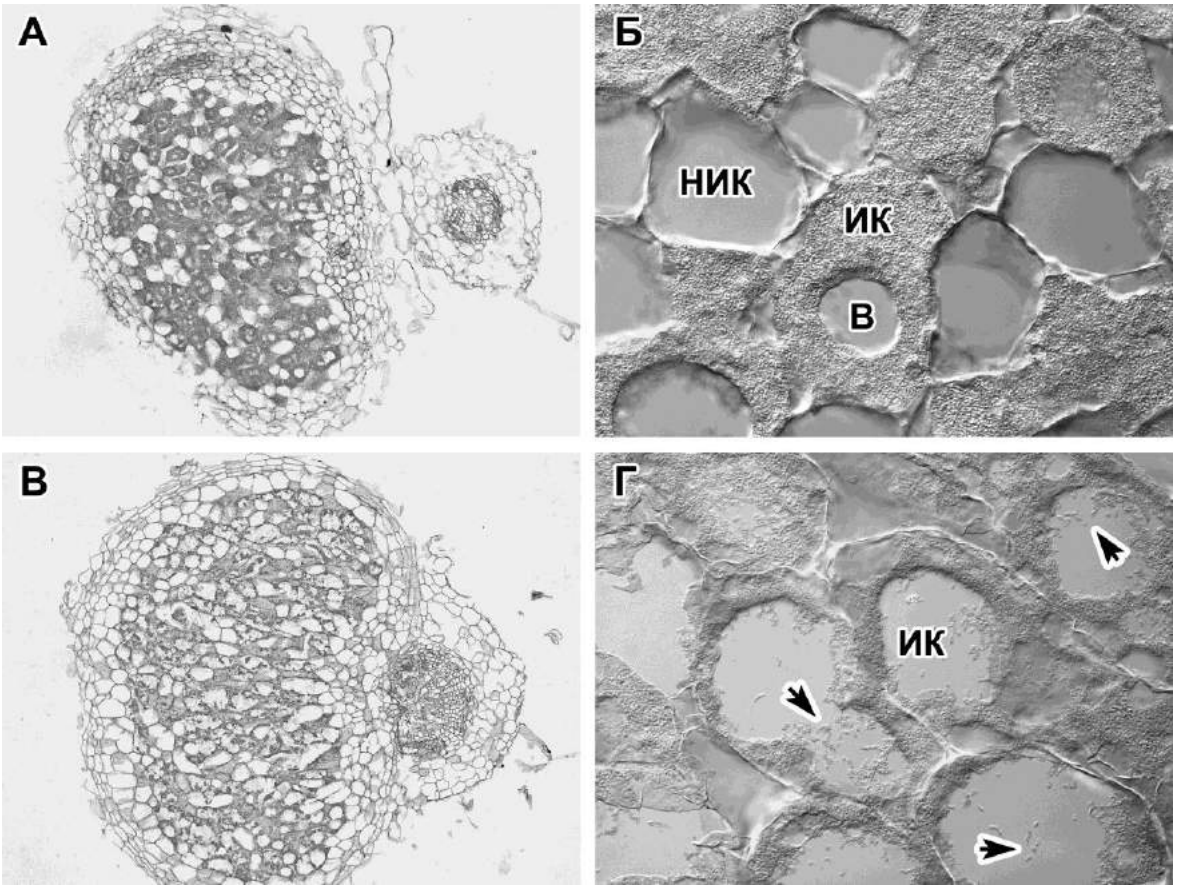


Рис. 1. Гистологическая организация симбиотических клубеньков *L.* Gifu, вариант обработки 1000 мкМ $CdCl_2 \cdot 2H_2O$; ИК – инфицированные *Japonicus*: А, Б – дикий тип Gifu, вариант без обработки; В, Г – дикий тип клетки, НИК – неинфицированные клетки, В – вакуоль, стрелки указывают на бактероиды, высвободившиеся из симбиосом в цитоплазму клеток. Увеличение х150 (А, В) и х1500 (Б, Г).

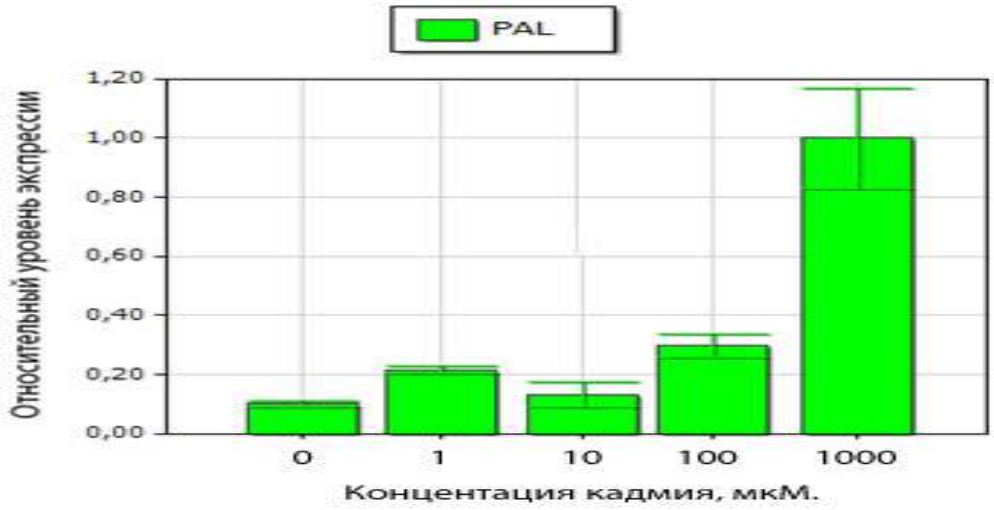


Рис. 2. Изменение уровня экспрессии гена *PAL2* в клубеньках *L. japonicus* в зависимости от концентрации кадмия.

ФАЛ является ключевым ферментом фенилпропаноидного пути, каталилизирующим превращение фенилаланина с образованием транс-коричной кислоты и аммиака. Этот фермент вовлечен в 5 метаболических путей: метаболизм тирозина, метаболизм фенилаланина, метаболизм азота, биосинтез фенилпропаноидов, биосинтез алкалоидов. Экспрессия ФАЛ регулируется различными стимулами, такими как заражение фитопатогенами [10], поранение, ультрафиолетовое излучение, действие низких температур, низкий уровень азота или фосфатов. Таким образом, ФАЛ является маркером развития защитных реакций у растений. Ранее было показано, что активность фермента усиливается при воздействии на растения тяжелыми металлами, в частности ионами кадмия [5,11]. В данном исследовании было показано увеличение уровня экспрессии гена, кодирующего ФАЛ, под действием кадмия в клубеньках.

Заключение. В результате проведения вегетационных экспериментов в почвенной культуре установлена высокая чувствительность лядвенца рогатого (*Lotus corniculatus)* к избытку кадмия в почве. Азотфиксирующая активность симбиотических клубеньков растений ингибируется уже при концентрации Cd 2,0-5,0 мг/кг.

Исследованиями, проведенными в условиях гидропонной культуры, было показано, что влияние на анатомическое и гистологическое строение клубеньков лядвенца японского (*Lotus japonicus*) проявляется при очень высоких концентрациях Cd (свыше 100 мкМ $CdCl_2 \cdot 2H_2O$) в среде и заключается в повреждении структур инфицированных клеток, в частности, тонопласта и мембран симбиосом. Впервые было выявлено усиление экспрессии гена *PAL2*, кодирующего фенилаланинаммоний-лиазу, под действием кадмия.

Установлено, что определенные концентрации кадмия (1-10 мкМ $CdCl_2 \cdot 2H_2O$) стимулируют азотфиксирующую активность клубеньков *Lotus japonicus,* который является, по-видимому, более устойчивым к воздействию кадмия видом, чем *Lotus corniculatus.* Дальнейшие исследования в этом направлении требуют использования унифицированных систем выращивания растений.

Литература

1. Писковацкова Н.П., Михайловская И.С. // Биологическая флора Московской области. М.:Изд.МГУ, 1983. Вып.7. С.111-127.

2. Chen Y.X., He Y.F., Yang Y., Yu Y.L., Zheng S.J., Tian G.M., Luo Y.M., Wong M.H. // Chemosphere. 2003. Vol. 50. P. 781–787.

3. Clemens S. // Biochimie. 2006. Vol. 88. P. 1707-1719.

4. Huang C.-Y., Bazzaz F.A., Vanderhoef L.N. // Plant Physiol. 1974. Vol. 54. P. 122-124.

5. Kováčik J., Bačkor M. // Water Air Soil Pollut. 2007 Vol. 185. P. 185-193.

6. Porter J.R., Sheridan R. // Plant Physiol. 1981. Vol. 68. P. 143-148.

7. Sanita di Toppi L., Gabrielli R. // Environ. Exp. Bot. 1999. Vol. 41 P. 105-130.

8. Sato S., Tabata S. // Curr. Opin. Plant Biol. 2006. Vol. 9. P. 128–132

9. Vitha S., Baluška F., Jásik J., Volkmann D., Barlow P.W. Actin: a Dynamic Framework for Multiple Plant Cell Functions / C.J. Staiger, F. Baluška, D. Volkmann, P.W. Barlow (eds), 2000. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 619-636.

10. Yamada T., Tanaka Y., Sriprasertsak P., Kato H., Hashimoto T., Kawamata S., Ichinose Y., Kato H., Shiraishi T., Oku H. 1992. Plant Cell Physiol. Vol. 33. P. 715-725.

11. Dai L.-P., Xiong G.-T., Huang Y., Li M.-J. // Environ. Toxicol. 2006. Vol. 21. P. 505-512.

V.E.TSYGANOV, A.I.ZABOLOTNY, T.A.BUDKEVICH, A.I.ZHERNAKOV, V.E.KIM, O.A.KULAEVA, K.N.DEMCHENKO

EFFECT OF CADMIUM ON THE DEVELOPMENT AND THE FUNCTION OF NODULES OF *LOTUS CORNICULATUS* L. AND *LOTUS JAPONICUS* (REGEL.) K. LARSEN)

Summary

The nitrogen-fixing activity and anatomical and morphological structure of root nodules were determined under soil and soilless culture conditions in two species of leguminous plant (*Lotus corniculatus* L. and *Lotus japonicus* (Regel.) K. Larsen) depending on Cd concentration in the medium. The effect of Cd on *L. corniculatus* nodules function displayed to a lesser degree than on *L. jponicus* nodules. The possibility of *L. japonicus* nitrogen-fixing stimulation by low Cd concentration (1-10 μM $CdCl_2 \cdot 2H_2O$) was shown.

УДК 581.143:577.175

В.П. ШУКАНОВ[1], А.П. ВОЛЫНЕЦ[1], С.И. ГРИБ[2] ,
Н.П. ШИШЛОВА[2]

ИНГИБИРОВАНИЕ ПРЕДУБОРОЧНОГО ПРОРАСТАНИЯ ЗЕРНА ЯРОВОГО ТРИТИКАЛЕ ПОД ВЛИЯНИЕМ ФИТОРЕГУЛЯТОРОВ

[1] Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф.Купревича
[2] НПЦ по земледелию НАН Беларуси

Введение Тритикале, как и любая другая зерновая культура, имеет свои достоинства и недостатки. Один из ее недостатков – прорастание зерна в колосе в условиях повышенной влажности. Устранение этого негативного явления – актуальная задача современной селекции и технологии возделывания этой культуры. Возможный способ ее решения – задержка прорастания зерна в предуборочный период с помощью физиологически активных веществ. Для этих целей использовались фитогормон абсцизовая кислота, ретарданты АМО-1618 [1] и хлормекватхлорид, органические и минеральные кислоты [2], регулятор роста квартазин [3]. Некоторые из этих соединений оказались перспективными для торможения предуборочного прорастания зерна тритикале, а хлормекватхлорид рекомендован для применения. Исходя из имеющихся данных [4-6], ингибиторами прорастания зерна тритикале в колосе могут быть α-НУК, эскулетин и салициловокислый калий, не оказывающих отрицательного влияния на всхожесть семян при последующем использовании для посева. Важным обстоятельством является и то, что названные соединения относятся к природным метаболитам или малотоксичным синтетическим веществам.

Цель исследований – изучить влияние физиологически активных веществ (эскулетина, α-НУК и салициловокислого калия) в слабоингибирующих дозировках на предуборочное прорастание зерна ярового тритикале разными методами, чтобы исключить сильное ингибирование посевных качеств его в последующем при посеве.

Объекты и методы исследования Объектами исследования были растения, колосья и семена ярового тритикале разных сортов, выращенные в полевых условиях в Центральном ботаническом саду НАН Беларуси (г. Минск) и на опытном поле Научно-

практического центра НАН Беларуси по земледелию (г. Жодино). Поскольку степень предуборочного прорастания зерна тритикале лимитируется погодными условиями, использовали разные способы определения этого показателя. При отсутствии провакационных для предуборочного прорастания погодных условий в 2005 г. проводили искусственное проращивание зерна в колосьях в термостате при 18°С в течение 7 суток. Для этого собранные колосья помещали в кюветы, накрывали их фильтровальной бумагой, заливали небольшим количеством воды и ставили в термостат. Через 7 суток проводили учет проросших зерен в колосе. При высокой влажности в предуборочный период, что имело место в 2006 г., учитывали естественное прорастание зерна в колосе. Одновременно с указанными способами использовали косвенный показатель активности фермента α-амилазы – число падения (ЧП), определяемый простым и удобным методом Хагберга-Пертена [7] в микромодификации Беркутовой и др. [8]. Обработку растений тритикале фиторегуляторами проводили в фазе молочной спелости зерновок ручным опрыскивателем типа «Дезинфаль». В опытах 2005 г. использовали α-НУК в дозе 32 г/га и салицилат калия в дозе 53 г/га, а в 2006 г. – эскулетин в дозе 30 г/га и салицилат калия в дозе 53 г/га. Дозировки фиторегуляторов устанавливали предварительно опытным путем.

Результаты и их обсуждение В 2005 г. при отсутствии провокационного фона для предуборочного прорастания зерна ярового тритикале определение этого показателя проводили в фазе полной спелости, тогда как в 2006 г. при высокой влажности учитывали прорастание зерна в колосе в фазах восковой и полной спелости, а также при перестое в поле. При высокой влажности прорастание зерна тритикале в колосе начинается в фазе восковой спелости (табл. 1) и может продолжаться до полного прорастания, если неблагоприятные погодные условия не прекращаются. Обращает на себя внимание разная интенсивность прорастания зерна в колосе разных сортов. Максимально высокой она была у сорта Лотас и более низкой по значению у сортов Лана и Узор.

Эффективность действия фиторегуляторов на задержку прорастания зерна тритикале в колосе отчетливо проявлялась в 2006 г. в фазе восковой спелости (табл. 1). У сорта Лана оба фиторегулятора полностью подавляли процесс прорастания зерна, тогда как у сорта Лотас ингибирование прорастания снижалось

почти наполовину. У сорта Узор эскулетин полностью ингибировал прорастание зерна, в то время как салициловокислый калий слабо активировал его. По мере созревания зерновок эффективность действия фиторегуляторов снижалась или исчезала совсем. Исключение составлял только сорт Лана. Прорастание зерна этого сорта существенно подавлялось как салициловокислым калием (на 17,6%), так и эскулетином (на 26%) при перестое в поле. В то же самое время как при искусственном проращивании зерна тритикале в колосе (2005 г.), так и при естественнном прорастании в поле (2006 г.) ингибирующее действие фиторегуляторов в фазе полной спелости проявлялось слабо (сорта Лотас и Узор) либо отсутствовало совсем (сорт Лана).

Таким образом, степень ингибирования предуборочного прорастания зерна ярового тритикале использованными фиторегуляторами определялось в основном отзывчивостью сорта и в меньшей степени структурой вещества. Среди испытанных соединений лучшие результаты показал эскулетин.

Скрытая фаза предуборочного прорастания зерна диагностируется главным образом по повышению активности амилолитических ферментов. Как отмечалось выше, сравнительно простым и быстрым непрямым методом определения активности α-амилазы является установление показателя ЧП. Максимальное значение этого показателя отмечалось в контрольном варианте для всех изученных сортов в фазах тестообразной (2005 г.) и молочной (2006 г.) спелости (табл. 2). Что же касается динамики изменения показателя ЧП по фазам созревания семян контрольных растений, то в условиях сухого и теплого периода созревания 2005 г. он изменялся слабо, оставаясь высоким и в фазе полной спелости. Наоборот, в условиях влажного и прохладного 2006 г. этот показатель резко снижался по фазам созревания и в фазе полной спелости уменьшался в 2-3,6 раза.

Интересно сравнить действие фиторегуляторов на активность α-амилазы по косвенным показателям (ЧП) с влиянием тех же веществ на прорастание семян. По данным 2005 г. ингибирование прорастания зерна тритикале под влиянием фиторегуляторов только намечалось или не проявлялась совсем в фазе полной спелости (табл. 1.). То же имело место у растений этих сортов, если сравнить активность α-амилазы с прорастанием зерна (табл. 2). В то же время как максимальная степень ингибирования прорастания

зерна, так и относительно высокое значение показателя ЧП наблюдалось в фазе восковой спелости, что легко прослеживается на примере опытов 2006 г. В фазе полной спелости зерна не проявлялось ингибирующее действие фиторегуляторов на его прорастание, отсутствовало и выраженное влияние этих веществ на активность α-амилазы. Следовательно, активность этого фермента и степень прямого прорастания зерна в колосе тритикале совпадают как при использовании фиторегуляторов (опытные варианты), так и при отсутствии их (контроль).

Таблица 1. Влияние фиторегуляторов на прорастание зерна в колосе ярового тритикале

Сорт, вариант	Степень прорастания зерна (%) по фазам			
	2005 г.	2006 г.		
	полная спелость	восковая спелость	полная спелость	перестой в поле
Лана, контроль	0,71	0,84	10,50	48,40
Лана, α-НУК	0,85	-	-	-
Лана, салицилат калия	0,64	0	14,40	39,90
Лана, эскулетин	-	0	15,20	35, 70
Лотас, контроль	1,39	4,25	52,40	76,80
Лотас, α-НУК	1,01	-	-	-
Лотас, салицилат калия	1,40	2,21	47,50	80,90
Лотас, эскулетин	-	3,00	49,90	74,50
Узор, контроль	1,98	0,42	18,10	30,60
Узор, α-НУК	1,64	-	-	-
Узор, салицилат калия	1,29	1,23	17,80	35,80
Узор, эскулетин	-	0	17,20	30,20

Таблица 2. Динамика изменения показателя ЧП по фазам созревания зерна ярового тритикале под влиянием фиторегуляторов

Сорт, вариант	Число падения (с) по фазам							
	молочная спелость		тестообразная спелость		восковая спелость		полная спелость	
	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006
Лана, контроль	119	209	182	203	163	120	172	94
Лана, α-НУК	108	-	166	-	155	-	195	-
Лана, салицилат калия	118	218	214	224	129	209	182	82
Лана, эскулетин	-	168	-	161	-	188	-	83
Лотас, контроль	108	198	165	123	129	77	150	42
Лотас, α-НУК	142	-	115	-	135	-	145	-

Продолжение табл. 2

Лотас, салицилат калия	140	205	188	98	153	79	109	37
Лотас, эскулетин	-	221	-	140	-	118	-	45
Узор, контроль	144	215	161	192	136	98	102	54
Узор, α-НУК	113	-	186	-	131	-	113	-
Узор, салицилат калия	146	190	206	135	216	105	106	71
Узор, эскулетин	-	225	-	162	-	121	-	63

При анализе материалов настоящей статьи невольно возникает ряд вопросов, в частности: с чем связан выбор невысоких дозировок фиторегуляторов, зависит ли время обработки от активности α-амилазы и насколько слабо ингибирующая концентрация фиторегуляторов способна задержать прорастание зерна тритикале в колосе при наступлении влажной погоды?

Как отмечалось выше, слабо ингибирующая концентрация фиторегуляторов устанавливалась опытным путем [9] и смысл применения ее диктовался необходимостью задержки прорастания зерна в колосе, а не полным подавлением его. Это позволяло уже через сравнительно небольшой промежуток времени (1-2 недели) использовать только что полученное зерно для посева. Как следует из описанных данных, активность α-амилазы в зерне тритикале возрастает постоянно. Максимальное увеличение показателя ЧП в 2005 г. было в фазе тестообразной спелости, а в 2006 г. – в фазе молочной. Вопрос остается открытым, с чем может быть связано активирование фермента, хотя логика подсказывает, что оно, скорее всего, происходит за счет новообразования белка. Теперь становится понятным и время проведения обработок растений тритикале для сдерживания провокационного прорастания зерна в колосе. Его лучше осуществлять при низкой активности α-амилазы и малом содержании ферментного белка, что приходится на фазу тестообразной спелости или несколько раньше. При высокой активности α-амилазы невысокие дозировки фиторегуляторов становятся неэффективными.

Знание сроков (фаз) обработки фиторегуляторами и низкой активности фермента позволяет оценить эффективность предуборочной задержки прорастания зерна с помощью выбранных фиторегуляторов. Обработка посевов тритикале фиторегуляторами в наших опытах осуществлялась в фазе молочной спелости

зерновок, а минимальная активность фермента обнаруживалась в фазе тестообразной спелости, что по продолжительности составляет 7 и более суток, которых обычно бывает достаточно, чтобы противодействовать возможному предуборочному прорастанию зерна.

Заключение Установлена возможность использования α-НУК, салициловокислого калия и эскулетина для задержки предуборочного прорастания зерна ярового тритикале в колосе. Среди испытанных веществ более высокой активностью выделяется эскулетин. Показано, что степень прорастания зерна тритикале в колосе определяется активностью фермента α-амилазы, которая возрастает от фазы молочной спелости до фазы желтой спелости во влажный период или относительно стабильно в сухой. При слабо ингибирующих дозировках α-НУК, салицилата калия и эскулетина (соответственно 32 г/га и 30 г/га) задержка прорастания зерна тритикале в колосе может достигать 7 и более суток в зависимости от влажности в предуборочный период.

Работа выполнена при финансовой поддержке БРФФИ

Литература

1. Weidner S.// Acta soc. Bot. Pol. P. 287-301.

2. Булавина Т.М. Оптимизация приемов возделывания тритикале в Беларуси. / Под. ред. С.И. Гриба. Мн., 2005. С. 223.

3. Деева В.П., Шелег З.И., Санько Н.В.// Физиология семян: формирование, прорастание, прикладные аспекты. Мн., 1990. С. 48-51.

4. Маштаков С.М., Деева В.П., Волынец А.П. и др. Физиологическое действие некоторых гербицидов на растения. Мн., 1971. С. 170-180.

5. Волынец А.П. Экзогенные регуляторы роста и избирательность действия гербицидов: Автореферат дис. … док. биол. наук. Вильнюс, 1974.

6. Гамбург К.З. Биохимия ауксина и его действие на клетки растений. Новосибирск, 1976. С. 32-54.

7. Perten H.//Cereal. Chem. 1964. Vol. 41, №3. P. 127-140.

8. Беркутова Н.С., Погорелова Л.Г. Методические рекомендации по определению устойчивости зерновых культур к прорастанию зерна на корню в селекции на качество. М., 1986.

SHUKANOV V.P., VOLYNETS A.P., GRIB S.I., SHISHLOVA N.P.

THE INHIBITION OF PREHARVEST GERMINATION OF A TRITICALE SEEDS UNDER INFLUENCE OF PHYTOREGULATORS

Summary

It was established, that low inhibition dosages of α-NAA, potassium salicylic and esculetin be late preharvest germination of a summer triticale seeds at processing plants in a phase of dairy ripeness. The delay of germination can make 7 and more day and depend on humidity during the preharvest period.

УДК 581.1: 582.759 (476.5)

А.П.ЯКОВЛЕВ[1], К.Э.ВОГУЛКИН[2], Л.Н.ШАНДРИКОВА[2], Н.В.ВОГУЛКИНА[2]

СЕЗОННОЕ РАЗВИТИЕ *RUBUS CHAMEAMORUS* L. НА ЮЖНОЙ ГРАНИЦЕ АРЕАЛА ПРОИЗРАСТАНИЯ

[1]Центральный ботанический сад НАН Беларуси
[2]Витебский государственный университет им. П.М. Машерова

Введение. На евроазиатском континенте среди ягодных растений наиболее широко известны представители семейства *Vacciniaceae*, и в первую очередь клюква, черника, голубика и брусника. Но среди разнообразия видов продукции побочного лесопользования в Российской Федерации и государств Скандинавского полуострова одно из важнейших мест занимает морошка приземистая (*Rubus chamaemorus* L.). Ее ягоды отличаются высокой питательной ценностью, имеют большую коммерческую ценность. Однако до последнего времени имелись лишь отрывочные данные о ее биологии, экологии и использовании [1-3].

В широтном протяжении на евроазиатском континенте она встречается от Скандинавского полуострова до Дальнего Востока. Северным пределом ее распространения является арх. Северная Земля, но там она уже не плодоносит. Южная граница в европейского континента проходит через северные районы Смоленской и Московской областей, а также Беларуси. Из-за своей малочисленности у нас в стране хозяйственного значения не имеет,

занесена в Красную Книгу Республики Беларусь в качестве вида, находящегося у нас в республике на грани исчезновения (II категория) [4].

По данным сотрудников Института экспериментальной ботаники [5] в конце XIX-начале XX вв. это редкое реликтовое растение встречалось в Беловежской пуще, Налибокской пуще (близ Гродно), и возле Могилева. На сегодняшний день местонахождения этого вида отмечены только в Глубокском, Миорском, Полоцком, Россонском, Шумилинском районах Витебской области, а также Борисовском и Мядельском районах Минской области. Примерно за 80 лет морошка исчезла с весьма значительной территории республики. И если такая тенденция сохранится, то уже к середине XXI века этот вид в Беларуси встречаться не будет.

Сейчас морошка охраняется в государственных гидрологических заказниках «Ельня», «Болото», «Мох» «Корытенский мох» и клюквенных заказниках «Лонно» и «Чистик» (все в Витебской области). Но пассивные формы охраны морошки путем создания системы охраняемых природных территорий и объектов, вряд ли приведут к желаемому результату в силу, прежде всего, биологических особенностей этого вида: двудомность, нарушение половой структуры популяции (мужских растений в 2 раза больше, чем женских), зависимость плодоношения от наличия насекомых-опылителей, повышенная чувствительность к погодно-климатическим и фитоценотическим факторам и пр.). Морошка относится к числу ледниковых реликтов, которые в значительной степени подвергаются конкуренции со стороны прогрессирующих видов. Поэтому, наряду с мерами по охране этого вида, необходима разработка системы биологически обоснованных мероприятий, направленных на восстановление его численности, вплоть до создания полукультур (т.е. увеличение плотности зарослей в естественных условиях произрастания) и выращивания в культуре. Но для этого необходимо проведение глубоких научных исследований белорусской популяции морошки, так как до сих пор этот вид здесь фактически не изучался, как в биологическим плане, так и в ресурсном.

Фенологические исследования обеспечивают необходимое познание эколого-биологических свойств различных видов растений, в том числе редких, а также являются необходимой

частью изучения их биологической продуктивности. Сопоставление сезонного ритма развития растений с климатическими факторами, особенно такими экстремальными, как температурный режим, а также режим увлажнения, дает сведения об их влиянии на биологию вида в конкретных почвенно-климатических условиях.

Несмотря на довольно многочисленные работы, связанные с изучением растений болот, специальных исследований, посвященных их сезонному развитию, как в отечественной, так и в зарубежной литературе очень мало и приурочены они, главным образом, к северным регионам (Карелия, Мурманская и Ленинградская обл.) [6, 7].

В задачи нашего исследования входило изучение годичного цикла развития морошки приземистой, произрастающей на южной границе своего ареала, установление зависимости сроков наступления, продолжительности фенологических фаз и межфазных периодов от метеорологических условий.

Материалы и методы исследования. Основные исследования, связанные с изучением эколого-фитоценотических, ряда биологических особенностей морошки приземистой сосредоточены на стационарном объекте в Краснопольском лесничестве Россонского лесхоза. Здесь морошка встречается в двух кварталах лесничества на оторфованном верховом сфагновом болоте и местами в сильно заболоченном сосновом с примесью березы лесу.

Пробная площадь № 1 заложена в слабооблесенной крупнокочковатой олиготрофной болотной фации (*Sphagneta fusci + S. angustifolii*), расположенной по перефирии центральной части болотного массива. Древесный ярус представлен сосной обыкновенной бонитета $V^б$ высотой 2,2 м при диаметре ствола у поверхности мха 7,0. Сомкнутость крон менее 0,1. В фации до 40% сухостоя, подрост отсутствует. Микрорельеф – кочковато-равнинный. Кочки длиной до 5 м, шириной около 5 м, высотой 20 см, занимающие около 45% площади фации. На них развиты кустарничково-сфагновые сообщества. В моховом покрове доминирует *Sphagnum fuscum*. Иногда к нему примешиваются *S. angustifolium, S. magellanicum* и *Polytrichum strictum*. Общее проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса 40%. В его сложении основное участие принимают подбел (15%) и морошка (10%). В небольшом количестве встречаются мирт болотный,

голубика, клюква четырехлепестная, водяника, пушица влагалищная.

Грунтовые воды стоят ниже поверхности кочек на 32 см, межкочечных понижений – на 12 и мочажин на 7 см. Торф в кочках – верховой сафгновый со степенью разложения 5%. Он характеризуется низкой зольностью (1,4-1,7%), высокой кислотностью (pH 2,8-3,0), крайне низким содержанием фосфора и калия (0,6-0,7 и 2,5-7,5 мг/100 г почвы).

На этой пробной площади морошка хорошо развита (высота растений достигает 6 см), очень обильна ($сор_2$) и имеет хорошую жизненность.

Пробная площадь № 2 заложена в сосняке кустарничково-сфагновом. Насаждения представлены в основном сосняками сфагновыми и багульниковыми ($А_5$). Возраст насаждений 80-100 лет, средняя высота 11 м, бонитет от V до $V^б$, полнота в основном не превышает – 0,4, но в отдельных выделах составляет 0,6. Имеется подрост сосны 2-3 м высотой. Уровень грунтовых вод в мае месяце колебался в пределах 5-15 см от поверхности.

Травяно-кустарничковый ярус хорошо развит, его проективное покрытие около 100%. Наибольшее участие в его сложении принимают багульник болотный (40%), голубика топяная (10%). Проективное покрытие морошки в среднем по участку небольшое – 1-2%. Здесь она хорошо развита (высота до 15 см, листовая пластинка достигает 6 см длины при ее ширине – 9 см), имеет высокую жизненность (3 балла).

Наряду с морошкой здесь произрастают еще 5 видов ягодных растений (клюква болотная, черника, голубика, водяника черная, брусника), а также кустарнички (багульник, андромеда, вереск).

Верховой торф характеризуется кислой реакцией среды – pH_{KCl} 4,85, средняя зольность его составляет около 10%, содержание гумуса в нем до 6,5%, подвижных форм фосфора и калия – 15,7 и 22,1 мг/кг почвы соответственно, при влажности – 88%.

Из краткой геоботанической характеристики изучаемых фаций видно, что пробные площади, имея много сходных черт в строении, флористическом составе, существенно отличаются условиями освещенности, увлажнения и химического состава. Вместе с тем следует отметить, что наши пробные площади представляют два основных типа местообитаний морошки в Карелии, выделенных Г.А. Елиной [9].

С целью получения информации, отражающей различные аспекты развития исследуемого растения, отмечались сроки прохождения видом основных фенологических фаз описательным методом по И.Н. Бейдеман [10], а также согласно методике, предложенной И.Д. Юркевичем с соавторами [11].

Все определения выполнены в 3-кратной биологической повторности. Данные статистически обработаны с учетом методических указаний Г.Ф. Лакина [11]. При этом средняя квадратичная ошибка среднего не превышала 1,5–2,0 %.

Результаты и их обсуждение. Наблюдения за сезонным развитием морошки приземистой показали, что весенний рост морошки начинается в среднем в первой декаде мая (рис. 1).

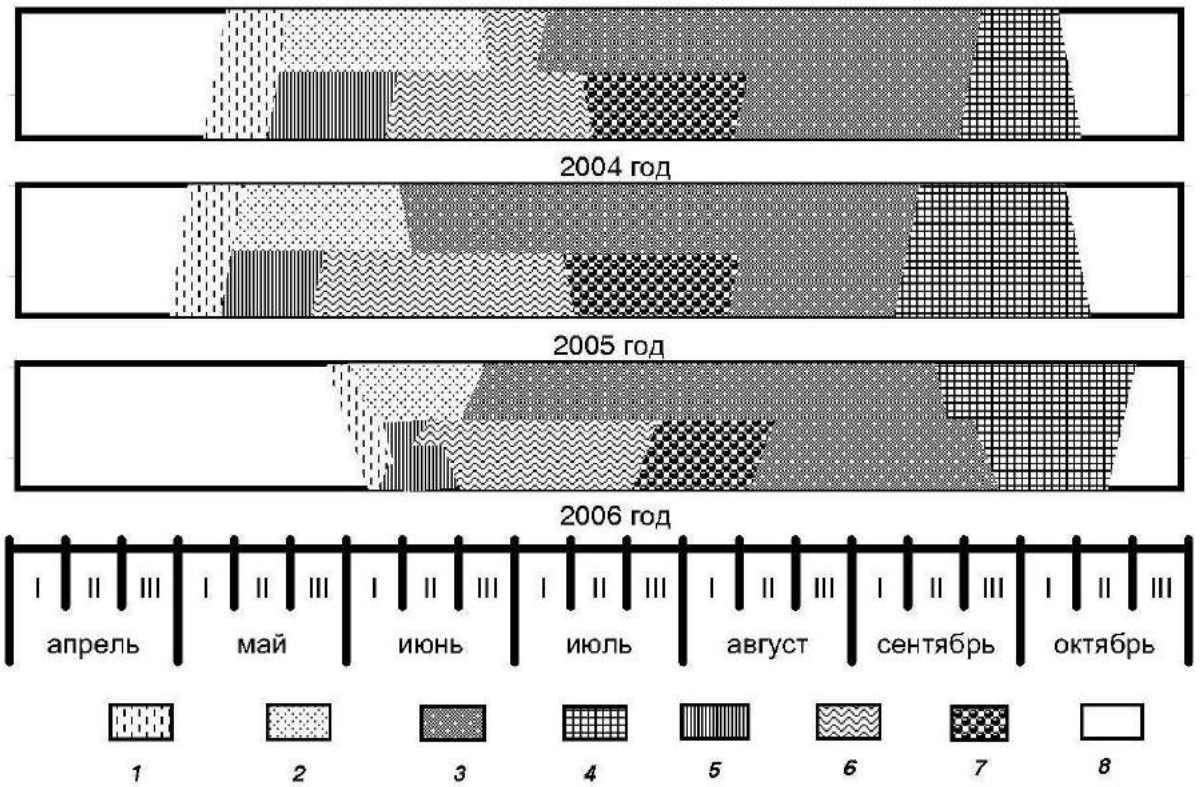


Рис. 1. Календарные сроки прохождения основных фенофаз *R. chamaemorus L.* в Белорусском Поозерье: 1 – появление и набухание почек; 2 – облиственение; 3 – расцвечивание листьев; 4 – отмирание листьев; 5 – бутонизация; 6 – цветение; 7 – плодоношение; 8 – период покоя

Терминальные почки, которые зимуют на глубине 2-3 см ниже уровня мха, выносятся растущими побегами над поверхностью его. В начале они слабо заметны, т.к. очень плотные и по цвету не отличаются от тона поверхности мха. Постепенно почки набухают, чешуйки раздвигаются и на побегах, имеющих высоту около 2 см,

появляются бутоны. Начало бутонизации в среднем отмечается 13 мая, с отклонением в теплые годы до 07 мая, в холодные – до 27 мая. Едва показавшись над поверхностью мха морошка начинает цвести. В среднем цветение начинается 23 мая, в теплые годы оно наступает 12 мая, в холодные – 02 июня. Массовое цветение отмечается 30 мая с колебаниями от 18 мая в теплые годы, до 09 июня – в холодные. Продолжительность цветения популяции морошки составляет около 22 дней, в то же время период массового цветения наблюдается на протяжении всего одной недели (табл. 1). Раннее цветение морошки, как и многих других видов растений, обитающих на болотах, связано с тем, что цветки в почках возобновления уже к осени полностью сформированы и весной происходит лишь раскрытие цветка и рост побегов [12, 13].

Таблица 1. Продолжительность межфазных периодов фенологического развития морошки приземистой, дней

Межфазный период	Средняя продолжительность	
	ПП-1	ПП-2
Бутонизация	18	17
Цветение	20	22
Зеленые плоды	5	8
Вегетация листьев	118	124
Массовая бутонизация – первые зрелые плоды	67	69
Начало цветения – первые зрелые плоды	65	68
Начало цветения – массовое созревание плодов	70	72
Окончание цветения – первые зрелые плоды	47	41
Первый зрелый плод – массовое созревание плодов	8	12

После опадения венчика в мужском цветке чашечка расправляется и краснеет, в женском – обхватывает молодой развивающийся плод. Первые завязи появляются обычно в конце второй декады июня, первые спелые плоды – в середине второй декады июля. Массовое плодоношение наступает в середине третьей декады месяца.

Период созревания ягод морошки от массового цветения до массового плодоношения продолжается 57-61 день (табл. 1). По срокам созревания морошка приземистая является одной из первых ягод, поспевающих на болоте.

Формирование листьев морошки начинается одновременно с цветением. В период массового цветения отмечается массовая

вегетация листьев, в это время первый лист полностью развернут, а последующие 2 листа начинают разворачиваться. Молодые листья имеют ярко-зеленую окраску, сформировавшиеся – темно-зеленую. В конце июня на листьях, которые распустились первыми, начинают появляться бурые, бордовые и красноватые пятна. В начале третьей декады июля расцвечивание листьев принимает массовый характер. В середине августа зеленых листьев морошки, как правило, уже не встретить, а в первой декаде октября отмечается их полное усыхание. Общая продолжительность вегетации от зеленения почек до отмирания листьев составляет 144-153 дня при общей средней продолжительности вегетационного периода 175 дней. Раннее увядание листьев морошки И.Д. Богдановская-Гиенэф [14] связывает с ее теплолюбием.

Во второй половине лета у морошки наблюдается активный рост подземных побегов [13]. Из пазух чешуйчатых листьев в основании каждого надземного побега вырастает короткое корневище, которое на своей верхушке образует зимующую спящую почку (почку возобновления).

Как уже отмечалось, эти почки располагаются вблизи поверхности мха и весной из них вырастают новые надземные побеги. Корневища, которые расположены неглубоко (10-15 см, максимум – 30 см) от поверхности почвы, почек возобновления не образуют, а растут параллельно поверхности иногда на значительное расстояние (до 2 м), время от времени давая ответвления из пазух чешуйчатых листьев. Этот способ роста может продолжаться несколько сезонов, прежде чем корневище достигнет поверхности субстрата, где образуется терминальная покоящаяся почка. За счет этих глубоко расположенных корневищ осуществляется вегетативное разрастание мороки. Л.С. Белоусова [15] предполагает, что многолетние корневища с удлиненными междоузлиями – это не только органы захвата территории и вегетативного размножения, но и накопители пластических веществ, которые расходуются на образование надземных побегов.

Сравнение сезонного развития морошки в изучаемых фациях показало, что фитоценотические условия также оказывают существенное влияние на ритм ее развития. Во все годы наблюдений цветение и плодоношение морошки на открытых местах болота отмечено на 6-10 дней раньше, чем на облесенном

участке. Более позднее фенологическое развитие морошки связано с наличием древесного и кустарничкового ярусов, создающими особый микроклимат. О различии микроклимата разных ассоциаций одного и того же болота указывает Г.Е. Пятецкий [16].

Суммы эффективных температур, необходимые для наступления той или иной фенофазы морошки существенно колеблются также как и в случае с клюквой болотной, в теплые годы почти все фенофазы фиксируются при более высокой сумме эффективных температур по сравнению со среднемноголетними показателями.

Выполнив для массива данных (среднемесячных показателей температуры и количества осадков за 2004-2006 гг.) статистическую обработку, мы выяснили, что различные месяцы в течение года характеризуются неодинаковой стабильностью погодных условий с точки зрения многолетней динамики (рис. 2). Так, наиболее высокие значения коэффициентов вариации для количества осадков фиксировались в пределах вегетационного периода, достигая своего максимума в летние месяцы (значения коэффициента вариации до 96%). Напротив, температурный режим обнаруживал наибольшую вариабельность в марте и ноябре (коэффициент вариации 93,7 и 147,4% соответственно), и характеризовался наибольшей стабильностью в летние месяцы (максимально выраженной в августе, коэффициент вариации 2,3%). Это еще указывает еще на одну важную составляющую климатической неоднородности – высокую изменчивость термических условий в начале и конце вегетационного периода, которая определяет разные сроки начала и конца вегетации, неодинаковую скорость прохождения растениями данных отрезков вегетационного периода.

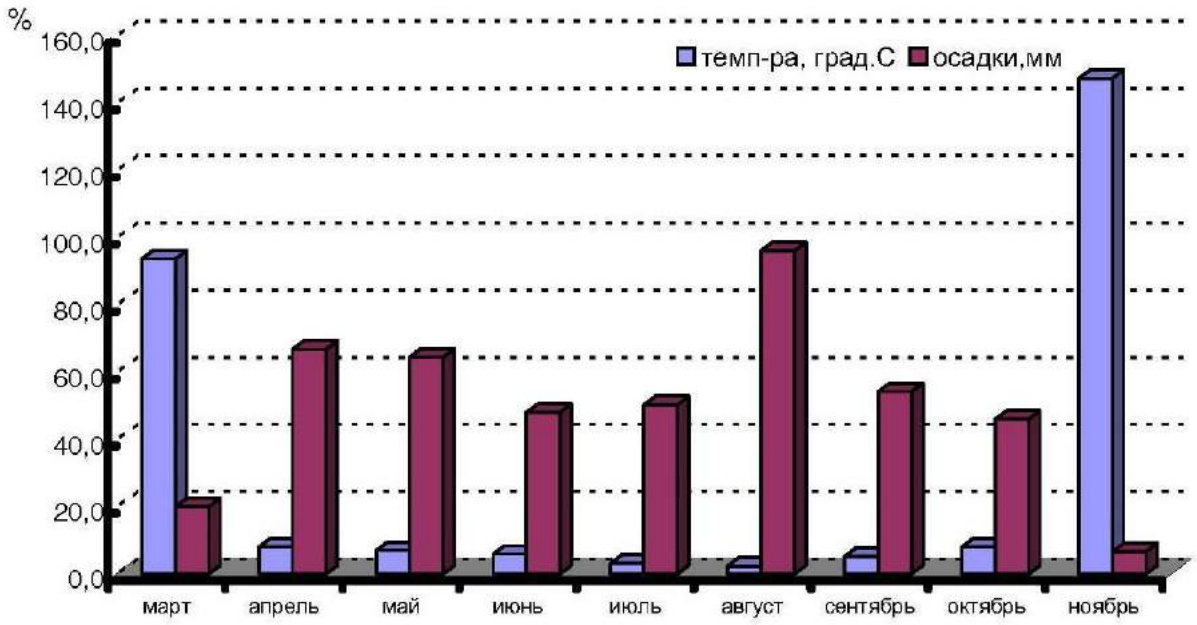


Рис. 2. Значения коэффициента вариации для среднемесячных показателей температуры и осадков по данным Витебскоблгидромета (2004-2006 гг.)

Начало периода вегетации морошки приземистой в условиях Белорусского Поозерья отмечалось во второй декаде мая и связано с набуханием почек. Прохождение всех остальных фенологических фаз протекало при устойчивом переходе среднесуточной температуры выше +10°С (табл. 2).

Таблица 2. Характеристика погодных условий вегетационного периода по данным Витебскоблгидромета (2004-2006 гг.)

Показатель		**2004**	**2005**	**2006**
Количество осадков, мм		331,0	358,5	596,6
Сумма средних t > 0°С		2895,4	3005,8	3086,0
Число дней с t > 0°С		234	210	214
Сумма средних t > 5°С		2745,7	2888,9	2972,0
Число дней с t > 5°С		201	198	216
Сумма средних t > 10°С		2645,9	2813,7	3158,9
Число дней с t > 10°С		145	159	163
Дата перехода через 0°С	весна	04.04	01.04	04.04
	осень	16.11	28.10	15.10
Дата перехода через 5°С	весна	15.04	27.04	13.04
	осень	09.10	18.10	15.10
Дата перехода через 10°С	весна	26.05	15.05	02.05
	осень	01.10	09.10	10.10
Величина ГТК по Селянинову		1,1	0,9	1,8

Отрастание побегов по календарным срокам совпадало с фазой бутонизации и требовало суммы положительных температур выше

+10°С – 213,5°С. Фаза роста побегов растянута во времени и продолжалась более 1,5 месяца.

Начало периода цветения морошки определяется временем накопления определенной суммы положительных среднесуточных температур воздуха. По этой причине под пологом древостоя цветение морошки запаздывает на 3-14 дней по сравнению с необлесенными участками. Как показали результаты исследований в Приморском районе Архангельской области, запаздывание начала цветения морошки под пологом леса по сравнению с заболоченной вырубкой составляет в сосняке кустарничково-сфагновом 3 дня, в ельнике долгомошном 13 дней, а в ельнике хвощево-сфагновом 14 дней [17]. Начало цветения морошки наступает в том случае, когда сумма среднесуточных температур воздуха выше +10°С составляет соответственно: 244,5°С. Для северных популяций морошки требуется меньшая сумма эффективных температур для прохождения фенофазы «начало цветения». Так начало цветения морошки в Ленинградской области наблюдается уже при температуре воздуха свыше 5°С, при сумме температур, равной 108°С, а в Карелии – при сумме температур 161°С. Сравнительная оценка сроков цветения морошки в различных районах европейской части России и Белорусского Поозерья представлены в табл. 3.

Таблица 3. Сроки наступления фенологических фаз у растений морошки приземистой

№ п-п	Фенологическая фаза	Сроки прохождения		
		Белорусское Поозерье	Карелия[1)]	Ленинградская область[2)]
1.	Набухание почек	10.05	15.05	13.05
2.	Рост побегов: начало	12.05	–	–
	окончание	01.07	–	–
3.	Бутонизация: начало	13.05	19.05	16.05
	окончание	14.06	08.06	–
4.	Цветение: начало	22.05	31.05	31.05
	массовое	25.05	04.06	–
	окончание	21.06	–	–
5.	Плодоношение:			
	начало	17.07	15.07	13.07
	массовое	21.07	23.07	20.07
	окончание	02.08	–	–

Примечание: *-по данным Юдиной с соавт., 1993; **- по данным Савельева, Шиманюк, 1970.

Урожай ягод морошки, несмотря на достаточно обильное цветение оказался невысоким до 25 кг/га. Это не удивительно, поскольку плотных куртин на данном объекте морошка не образует: в среднем 3,2 растения на 1 м^2. Кроме того, в данной популяции довольно четко выражена обособленность мужских и женских растений, которые произрастают отдельными куртинами, что затрудняло полноценное опыление.

Среднее количество ягод на единицу площади также оказалось крайне низким – всего 0,3 шт./м^2 (максимальное – 6 шт./м^2). Средняя масса одной ягоды морошки в условиях Белорусского Поозерья составляла 1,50-1,53 г. Эти данные согласуются с информацией, полученной от исследователей из Карельского научного центра РАН [18].

В период цветения морошки часто наблюдается возврат холодов, когда температура воздуха опускается ниже нуля (табл. 2). Заморозки до –2°С губительны для женских цветков, мужские выдерживают более низкую температуру (–4°С). В период наших исследований заморозки во время цветения наблюдались ежегодно. В эти годы на открытых участках болот, в том числе и на нашей пробной площади, не завязалось ни одной ягоды, а на облесенных участках урожай был минимальным.

Заморозки повреждают не только цветочные почки и цветки, но и завязи. В 2006 году завязь была достаточно обильной, но заморозки в середине июня погубили все ягоды. Следовательно, решающим экологическим фактором в формировании урожая ягод морошки является теплая, без заморозков погода в период цветения и завязывания плодов.

Заключение. Наблюдения за сезонной ритмикой ягодных растений болот показали, что на сроки наступления фенологических фаз наибольшее влияние оказывают погодные условия в начале вегетационного сезона. При этом высокая изменчивость термических условий в начале и конце вегетационного периода определяет разные сроки начала и конца вегетации, неодинаковую скорость прохождения растениями данных отрезков вегетационного периода. Если весна ранняя, все фенофазы наступают раньше средних многолетних показателей; в годы с поздней весной и небольшим количеством тепла все фенофазы наступают позднее средних показателей.

Как показывают проведенные исследования морошка приземистая проходит полный жизненный цикл развития на южной границе своего ареала. Это подтверждает возможность использования этого растения для выращивания в культуре, с целью получения стабильных и более высоких урожаев.

Литература

1. Белоусова Л.С. Морошка приземистая (*Rubus chamaemorus* L.) в зонах тайги и подтайги европейской части СССР и ее продуктивность. Автореф. дис… канд. биол. наук. М., 1986. 25 с.
2. Косицын В.Н. Морошка: биология, ресурсный потенциал, введение в культуру. М.: ВНИИЛМ, 2001. 140 с.
3. Юдина В.Ф. //Растительные ресурсы. Т. 33, вып. 4. С. 109-115.
4. Красная Книга Республики Беларусь. Растения. Минск: Белорусская энциклопедия, 2004 г.
5. Козловская Н.В., Парфенов В.И. Хорология флоры Белоруссии. Минск: Наука и техника, 1972. 312 с.
6. Савельев А.Т., Шиманюк А.П. Дикорастущие плодовые, ягодные и орехоплодные растения наших лесов. М., 170. 160 с.
7. Юдина В.Ф., Максимова Т.А. Сезонное развитие растений болот. Петрозаводск, 1993. 168 с.
8. Елина Г.А. //Ресурсы ягодных и лекарственных растений и методы их изучения. Петрозаводск, 1975. С. 34-41.
9. Бейдеман И.Н. Методика фенологических наблюдений при геоботанических исследованиях. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1954. 320с.
10. Юркевич И.Д., Голод Д.С., Ярошевич Э.П. Фенологические исследования древесных и травянистых растений (методическое пособие). Минск: Наука и техника, 1980. 88 с.
11. Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1980. 293 с.
12. Серебряков И.Г., Галицкая Т.М. //Уч. Зап. Моск. пед.ин-та. М., 1952. Т. 19, вып. 1. С.19-47.
13. Солоневич Н.Г. //Растительность Крайнего Севера СССР и ее освоение. М.-Л., 1956. Вып. 2. С.307-497.
14. Богдановская-Гиенэф И.Д. //Материалы по истории флоры и растительности СССР. М.-Л., 1946. Вып. 2. С.425-468.
15. Белоусова Л.С. //Охрана редких растений и фитоценозов. М., 1980 С. 81-91.
16. Пятецкий Г.Е. //Болота Карелии и пути их освоения. Петрозаводск, 1971. С.125-158.
17. Кайгородова М.С. //Экология опыления растений. Пермь, 1981. Вып. 6. С. 41-60.
18. Баранова И.И., Токарев П.Н. //Эколого-биологические особенности и продуктивность растений болот. Петрозаводск, 1982. С. 129-134.

A. YAKOVLEV, K. VOGULKIN, L. CHANDRIKOVA, N. VOGULKINA

SEASONAL DEVELOPMENT OF *RUBUS CHAMEAMORUS* L. ON SOUTHERN BORDER OF THE NATURAL HABITAT OF GROWTH

Summary

Phenological researches provide necessary knowledge of ecological and biological properties of various kinds of plants. Comparison of a seasonal rhythm of development of plants to climatic factors, especially such extreme as a temperature regime, and also a humidification regime, data on their influence on kind biology in concrete soil-climatic conditions have allowed to receive. The cloudberry stocky passes full life cycle of development on southern border of the natural habitat. It confirms possibility of use of this plant for cultivation in culture.

УДК 581.426.2.082

Б.И. ЯКУШЕВ, М.М. САК, Р.М. ГОЛУШКО

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ХВОЙНЫХ ПОРОД НА ОСНОВЕ ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ

Институт экспериментальной ботаники им.В.Ф.Купревича

Введение. Выращивание высокопродуктивных лесных насаждений – одна из важнейших задач и проблем лесного хозяйства Республики.

Над решением этих вопросов работают многие специалисты из различных областей знаний – это прежде всего лесоводы, экологи, ботаники, физиологи и биохимики растений, генетики, селекционеры и ряд учёных других специальностей. Особое внимание при этом обращается на разработки новых эффективных методов, которые дают возможность тестировать состояние «здоровья» насаждений и их продукционный процесс.

Состояние зеленых насаждений зависит прежде всего от функционирования ассимиляционного аппарата растения (листвы и хвои). Известные физиологи древесных растений П.Д.Крамер, Т.Т. Козловский неоднократно подчёркивали, что при прочих равных условиях продукционный процесс древесных пород зависит от

состояния водно-солевого режима растений [1]. Это состояние растительного организма можно контролировать при помощи исследования его электрофизиологических параметров.

Электрофизиология растений и её методы – это новое направление в физиологической науке. Оно основано на изучении особенностей прохождения электрического тока по растению и его органам в зависимости от его состояния в определённых экологических условиях. При этом исследователь получает ценную информацию о направленности тех или иных физиологических процессов и особенностях водно-минерального питания растения и его состояния.

Все процессы жизнедеятельности живых организмов основаны на электрических явлениях – это перемещение ионов, это окислительно-восстановительные процессы, в основе которых лежит либо приём, либо отдача электронов электролитами. Живой организм – это проводник электрического тока второго рода, основа которого является движение ионов под влиянием электрического поля [2]. Способы описания трансмембранных разностей потенциалов, потоков ионов и определения ионной избирательности мембран клеток организма, в т.ч. и растительного, основаны на законах перемещения ионов в электрическом поле [3, 4]. Если к органу или целому растению подсоединить электрические полюса, то по ним пойдёт электрический ток, переносчиком которого будут ионы различных соединений растительной клетки [5].

Величина тока может быть измерена приборами, она будет зависеть от приложенной разности потенциалов к растению или его органу и от наличия переносчиков концентрации зарядов – ионов клетки. Эта среда создаёт электрическое сопротивление органов и тканей растения. Оно измеряется в *Ом*ах [6, 7].

В научной литературе имеется ряд работ, в которых исследуется электрическое сопротивление тканей и органов растений. Torelli N. и Shortle W.C. определяли электрическое сопротивление камбия пихты. Авторы считают, что этот показатель является мерой жизнеспособности растения [11]. С.В.Резвякова использовала электрическое сопротивление для оценки зимостойкости побегов [12]. С.М. Петухов и др. при помощи электрического сопротивления определяли засухоустойчивость растений [13]. Исследованиями В.Н.Карасёва показано, что чем выше

электрическое сопротивление у растений, тем ниже их засухоустойчивость [14]. Максимальное увеличение сопротивление камбия бука было характерно для усыхающих деревьев [15]. Sun Yan-xiang и др. показали положительную корреляционную зависимость между ростом растений и электрическим сопротивлением ствола дерева [16]. Даже воздействие на растения низкими температурами отражается на их электрическом сопротивлении. Чем ниже сопротивление, тем выше устойчивость растений [17]. Канадские исследователи показали, что усыхание леса тесно связано с электрическим сопротивлением органов древесных растений [18]. Wargo Philp M. и др. показали, что в усыхающих насаждениях клёна сахарного увеличивается электрическое сопротивление листьев [19]. Исследователи из Поволжья В.Н. Карасёв и М.А. Карасёва исследовали биоэлектрические показатели саженцев хвойных пород разного состояния. Ими показано, что экспресс-диагностику этих растений можно проводить по электрическому сопротивлению прикамбиального комплекса тканей [20]. Исследователи из Китая Chen Fahe и др. при помощи электрического сопротивления определяли повреждаемость корней цикория заморозками. При повреждении корней менялась проницаемость мембран клетки и уменьшалось электрическое сопротивление корней [22]. M. Janelidze и др. провели интересное наблюдение на основе определения электрического сопротивления растений. Авторы показали, что уровень электропроводности растения может рассматриваться как один из индикаторов его жизнеспособности [21]. J. Luoranen и др. использовали электрическое сопротивление побегов сеянцев березы с целью оценки их морозостойкости [24]. Метод измерения электрического сопротивления давал возможность Т.Е.Кондратенко и др. контролировать степень вызревания побегов яблони [25]. G.Wenchuan и др. использовали показатель электрического сопротивления для оценки степени созревания плодов яблонь [26].

Этот небольшой экскурс в научное обозрение исследований в области измерения электрического сопротивления растений показывает, что данные исследования находятся в начальном развитии и, одновременно, являются весьма перспективными. Сопротивление органов и тканей растений несёт очень большую информацию о состоянии растительного организма. Однако этот

показатель в физиологии растений ещё недостаточно осмыслен. Дело в том, что до сего времени не было ясно, с какого участка растения и какие по длине надо брать отрезки для измерений, какова должна быть толщина (диаметр) измеряемого объекта и т.д. Можно получить массу данных измерений *"R"* растения и его органов, но они будут мало информативны. Необходимо привести все данные к одному знаменателю.

Нами в 1996 г. был получен патент Российской Федерации № 2066950 на устройство для определения электрического сопротивления органов растений. Устройство даёт возможность замерять омическое сопротивление строго определённого отрезка органа растения (например, хвои) в момент его разрезания на три части. Дальнейшие исследования показали, что показатели омического сопротивления органов и тканей растений должны приводится к одному знаменателю – к показателям удельного омического сопротивления, его размерность должна быть *Ом·см*, как это принято в электротехнике при характеристике различного рода электротехнических материалов.

В 2006 г. нами опубликована статья в сборнике «Ботаника (исследования)», где детально описана методика определения омического и удельного омического сопротивления хвои древесных пород [9].

Объекты исследований. В качестве объектов исследования для изучения омического сопротивления хвои были взяты две хвойные лесообразующие породы Беларуси сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) и ель европейская (*Picea abies* (L.) Karst).

Исследования проводились как в условиях модельных опытов, так и в лесных насаждениях.

1. Модельные эксперименты с сосной обыкновенной проводились в различных экологических условиях в Минском районе на территории Биологической опытной станции ИгиЦ НАНБ, в дендрариях Ботанического сада НАНБ и Ботанического сада Белгосуниверситета. Модельный опыт был также заложен с чистыми посадками сосны обыкновенной и ели европейской в дендрарии Республиканского лесного селекционно-семеноводческого центра.

2. Кроме того, объекты исследований с сосной обыкновенной и елью европейской были подобраны в лесных насаждениях 1 класса возраста в Драчковском лесничестве Смолевичского лесхоза. Были

заложены пробные площади в смешанных сосново-еловых насаждениях в вересково-мшистом и кисличном типах леса.

В Драчковском лесничестве (кв. 9/8) были подобраны участки леса, в которых деревья сосны обыкновенной были поражены корневой губкой (отдельные деревья были усохшими, оставшаяся часть - ослабленные деревья с усохшими верхушечными побегами).

В Логойском лесхозе исследования проводились на пробах в смешанных насаждениях сосны и ели, произрастающие в условиях интенсивных антропогенных нагрузок:

– проба 1 находится в непосредственной близости от полотна автострады Минск – Витебск;

– проба 2 расположена в глубине лесного массива на расстоянии 0,8 км от автострады.

Характеристика условий произрастании, таксационные показатели древесных пород и трофности почвы приведены в таблице 1.

Исследования показали, что для получения электрофизиологических показателей хвои требуется непосредственная работа в полевых условиях. Хвоя отбирается со средней части кроны с южной стороны. Исследования следует проводить во второй половине вегетационного периода – августе и сентябре. Отбирается хвоя 2-летнего возраста, так как это уже сформированный и жизнеспособный орган растения. Хвоя 1-летняя менее информативна из-за не закончившихся процессов формирования, а в хвое 3-летнего возраста наблюдаются процессы старения и отмирания. Опыт показал, что электрофизиологические показатели хвои сосны и ели зависят от возраста хвои и не зависят от возраста дерева. Электрофизиологические показатели хвои тесно связаны с солевым режимом почвы, ее трофностью. Методика её определения описана Б.И.Якушевым [5, 6]. В основу определения положена гальваническая активность почвы (ГАП).

Трофность почвы определяется по величине гальванического тока, который образуется при погружении датчика (гальванической пары) в водную суспензию почвенного образца и фиксируется прибором. Величина тока <10 *мкА* характерна для бедных почв, а 80-100 *мкА* – для богатых.

Результаты исследований и их обсуждение. В процессе проведения экспериментов выполнено исследование по оценке

состояния древесных пород в насаждениях по удельному омическому сопротивлению основного фотосинтезирующего органа хвойных растений – хвои.

Для этих целей были использованы данные модельных экспериментов, а также проведены наблюдения в естественных растительных сообществах (табл.1).

Данные таблицы свидетельствуют, что удельное омическое сопротивление у хвои древесных пород изменяется в зависимости от условий произрастания растений и от величины показателей трофности почвы. Установлено, что наиболее устойчивые показания удельного сопротивления характерны для хвои двухлетнего возраста. Эти показания предлагается использовать для оценки состояния древесных пород.

В ходе выполнения исследований было установлено, что между удельным омическим сопротивлением хвои и трофностью почвы имеется обратная корреляционная зависимость. Данное явление связано с минеральным питанием хвойных пород. Если условия минерального питания благоприятны, то в хвою растений в единицу времени поступает большее количество элементов минерального питания. Это катионы и анионы. От содержания их в клеточном соке хвои зависит её электропроводность, чем их больше, тем выше электропроводность и наблюдается меньшее сопротивление хвои – уменьшается её удельное омическое сопротивление.

Анализ массива данных показал, чтобы получить рельефные показатели между удельным сопротивлением хвои растения и их состоянием в конкретных условиях произрастания следует пользоваться отношением между удельным омическим сопротивлением хвои (ρ) и величиной ГАП (показателем трофности почвы). Это отношение показывает, как изменяется удельное омическое сопротивление хвои на единицу измерения трофности почвы.

В таблице 1 помещены данные таких определений. Данные получены на пробных площадях в контрастных типах леса при достаточной повторности (n=20) на каждой пробе.

Таблица 1. Оценка состояния древесных пород в насаждениях по удельному омическому сопротивлению

Район, место исследов.	Тип леса ассоци-ация	Тип почвы	Величина ГАП, мкА	Древес-ная порода	Воз-раст, лет	Удельное омическое сопротивление хвои, *кОм·см, (ρ)*			Соотно-шение ρ/ГАП	Оценка состояния растений
						1-летняя	2-летняя	3-летняя		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ЦБС НАНБ	Сосняк орляков.	Дерново-подзолистая супесчаная	30,0	сосна	5	10,7±0,18	6,81±0,12	-	0,23	отличное
Ботсад БГУ	Сосняк кисличн.	Дерново-подзолистая ср.суглинист.	40,0	сосна	5	11,5±0,21	8,37±0,31	-	0,29	хорошее
РЛССЦ	Сосняк кисличн.	Дерново-подзолистая ср.суглинист.	40,0	сосна	2	-	14,4±0,30	-	0,36	хорошее
Смоле-вичский л-з	Сосняк кисличн.	Дерново-подзолистая супесчаная	36,0	сосна	18	13,6±0,45	12,8±0,55	14,5±0,35	0,35	хорошее
Логой-ский л-з, автостр.	Сосняк мшист.	Дерново-подзолистая связнопесчаная	13,0	сосна	15	11,0±0,24	9,26±0,10	-	0,71	удовлетв.
БОС	Сосняк вересков.	Дерново-подзолистая песчаная	14,0	сосна	5	12,5±0,22	11,3±0,13	-	0,81	удовлетв.

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Смоле-вичский л-з	Сосняк вересков.-мшистый	Дерново-подзолистая связнопесчаная	18,2	сосна	18	14,2±0,45	21,4±0,86	21,1±0,36	1,17	удовлетв.
Смоле-вичский л-з	Сосняк орляков.-кисличн.	Дерново-подзолистая на супеси, сугл., рыхл. песке	7,4	сосна	45	15,4±0,26	16,2±0,43	15,1±0,33	2,20	плохое (сухо-вершин.)
РЛССЦ	Ельник кисличн.	Дерново-подзолистая ср.суглинистая	40,0	ель	2	-	14,3±0,27	-	0,36	отличное
Смоле-вичский л-з	Сосняк кисличн.	Дерново-подзолистая супесчаная	36	ель	18	13,5±0,56	19,3±0,60	19,1±0,61	0,54	хорошее
Смоле-вичский л-з	Сосняк вересков.-мшистый	Дерново-подзолистая связнопесчаная	18,2	ель	18	27,7±1,32	29,7±0,56	24,0±0,53	1,51	удовлетв.

* Оценка даётся по степени охвоённости побегов растений и окраске хвои (содержанию хлорофилла).

В наиболее благоприятных условиях произрастания для сосны обыкновенной соотношение ρ/ГАП равно 0,23, что соответствует отличному состоянию растений. С ухудшением условий произрастания это соотношение возрастает до 0,71 (в условиях интенсивных антропогенных нагрузок – вдоль автострады), до 0,81 и 1,17 (в условиях недостаточного увлажнения). При заболевании растений соотношение ρ/ГАП достигает максимума – 2,20.

Аналогичная закономерность установлена для ели европейской.

Заключение. Проведены исследования и получены данные по оценке состояния насаждений хвойных пород на основе электрофизиологической диагностики. В основу разработки положены исследования нового показателя в физиологической науке – удельного омического сопротивления органов и тканей растений, которое ранее не определялось. При исследовании было использовано изобретение авторов «Устройство для определения омического сопротивления органов и тканей растений», на которое получен патент Российской Федерации.

Эксперименты по определению удельного омического сопротивления хвои сосны обыкновенной и ели европейской проведены как в модельных экспериментах, так и природных фитоценозах. Показано, что удельное омическое сопротивление тесно связано с состоянием водно-пищевого режима растения, условиями эдафотопа. Наиболее информативными показателями удельного омического сопротивления являются измерения для хвои 2-летнего возраста.

Отмечена обратная зависимость показателей удельного омического сопротивления хвои от уровня обеспеченности почв влагой и элементами минерального питания. Поскольку на величину удельного омического сопротивления хвои большое влияние оказывает уровень трофности почвы и между данными показателями существует обратная зависимость, то для получения более рельефных показателей между удельным сопротивлением хвои растения и их состоянием в данных конкретных условиях произрастания следует пользоваться отношением между удельным омическим сопротивлением хвои (ρ) и величиной ГАП (показателем трофности почвы). Это отношение показывает, как изменяется удельное омическое сопротивление хвои на единицу измерения трофности почвы. В наиболее благоприятных условиях

произрастания для сосны обыкновенной соотношение ρ/ГАП равно 0,23, что соответствует по экологической шкале отличному состоянию растений. С ухудшением условий произрастания это соотношение возрастает до 0,71 (в условиях интенсивных антропогенных нагрузок – вдоль автострады) и до 0,81 и 1,17 (в условиях недостаточного увлажнения). При заболевании растений соотношение ρ/ГАП достигает максимума 2,20.

Полученные материалы свидетельствуют о чёткой обратной зависимости между физиологическим состоянием древесных хвойных пород и величиной соотношения ρ/ГАП. Этот показатель предлагается использовать для ранжирования состояния хвойных древесных пород в различных условиях произрастания.

Литература

1. Крамер П.Д, Козловский Т.Т. Физиология древесных растений. М., 1983. 572 с.
2. Малер Г., Кордес Ю. Основы биологической химии. М., 1970. 566с.
3. Данилова М.Д. Структурные основы поглощения веществ корнем. Л., 1974. – 203 с.
4. Лев А.А. Ионная избирательность клеточных мембран. Л., 1975. 322с.
5. Якушев Б.И. Исследование растений и почв. Эколого-физиологические методы. Минск, 1988. 71 с.
6. Якушев Б.И. Способ определения солевого режима почв. Авторское свидетельство SU № 1226257. 1985.
7. Якушев Б.И., Роговая Е.Г. Патент РФ № 2066950. 1996.
8. Якушев Б.И., Роговая Е.Г. // ДАН Беларуси, 1999. Т.43. №6. С.68-70.
9. Якушев Б.И., Шайтор Д.Л., Сак М.М., Голушко Р.М. // Ботаника (исследования). Выпуск 34. / Ин-т эксперимент. бот. НАН Беларуси. Минск: Право и экономика, 2006. С. 306-312.
10. Роговая Е.Г. // Весці НАНБ, серыя біял. навук. 2002. №4. С.108-110.
11. Torelli N., Shortle W.C., Cupar K., Ferlin F., Smith K.T. // Eur. J. Forest Pathol. 1999. 29, N 3. C. 189-197.
12. Резвякова С.В. // Физиол. раст. - основа рац. земледелия / Орлов. фил. О-ва физиологов раст. РАН. М. 1999. С. 57-58.
13. Петухов С.М., Мансуров В.В., Мусин С.М. //Картофель и овощи. 2000, N 6. С.11.
14. Карасев В.Н. //Экол. и леса Поволжья. Марийск. гос. техн. ун-т. Йошкар-Ола.1999. С. 161-164.
15. Szczepkowski A.//Ann. Warsaw Agr. Univ. - SGGW. Forest. and Wood Technol.. 2000,N 50. C. 37-41.
16. Sun Yan-xiang, Zhang Cheng-he, Lu Zeng-ren //Hebei nongye daxue xuebao=J. Agr. Univ. Hebei. 2001. 24, N 4. C. 51-53.

17. Mancuso S. //Plant, Cell and Environ.. 2000. 23, N 3. C. 291-299.

18. Sampson Paul H., Mohammed Gina H., Colombo Stephen J., Noland Thomas L., Miller John R., Zarco-Tejada Pablo J. // Forest Res. Inf. Pap.. Min. Natur. Resour. Ontario. 1998, N142. C. 1-18.

19. Wargo Philip M., Minocha Rakesh, Wong Betty L., Long Robert P.,Horsley Stephen B., Hall Thomas J. //Can. J. Forest Res.. 2002. 32, N 4. C. 629-641.

20. Карасев В.Н., Карасева М.А. //Экол. и леса Поволжья. 2002, N 2, С. 366-375.

21. Moore William //Arbres et sci.. 2000, N 2. - C. 31-44.

22. Chen Fahe, Wu Guangbin, Proft Mauice De // Trans. Chin. Soc. Agr. Eng.. 2002. 18, N 5. C. 23-27.

23. Janelidze M., Eradze N., Toriashvili N. /Bull. Georg. Acad. Sci.. 2002. 166, N 1. - C. 86-88.

24. Luoranen Jaana, Repo Tapani, Lappi Juha //Can. J. Forest Res.. 2004. 34, N 5. C. 1108-1118.

25. Кондратенко Т.Е., Китаев О.І., Кузьмінець О.М. // Вісн. аграр. науки. 2004, N 10. С. 33-36, 85, 87.

26. Guo Wenchuan, Zhu Xinhua, Guo Kangquan // Chin. Soc. Agr. Eng.. 2005. 21, N 7.C. 136-139.

B.I. YAKUSHEV, M.M. SAK, R.M. GOLUSHKO

ESTIMATE OF THE STATE OF CONIFEROUS STANDS ON THE PRINCIPLES OF ELECTROPHYSIOLOGICAL DIAGNOSIS

Summary

It was found that specific electrical resistance of *Pinus sylvestris* (L.) and *Picea abies* (L.) Karst. needles have been decreased in favourable conditions for growth these plants.

Ботанические находки

УДК 582.29

П.Н. БЕЛЫЙ

НОВЫЕ МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ РЕДКИХ ОХРАНЯЕМЫХ ВИДОВ ЛИШАЙНИКОВ В БЕРЕЗИНСКОМ БИОСФЕРНОМ ЗАПОВЕДНИКЕ

Центральный ботанический сад НАН Беларуси

Введение. Березинский биосферный заповедник (ББЗ), благодаря длительному заповедному режиму, специфическим природно-территориальным условиям, является одним из центров концентрации видового разнообразия в Республике Беларусь. Здесь сосредоточено значительное число видов редких видов растений и грибов: 44 вида высших сосудистых растений, 10 видов мохообразных, 14 видов лишайников, 4 вида водорослей и 6 видов грибов. Необходимо, отметить, что при достаточно хорошей изученности распределения на территории заповедника редких групп растений и грибов, сведения о произрастании редких охраняемых видов лишайников крайне скудны и ограничены указанием лишь одного-двух конкретных местонахождений для каждого вида.

Материалы и методы исследования. В нашем исследовании мы опирались на весь доступный объем литературных данных, касающихся видового разнообразия лихенобиоты и распространения редких видов на территории заповедника [4-6, 8]. Для проведения дальнейшего уточнения распространения редких и охраняемых видов лишайников в 2007 и 2008 гг. были проведены планомерные лихенологические исследования на территории ББЗ.

Обработка собранного материала проводилась по общепринятой методике [9]. При определении образцов использовались следующие химические реактивы: 10% водный раствор КОН, насыщенный водный раствор $CaCl_2O_2$, 10% спиртовой раствор парафенилендиамина $C_6H_4(NH_2)_2$.

Для экологической характеристики и выявления особенностей распространения лишайников на территории заповедника использован «План лесонасаждений Березинского биосферного заповедника, лесоустройства 1993 г.» масштаба 1:25000.

Собранные образцы лишайников хранятся в коллекции лишайников Березинского биосферного заповедника (DMK*). Дублеты переданы в Гербарий «Института экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАНБ» (MSK).

Результаты и их обсуждение. В результате исследований в 2007 и 2008 гг. на территории Березинского биосферного заповедника были выявлены новые места произрастания четырех видов лишайников, включенных в Красную книгу Республики Беларусь [6]: *Cetrelia olivetorum* (Nyl.) W.L. Culb. & C.F. Culb., *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm., *Menegazzia terebrata* (Hoffm.) A. Massal, *Usnea ceratina* Ach. Из указанных выше видов чаще всего встречаются *Menegazzia terebrata*, *Cetrelia olivetorum* и *Usnea certaina*, для которых выявлено соответственно 50, 33 и 15 новых мест произрастания на территории заповедника. Такое большое число местонахождений объясняется высоким участием в составе лесных формаций заповедника заболоченных лиственных лесов, создающих оптимальные условия для произрастания данных видов лишайников [3]. Для *Lobaria pulmonaria* выявлено только одно новое местопроизрастания.

Ниже дается перечень местонахождений редких охраняемых лишайников на территории ББЗ с указанием латинского названия вида, местообитания, субстрата и даты сбора.

Cetrelia olivetorum

Витебская область, ***Докшицкий район***: *Березинское лесничество*, кв.67, выд.18, березняк орляковый, на стволе ольхи черной, 12.06.2007; *Рожнянское лесничество*, кв.198, выд.18, березняк осоковый, выд. 19, березняк болотно-папоротниковый, выд.20, березняк осоковый, на ольхе черной, 22.02.2008, вид приводится впервые для данного района; ***Лепельский район***: *Домжерицкое лесничество*, кв.227, выд.4 ,березняк осоково-травяной, на ольхе черной, 22.02.2008; кв.264 А, выд.38, осинник кисличный, на осине, 19.05.2007; кв.282, выд.15, черноольшаник осоковый, на стволе ольхи черной, 06.08.2008; кв.283, выд.2, осинник кисличный, на коре ствола осины, 08.08.2008; *Крайцевское лесничество*, кв.400, выд.15, черноольшаник болотно-папоротниковый, на ольхе черной, 14.08.2008; кв.401, выд.22,

* акроним гербария официально не зарегистрирован

ельник черничный, на ольхе черной, 14.08.2008; кв.402, выд.17, березняк осоковый, на ольхе черной, осине, 14.08.2008; кв.518, выд. 6, березняк осоковый, на стволе ивы, 15.05.2008; *Паликское лесничество*, кв. 650, выд.12, ельник кисличный, на стволах липы и молодого клена, а также на замшелом валежнике осины, 28.06.2008; *Рожнянское лесничество*, кв.212, выд.2, березняк осоковый, выд.3, ельник долгомошный, выд.4, ельник долгомошный, на ольхе черной, 22.02.2008; *Терешкинское лесничество*, кв.544, выд.31, березняк осоковый, на осине, ясене, ольхе черной, 14.05.2008; кв. 544, выд.37, осинник кисличный, на замшелых ветвях дуба у дороги, 15.05.2008; кв.564, выд.2, березняк осоковый, на ольхе черной, 14.05.2008; кв.581, выд.1, березняк черничный, на осине, 06.02.2008; кв.598, выд.37, черноольшаник папоротниковый, на ольхе черной, 11.07.2008; кв.599, выд.26, черноольшаник осоковый, на ольхе черной, 11.07.2008.; кв. 610, выд. 9, березняк осоковый, выд.24, березняк осоковый, на ольхе черной, 11.01.2008.

Минская область, *Борисовский район*: *Паликское лесничество*, кв.640, выд.1, ельник приручейно-травяной, выд.3, березняк осоково-травяной, на ольхе черной, 11.01.2008; кв.640, выд.2, березняк осоково-травяной, на березе пушистой, 11.01.2008.; кв.640, выд.4, березняк осоково-травяной, на ольхе черной, 11.01.2008; кв.700, выд.11, ясенник кисличный, на стволах поваленного старовозрастного ясеня и осины 28.05.2008; кв.707, выд.1, ясенник пойменный, на коре стволов ясеня, ольхи черной, 18.07.2008; кв.707, выд.12, ясенник кисличный, на коре ствола поваленного ясеня, 04.08.2008; *Терешкинское лесничество*, кв.611, выд.3, березняк осоковый,4, черноольшаник осоковый, на ольхе черной, 11.01.2008, вид приводится впервые для данного района.

Lobaria pulmonaria

Минская область, *Борисовский район*: *Паликское лесничество*, кв.707, выд.12, ясенник кисличный, на стволе ясеня, 23.07.2008.

Menegazzia terebrata

Витебская область, *Докшицкий район*: *Березинское лесничество*, кв. 56, выд. 23, березняк папоротниковый, на ольхе черной, 12.06.2007; кв.67, выд.18, березняк орляковый, на ольхе черной, 12.06.2008; *Рожнянское лесничество*, кв.198, выд.18,

березняк осоковый, на ольхе черной, 22.02.2008, вид приводится впервые для данного района; ***Лепельский район***, *Рожнянское лесничество*, кв.212, выд.1, ельник долгомошный, выд.2, березняк осоковый, выд.16, ельник долгомошный, на коре ствола старовозрастной осины, 22.02.2008; *Домжерицкое лесничество*, кв. 227, выд.2, березняк осоковый, выд.3, березняк осоковый, на ольхе черной, 22.02.2008; кв.281, выд.44, березняк орляковый, выд.53, ельник черничный, на ольхе черной, 06.07.2007; кв. 282, выд.15, черноольшаник осоковый, на ольхе черной, 06.08.2008; кв. 284Б, выд.4, черноольшаник болотно-папоротниковый, выд.7 черноольшаник папоротниковый, выд.8, черноольшаник болотно-папоротниковый, выд.16, черноольшаник таволговый, на ольхе черной, 06.07.2007; кв.285, выд.15, ельник приручейно-травяной, выд.18, черноольшаник болотно-папоротниковый, выд.25, черноольшаник таволговый, выд.26 черноольшаник снытевый, на ольхе черной, 06.07.2007; кв. 296, выд.47, березняк орляковый, на ольхе черной, 17.07.2007; кв.297, выд.30, березняк осоково-травяной, выд.42, березняк орляковый, на ольхе черной, 17.07.2007; кв.315А, выд.27, осинник кисличный, на старовозрастной осине, 03.05.2007; кв.334 Б, выд.26, ельник приручейно-травяной, выд.33, ельник кисличный, выд.40, березняк папоротниковый, на ольхе черной, 03.05.2007; кв. 334 Б, выд. 41, ельник приручейно-травяной, на березе пушистой, 03.05.2007; кв. 334 В, выд.22, ельник приручейно-травяной, выд.26, ельник долгомошный, выд.27, ельник приручейно-травяной, на ольхе черной, 03.05.2007; *Крайцевское лесничество*, кв.400, выд.15, черноольшаник болотно-папоротниковый, на ольхе черной, 14.08.2008; кв.401, выд.22, ельник черничный, на ольхе черной, 14.08.2008; кв.402, выд.5, березняк приручейно-травяной, выд.15, березняк осоковый, выд.18, березняк папоротниковый, на ольхе черной, 14.08.2008; кв.402, выд.17, березняк осоковый, на ели, 14.08.2008; *Паликское лесничество*, кв.626, выд.5, березняк осоково-травяной, выд.7, березняк осоково-травяной, на ольхе черной, 11.01.2008; кв.649, выд.7, черноольшаник осоковый, на ольхе черной, 11.01.2008; *Терешкинское лесничество*, кв.544, выд.41, березняк осоковый, на ольхе черной, 14.05.2008; кв.564, выд.2, березняк осоковый, выд. 9, березняк осоковый, на ольхе черной, 14.05.2008; кв. 564, выд.5, березняк кисличный, на осине, 14.05.2008; кв.598, выд.37,

черноольшаник папоротниковый, на ольхе черной, 11.07.2008; кв. 610, выд.9, березняк осоковый, на ольхе черной, 11.01.2008;

Минская область, *Борисовский район*: *Паликское лесничество*, кв.691, выд.8, черноольшаник снытевый, выд.20, черноольшаник таволговый, на ольхе черной, 16.05.2008; кв.707, выд.1, ясенник пойменный, на ольхе черной, 27.05.2008; *Терешкинское лесничество*, кв.599, выд.26, черноольшаник осоковый, на ольхе черной, 11.07.2008; кв.611, выд.3, березняк осоковый, выд.4, черноольшаник осоковый, на ольхе черной, 11.01.2008.

Usnea ceratina

Витебская область, *Докшицкий район*, *Рожнянское лесничество*, кв.198, выд.18, березняк осоковый, выд.19, березняк болотно-папоротниковый, выд.20, березняк осоковый, на стволах ольхи черной, 22.02.2008, вид приводится впервые для данного района; ***Лепельский район***, *Домжерицкое лесничество*, кв.227, выд.2, березняк осоковый, на ольхе черной, 22.02.2008; кв.227, выд. 3, березняк осоковый, на березе пушистой, 22.02.2008; кв.227, выд. 4, березняк осоково-травяной, на ольхе черной, 22.02.2008; *Крайцевское лесничество*, кв.400, выд.15, черноольшаник болотно-папоротниковый, на ольхе черной, 14.08.2008; кв. 402, выд.17, березняк осоковый, на ольхе черной, 14.08.2008; *Паликское лесничество*, кв.635, выд.3, черноольшаник осоковый, на ольхе черной, 11.01.2008; кв.635, выд.7, березняк долгомошный, на ольхе черной, 11.01.2008; кв.636, выд.11, березняк кисличный, на ольхе черной, 11.01.2008; кв.649, выдел 7, черноольшаник осоковый, на ольхе черной, 11.01.2008; кв.650, выд.12. ельник кисличный, на поваленном стволе ольхи черной, 28.06.2008.

Минская область, *Борисовский район*: *Паликское лесничество*, кв.691, выд.8, черноольшаник снытевый, на ольхе черной, 16.05.2008; *Терешкинское лесничество*, кв.612, выд.1, черноольшаник осоковый, на ольхе черной, 11.07.2008, вид приводится впервые для данного района.

Особый интерес представляют находки *Cetrelia olivetorum*, *Menegazzia terebrata* и *Usnea ceratina*. До недавнего времени, по литературным данным и результатам наших предыдущих исследований [1-6], на территории ББЗ *Cetrelia olivetorum* и *Usnea ceratina* были известны только из Лепельского района, а для двух

других районов заповедника (Докшицкий район Витебской области, Борисовский район Минской области) не указаны. *Menegazzia terebrata* для ББЗ ранее указывался только в Лепельском и Борисовском районах и не был отмечен в Докшицком районе [6].

В Березинском биосферном заповеднике *Cetrelia olivetorum* приурочен главным образом к пушистоберезовым лесам (51 % от общего числа находок), в меньшей мере – к еловым (15 %) и черноольховым (15 %). Единичные находки приурочены к осиновым и ясеневым лесам. Необходимо отметить, что наибольшее число находок *Cetrelia olivetorum* в условиях ББЗ отмечено в мелколиственных лесах на болотах с преобладанием березы пушистой (*Pubescensi-Betuleta*) – 48 % от общего числа находок. Однако характерным субстратом для данного вида является ольха черная (61 %). Среди остальных древесных пород, на которых был зарегистрирован *Cetrelia olivetorum*, следует отметить осину (17 %) и ясень (10 %). Единичные находки сделаны на стволах липы, клена, ивы, дуба и березы пушистой (по 2,5 % от общего числа находок).

Другие два вида – *Menegazzia terebrata* и *Usnea ceratina* – в своем распространении на территории заповедника так же, как и *Cetrelia olivetorum*, тяготеют к пушистоберезовым лесам на болотах (36 % и 53 % общего числа находок соответственно) и к еловым лесам (22 % и 7 % соответственно). Наиболее характерным субстратом, который предпочитают указанные виды лишайников, является кора ольхи черной. На данном субстрате отмечено более 93 % находок *Usnea ceratina* и 86 % находок *Menegazzia terebrata*.

Заключение. Таким образом, в результате собственных исследований, а также по литературным данным, на территории Березинского биосферного заповедника установлено 89 мест произрастания *Menegazzia terebrata*, 64 – для *Cetrelia olivetorum*, 23 – для *Usnea certaina* и 8 – для *Lobaria pulmonaria*. Для *Cetrelia olivetorum* и *Usnea ceratina* впервые выявлены места произрастания в Докшицком районе Витебской области и Борисовском районе Минской области. Кроме того, на территории Докшицкого района выявлены новые места произрастания *Menegazzia terebrata*.

Полученные материалы могут использоваться при подготовке следующего издания Красной книги Республики Беларусь, а также

для реализации конкретных мероприятий по сохранению популяций этих видов.

Литература

1. Белый П.Н. // Организмы, популяции, экосистемы: проблемы и пути сохранения биоразнообразия : Материалы Всероссийской конф. с междунар. участием «Водные и наземные экосистемы: проблемы и перспективы исследований» (Вологда, 24–28 ноября 2008 г.). Вологда, 2008.– С. 174-176.

2. Белый П. Н. //Эколого-экономический механизм сохранения биоразнообразия особо охраняемых природных территорий: Материалы III Междунар. науч.-практ. конф. (Беловежская пуща, 4-6 сент. 2008 г.) Брест, 2008. С. 138-140.

3. Белый П.Н. // Наука, образование, технологии – 2008 : Материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Барановичи, 21-22 марта 2008 г.). Ч. 3. Барановичи, 2008. С. 286-288.

4. Голубков В.В. // Ботаника (исследования), 1986. Вып. 27. С. 139-141.

5. Голубков В.В. // Особо охраняемые природные территории Беларуси. Исследования. 2007. Вып. 2. С. 11-34.

6. Красная книга Республики Беларусь: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений. Мн.: БелЭн, 2005. 465 с.

7. Любицкая Л.И. // Тр. Петроградского общ. естествоиспытателей. 1914.Т. 44-45. Вып. 3. № 2. С. 187-194.

8. Макромицеты, микромицеты и лихенизированные грибы Беларуси. Гербарий Института экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича (MSK-F, MSK-L) / Под ред. В.И. Парфенова, О.С. Гапиенко. Минск: ИВЦ Минфина, 2006. 501с.

9. Окснер А.Н. Определитель лишайников СССР. Морфология, систематика и географическое распространение.Л.: Наука, 1974.Вып. 2. 283 с.

10. Определитель лишайников СССР. Пертузариевые, Леканоровые, Пармелиевые / Под ред. М.Ф. Макаревич. – Вып. 1. Л.: Наука, 1971. 412 с.

11. Савич В.П. Результаты лихенологических исследований 1923 года в Белоруссии // Зап. Бел. гос. ин-та сельского и лесного хозяйства.1925. Вып. 4. С. 1-3.

P. N. BELY

NEW FINDINGS OF RARE PROTECTED SPECIES OF LICHENS IN BEREZINSKY BIOSPHERE RESERVE

Summary

During field investigations in 2007 and 2008 on the territory of Berezinsky Biosphere Reserve new localities of four lichen species included into the Red Data book of Belarus have been found. They are

Cetrelia olivetorum (Nyl.) W.L. Culb. & C.F. Culb., *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm., *Menegazzia terebrata* (Hoffm.) A. Massal and *Usnea certaina* Ach.

Description, data on ecology and distribution of the species are given.

УДК 582.572 (476)

Д.В. ДУБОВИК, А.Н. СКУРАТОВИЧ

О НОВЫХ ДЛЯ ФЛОРЫ БЕЛАРУСИ МЕСТОНАХОЖДЕНИЯХ РЕДКИХ ВИДОВ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ

Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича

Введение. В данной публикации мы продолжаем сообщать о местонахождениях некоторых редких видов растений в пределах республики. Это весьма актуально в связи с тем, что продолжается издание многотомной «Флоры Беларуси». В результате выполнения хоздоговорных и плановой тем, во время полевых работ на территории республики, преимущественно в последние годы, авторами выявлен ряд новых и редких видов сосудистых растений для различных административных районов и в целом для флоры республики. Новые местонахождения указанных видов существенно уточняют общий ареал видов и хорологические особенности представителей флоры в региональном аспекте.

Материалы (объекты) и методы исследования. Исследования осуществлялись традиционным маршрутным методом. Перечень видов приводится согласно Определителя [1]. Номенклатура таксонов принята по С.К. Черепанову [2], и лишь некоторые таксоны – по Н.Н. Цвелеву [3]. Все гербарные сборы приведенных в статье видов хранятся в Гербарии ИЭБ им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси (MSK).

Результаты и их обсуждение. Ниже приводятся конкретные местонахождения выявленных видов с краткой аннотацией к ним если это необходимо.

Lycopodiella inundata (L.) Holub – Петриковский р-н, окр. д. Сметаничи, 0,5 км к В, зарастающий старый карьер, часто, Д. Дубовик, 07.07.2005; Пуховичский р-н, окр. д. Клетное, 2, 4 км к З,

сырые обнажения по полосе ЛЭП, Д. Дубовик, А. Скуратович, 08.09.2005. Произрастает совместно с *Juncus capitatus Weig*.

Botrychium matricariifolium (Retz.) A.Br. ex W.D. J. Koch – Ошмянский р-н, окр. д. Лустишки, В окраина, левобережье р. Ошмянки, по гривам с редкой сосной и можжевельником, редко, Д. Дубовик, 10.07.2003.

Pteridium aquilinum (L.) Kuhn ex Decken, s. str. – Малоритский р-н, окр. д. Сушитница, 6 км к ВСВ, кв. 60, выдел 5 Хотиславского лесничества, ельник с дубом орляковый, А. Скуратович, С. Савчук, 06.05.2009.

Salvinia natans (L.) All. – Речицкий р-н, окр. д. Холмеч, 0,2 км к В, правобережье р. Днепр, на мелководье реки, Д. Дубовик, А. Скуратович, 25.08.2005; Рогачевский р-н, окр. д. Виков, 2,2 км к З, левобережье р. Днепр, озеро Малые Жаверинки, Д. Дубовик, А. Скуратович, 27.10.2005; Рогачевский р-н, окр. д. Зборов, 1 км к В, правобережье р. Днепр, в старичном озере, Д. Дубовик, А. Скуратович, 26.10.2005.

Abies alba Mill. – Несвижский р-н, окр. д. Сейловичи, 2,6 км к СЗ, смешанный лес у бывшей лесничевки, дает обильный самосев, Д. Дубовик, А. Скуратович, 07.08.2004. Помимо пихты, здесь отмечен самосев у *Fagus sylvatica* L., *Juglans mandshurica* Maxim., *Tilia platyphyllos* Scop., *Aesculus hippocastanum* L.

Anemone sylvestris L. – Сморгонский р-н, окр. д. Козеняты, 1,9 км к З, правобережье р. Вилии, по облесенному склону коренного берега, изредка, Д. Дубовик, Т. Симон, 20.08.2002. Совместно с данным видом отмечены *Lilium martagon* L., *Koeleria grandis* Bess. ex Gorski, *Brachypodium pinnatum* (L.) Beauv., *Veronica teucrium* L., *Carex montana* L., *Pulmonaria angustifolia* L., *Inula salicina* L., *Pulsatilla patens* (L.) Mill., *Jovibarba globifera* (L.) J. Parnell.

Pulsatilla bohemica (Skalicky) Tzvel. *x P. pratensis* (L.) Mill. – Гродненский р-н, окр. д. Польница, 1,5 км к С, кв. 49 Гожского л-ва, по дюнам на крупной вырубке среди сосняков мшистых совместно с *Tragopogon gorskianus* Reichb. f., Д. Дубовик, А. Скуратович, 27.05.2004. Гродненский р-н, окр. д. Немново, 1,5 км к ЮЗ, по опушке молодого сосняка на склоне у шоссе, Д. Дубовик, 29.05.2005. Данный гибрид указывается впервые для флоры республики.

У этого нототаксона промежуточная окраска венчика изнутри (у *Pulsatilla bohemica* она чернильно-фиолетовая, а у *P. pratensis* –

сиренево-лиловая или светло-сиреневая). Также по соснякам к северу от г. Гродно нередко встречаются гибриды *P. x hackelii* Pohl *(P. patens x P. bohemica)* и *P. x juzepczukii* Tzvel. *– (P. patens x P. pratensis)*. Подобные гибридные особи, вероятно, указывались разными авторами под названиями *P. montana* auct. non (Hoppe) Reichb., *P. vulgaris* auct. non Mill., *P. grandis* auct. non Wend. [4,5 и др.].

Thalictrum simplex L. – Сморгонский р-н, окр. д. Хотиловичи, 2,5 км к ЗСЗ, правобережье р. Вилии, по гриве в пойме, Д. Дубовик, Т. Симон, 21.08.2002. Произрастает совместно с *Thalictrum minus* L.

Trollius europaeus L. – Ошмянский р-н, окр. д. Бекяны, 0,3 км к В, сырой закустаренный луг, изредка, группами, Д. Дубовик, 29.05.2003; Ошмянский р-н, окр. д. Куцевичи, 0,3 км к С, правобережье р. Понарка, закустаренный сырой луг, изредка. Произрастает совместно с *Gladiolus imbricatus* L., *Botrychium lunaria* (L.) Sw.; Петриковский р-н, окр. д. Атирки, 1,5 км к СЗ, кв. 249 и 250 Петриковского л-ва, в дубраве чернично-орляковой и на зарастающей вырубке, часто, Д. Дубовик, 25.05.2005. Произрастает совместно с *Viola uliginosa* Bess., *Carex hartmanii* Cajand., *Rubus plicatus* Weihe et Nees., *u Iris sibirica* L.

Corydalis intermedia (L.) Merat – Воложинский р-н на границе с Молодечненским р-ном, окр. д. Бортники, 0,5 км к Ю, кв. 275 Раковского л-ва, в нижней части склона моренного холма у дачных участков, ольхово-широколиственный лес с лещиной, нередко, Д. Дубовик, А. Скуратович, Л. Семеренко, 07.05.2003. Вид произрастает совместно с *Ranunculus lanuginosus* L.*; Gagea minima* (L.) Ker-Gawl., *Cystopteris fragillis* (L.) Bernh.; окр. г. Бобруйска, 2 км к СЗ, в кв. 109 и 116 Мирадинского л-ва, у временного водотока в ольсе с березой, елью, ясенем и кленом, изредка, Д. Дубовик, 21.04.1996. Вид произрастает совместно с *Allium ursinum* L. и *Dentaria bulbifera* L.

Cucubalus baccifer L. – Дрогичинский р-н, окр. д. Заречка, 0,7 км к СЗ, по берегу Днепро-Бугского канала, среди зарослей облепихи, изредка, Д. Дубовик, 22.08.2005.

Dianthus borbasii Vandas - Сморгонский р-н, окр. д. Белая, 0,9 км к ЮВ, вблизи шоссе, на опушке сухого сосняка, Д. Дубовик, Т. Симон, 22.08.2002.

Hypericum montanum L. – Петриковский р-н, окр. д. Конковичи, 3 км к В, кв. 28 Птичьского л-ва, в дубраве орляковой, редко, Д. Дубовик, 25.05.2005.

Viola sergievskiae Tzvel. – Россонский р-н, окр. д. Заборье, 2,7 км к СВ, к Ю от оз. Глыба, в сосняке мшистом у лесной дороги, Д. Дубовик, 16.07.2004. Новый вид для флоры Беларуси.

Thladiantha dubia Bunge – окр. г. Рогачев, ЮВ окраина, правобережье р. Днепр, замусоренные склоны коренного берега, Д. Дубовик, А. Скуратович, 25.10.2005. Отмечено плодоношение вида, что в условиях республики наблюдается крайне редко.

Alyssum gmelinii Jord. – Гродненский р-н, окр. д. Привалка, 1,1 км к ЮЗ, у дороги в сосняке мшистом, Д. Дубовик, 26.05.2004; Гродненский р-н, окр. д. Привалка, 1,7 км к ЮВ, на опушке сосняка мшисто-лишайникового по дюне, часто, Д. Дубовик, А. Скуратович, 26.05.2004.

Dentaria bulbifera L. – Петриковский р-н, окр. д. Людвинов, 3-4 км к В, кв. 36, 37 и 47 Сметаничского л-ва, ясенники снытевые, часто, Д. Дубовик, 28.05.2005.

Salix myrtilloides L. – Петриковский р-н, окр. д. Белый Переезд, 2 км к СЗ, кв. 72 и 73 Комаровичского л-ва, на мезотрофном болоте, часто, Д. Дубовик, А. Скуратович, 26.05.2005. Совместно с данным видом собраны *Scheuchzeria palustris* L., *Carex limosa* L., *Utricularia intermedia* Hayne, *Chamaedaphne calyculata* (L.) Moench., а по краю болота *Juncus squarrosus* L.

Oxycoccus macrocarpos (Ait.) Pursch – Глубокский р-н, окр. д. Свила 1-ая, 2 км к ССЗ, кв. 9 Подсвильского л-ва, одичавшая на месте бывшей производственной площадки по выращиванию клюквы, Д. Дубовик, 01.06.2002.

Oxyccocus microcarpus Turcz. ex Rupr. – Пуховичский р-н, окр. д. Слобода, 4 км к В, кв 19 Ветеревичского л-ва, на верховом болоте, Д. Дубовик, А. Скуратович, 07.09.2005. Произрастает совместно с *Scheuchzeria palustris* L., *Carex limosa* L.

Empetrum nigrum L. – Столинский р-н, окр. д. Зубково, 3 км к ЮЮВ, кв. 24 Теребежовского л-ва, болотный массив Морочно, редко, И. Вершицкая, А. Скуратович, 21.09.2007. На болотном массиве также собраны нами несколько ранее *Rhynchospora alba* (L.) Vahl, *Scheuchzeria palustris* L., *Carex limosa* L., *C. pauciflora* Lightf., *Chamaedaphne calyculata* (L.) Moench, *Utricularia intermedia*,

Salix myrtilloides L. (также найдены его гибриды с *S. aurita* L. и *S. rosmarinifolia* L.), *S. lapponum* L., *Drosera intermedia* Hayne.

Malva pulchella Bernh. – Несвижский р-н, окр. д. Сейловичи, 2 км к СЗ, рекультивированный замусоренный карьер, Д. Дубовик, А. Скуратович, 07.08.2004; Октябрский р-н, окр. д. Ломовичи (у В окраины), на обочине шоссе, сорные места, изредка, Д. Дубовик, 16.08.2000.

Saxifraga hirculus L. – Сморгонский р-н, окр. д. Валейковичи, 0,7 км к ЮВ, мезотрофное болото у оз. Мертвое, изредка, Д. Дубовик, Т. Симон, 19.08.2002. Совместно с данным видом собраны *Liparis loeselii* (L.) Rich., *Malaxis monophyllos* (L.) Sw., *Carex dioica* L., *C. limosa* L., *C. chordorrhiza* Ehrh., *Acetosa fontano-paludosa* (Kalela) Holub, *Epipactis palustris* (L.) Crantz, *Myosotis lithuanica* (Schmalh.) Bess. ex Dobrocz., *Utricularia intermedia* Hayne, *Utricularia minor* L., *Hippuris vulgaris* L.

Saxifraga tridactylites L. – Гродненский р-н, окр. д. Плебанские, 1 км к СЗ, левобережье р. Неман, по гривам в пойме, часто, Д. Дубовик, 27.05.2004; Гродненский р-н, окр. д. Лукавица, 2 км к СЗ, правобережье р. Неман, по гривам в пойме среди осокорника, часто, Д. Дубовик, 27.05.2004. Произрастает совместно с *Cenolophium denudatum* (Hornem.) Tutin., *Helianthemum chamaecistus* Mill.; Гродненский р-н, окр. д. Привалка, 0,8 км к З, правобережье р. Неман, по гривам в пойме, Д. Дубовик, 26.05.2004; Гродненский р-н, окр. п. Сопоцкин, СВ окраина, сухой склон холма у шоссе, Д. Дубовик, 29.05.2005.

Drosera intermedia Hayne – Петриковский р-н, окр. д. Комаровичи, 2,5 км к З, сырые выемки у грунтовой дороги на опушке леса, Д. Дубовик, А. Скуратович, 08.07.2005. Совместно с данным видом отмечены *Lycopodiella inundata* и *Juncus capitatus Weig.*

Amygdalus triloba (Lindl.) Ricker – Гродненский р-н, окр. д. Загорники, 1,5 км к ЮЗ, правобережье р. Неман, на свалке мусора по вершине коренного берега реки у края дачных участков, дичает, Д. Дубовик, 27.05.2004. Совместно с данным видом по свалке мусора отмечены *Levisticum officinale* Koch, *Lunaria annua* L., *Papaver pseudoorientale* (Fedde) Medw., *Myosotis sylvatica* Ehrh. ex Hoffm., *Narcissus poëticus* L. Натурализация вида отмечена впервые в Беларуси.

Aruncus vulgaris Rafin. – Сморгонский р-н, д. Залесье, парк на месте усадьбы Огинских, около 10 одичавших растений под пологом широколиственного леса, Д. Дубовик, Т. Симон, 23.08.2002.

Malus toringo Siebold. (M. sieboldii (Regel) Rehd.) – Гродненский р-н, окр. д. Соничи, 5,5 км к СВ, у дороги в сосняке мшистом, Д. Дубовик, 17.09.2004. Данный вид отмечается нередко одичавшим по лесам к северу от д. Соничи, культивируется в д. Калеты и на х. Коди. Натурализация вида отмечена впервые в Беларуси.

Persica vulgaris Mill. – Петриковский р-н, окр. д. Конковичи, 5,5 км к В, кв. 30 Птичьского л-ва, на опушке дубравы орляковой, деревце высотой до 1,3 м, Д. Дубовик, 25.05.2005.

Potentilla alba L. – Речицкий р-н, окр. д. Нов. Красное, 1,4 км к В, кв. 25 Речицкого л-ва, сосняк орляковый, редко, Д. Дубовик, 10.08.2004.

Potentilla x anglica Laicharding. *(P. erecta* (L.) Raeusch. *x P. reptans* L.*)* – Гродненский р-н, окр. д. Калеты, 2,6 км к ВСВ, кв. 93 Августовского л-ва, у дороги в сосняке мшистом, Д. Дубовик, 18.09.2004. Крайне редкий гибрид во флоре республики.

Poterium sanguisorba L. – Ошмянский р-н, окр. д. Микутяны, 1,2 км к СЗ, по щебенистой ж.д. насыпи, редко, Д. Дубовик, 09.07.2003.

Prunus pumila L. – Столинский р-н на границе с Украиной, окр. д. В. Теребежов, 2, 3-4 км к ЮЗ, у лесной дороги в сосняке с дубом мшисто-орляковом, изредка, Д. Дубовик, 14.06.2003. В небольшом старом окопе здесь же отмечен и *Polypodium vulgare* L.

Rubus armeniacus Focke – Гомельский р-н, окр. д. Терюха, 0,2 км к С, правобережье р. Терюха, на опушке озлакованного сосняка, Д. Дубовик, А. Скуратович, 25.08.2005. Вид указывается впервые для флоры Беларуси, однако несколько ранее был собран в Жлобинском районе Д. Третьяковым.

Rubus hirtus Waldst. et Kit. – Пружанский р-н, окр. д. Комлищи, 6 км к СВ, у шоссе Пружаны-Ружаны, кв. 85 Березовского л-ва, в сосняке мшисто-черничном, изредка, Д. Дубовик, 19.06.2002. Невдалеке от данного местонахождения на опушке высоковозрастного сосняка найден *Botrychium matricariifolium.*

Genista germanica L. – Столинский р-н, окр. д. В. Теребежов, 4 км к ЮЗ, у лесной дороги в сосняке с дубом мшисто-орляковом, изредка, Д. Дубовик, 14.06.2003. Совместно или вблизи с данным видом произрастают *Festuca polesica* Zapal., *Jurinea cyanoides* (L.)

Reichenb., *Gypsophila paniculata* L., *Dianthus borbasii* Vandas, *Tragopogon bjelorussicus* Artemcz., *Silene lithuanica* Zapal., *Lembotropis nigricans* (L.) Griseb., *Verbascum phoeniceum* L.; Речицкий р-н, окр. д. Нов. Красное, 1,4 км к В, кв. 25 Речицкого л-ва, сосняк орляковый, редко, Д. Дубовик, 10.08.2004.

Lablab purpureus (L.) Sweet – Столинский р-н, д. Ольшаны, как декоративное у жилья, Д. Дубовик, А. Скуратович, 23.08.2005. Новый для флоры Беларуси интродуцированный вид.

Lathyrus montanus Bernh. – Глубокский р-н, окр. д. Германовщина, 1,3 км к СВ, склон правого коренного берега р. Шоша, сосняк орляковый, редко, Д. Дубовик, 31.05.2002. По коренным берегам реки здесь также собраны *Hieracium orbicans* (Almq. ex Stenstr.) Dahlst., *Hieracium prolatatum* Johans., *H. jaccardii* Zahn., *Lathyrus laevigatus* (Waldst. et Kit.) Gren., *Bromopsis benekenii* (Lange) Holub.; Ивацевичский р-н, окр. д. Хороща, 4,5 км к ВСВ, сосняк мшисто-черничный, Д. Дубовик, А. Скуратович, 07.08.2005.

Lotus pedunculatus Cav. (L. uliginosus Schkuhr*)* – Малоритский р-н, окр. д. Орехово, по канализированному берегу р. Малорита, Д. Дубовик, А. Скуратович, 21.08.2005.

Trapa natans L. s.l. – Мозырский р-н, окр. д. Балажевичи, 3 км к СЗ, левобережье р. Припять, озеро Старая Река, нередко, Д. Дубовик, А. Скуратович, 17.08.2005. Произрастает совместно с Salvinia natans (данный вид нередок по старицам от д. Конковичи до д. Багримовичи); Мозырский р-н, окр. д. Балажевичи, 2 км к СВ, левобережье р. Припять, старичное озеро, нередко, Д. Дубовик, А. Скуратович, 17.08.2005; Речицкий р-н, окр. д. Холмеч, 0,2 км к В, правобережье р. Днепр, на мелководье реки, Д. Дубовик, А. Скуратович, 25.08.2005; Рогачевский р-н, окр. д. Озерище, 1 км к ЮЮЗ, правобережье р. Днепр, пойменное озеро, Д. Дубовик, А. Скуратович, 27.10.2005; Рогачевский р-н, окр. д. Мадора, 3 км к ЮЗ, правобережье р. Днепр, озеро Лопушинское, произрастает совместно с *Salvinia natans*, Д. Дубовик, А. Скуратович, 27.10.2005; Рогачевский р-н, окр. д. Ходосовичи, 3 км к ЗСЗ, левобережье р. Днепр, озеро Клисячье, Д. Дубовик, А. Скуратович, 27.10.2005; Рогачевский р-н, окр. д. Ильич, 2 км к З, левобережье р. Днепр, старичное озеро, Д. Дубовик, А. Скуратович, 26.10.2005; Рогачевский р-н, окр. д. Шапчицы, 6 км к З, левобережье р. Днепр, озеро Залозский Старик, Д. Дубовик, А. Скуратович, 26.10.2005; Рогачевский р-н, окр. д. Кистени, 1,5 км к В, левобережье р. Днепр,

озеро Янков Лог, Д. Дубовик, А. Скуратович, 26.10.2005; Рогачевский р-н, окр. д. Гадиловичи, 1 км к З, левобережье р. Днепр, в старичном озере, Д. Дубовик, А. Скуратович, 26.10.2005; Рогачевский р-н, окр. д. Зборов, 1 км к В, правобережье р. Днепр, в старичном озере, Д. Дубовик, А. Скуратович, 26.10.2005.

Geranium divaricatum Ehrh. – Гродненский р-н, окр. д. Дорогунь, 1,5 км к СЗ, сосняк чистотеловый у бывшей погранзаставы, Д. Дубовик, А. Скуратович, 27.05.2004.

Geranium pyrenaicum Burm. fil. – Гродненский р-н, окр. д. Воловичевцы, Святский парк, по газонам в парке, нередко, Д. Дубовик, А. Скуратович, 27.05.2004.

Berula erecta (Huds.) Cov. – Ошмянский р-н, окр. д. Лустишки, 0,5 км к ЮВ, правобережье р. Ошмянка, по ключевинам в ельнике с ольхой, изредка, Д. Дубовик, 11.07.2003. Совместно с данным видом собраны *Listera ovata* (L.) R.Br., *Huperzia selago* (L.) Bernh. ex Schrank et Mart.; в окр. г. Сморгонь, 2,6 км к С, кв. 21 Трилесинского лесничества, ключевины в ольсе крапивно-таволговом, Д. Дубовик, 13.10.2004; Сморгонский р-н, окр. д. Козеняты, 2.4 км к З, правобережье р. Вилии, по ключевинам у основания коренного берега, Д. Дубовик, Т. Симон, 20.08.2002; Сморгонский р-н, окр. д. Оленец, 0,7 км к СЗ, левобережье р. Вилии, по ключевинам у реки, Д. Дубовик, Т. Симон, 22.08.2002; Пинский р-н, окр. д. Ласицк, 0,3 км к СЗ, по берегу р. Стырь, Д. Дубовик, А. Скуратович, 23.08.2005; Пуховичский р-н, окр. д. Клетное, 3,3 км к СЗ, на мелководье р. Птичь, Дубовик, А. Скуратович, 08.09.2005.

Cervaria rivinii Gaertn. – окр. г. Хойники, 2 км к ССВ, на опушке сосняка орлякового с вейником, редко, Д. Дубовик, 30.08.2003. В сосняках в окр. города также собраны *Potentilla alba* L., *Genista germanica* L., *Rubus plicatus* Weihe et Nees., *Amelanchier alnifolia* (Nutt.) Nutt.

Conioselinum vaginatum (Spreng.) Thell. – Ошмянский р-н, окр. д. Гуденята, З окраина, у устья ручья впадающего в р. Понарка, в ольсе крапивно снытевом, изредка, Д. Дубовик, 11.07.2003.

Laserpitium latifolium L. – Ошмянский р-н, окр. д. Микулишки, 0,2 км к СЗ, слегка закустаренный склон холма, часто, Д. Дубовик, 28.05.2003. И. Вершицкая здесь же обнаружила несколько позже *Dracocephalum ruyschiana* L.; Ошмянский р-н, окр. д. Огородники,

1 км к ЗЮЗ, облесенный высокий склон коренного берега р. Ошмянка, часто, Д. Дубовик, 07.07.2003.

Vitis vinifera L. – окр. г. Хойники, 2 км к ССВ, на опушке сосняка орлякового, поднимается на дервья до 4 м, Д. Дубовик, 30.08.2003.

Thesium arvense Horvatovszky – Малоритский р-н, окр. д. Сушитница, 1,5 км к ЮЮВ, откосы железной дороги, на песчано-галечном субстрате, небольшая группа, С. Савчук, А. Скуратович, 05.05.2009.

Thesium ebracteatum Hayne – Малоритский р-н, окр. д. Хотислав, 2 км к Ю, древняя песчаная дюна, покрытая сухим сосновым лесом, С. Савчук, А. Скуратович, 04.05.2009.

Linnaea borealis L. – Россонский р-н, окр. д. Заборье, 2,9 км к В, кв. 55, в субори мшистой по склону к ручью, Д. Дубовик, 16.07.2004; Россонский р-н, окр. д. Перевоз, 2,8 км к С, кв. 40, сосняк с елью долгомошный, Д. Дубовик, 16.07.2004.

Convolvulus tricolor L. – г. Житковичи, как декоративное на клумбе у райисполкома, Д. Дубовик, А. Скуратович, 23.08.2005. Новый для флоры Беларуси интродуцированный вид.

Cuscuta campestris Yunck. – Гомельский р-н, окр. д. Нов. Терешковичи, 0,3 км к З, левобережье р. Сож, по склонам надпойменной террасы и в пойме реки, довольно часто, Д. Дубовик, А. Скуратович, 25.08.2005.

Pulmonaria mollis Wulfen ex Hornem. – Ошмянский р-н, окр. д. Огородники, 1 км к ЗЮЗ, облесенный высокий склон коренного берега р. Ошмянки прорезанный оврагами, часто, Д. Дубовик, 07.07.2003 (впервые здесь собрана А. Скуратовичем). Вид произрастает совместно с *Lilium martagon* L., *Lathyrus laevigatus* (Waldst. et Kit.) Gren., *Serratula tinctoria* L., *Brachypodium pinnatum* (L.) Beauv., *Gladiolus imbricatus* L., *Inula salicina* L., *Phyteuma spicatum* L. По ключевинам найдена *Berula erecta* (Huds.) Cov. В 1991 г. А. Скуратовичем здесь же по склону и на заболоченном пойменном лугу с выклиниванием грунтовых вод также были собраны *Carex hostiana* DC., *Petasites hybridus* (L.) Gaertn., *Pleurospermum austriacum* (L.) Hoffm., *Eriophorum latifolium* Hoppe.

Ajuga pyramidalis L. – Ошмянский р-н, окр. д. Клевица, 3,4 км к ССЗ, кв. 37 Граужишковского л-ва, в сосняке с дубом кислично-черничном, изредка, Д. Дубовик, 27.05.2003; Ошмянский р-н, окр. д. Замостяны, 1,2 км к Ю, сосняк мшистый у оздоровительного

лагеря, Д. Дубовик, 08.07.2003; Сморгонский р-н, окр. д. Жодишки, 6,5 км к ЮЮЗ, кв. 96 Жодишковского л-ва, ельник мшисто-черничный по краю вырубки, Д. Дубовик, 14.04.2004.

Melittis sarmatica Klok. – Ивацевичский р-н, окр. д. Хороща, 5,7 км к В, березняк кислично-снытевый, Д. Дубовик, А. Скуратович, 06.08.2005. Совместно с данным видом отмечены *Platanthera chlorantha, Lilium martagon, Huperzia selago*.

Salvia pratensis L. – Речицкий р-н, окр. д. Холмеч, 0,1 км к В, правобережье р. Днепр, по склонам коренного берега реки, Д. Дубовик, А. Скуратович, 25.08.2005. Произрастает совместно с *Astragalus cicer* L., *Aristolochia clematitis* L.; Хойникский район, окр. д. Моклище, 2,5 км к В, песчаная грива в сосняке мшистом, частично озлакованном, И. Вершицкая, А. Скуратович.

Centaurea dealbata Willd. – Барановичский р-н, д. Ястрембель, дичает на месте бывшего парка, Д. Дубовик, 21.09.2004. Натурализация вида отмечена впервые в Беларуси.

Gnaphalium luteo-album L. – Дрогичинский р-н, окр. д. Сварынь, В окраина, берег Белоозерского канала, Д. Дубовик, 22.08.2005; Лельчицкий р-н, окр. д. Тартак, 5 км к Ю, отмель по берегу р. Плотница, Д. Дубовик, 24.08.2005; Лельчицкий р-н, окр. д. Тартак, 0,2 км к З, отмель по берегу р. Уборть, Д. Дубовик, А. Скуратович, 24.08.2005. Произрастает совместно с *Pycreus flavescens* (L.) Reichenb., *Scirpus sylvaticus* L.

Hieracium pycnodon (Dahlst.) Johanss. – Гродненский р-н, окр. д. Соничи, 3,2 км к СЗ, кв. 113 Августовского л-ва, склон коренного берега р. Черная Ганча с широколиственным лесом, Д. Дубовик, 28.05.2004, опр. А. Сенников. Новый вид для флоры Беларуси.

Caulinia minor (All.) Coss. et Grem – Петриковский р-н, окр. д. Макаричи, левобережье р. Припять, 1 км к В, в старичном озере, нередко, Д. Дубовик, А. Скуратович, 19.08.2005. Произрастает совместно с *Salvinia natans*. Петриковский р-н, окр. д. Вышелов, левобережье р. Припять, 1 км к В, в старичном озере, нередко, Д. Дубовик, А. Скуратович, 19.08.2005; Рогачевский р-н, окр. д. Гадиловичи, 1 км к З, левобережье р. Днепр, в старичном озере, Д. Дубовик, А. Скуратович, 26.10.2005.

Najas major All. – вблизи В окраины г. Речицы, правобережье р. Днепр, в старичном озере, часто, совместно с *Salvinia natans (L.) All.*, Д. Дубовик, 09.08.2004; Речицкий р-н, окр. д. Холмеч, 0,2 км к

В, правобережье р. Днепр, на мелководье реки, Д. Дубовик, А. Скуратович, 25.08.2005.

Veratrum lobelianum Bernh. – Малоритский р-н, окр. д. Сушитница, 6 км к ВСВ, кв. 60, выдел 8 Хотиславского лесничества, березняк мшисто-черничный озлакованный, А. Скуратович, С. Савчук, 06.05.2009; Малоритский р-н, окр. д. Хотислав, 4,3 км к ЮВ, кв. 79, выдела 19 и 20 Хотиславского лесничества, дубрава орляковая, А. Скуратович, С. Савчук, 06.05.2009.

Iris sibirica L. – Малоритский р-н, окр. д. Сушитница, 6 км к ВСВ, кв. 60, выдел 8 Хотиславского лесничества, березняк мшисто-черничный озлакованный, А. Скуратович, С. Савчук, 06.05.2009; Малоритский р-н, окр. д. Хотислав, 4,3 км к ЮВ, кв. 79, выдела 19 и 20 Хотиславского лесничества, дубрава орляковая, А. Скуратович, С. Савчук, 06.05.2009; Малоритский р-н, окр. д. Перовое, кв. 87, выдел 31 Хотиславского лесничества, сосняк черничный с березой и дубом, А. Скуратович, С. Савчук, 07.05.2009.

Cephalanthera longifolia (L.) Fritsch – Ошмянский р-н, окр. д. Клевица, 3 км к СВ, кв. 35 Граужишковского л-ва, в березняке с осиной и елью кисличном, около 10 экземпляров, Д. Дубовик, 27.05.2003. Невдалеке от данного местонахождения также собраны *Lilium martagon* L., *Lathyrus laevigatus* (Waldst. et Kit.) Gren., *Huperzia selago* (L.) Bernh. ex Schrank et Mart.

Corallorhiza trifida Chotel. – Ошмянский р-н, окр. д. Микулишки, 1,4 км к ЮЮЗ, правобережье р. Мяркис, кв. 69 Буденовского л-ва, пушистоберезово-ольховый с ивами долгомошно-осоковый лес, единичные экземпляры, Д. Дубовик, 28.05.2003. По заболоченным лесам у реки здесь же отмечены *Carex limosa* L., *C. dioica* L., *C. paniculata* L., *C. chordorrhiza* Ehrh., *Listera ovata* (L.) R.Br., *Betula humilis* Schrank.

Dactylorhiza majalis (Reichenb.) P.F.Hunt et Summerhayes – Ошмянский р-н, окр. д. Лукшаны, 0,3 км к В, сырой закустаренный луг, изредка, Д. Дубовик, 29.05.2003.

Epipactis atrorubens (Hoffm. ex Bernh.) Schult. – Ивацевичский р-н, окр. д. Хороща, 2,5 км к В, на опушке сосняка черничного в кювете грунтовой дороги, Д. Дубовик, А. Скуратович, 07.08.2005.

Hammarbya paludosa (L.) O.Kuntze. – Россонский р-н, окр. д. Заборье, 2,2 км к СВ, кв. 54, переходное болото у небольшого

озера, редко, Д. Дубовик, 16.07.2004. Совместно с данным видом собраны *Carex pauciflora* Lightf., *C. diandra* Schrank, *C. limosa* L., *Salix myrtilloides* L., *Baeothryon alpinum* (L.) Egor., *Utricularia minor* L., *Drosera anglica* Huds., *D. x obovata* Mert. et Koch, *Rhynchospora alba* (L.) Vahl.

Listera ovata (L.) R.Br. – Сморгонский р-н, окр. д. Нов. Рудня, 1,5 км к СЗ, в ельнике долгомошном у ручья, Д. Дубовик, Т. Симон, 23.08.2002. По долине ручья и по котловинам озер в пределах заказника местного значения «Голубые озера» также отмечены *Huperzia selago* (L.) Bernh. ex Schrank *et Mart*. (встречается часто), *Scheuchzeria palustris* L., *Carex limosa* L., *C. dioica* L., *Scrophularia umbrosa* Dumort., *Myosotis lithuanica* (Schmalh.) Bess. ex Dobrocz., *Acetosa fontano-paludosa* (Kalela) Holub, *Stellaria longifolia* Muehl. ex Willd., *Rhynchospora alba* (L.) Vahl, *Drosera x obovata* Mert. et Koch.

Platanthera chlorantha (Cust.) Reichenb. – Петриковский р-н, окр. д. Старина, 1,5-3 км к ЮЗ, широколиственные и смешанные леса, часто, Д. Дубовик, А. Скуратович, 27.05.2005. Вид произрастает совместно с *Lilium martagon* L., *Aquilegia vulgaris* L., также в этом лесном массиве отмечена и *Viola uliginosa* Bess.; Петриковский р-н, окр. д. Людвинов, 2,5 км к В, березняки, дубравы и осинники кисличные, Д. Дубовик, А. Скуратович, 28.05.2005; Петриковский р-н, окр. д. Бобрик, 3 км к СВ, дубрава кисличная, Д. Дубовик, 07.07.2005. Совместно с данным видом собран *Huperzia selago*, а по краю болота *Viola uliginosa* (также отмечены ее гибриды с *V. epipsila* Ledeb.).

Carex umbrosa Host – Несвижский р-н, окр. д. Сейловичи, 2,5 км к СЗ, на опушке смешанного леса с дубом у лиственичной аллеи, редко, Д. Дубовик, А. Скуратович, 07.08.2004. Совместно с данным видом найден *Pimpinella major* (L.) Huds.; Петриковский р-н, окр. д. Конковичи, 3-5,5 км к В, кв. 30 и 28 Птичьского л-ва, в березняках, дубравах и сосняках орляковых, Д. Дубовик, 25.05.2005; Петриковский р-н, окр. д. Атирки, 1,7 км к З, кв. 250 Петриковского л-ва, в дубраве орляковой, Д. Дубовик, 25.05.2005; Брестская область, Малоритский р-н, окр. д. Сушитница, 6 км к ВСВ, кв. 60, выдела 1 и 8 Хотиславского лесничества, березняки черничные озлакованные, А. Скуратович, С. Савчук, 06.05.2009; Малоритский р-н, окр. д. Хотислав, 4,3 км к ЮВ, кв. 79, выдела 19 и 20 Хотиславского лесничества, дубрава орляковая, А. Скуратович, С. Савчук, 06.05.2009.

Dichostylis micheliana (L.) Nees – Мозырский р-н, окр. д. Балажевичи, 2 км к СЗ, левобережье р. Припять, речная отмель, часто, Д. Дубовик, А. Скуратович, 17.08.2005. Произрастает совместно с *Crypsis alopecuroides* (Pill. et Mitt.) Schrad., *Cardamine parviflora* L., *Rumex ucrainicus* Fisch. ex Spreng.; Петриковский р-н, окр. д. Конковичи, 1,5 км к Ю, речная отмель, часто, Д. Дубовик, А. Скуратович, 18.08.2005; Петриковский р-н, окр. д. Макаричи, 1 км к В, по берегу старичного озера, нередко, Д. Дубовик, А. Скуратович, 19.08.2005.

Scirpoides holoschoenus (L.) Sojak – Петриковский р-н, окр. д. Новоселки, 0,7 км к Ю, правобережье р. Припять, по гривам в пойме, Д. Дубовик, А. Скуратович, 18.08.2005. Произрастает совместно с *Iris sibirica, Artemisia abrotanum* L.

Avenella flexuosa (L.) Drejer – Петриковский р-н, окр. д. Бобрик, 2,3 км к СЗ, в сосняке мшистом, Д. Дубовик, 07.07.2005; Малоритский р-н, окр. д. Гусак, 3 км к ЮВ, кв. 9 Малоритского л-ва, опушка сосняка мшистого, Д. Дубовик, 21.08.2005.

Drymochloa sylvatica (Poll.) Holub. – Петриковский р-н, окр. д. Людвинов, 2,5 км к В, осинник кисличный, часто, Д. Дубовик, 28.05.2005; Ивацевичский р-н, окр. д. Хороща, 5 км к В, кв. 69 Борецкого л-ва, березняк с осиной кисличный, Д. Дубовик, 08.08.2005.

Trisetum sibiricum Rupr. – Могилевский р-н, окр. д. Любуж, 1,1 км к С, левобережная притеррасная часть поймы р. Днепр, закустаренный сырой луг, часто, Д. Дубовик, 21.06.2003.

Заключение. Приведенные в аннотированном списке 76 видов растений относятся к 37 семействам и 71 роду. Из указанных видов и гибридов 8 являются новыми для Беларуси: *Viola sergievskiae, Hieracium pycnodon* (аборигенные виды) *Oxycoccus macrocarpos, Rubus armeniacus, Centaurea dealbata, Malus toringo* (заносные или культивируемые и натурализущиеся виды), *Lablab purpureus* (L.) Sweet, *Convolvulus tricolor* L. (культивируемые виды); 8 – новыми для областей – *Pulsatilla bohemica x P. pratensis, Corydalis intermedia, Empetrum nigrum, Malva pulchella, Geranium divaricatum, Geranium pyrenaicum, Prunus pumila, Potentilla x anglica*. Остальные 60 – новые или редкие для отдельных административных районов или природных регионов республики.

Литература

1. Определитель высших растений Беларуси / Т.А. Сауткина [и др.]; под ред. В.И. Парфенова.– Минск: Дизайн ПРО, 1999. 472 с.

2. Черепанов, С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). / С.К. Черепанов. – Санкт-Петербург: Мир и семья, 1995. 991с.

3. Цвелев, Н.Н. Определитель сосудистых растений Северо-Западной России (Ленинградская, Псковская и Новгородская области). / Н.Н. Цвелев – СПб: Издательство СПХФА., 2000. 781 с.

4. Малеев В.П. Род Прострел – Pulsatilla Adans. / Флора БССР, Т. II. Коллектив авторов. Гл. ред. Н. А. Дорожкин, ред. тома М.П. Томин. – Минск: Изд-во АН БССР, 1949. С. 312-318.

5. Козловская, Н.В. Хорология флоры Белоруссии / Н.В. Козловская, В.И. Парфенов – Минск: Наука и техника. 1972. 312 с.

D.V. DUBOVIK, A.N. SKURATOVICH

ABOUT NEW AND RARE SPECIES OF VASCULAR PLANTS FOR FLORA OF BELARUS

Summary

Information is resulted about 76 rare and new for the flora of Byelorussia species of plants. From the indicated species and hybrids 8 are new for Byelorussia: *Viola sergievskiae, Hieracium pycnodon* (aborigines species) *Oxycoccus macrocarpos, Rubus armeniacus, Centaurea dealbata, Malus toringo* (alien or cultivated and naturalisated species), *Lablab purpureus* (L.) Sweet, *Convolvulus tricolor* L. (cultivated species); 8 – new for areas – *Pulsatilla bohemica x P. pratensis, Corydalis intermedia, Empetrum nigrum, Malva pulchella, Geranium divaricatum, Geranium pyrenaicum, Prunus pumila, Potentilla x anglica*. Other 60 – new or rare for separate administrative districts or natural regions of republic.

УДК [903 ‘ 13 + 561. 12. 3] „638” (476. 2)

М. И. ЛОШЕНКОВ

ПАЛЕОБОТАНИЧЕСКИЕ НАХОДКИ НА АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАМЯТНИКАХ МИЛОГРАДСКОЙ КУЛЬТУРЫ БЕЛАРУСИ

Институт истории НАН Беларуси

Введение. Выращиваемые культуры имеют важное значение для характеристики земледелия в раннем железном веке. В процессе раскопок поселений общинников милоградского

населения установлено, что зерно возделываемых культурных растений в отложениях слоя практически не сохраняется. В пределах Беларуси у населения других культурных традиций – «штриховиков», «днепро-двинцев», изредка встречаются лишь обугленные зёрна злаков [1; 2, с. 539; 3, с. 180, табл.].

Во второй четверти XX века исследователь В.А.Петров обозначил новый вид источников по древнему земледелию – отпечатки зёрен на стенках глиняных сосудов [4, с. 41 - 42]. О.Н.Мельниковская зафиксировала такие факты в керамике населения милоградской культуры. Так, отпечатки проса ею обнаружены на днище одного из сосудов с городища Асаревичи, а мягкой пшеницы, по определению А. В. Кирьянова, -- на стенках керамики с аналогичных поселений Горошков и Чаплин [5, с. 97, 129]. Эти первые эпизодические сведения о палеоботанических находках такого рода в древностях милоградской культуры появились в археологической печати в середине 60-х годов прошлого века. Затем, данное направление надолго осталось без внимания исследователей. Лишь спустя сорок лет автор обратился к этому ценному виду древних источников в коллекциях керамики с милоградских памятников [6, с. 56 - 57, табл. 2].

Методы исследований и материалы. Чтобы исключить случайности и получить максимально объективный результат в работе над таким видом источников, как отпечатки зерновок на обломках керамики, автор предлагает придерживаться следующих методов.

На первом, предварительном, этапе обрабатывается полностью вся коллекция керамики (с раскопа .?. года либо всего памятника за несколько лет). Выборка образцов-фрагментов осуществляется визуально. При этом ставится задача пересмотреть каждый обломок посуды с целью отобрать фрагменты, которые содержат оттиски зерновок. После такой проработки коллекции непременно фиксируются два показателя: первый — общее количество керамики, из которой осуществлена выборка образцов (в ... ед.); второй — количество взятых образцов после проведённой выборки (в ... ед.).

На втором этапе работа продолжается обязательно в лаборатории и только с материалами выборки. Уже в лабораторных условиях, под микроскопом, каждый отпечаток зёрнышка на фрагменте-образце идентифицируется с конкретным видом

эталонных семян растений. Определение осуществляет узкий специалист-профессионал. Обязательно фиксируются размеры каждого оттиска. Затем в описании указываются места, где обнаружены данные отпечатки: на поверхности внутренней или внешней либо же в толще при поперёчном разломе; на каких частях сосуда — венчике, шейке, плечике, тулове, днище. Естественно, что на втором этапе количество образцов первичной выборки непременно сокращается до объективной документальности. Поэтому число выборки корректируется уже в соответствии с количеством документальных образцов.

По предложенной методике автор изучил коллекции фрагментов керамики с нижеследующих милоградских памятников — Горошков, Липняки, Рассвет, Старое Красное и Ястребка (табл. 1, 2). Все рассматриваемые укреплённые поселения локализуются на юго-востоке республики в Лоевском и Речицком районах Гомельской области.

Таблица 1. Выборка палеоботанических коллекций с памятников археологии Беларуси

Памятники	Вскрытая площадь, кв. м	Коллекции керамики, (ед.)	Выборка		Отпечатки	
			ед.	%	ед.	%
Горошков	п / м	203	4	1,9	4	1,9
Липняки	200	214	5	2,3	6	2,8
Рассвет	160	676	9	1,3	11	1,6
Старое Красное	480	789	41	5,2	45	5,7
Ястребка	1396	2385	16	0,6	17	0,7
п / м подъёмные материалы						

С городища Горошков использован подъёмный материал из собственных разведок 1985 года [7, с. 461]. По городищу Липняки обработана вся коллекция из раскопок автора в 1977 году [8; 9, с. 68, 71]. С городища Ястребка — полностью коллекция за 1978 и 1979 годы раскопок [10, с. 47, 60]. Иначе обстоят дела с коллекциями поселений Рассвет и Старое Красное. По ним исследования проведены не полностью. Так, из материалов, полученных автором на городище Рассвет, в 1650 единиц керамики пересмотрено только 676 фрагментов, хранящихся в фондах Института истории НАН Беларуси [11, с. 37]. Из общей коллекции керамики (24185 ед.) в Старом Красном с раскопок его автором в

1982–1983 годах удалось обработать только одну треть — 789 единиц [12, с. 16]. На пяти поселениях автором пересмотрено 4267 фрагментов керамики, выборка из которых составила 75 экземпляров (1,75 %). Датируются изученные археологические памятники в целом второй половиной 1 тысячелетия до н.э.

Результаты и их обсуждение. Видовая принадлежность отпечатков зёрен установлена в лаборатории флоры и систематики растений Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси (табл. 2). Оттиски принадлежат трём видам культурных растений и трём видам сорных (табл. 3). Последние обнаружены в материалах поселений Рассвет и Старое Красное. Шесть из девяти отпечатков зёрен сорняков принадлежат гречишке вьюнковой *(Fallopia convolvulus* (L.) A. Löve), два — ржи и один — щетиннику зелёному *(Setaria viridis* L. Beauv.). На сорные растения приходится примерно девятая часть (10,8 %) выявленных на этих поселениях отпечатков семян. Среди задокументированных 83 отпечатков 74 (89,2 %) принадлежат культурным растениям: просу, пшенице, ячменю.

Ячмень *(Hordeum vulgare* L.*).* Семена этого злака в виде отпечатков выявлены на четырёх поселениях из пяти (табл. 3). Всего их обнаружено семь оттисков: по одному — в Горошкове и Ястребке, два — в Липняках и три — в Старом Красном. Размеры вдавлений ячменя на всех памятниках разные (табл. 2). Длина их в пределах от 4,5–6,0 до 10,5–11,0 мм. Ширина — от 2,6 до 5,5 мм. Индексы варьируют от 1,6 до 2,6. Отпечатки зерновок этой культуры автору известны ещё на укреплённых поселениях «милоградцев» Отрубы (5 ед.) и Чёрное (1 ед.).

Таблица 2. **Отпечатки зёрен растений на керамике с городищ населения милоградской культуры**

№ лаб.	Квад-рат	Пласт	Фрагменты посуды	Кол-во отпечатков	Название Растений	Размеры, мм	
						длина	ширина
Горошков — 1985 г.							
1	разв.	п/м.	Венчик, внешняя поверхность	1	Просо	2,2	1,8
2	разв.	п/м	Венчик, внешняя поверхность	1	Ячмень	7,0	2,8
3	разв.	п/м	Стенка придонная, внешняя поверхность	1	Просо	2,2	1,8
4	разв.	п/м	Днище, внешняя поверхность	1	Просо	2,0	1,6
Липняки — 1977 г.							
1	10	II	Шейка, внутренняя поверхность	1	Ячмень	10,5	5,5
2	26	II	Венчик, внутренняя поверхность		Просо	2,4	2,0
3	31	II	Венчик, внешняя поверхность	2	Просо	2,6	2,0
					Просо	2,0	1,5
4	44	II	Венчик, внутренняя поверхность	1	Просо	2,6	2,0
5	23	III	Днище, внешняя поверхность	1	Ячмень	6,5	2,6
Рассвет — 1983 г.							
1	1	I	Стенка, внешняя поверхность	1	Просо	2,0	1,6
2	16	I	Стенка, внутренняя поверхность	1	Просо	диам.	2,2
3	19	I	Венчик, внешняя поверхность	1	Просо	2,2	1,8
4	20	I	Стенка, внешняя поверхность	2	Просо	1,8	1,6
					Просо	2,0	1,6
5	22	I	Стенка, внешняя поверхность	2	Просо	2,5	2,0
					Просо	2,0	1,8
6	24	I	Стенка, внешняя поверхность	1	Просо	2,4	2,0
7	26	I	Стенка, внешняя поверхность	1	Рожь	6,5	2,2
8	28	I	Стенка, внешняя поверхность	1	Просо	2,5	2,0
9	37	I	Стенка, внешняя поверхность	1	Просо	2,0	1,7
Старое Красное — 1982 г.							
1	4	I	Стенка, внутренняя поверхность	1	Просо	1,9	1,6

Продолжение табл. 2

2	5	I	Стенка, внутренняя поверхность	1	Просо	диам.	1,9
3	5	I	Стенка, внутренняя поверхность	2	Просо	2,1	1,8
					Просо	2,0	1,9
4	10	I	Шейка, внешняя поверхность	1	Просо	2,2	1,9
5	13	I	Стенка, внешняя поверхность	1	Просо	2,0	1,6
6	13	I	Стенка придонная, внешняя поверхность	1	Просо	диам.	2,1
7	17	I	Стенка, внешняя поверхность	1	Просо	2,3	1,8
8	18	I	Шейка, внутренняя поверхность	1	Просо	2,5	1,8
			внешняя поверхность	1	Просо	2,6	2,0
9	19	I	Стенка, внутренняя поверхность	1	Просо	2,0	1,8
10	23	I	Стенка, внешняя поверхность	1	Просо	2,1	1,7
11	24	I	Стенка, внешняя поверхность	1	Просо	2,1	1,8
12	25	I	Стенка, внешняя поверхность	1	Просо	диам.	2,0
13	28	I	Стенка, внешняя поверхность	2	Просо	2,2	1,8
					Просо	2,0	1,7
14	43	I	Стенка, внутренняя поверхность	1	Просо	2,0	1,6
15	64	I	Стенка, внутренняя поверхность	1	Просо	2,2	1,9
16	1	II	Стенка, внешняя поверхность	1	Просо	1,8	1,6
17	7	II	Стенка, внутренняя поверхность	1	Ячмень	11,0	4,2
18	9	II	Стенка, внутренняя поверхность	1	Просо	1,8	1,8
19	13	II	Стенка, внешняя поверхность	1	Просо	2,2	1,7
20	16	II	Венчик, внутренняя поверхность	1	Просо	2,5	2,0
21	16	II	Стенка, внутренняя поверхность	1	Просо	2,2	1,7
22	16	II	Плечико, внешняя поверхность	1	Просо	диам.	1,8
23	28	II	Стенка, внешняя поверхность	1	Просо	диам.	1,8
24	28	II	Стенка, внутренняя поверхность	1	Гречишка вьюнковая	3,2	2,0
25	28	II	Стенка, внешняя поверхность	1	Просо	2,0	1,6

Продолжение табл. 2

26	28	II	Венчик, внутренняя поверхность	1	Гречишка вьюнковая	3,0	1,9
27	28	II	Стенка, внешняя поверхность	1	Гречишка вьюнковая	3,0	1,8
28	28	II	Стенка, внешняя поверхность	1	Гречишка вьюнковая	3,1	2,0
29	28	II	Стенка, внешняя поверхность	1	Гречишка вьюнковая	3,1	2,0
30	28	II	Стенка, внешняя поверхность	1	Гречишка вьюнковая	3,2	2,0
31	55	II	Венчик, внутренняя поверхность	1	Пшеница	5,0	2,8
32	56	II	Стенка, внутренняя поверхность	2	Просо	2,5	2,0
					Просо	2,4	2,1
Старое Красное — 1983 г.							
33	75	I	Венчик, внешняя поверхность	1	Просо	2,2	1,8
34	84	I	Венчик, внешняя поверхность шейки	1	Просо	2,0	1,6
35	98	I	Венчик, внешняя поверхность	1	Ячмень	6,0	3,0
36	79	II	Венчик, внешняя поверхность	1	Рожь	5,0	2,0
37	87	II	Стенка, внутренняя поверхность	1	Щетинник зелёный	2,0	1,0
38	87	II	Стенка, внутренняя поверхность	1	Просо	диам.	2,0
39	88	II	Венчик, внутренний край	1	Просо	диам.	!,9
40	96	II	Венчик, внутренняя поверхность	1	Просо	2,0	1,6
41	71	III	Венчик, внутренняя поверхность	1	Ячмень	7,0	3,0
Ястребка — 1978 г.							
1	71	I	Венчик, внешняя поверхность	1	Просо	2,4	1,8
2	40	II	Стенка, внешняя поверхность	1	Просо	2,0	1,7
3	42	II	Стенка, внешняя поверхность	1	Просо	2,4	2,0
4	48	II	Стенка, внешняя поверхность	1	Просо	2,5	1,8

Продолжение табл. 2

5	56	II	Стенка, внутренняя поверхность	1	Просо	2,6	2,0
6	120	II	Днище, внешняя поверхность	1	Просо	2,0	1,6
7	177	II	Стенка, внутренняя поверхность	1	Просо	2,2	1,7
Ястребка — 1979 г.							
8	196	I	Стенка, внешняя поверхность	1	Просо	2,1	1,7
9	227	I	Венчик, внешняя поверхность	1	Просо	2,3	1,9
10	239	I	Стенка, внешняя поверхность	1	Просо	2,2	1,8
11	239	I	Стенка, внутренняя поверхность	1	Просо	2,2	1,5
12	97	II	Днище, внешняя поверхность	1	Просо	2,5	2,0
13	170	III	Стенка, внешняя поверхность	2	Просо	2,0	1,7
					Просо	1,9	1,7
14	161	IV	Стенка, внутренняя поверхность	1	Просо	2,3	1,9
15	171	IV	Стенка, внешняя поверхность	1	Ячмень	4,5	2,8
16	164	V	Плечико, внешняя поверхность	1	Пшеница	5,0	2,7

Определения выполнены 15 июля 2008 года в лаборатории флоры и систематики растений ведущим научным сотрудником Института экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича НАН Беларуси, кандидатом биологических наук Д.И. Третьяковым и кандидатом исторических наук, старшим научным сотрудником Института истории НАН Беларуси М.И. Лошенковым.

Фрагменты керамики с отпечатками зерновок сохраняются в Гербарии палеоботанических коллекций Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси по адресу: 220072 г. Минск, ул. Академическая, 27, комната 425.

Просо *(Panicum miliaceum* L.). В коллекциях образцов-документов с пяти поселений просо весьма прочно занимает ведущее место — 78,3 % от всех учтённых. Среди злаков его удельный вес ещё больший 87,8%. На рассматриваемых памятниках оно присутствует в разных количествах (табл. 3). Размеры всех 65 отпечатков семян показаны в специальной таблице (табл. 2). Включения семян этой культуры в керамике у «милоградцев» обнаружены на десяти городищах: Асаревичи, Горошков, Красная Горка, Липняки, Лиски, Отрубы, Рассвет, Старое Красное, Чёрное и Ястребка. Автору известны ещё два факта, но уже с неукреплённых поселений (местонахождений). По трассе газопровода Брагин–Комарин в 2007 году Н.Н. Кривальцевичем выявлены северо-западнее Асаревичей два новых местонахождения, на которых есть керамика и глиняные грузики (3 шт.) милоградского населения. На одном из них — Асаревичи I, среди 63 фрагментов посуды, обнаружены три стенки с отпечатками проса на их внешних (2) и внутренней поверхностях. Подобное местонахождение на линии этого же газопровода возле деревни Новая Гребля содержало мало керамики — 30 единиц. В их числе — венчик с оттиском зерновки проса размером 1,5 х 1,0 мм на внешней поверхности шейки [13, с. 13 - 14, 22 - 23, Мал. 1; 3].

В рассматриваемых коллекциях просо преобладает не только у населения милоградской культуры, но и у «зарубинцев» [14, с. 238, табл. 1]. У племён культуры штрихованной керамики есть не только его оттиски на обломках посуды, но и горелое зерно. Исследователями оно зафиксировано на городищах Банцеровщина и Мысли в виде спёкшихся комков каши, а россыпью — в Качановичах [1, с. 90].

Пшеница *(Triticum aestivum* L.*).* Находки оттисков пшеницы, как и ржи, немногочисленны. Они обнаружены по одному экземпляру на поселениях Старое Красное и Ястребка (табл. 2, 3). Размеры отпечатков свидетельствуют, что в обоих случаях мы имеем дело с зёрнами мягкой пшеницы. Индексы отношений длины к ширине у них соответственно 1,78 и 1,8. Этот вид данной культуры был известен уже в материалах городища Горошков [5, с. 129; 15, с. 15 -17, табл. 1]. Кроме отмеченных поселений отпечатки

зёрен пшеницы имеются ещё на городищах милоградских общинников Красная Горка (1), Отрубы (1), Чёрное (2).

Таблица 3. Семена культурных и сорных растений в отпечатках на глиняной посуде

Растения	Горошков	Липняки	Рассвет	Старое Красное	Ястребка	Всего
Культурные — 74						
Просо	3	4	10	33	15	65
Пшеница	+			1	1	2
Ячмень	1	2		3	1	7
Сорные — 9						
Рожь			1	1		2
Гречишка вьюнковая				6		6
Щетинник зелёный				1		1
Всего	4	6	11	45	17	83

Рожь *(Secale cereale* L.*).* Данная культура обнаружена минимальным числом отпечатков на городищах Рассвет и Старое Красное (табл. 2, 3). На последнем памятнике оттиск размером 5 х 2 мм расположен на внешней поверхности венчика. На поселении Рассвет аналогичный отпечаток размером 6,5 х 2,2 мм выявлен на внешней поверхности стенки горшка. Включения зерновок ржи удлинённой формы мелкого размера: ширина и толщина их около 2 мм. Если длина у них максимальная, то ширина минимальная, а индексы соответственно 2,5 и 2,9. Автор полагает, что эти зерновки принадлежат сорно-полевой ржи либо же дикорастущим растениям. Ранее в археоботанических материалах населения милоградской культуры рожь ни разу не отмечалась исследователями. В аналогичных древностях «зарубинцев» эта культура в пределах Беларуси зафиксирована три раза на двух памятниках: два отпечатка её есть на днище и стенке в коллекции селища Хотомель и обугленное зёрнышко — в стенке сосуда с 238 погребения в могильнике Чаплин [14, с. 232, 239, табл. 1; 16, с. 145; 17, с. 126, 182; 18, с. 14, 20, табл. 1]. В зарубинецкое время на Среднем Днепре и Нижней Десне единичные находки отпечатков ржи пока не дают оснований, как пишет З.В. Янушевич, «…для

утверждения о возделывании её в чистых посевах», с чем нельзя не согласиться [19, с. 132].

Рассмотренные археоботанические коллекции в определённой мере расширяют сведения по видам выращиваемых злаков общинами изученных поселений (табл. 3). Для характеристики земледелия такие данные -- хорошая документальная база. По каждому памятнику они, по мнению автора, имеют исключительно констатирующее значение.

Ещё один важный аспект подобных источников связан уже не с земледелием, а с изготовлением посуды. Мы видим, что выборка образцов-документов с полностью пересмотренных коллекций (Липняки, Ястребка) совсем небольшая — 0,6 и 2,3 %. Такой показатель заметно выше в неполных коллекциях (Рассвет, Старое Красное) (табл. 1). Наличие в милоградской керамике включений злаковых культур и сорняков свидетельствуют о преднамеренной подсыпке их мастерами-керамистами в приготавливаемое глиняное тесто. Зёрна растений отмечены в разных частях сосудов: в венчиках, шейках, плечиках, стенках тулова и днищах (табл. 2). Несмотря на малую фактологическую базу таких источников, автор считает, что правомерно ставить вопрос об органических искусственных примесях в милоградской керамике. Такому аспекту в технологии изготовления посуды у «милоградцев» внимание ранее не уделялось. О растительных примесях в керамике милоградского населения, с учётом рассмотренных артефактов, теперь можно говорить более уверенно, не объясняя данное явление случайностью. Автор считает, что включения зерновых добавок в формовочную глиняную массу есть не что иное, как технологическая новация либо же — рудиментальное явление в виде глубоких пережитков предшествующего времени.

Заключение. Таким образом, изучение небольших археоботанических коллекций с пяти милоградских памятников позволило установить, что жители городищ Горошков, Липняки, Рассвет, Старое Красное и Ястребка выращивали такие злаковые культуры, как мягкая пшеница, ячмень и просо. В столь раннее время (VI — начало II в. до н.э.) впервые выявленная рожь, как гречишка вьюнковая и щетинник зелёный, являлась сопутствующим сорным растением. Искусственные добавки

рассмотренных органических примесей в глиняном тесте у милоградского населения составляли от 0,6 до 2,3%.

Литература

1. Лашанкоў М., Траццякоў Д. Археабатанічныя матэрыялы жалезнага веку ў зборы Нацыянальнага музея гісторыі і культуры Беларусі // Acta archaeologica Albaruthenica / уклад. М.А. Плавінскі, В.М. Сідаровіч.; Рэдкал.: Г.В. Штыхаў (гал. рэд.) і інш.; Рэц.: М.М. Крывальцэвіч, М.І. Лашанкоў. — Мн.: І.П. Логвінаў, 2007, Vol. I. С. 86 – 103.

2. Подгурский П.Н. Раскопки городища Новое Село // Археологические открытия 2003 года.; Ин-т археологии РАН. ; Редкол.: В.В. Седов и др.; Рец.: П.Г. Гайдуков, И.А. Сорокина. М., «Наука», 2004. С. 538 – 540.

3. Подгурский П.Н. Земледельческие орудия труда железного века и раннего средневековья Витебского Подвинья // Романовские чтения (Сборник трудов международной научной конференции 21 октября 2004 года). Могилёв, 2005. С. 178 – 182.

4. Петров В.А. Некоторые приёмы исследования растительных остатков с мест археологических раскопок // Краткие сообщения о докладах и полевых исследованиях Института истории материальной культуры. М.–Л.:Изд-во АН СССР, 1940. Вып. VII. С. 37 – 46.

5. Мельниковская О.Н. Племена Южной Белоруссии в раннем железном веке / Ин-т археологии АН СССР.; Отв. ред. Ю.В. Кухаренко. М.: Изд-во «Наука», 1967. 196 с.

6. Лашанкоў М., Траццякоў Д. Палеаэтнабатанічныя даследаванні матэрыялаў з помнікаў ранняга жалезнага веку паўднёва-усходняй Беларусі // Гістарычна-археалагічны зборнік.; Ін-т гісторыі НАН Беларусі.; Гал. рэд. А.Калечыц.; Рэц.: Г. Штыхаў, С. Тарасаў. Минск, 2005. № 20. С. 56 – 61.

7. Лошенков М.И. Исследования в междуречье Днепра и нижней Припяти // Археологические открытия 1985 года. Ин-т археологии АН СССР. Отв. ред. В.П. Шилов. Рец.: В.В.Кропоткин, Р.Л.Розенфельдт. М.: Изд-во «Наука», 1987. С. 460 - 461.

8. Лошенков М.И., Залашко Г.М. Работы Полесского отряда на Гомельщине // Археологические открытия 1977 года. ; Ин-т археологии АН СССР.; Отв. ред. акад. Б.А. Рыбаков. М.: Изд-во «Наука», 1978. С. 419.

9. Гурын М.Ф., Лашанкоў М.І. Гарадзішча Ліпнякі // Весці АН БССР. Серыя грамадскіх навук, 1984. № 2. С. 67 – 73.

10. Лошенков М.И. Ястребка — городище милоградской культуры // Гістарычна-археаланічны зборнік.; Ін-т гісторыі АН Беларусі.; Склад.: М.І. Лашанкоў, А.А. Мяцельскі. Минск, 1994, № 3. С. 46 – 73.

11. Лашанкоў М.І. Паселішча ранняга жалезнага веку // Помнікі гісторыі і культуры Беларусі.; Інф. навук.-метад. бюлетэнь Белар. тав. аховы помн.

гіст. і культ.; Рэд. С.В. Марцэлеў.; Рэдкал.: Г.І. Баркун, А.М. Ваніцкі і інш. Минск, 1985. № 3. С. 36 – 38.

12. Лошенков М.И. Городище милоградской культуры Старое Красное // Гомельщина: археология, история, памятники [тезисы второй Гомельской областной научной конференции по историческому краеведению]. Гомель, 1991. С. 16 – 19.

13. Крывальцэвіч М.М. Справаздача аб выкананні археалагічных даследаванняў пры будаўніцтве аб'екта 63 – 06 "Газіфікацыя і перавод жылога фонда на прыродны газ г.п.Камарын". — Архив Института истории НАН Беларуси. Дело № 2436.

14. Лошенков М.И. Археоботанические материалы с зарубинецкого селища Хотомель // Ботаника (исследования) : Сборник научных трудов.; Ин-т эксперимент. бот. НАН Беларуси. Минск: Право и экономика, 2008. Вып. 35. С. 226 – 245.

15. Краснов Ю.А. Раннее земледелие и животноводство в лесной полосе Восточной Европы // Материалы и исследования по археологии СССР / Ин-т археологии АН СССР.; Отв. ред. А.П. Смирнов. — М.: Изд-во «Наука»,1971. № 174. 168с.

16. Поболь Л.Д. Славянские древности Белоруссии (ранний этап зарубинецкой культуры) / Ин-т истории АН БССР.; Ред. Ю.В. Кухаренко. — Мн., «Наука и техника», 1971. 232 с.

17. Поболь Л.Д. Славянские древности Белоруссии (могильник раннего этапа зарубинецкой культуры) / Ин-т истории АН БССР.; Ред. Ю.В. Кухаренко. — Мн., «Наука и техника», 1973. 280 с.

18. Пачкова С.П. Господарство східнослов'янських племён на рубежі нашоі ери / Ін-т археолоніі АН УССР.; Відпов. ред. В.Й. Довженок.; Рец.: Г.Г. Мезенцева, М.П. Кучера. — Вид-во «Наукова думка», Київ, 1974. 136с.

19. Янушевич З.В. Культурные растения Юго-запада СССР по палеоботаническим исследованиям / Бот. сад АН Молд.ССР.; Отв. ред. Ф.Х. Бахтеев. Кишинев: Изд-во «Штиинца», 1976. 216 с.

LOSCHENKOV M.I.

PALEOBOTANICS FINDS OF ARCHEOLOGICAL RELICS OF MILOGRADSKAYA CULTURE OF BELARUS

Summary

Growing crops are very important for the characteristic of the arable farming. There are no extant crops in the interruption of the cultural layer of the inhabitants of the Milogradskaya culture (VII – III BC) in South Belarus. In that case the prints of crops on the crockery are very valuable resource. The author studied the collections (4267 units) of five

ancient settlements of the inhabitants of Milogradskya culture – Goroshkov, Lipnyaki, Rassvet, Staroe Krasnoe, Yastrebka (table 1, 2). The all relics are situated in the eastern-polesse lowland of Gomel area.

Eighty-one print of crops were identified on seventy-three fragments of the dish in the laboratory of classification of plants of Institute of Experimental Botany National Academy of Sciences of Belarus. They are belong to three sorts of cereals: wheat (*Triticum aestivum.*) – 2, millet (*Panicum miliaceum L.*) – 65 and barley (*Hordeum vulgare* L.) – 7 (table 3). Among the weeds are rye (*Secale cereale* L.) – 2, black bindweed (*Fallopia convolvulus* (L) A. Löve.) – 6 and green foxtail (*Setaria viridis* L. Beauv.) – 1. Overall the prints of the growing crops are 74 (89.2%) and weeds are 9 (10.8%). The potters of these settlements of Milogradskaya culture during the preparing of raw materials added there 0.6 – 2,3% of organic artificial additives – crops of cultivated plants and subtend weeds.

УДК 582.35/99:591.96(476.7)

С.С. САВЧУК, Д.И. ТРЕТЬЯКОВ

О НОВЫХ И РЕДКИХ ВИДАХ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ ДЛЯ МАЛОРИТСКОГО РАЙОНА БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича

Введение. Во время ботанических экспедиций 2008 г., а также отдельных сборов 2001 – 2007 гг. нами был обнаружен ряд видов растений, отсутствовавших в гербариях Беларуси и не указанных ранее для Малоритского района Брестской области и Брестского Полесья. Материалы данной работы будут использованы при подготовке многотомного издания «Флора Беларуси» (сосудистые растения) и последующих томов «Atlas Florae Europaeae».

Материалы и методы. Перечень видов приводится по системе Энглера, принятой во «Флоре БССР» [1]. Номенклатура таксонов дана по С.К. Черепанову [2], лишь некоторые таксоны приводятся по Н.Н. Цвелеву [3], А.Н. Лучнику [4], L. Hämet-Ahti et all. [5]. Собранный нами гербарный материал хранится в Гербарии Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси (MSK) и единичные экземпляры в Гербарии на кафедре ботаники и экологии

Брестского государственного университета им. А.С. Пушкина (BRTU*).

Результаты и их обсуждение.

Ниже приводится перечень наиболее интересных находок с цитированием гербарных образцов.

Polypodium vulgare L. – редкий атлантическо-средиземноморско-европейский вид, спорадически встречается по всей территории республики. В пределах Полесья известны единичные местонахождения, в основном приуроченные к юго-западной части и к Мозырской возвышенности [6], для Малоритского р-на приводится впервые. Окр. д. Хотислав, 1,3 км на СЗ, сосняк мшистый, 21.08.2001, С. Савчук, BRTU; окр. д. Хотислав, 3 км к ЮЗ, сосняк зеленомошный, на песчаной дюне, 03.06.2002, С. Савчук, BRTU; окр. д. Хотислав, 2 км к ЮЮЗ, сосняк зеленомошный, на песчаной дюне, 03.02.2008, С. Савчук, № 105075 – MSK.

Ophioglossum vulgatum L. – голарктический вид, изредка встречающийся в Белорусским Полесье, для Малоритского р-на указывается впервые. Южный берег оз. Ореховское, закустаренный луг, 23.07.2007, С. Савчук, № 106665 – MSK (рисунок).

Huperzia selago L. – редкий голарктический вид. Через территорию Беларуси проходит южная граница его ареала. Большинство местонахождений данного вида приурочено к Белорусскому Поозерью [6], в Полесье встречается очень редко. Окр. д. Сушитница, 3 км к Ю, грабняк ветреничный, 17.09.2007, С. Савчук, № 95499 – MSK; окр. д. Мельники, 4,5 км к В, дубрава грабово-снытевая, 01.07.2008, С. Савчук, № 121162 – MSK (рисунок).

Pinus rigida Mill. – североамериканский заносный вид, в Беларуси встречается очень редко, для Малоритского р-на приводится впервые. Эргазиофит. Агриофит. В 4,5 км к З от д. Хотислав, культура сосны острой, 23.09.2007, С. Савчук № 95489; 95567 – MSK.

Pinus banksiana Lamb. – североамериканский заносный, хорошо натурализовавшийся вид, на территории Беларуси встречается изредка, в качестве примеси среди посадок сосны обыкновенной. Эргазиофит. Агриофит. Окр. д. Хотислав, 3 км к З, сосняк

* Акроним Гербария официально не зарегистрирован

лишайниковый, на песчаной дюне, 02.02.2008, С. Савчук, № 105060; 105061 – MSK; д. Великорита, старый заброшенный парк XIX столетия, по краю парка, единично, 28.05.2008, Д. Третьяков, С. Савчук, № 115218 – MSK.

Festuca altissima All. – очень редкий паневропейский вид, в Белорусском Полесье отмечен только в центральной части, для Брестского Полесья приводится впервые. Окр. д. Отчино, 2 км к ЮВ, Малоритское лесничество, кв. 125, дубрава кисличнo-снытевая при переходе в черноольшаник снытево-крапивный с ясенем и липой, 29.05.2008, Д. Третьяков, С. Савчук, № 115246 – 115250 – MSK (рисунок).

Anisantha sterilis (L.) Nevski. – очень редкий южноевразиатский заносный вид. В Беларуси известен только в Гомельской (Мозырский р-н), Минской (гг. Минск и Вилейка) и Брестской (г. Брест) областях. Для Малоритского р-на приводится впервые. Кенофит. Эпекофит. Окр. г. Малорита, вблизи железнодорожной станции, 0,3 км к ЮВ, травяные места вдоль ж. д. ветки, 27.05.2008, Д. Третьяков, С. Савчук, № 115052 – 115056 – MSK.

Bromus squarrosus L. - редкий средиземноморский заносный вид, в основном встречающийся в восточных районах республики. В Брестской области известны единичные местонахождения в юго-западной части Брестского р-на, для территории Малоритского р-на приводится впервые. Кенофит. Эпекофит. Окр. д. Мельники, откос железнодорожного полотна, 01.07.2008, С. Савчук, № 121257 – MSK.

Carex disticha Huds. – редкий евросибирский вид. В Беларуси известен из Витебской, Минской и Брестской (г. Брест) областей. Для Малоритского р-на приводится впервые. Окр. железнодорожной станции Мельники, 0,5 км к СЗ, на отметке "440 км", травяные склоны железнодорожной насыпи, 27.05.2008, Д. Третьяков, С. Савчук, № 115094; 115095 – MSK.

Carex hartmanii Cajand. – редкий паневропейский вид, встречается на большей части территории Беларуси. Окр. г. Малорита, вблизи железнодорожной станции, 1,5 км к ЮВ, на отметке "445 км", полоса отчуждения железной дороги, травяные луговины и склоны железнодорожной насыпи, 27.05.2008, Д. Третьяков, С. Савчук, № 115071; 115072 – MSK; д. Ляховцы, улица

Партизанская 40, травяные луговины, 28.05.2008, Д. Третьяков, С. Савчук, № 115162; 115163 – MSK.

Carex melanostachya Bieb. ex Willd. - редкий заносный вид в Беларуси, для Малоритского р-на указывается впервые. Кенофит. Эпекофит. Окр. ж. д. ст. «Мельники», 0,8 км к СЗ, на отметке "441 км", у шлюза мелиоративного канала, травяные склоны железнодорожной насыпи, на площади 1 х 1 м, 27.05.2008, Д. Третьяков, С. Савчук, № 115091 – 115093 – MSK.

Allium ramosum L. - редкий восточносибирский культивируемый, иногда дичающий вид. Эргазиофит. Колонофит. Окр. д. Хотислав, ЮЗ окраина, травяные места, одичавшее, 01.12.2008, С. Савчук, № 121905 – MSK (рисунок).

Allium schoenoprasum L. – в пределах Брестского Полесья известен только в культуре, иногда дичает. Эргазиофит. Колонофит. Окр. д. Ляховцы, улица Партизанская 40, травяные луговины, как одичавшее, 28.05.2008, Д. Третьяков, С. Савчук, № 115166 – MSK.

Silene armeria L. – довольно редкий атлантическо-европейский вид, встречающийся в основном в южной и юго-западной частях республики, для Малоритского р-на приводится впервые. Окр. д. Орлянка, Гвоздницкое лесничество, противопожарная полоса в сосняке вересковом, 12.07.2008, Д. Третьяков, Д. Дубовик, С. Савчук, № 115814 – MSK (рисунок).

Batrachium aquatile (L.) Dumort. – редкий восточно-европейский вид, изредка встречающийся по всей территории республики, для Малоритского р-на приводится впервые. Окр. д. Мельники, 1,5 км к З, мелиоративный канал, 02.06.2004, С. Савчук, № 95511 – MSK (рисунок).

Corydalis cava (L.) Schweigg. – центрально-восточноевропейский вид, изредка встречается по всей территории Беларуси, в Полесье находится на восточном пределе распространения [7]. В Брестской области довольно редок, для Малоритского р-на приводится впервые. Окр. д. Мельники, 5 км к В дубрава, 22.04.2006, С. Савчук, № 95656; 95657 – MSK.

Cardamine flexuosa With – редкий голарктический вид, спорадически встречающийся по всей территории республики, для Малоритского р-на и Брестского Полесья приводится впервые. Окр. д. Отчино, 5 км к ЮВ, Малоритское лесничество, кв. 136, грабовая

дубрава, сырые места, в колее лесной дороги, 29.05.2008, Д. Третьяков, С. Савчук, № 115276; 115277 – MSK. (рисунок).

Bunias orientalis L. – заносный, хорошо натурализовавшийся, средиземноморский вид, изредка встречающийся по всей территории Беларуси. Для Малоритского р-на приводится впервые. Кенофит. Агриофит. Окр. д. Сушитница, Ю окраина, обочина железнодорожных путей, 29.05.2007, С. Савчук, № 103379 – MSK; д. Великорита, старый заброшенный парк XIX столетия, травяные места, 28.05.2008, Д. Третьяков, С. Савчук, № 115220; 115221 – MSK.

Cardaria draba (L.) Desv. – заносный средиземноморско-азиатский вид, изредка встречающийся, в синантропных местообитаниях, по всей территории Беларуси. Для Малоритского р-на приводится впервые. Кенофит. Эпекофит. Окр. г. Малорита, у железнодорожного переезда, вспаханная полоса вдоль железной дороги, 27.05.2008, Д. Третьяков, С. Савчук, № 115038 – MSK.

Hesperis pycnotricha Borb. et Degen. – культивируемый южноевропейский, дичающий вид, для Малоритского р-на приводится впервые. Эргазиофит. Эпекофит. Г. Малорита, вблизи железнодорожной станции, 0,3 км к ЮВ, полоса отчуждения железной дороги, засоренное место среди посадок, 27.05.2008, Д. Третьяков, С. Савчук, № 115059 – MSK.

Rubus occidentalis L. – культивируемый североамериканский, дичающий вид, для Малоритского р-на приводится впервые. Эргазиофит. Эпекофит. Окр. д. Ляховцы, как одичавшее, 28.05.2008, Д. Третьяков, С. Савчук, № 115112 – 115114 – MSK (рисунок).

Fragaria viridis Duch. – евросибирский, довольно редко встречается в Брестской области вид, для Малоритского р-на приводится впервые. Окр. г. Малорита, вблизи железнодорожной станции, 2 км к ЮВ, на отметке "444 км", полоса отчуждения железной дороги, травяные места вдоль железнодорожного полотна, 27.05.2008, Д. Третьяков, С. Савчук, № 115085; 115086 – MSK.

Poterium sanguisorba L. – довольно редкий западноевропейский заносный вид. В Беларуси известен из Брестской (г. Брест), Гродненской и Минской (г. Борисов) областей. Для Малоритского р-на приводится впервые. Кенофит. Эпекофит. Д. Ляховцы, улица

Партизанская 40, паровое поле, сухие песчаные места, 28.05.2008, Д. Третьяков, С. Савчук, № 115172 – 115181 – MSK.

Padellus mahaleb (L.) Vass. – редкий культивируемый южноевропейский дичающий вид. Для Малоритского р-на указывается впервые. Эргазиофит. Эпекофит. Окр. д. Хотислав, В окраина, черноольшаник крапивный, 08.05.2008, С. Савчук, № 121299 – 121303 – MSK.

Lotus uliginosus Schkuhr. – редкий атлантическо-средиземноморско-европейский вид, встречается в основном в юго-западной части республики, для Малоритского р-на приводится впервые. Окр. д. Дубрава, 4,5 км к СВ, урочище "Криница", Гвозницкое лесничество Малоритского р-на, в 500 м от кв. 4, вдоль лесной тропы к роднику у черноольшаника с березой осоково-злаковом, 12.07.2008, Д. Третьяков, Д. Дубовик, С. Савчук, № 115781 – 115784 – MSK; окр. д. Орлянка, 2 км к С, Гвозницкое лесничество, кв. 2, злаково-разнотравный закустаренный луг, 12.07.2008, Д. Третьяков, Д. Дубовик, С. Савчук, № 115789; 115790 – MSK (рисунок).

Geranium sylvaticum L. – евросибирский вид, встречающийся по всей территории Беларуси. В Брестской области довольно редок, для Малоритского р-на приводится впервые. Окр. д. Хотислав, 2,5 км к СЗ, дубрава разнотравная, 28.05.2007, С. Савчук, № 103401– MSK; окр. д. Хотислав, 1 км к С, Хотиславское лесничество, кв. 183, выдел 3, черноольшаник малиново-крапивный с березой, грабом, дубом, 27.05.2008, Д. Третьяков, С. Савчук, № 115020; 115021 – MSK; окр. д. Отчино, 1 км к Ю, Малоритское лесничество, кв. 112, дубрава с грабом, 29.05.2008, Д. Третьяков, С. Савчук, № 115243; 115244 – MSK; окр. д. Отчино, 6 км к ЮВ, Малоритское лесничество, кв. 143, опушка снытевой дубравы при переходе в закустаренное болото, 29.05.2008, Д. Третьяков, С. Савчук, № 115280; 115281 – MSK; окр. д. Хотислав, 3,5 км к Ю, окраина черноольшаника, 11.06.2008, С.

Geranium sibiricum L. – редкий южноевропейский заносный вид. На территории Беларуси встречается изредка, для Малоритского р-на приводится впервые. Кенофит. Эпекофит. Г. Малорита, вблизи ж-. д. станции, 0,3 км к ЮВ, травяные места вдоль железнодорожной ветки, 27.05.2008, Д. Третьяков, С. Савчук, № 115058 – MSK.

Impatiens parviflora DC. – заносный среднеазиатский вид, редко встречающийся в Брестской, Витебской, Гродненской и Минской областях, для Малоритского р-на приводится впервые. Кенофит. Эпекофит. Окр. ж-. д. станции Мельники, 1 км к СЗ, на отметке "441 км", на щебне ж-. д. полотна, 27.05.2008, Д. Третьяков, С. Савчук, № 115088 – MSK.

Alcea rosea L. – культивируемый средиземноморский, дичающий вид. Эргазиофит. Эпекофит. Окр. д. Хотислав, 1 км на СЗ, мусорное место, одичавшее, 02.08.2008, С. Савчук, № 121919 – MSK.

Malva sylvestris L. – очень редкий средиземноморский заносный вид, в Беларуси встречается преимущественно в Полесье. В Брестской области известен из Брестского и Березовского р-на, для Малоритского р-на приводится впервые. Археофит. Д. Хотислав, как сорняк на приусадебном участке, 12.07.2008, С. Савчук, № 121477; 121478 – MSK.

Daphne mezereum L. – редкий евросибирский вид, встречающийся по всей территории республики, для Брестского Полесья указывается впервые. Окр. д. Хотислав, в 15 км. на В, опушка дубравы, переходящей в болото, 30.03.2008, С. Савчук, № 121105 – MSK (рисунок).

Chaerophyllum temulum L. – центрально-восточноевропейский вид, изредка встречается по всей территории Беларуси. В Брестской области очень редок, для Малоритского р-на приводится впервые. Окр. д. Отчино, 2 км к ЮВ, Малоритское лесничество, кв. 125, черноольшаник снытево-крапивный с ясенем и липой, вдоль лесной дороги, 29.05.2008, Д. Третьяков, С. Савчук, № 115259; 115260 – MSK.

Lappula squarrosa (Retz.) Dumort. – редкий заносный вид ирано-туранского происхождения. Изредка встречается по всей территории Беларуси, в Брестской области достаточно редок, для Малоритского р-на приводится впервые. Кенофит. Эпекофит. Окр. г. Малорита, вблизи железнодорожной станции, 0,3 км к ЮВ, травяные места вдоль железнодорожной ветки, 27.05.2008, Д. Третьяков, С. Савчук, № 115057 – MSK.

Salvia pratensis L. – редкий паневропейский вид, в пределах Беларуси встречается в Брестской, Гомельской и Минской областях. Для Малоритского р-на приводится впервые. Окр. д.

Хотислав, 15 км к ЮВ, березняк вересковый, 28.05.2006, С. Савчук, № 95503 – MSK.

Hyssopus officinalis L. – редкий культивируемый южноевропейский, дичающий вид. Эргазиофит. Колонофит. Окр. д. Хотислав, среди кучи кирпичей, как одичавшее, 27.07.2008, С. Савчук, № 121216 – MSK.

Nicandra physaloides (L) Gaertn. Fruct. – редкий культивируемый южноамериканский, дичающий вид. Изредка встречается в Полесье, для Малоритского р-на приводится впервые. Эргазиофит. Эпекофит. Восточная окраина д. Хотислав, самосев среди посадки картофеля, 12.08.2008, С. Савчук, № 121106; 121107 – MSK.

Lycium barbarum L. – культивируемый среднеазиатский дичающий вид. Отмечена его натурализация вдоль берегов крупных полесских рек. Для Малоритского р-на в качестве одичавшего приводится впервые. Эргазиофит. Эпекофит. Д. Великорита, старый заброшенный парк XIX столетия, одичавшие посадки, 28.05.2008, Д. Третьяков, С. Савчук, № 115211 – 115213 – MSK.

Campanula cervicaria L. – евросибирский вид, изредка встречающийся по всей территории республики, в Брестской области довольно редок, для Малоритского р-на приводится впервые. Окр. д. Хотислав, берег мелиоратиного канала, 19.06.2002, С. Савчук, BRTU.

Aster novi-belgii L. – культивируемый североамериканский дичающий вид. Эргазиофит. Эпекофит. Окр. д. Хотислав, 0,6 км к З, среди кустарников на мусорном месте, 12.09.2008, С. Савчук, № 121435 – 121437 – MSK.

Heliopsis scabra Dun. – культивируемый североамериканский дичающий вид. Культивируемый, дичающий вид. Эргазиофит. Колонофит. Окр. д. Хотислав, 1 км к З, полигон бытовых отходов, 27.09.2008, С. Савчук, № 121920 – MSK.

Кроме перечисленных выше видов в пределах изученного района нами учтены и другие декоративные растения, встречающиеся в садах, парках и на приусадебных участках.

На территории района нами были отмечены редкие культивируемые растения, большая часть которых начала выращиваться в Беларуси сравнительно недавно: *Agastache rugosa*

(Fisch. et C.A. Mey.) O. Kuntze, *Arrhenatherum bulbosum* (Willd.) *C.* Presl, *Aster tongolensis* Franch., *Aurinia saxatilis* (L.) Desv., *Campsis radicans* (L.) Seem., *Centaurea dealbata* Willd., *Crocus heuffelianus* Herb, *Euonymus fortunei* (Turcz.)Hand.-Mazz., *Fritillaria imperialis* L., *Oenothera fruticosa* L., *Phuopsis stylosa* (Griseb.) Hook f., *Salvia viridis* L., *Tamarix ramosissima* Ledeb.

Изредка на территории района, в качестве декоративных, выращиваются следующие виды растений: *Abies concolor* (Gordon et Glend.) Hildebr., *Aconitum napellus* L., *Acer saccharinum* L., *Doronicum orientale* Hoffm., *Euphorbia marginata* Pursh., *Hylotelephium spectabile* (Borau) H. Ohba, *Monarda didyma* L., *Portulaca grandiflora* Hook, *Phlox divaricata* L., *Phlox subulata* L., *Physalis alkekengi* L., *Physalis ixocarpa* Brot. ex Hornem., *Ricinus communis* L., *Rhus typhina* L., *Salvia officinalis* L., *Sedum pallidum* Bieb., *Sedum album* L., *Stachys byzantina* C. Koch, *Tagetes tenuifolia* Cav., *Tilia platyphyllos* Scop.

Наиболее богатыми собраниями по количеству видов древесно-кустарниковых пород являются дендрарии. В Малоритском районе имеется только одна такая частная коллекция. Она находится в д. Ляховцы по ул. Партизанской 40, в усадьбе Бурштынов, общая площадь которой составляет около 0,25 га. Создавал коллекцию Василий Николаевич Бурштын на протяжении 40 лет. Посадочным материал приобретал лично, главным образом в Ботаническом саду НАН Беларуси, а также в других ботанических садах Украины и России. В настоящее время дендрарий находится в удовлетворительном состоянии. В нем произрастает более 40 видов древесно-кустарниковых, а также большое количество травянистых растений, значительная часть которых является редкими не только для данного района исследования, но и для Беларуси в целом. В дальнейшем будет дана более подробная характеристика данной коллекции, а сейчас укажем только наиболее редкие виды: *Amelanchier ovalis* Medik., *Amygdalus triloba* (Lindl.) Ricker, *Artemisia abrotanum* L., *Artemisia dracunculus* L., *Cornus mas* L., *Corylus colurna* L., *Cydonia oblonga* Mill., *Dasiphora fruticosa* (L.) Rydb. in Mem. Dep. Bot., *Eleutherococcus sessiliflorus* (Rupr. et Maxim.) S.Y. Hu., *Lavandula angustifolia* Mill., *Lonicera caerulea* L., *Mespilus germanica* L., *Morus alba* L., *Pinus sibirica* Du Tour, *Rubus*

allegheniensis Porter, *Ruta graveolens* L., *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill., *Tamus communis* L. и др.

Заключение. Приведенные в аннотированном конспекте 40 видов относятся к 35 родам из 24 семействам. Из них 5 видов – новые для Брестского Полесья *(Festuca altissima, Allium ramosum, Cardamine flexuosa, Rubus occidentalis, Daphne mezereum)*, а 35 – для Малоритского района *(Polypodium vulgare, Ophioglossum vulgatum, Huperzia selago, Pinus banksiana, Pinus rigida, Bromus squarrosus, Anisantha sterilis, Carex disticha, Carex hartmanii, Carex melanostachya, Allium schoenoprasum, Silene armeria, Batrachium aquatile, Corydalis cava, Bunias orientalis, Cardaria draba, Hesperis pycnotricha, Fragaria viridis, Poterium sanguisorba, Padellus mahaleb, Lotus uliginosus, Geranium sylvaticum, Geranium sibiricum, Impatiens parviflora, Alcea rosea, Malva sylvestris, Chaerophyllum temulum, Lappula squarrosa, Salvia pratensis, Hyssopus officinalis, Nicandra hysaloides, Lycium barbarum, Campanula cervicaria, Aster novi-belgii, Heliopsis scabra).*

Указанные в конспекте виды относятся к аборигенному (17 видов) и синантропному (23 вида) компонентам флоры. В составе аборигенного компонента 4 вида занесенные в Красную книгу Республики Беларусь [8] *(Festuca altissima, Polypodium vulgare, Huperzia selago, Salvia pratensis)* и 6 видов *(Daphne mezereum, Silene armeria, Batrachium aquatile, Corydalis cava, Lotus uliginosus, Campanula cervicaria)* нуждающихся в профилактической охране. Синантропный компонент по времени заноса представлен 10 кенофитами и 12 эргазиофитами; а по степени натурализации подразделяется на: археофиты *(Malva sylvestris)*, агриофиты (*Pinus rigida, Pinus banksiana, Bunias orientalis),* эпекофиты (*Bromus squarrosus, Anisantha sterilis, Carex melanostachya, Cardaria draba, Hesperis pycnotricha, Poterium sanguisorba, Padellus mahaleb, Geranium sibiricum, Impatiens parviflora, Alcea rosea, Rubus occidentali, Lappula squarrosa, Nicandra physaloides, Lycium barbarum, Aster novi-belgii*) и колонофиты *(Allium ramosum, Allium schoenoprasum, Hyssopus officinalis, Heliopsis scabra).* Обогащение флоры района кенофитами, ареал которых проходит южнее Беларуси, произошло благодаря заносу их зачатков с территории Украины по железной дороге «Заболотье-Брест». На территории района нами также выявлен 51 вид древесно-кустарниковых и

травянистых растений, довольно редко культивируемых в садах, парках, приусадебных участках и др.



Рис. 1. Распространение некоторых новых видов растений на территории Малоритского района: ○ - *Festuca altissima;* ◐ - *Daphne mezereum*; ◑ - *Cardamine flexuosa;* □ - *Rubus occidentalis;* ◨ - *Allium ramosum;* ▲ - *Huperzia selago;* ◓ - *Lotus uliginosus;* ◒ - *Silene armeria;* ◆ - *Batrachium aquatile;* △ - *Ophioglossum vulgatum.*

Литература

1. Флора БССР: в 5 т. / редкол. Б.К. Шишкин (отв. ред.) [и др.].- Москва; Минск: ОГИЗ-СЕЛЬХОЗГИЗ; Изд-во АН БССР, 1949-1959. 1 – 5 т.

2. Цвелев, Н.Н. Определитель сосудистых растений Северо-Западной России (Ленинградская, Псковская и Новгородская области) / Н.Н. Цвелев – СПб: Издательство СПХФА, 2000. 781 с.

3. Черепанов, С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). / С.К. Черепанов. – Санкт-Петербург: Мир и семья, 1995. 991с.

4. Лучник, А. Н. Энциклопедия декоративных растений умеренной зоны. / А.Н. Лучник. – М.: Ин-т технологических исследований, 1997. 563 с.

5. Hämet-Ahti et all. Suomen puu- ja pensaskasvio. Finlands vedväxter Woody Flora of Finland Gehölzflora Finnlands. / L. Hämet-Ahti, A. Palmen, P. Alanko, P. Tigerstedt. – Helsinki, 1992. 373 s.

6. Парфенов, В.И. Обусловленность распространения и адаптация видов растений на границах ареалов. / В.И. Парфенов. – Мн.: Наука и техника, 1980. 208с.

7. Парфенов В.И. Флора Белорусского Полесья. / В.И. Парфенов. – Минск: Наука и техника, 1983. 296 с.

8. Красная книга Республики Беларусь: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений / Р.Ю. Блажевич [и др.]; гл. редк. Л.И. Хоружик [и др.]. Минск.: БелЭн, 2005. 456 с.

S.S. SAUCHUK, D.I. TRETJACOV.

ABAUT NEW AND RARE VASCULAR PLANTS IN MALORITSKII DISTRICT OF BREST OBLAST.

Summary.

Rare and new species of plants for area of Malorita and the Brest Polesie concerning to 24 families and 35 sorts are revealed. From them 5 species are new to the Brest Polesye (*Festuca altissima*, *Allium ramosum, Cardamine flexuosa, Rubus occidentalis, Daphne mezereum*), and 35 species for area of Malorita. The species specified in the abstract concern to native (17 species) and antropogenic (23 species) to a component of flora. As the most rare cultivated plants 51 species is noted.

УДК 581.95

О.В. СОЗИНОВ

OPHRYS INSECTIFERA L. – НОВЫЙ ВИД СЕМ. ORCHIDACEAE ДЛЯ ФЛОРЫ БЕЛАРУСИ

Гродненский государственный университет им. Я. Купалы

В ходе геоботанической экспедиции Гродненского государственного университета им. Я. Купалы, проводимой совместно с польскими коллегами из Белостокского и Варшавского университетов, в Березинском биосферном заповеднике на восточной границе болота «Чистик» 24.06.2009 г. обнаружена

популяция *Ophris insectifera* L. (офрис насекомоносная) – нового для флоры Беларуси вида [1]. *O. insectifera* произрастает на влажном эумезотрофном лугу (ранее использовался как сенокос) на границе с переходным осоковым болотом; было отмечено 6 генеративных экземпляров (рис.).

Ophrys insectifera L. (*O. muscifera* Huds., *O. myoides* Jacq.) относится к классу Liliopsida, сем. Orchidaceae, подсем. Orchidoideae, секция Ophrys. По форме и окраске цветков выделяют ряд форм: f. *apiculata*, f. *bombifera*, f. *dubia*, f. *insectifera*, f. *longibracteata*, f. *ochroleuca*, f. *parviflora*, f. *rotundata* [Füller, 1982; Prochazka and Velisek, 1983, цит. по 2]. Это европейско-юго-западно-азиатский вид, основной ареал которого расположен в Центральной Европе, эксклавы и форпосты представлены в Прибалтийских странах (Латвия, Эстония, Скандинавия), Северо-западном регионе России, Кавказе, Украине, Балканах, Испании, Малой Азии и Иране [2-4].

O. insectifera – травянистое многолетнее растение высотой 20--40 см. Листья ланцетные, у основания стеблеобъемлющие. Немногочисленные мелкие цветки собраны в редкое колосовидное соцветие, состоящее из (2) 4--8 (10) цветков. Цветки по внешнему виду напоминают небольшую муху или осу. Губа темно-красно-бурая или коричневатая, опушенная, трехлопастная, ее средняя лопасть шире боковых, с голубоватой, лишенной опушения поперечной полосой. Средний листочек наружного круга околоцветника обратнояйцевидный, тупой, вогнутый, 6--8 мм дл., боковые – продолговато-яйцевидные, неравносторонние, с тремя жилками, зеленоватые. Листочки внутреннего круга линейные, 4-5 мм дл., с одной жилкой, красно-бурые, с бархатистым опушением. Плоды – эллипсоидальные коробочки, вскрывающиеся шестью створками. Плодообразование – от 30 до 100%. Численность популяций очень изменчива по годам. Цветет в июне, плодоносит в июле-августе [2-4].

Цветки представителей рода *Ophrys* лишены нектара, в них нет обильных запасов пыльцы, столь характерных для насекомоопыляемых растений. Для привлечения насекомых растения данного рода выделяют летучие вещества, идентичные половым феромонам определенных видов насекомых. Самцы, привлеченные к цветкам, принимают их за своих самок. При этом

они, как правило, задевают клейкие поллинии и переносят их к следующему цветку, осуществляя опыление. *O. insectifera* выделяет вещества, идентичные феромонам двух видов роющих ос (*Argogorytes mystaeus* и *A. fargei*), которые и являются опылителями этого вида [5, 6].

Местообитания *O. insectifera* – моховые ключевые и осоковые болота, сырые луга, кустарники, заброшенные карбонатные карьеры, известняковые осыпи; растет обычно на нейтральных и щелочных почвах (pH 5,5-8,0) при мозаичном затенении. Наблюдения российских исследователей показали, что вид чувствителен к поздневесенним заморозкам и сухому лету; это отражается на возрастной структуре популяций. Растения этого вида, как и большинство орхидных, могут переходить в состояние вторичного покоя, которое длится от года и более. Лимитирующими факторами являются: относительно узкая экологическая амплитуда вида, осушительная мелиорация земель, приводящая к понижению уровня грунтовых вод, зарастание экотопов кустарниками, рекультивация земель, пастьба скота и другие антропогенные воздействия [2,4]. В большинстве стран Европы отмечена тенденция к сокращению количества популяций. Данный вид взят под охрану в России, Украине, Эстонии, Литве и Латвии, включен в Приложение II к Конвенции СИТЕС [2, 3, 7].

Обнаруженная популяция взята под наблюдение научными сотрудниками Березинского биосферного заповедника. Сотрудниками Института экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси оформлена карточка постоянного пункта наблюдений для Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь.

Благодарности. Выражаю искреннюю признательность за помощь в работе научным сотрудникам Института биологии Белостокского университета доктору Катаржине Анне Ядвищак и доктору Петру Ядвищак, научному сотруднику Института ботаники Варшавского университета магистру Еве Анне Яблонской, магистранту Института подготовки научных кадров НАН Беларуси Е.В. Мойсейчик.

Литература

1. Определитель высших растений Беларуси / Под. ред. В.И. Парфенова. Мн., 1999.

2. Vakhrameeva M.G., Tatarenko I.V., Varlygina T.I., Torosyan G.K., Zagulskii M.N. // Orchids of Russia and adjacent countries (within the borders of the former USSR). A.R.G. Gantner Verlag, Ruggell / Liechtenstein. 2008. P. 292-294.

3. Цвелев Н.Н. Определитель сосудистых растений Северо-Западной России (Ленинградская, Псковская и Новгородская области). СПб., 2000. 781 с.

4. Род 31. Офрис – Ophrys L. // Флора Европейской части СССР. Т. II. Покрытосеменные (Ятрышниковые, Ситниковые, Осоковые, Коммелиновые) / Под. ред. Ан. А. Федорова. Л., 1976. С. 57-58.

5. Красная книга Вологодской области. Том 2. Растения и грибы / Отв. ред. Г.Ю. Конечная, Т.А. Суслова. Вологда, 2004.

6. Anna-Karin B.-K., Groth I., Ågren L., Küllenberg B. // Chemoecology (Birkhäuser Basel). 1993. 4 (1). P. 39–45.

7. Remm K., Remm L. // Biodivers Conserv (Springer Science+Business Media B.V.). 2009. 18. P. 1629–1647.

8. Gudžinskas Z., Ryla M. // Botanica Lithuanica, 1998. 4 (3). P. 329-334.

O.V. SOZINOV

OPHRYS INSECTIFERA L. – NEW SPECIES OF ORCHIDACEAE FOR FLORA OF BELARUS

Summary

Population of *Ophrys insectifera* L. is found out in vicinities of a mire of Chistik in the Berezinsky biospheric reserve 24.06.2009 by geobotanical expedition of the J. Kupaly Grodno state university, together with the Polish colleagues from University of Bialystok and the Warsaw university.

УДК 582. 886 (476)

Д.И. ТРЕТЬЯКОВ

НОВЫЙ ВИД РОДА *OENOTHERA* L. (ONAGRACEAE) ИЗ БЕЛАРУСИ

Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф.Купревича

Oenothera pripjatiensis Tretjak. sp. nova. – Plantae biennis. Caulis 50-70 cm altus, erectus, dense foliosus, rubescens, pilis brevibus adpressis et pilis longis (2.5 – 3 mm lg.), patentibus, in tuberculis rubellis sessilibus dense tectus. Folia 5-10 cm lg. et 6-15 mm lt.; oblongo-lanceolata, margine denticulata vel subintegerrima, apice

acutata, cito evanescentia, nervo centrali alba, radicalia cito evanescentia, bracteae floribus aequales vel paulo breviores. Inflorescentia racemosus bracteatus. Alabastra virescenti –flava. Flores flavi. Calycis lobi 15 – 20 mm lg. et 1.5 – 2 mm lt., sub anthesi patentes. Petala 14 – 17 mm lg. et 12 – 14 mm lt., apice emarginata. Stigma quadripartitum, 4 mm lg.; stylus 8 mm lg. Hypanthium ad 30 mm lg., pilis longis (2.5 -3 mm lg.) patentibus et brevibus glandulosis dense tectum. Capsula 18 – 28 (30) mm lg. et 4 – 5.5 (6) mm lt., 0.5 – 0.8 (1) mm alta. – Fig. 1.

Typus: «Respublica Belarus, prov. Homel, dist. Mozyr, in viciniis pag. Noviki, 1.5 km borealiter versus a pago, regio ripae sinistrae fl. Pripjat, adjacens, in arenis grumosis cum Salix acutifolia, 18 VI 2008, D.Tretjakov» (MSK – № 115376, 141768, fl., fr.; isotypi – KW, LE, MSK). – Fig. 2.

Affinitas. A *O. ammophila* Focke pubescentia densa, longa et patente, hypanthio breviore (ad 30 mm lg.) et petalis emarginatis differt.

Растение двулетнее. Стебель 50-70 см высоты, прямостоячий, густоолиственный, красноватый, густо покрытый белыми волосками - длинными оттопыренными, сидячими на красноватых бугорках, 2.5 – 3 мм дл. и короткими прижатыми. Листья продолговато-ланцетные, 5 – 10 см дл. и 6 – 15 мм шир., по краю мелкозубчатые или почти цельнокрайные, на верхушке заостренные, прикорневые быстро отмирающие, с обеих сторон густо покрытые белыми прижатыми волосками – мелкими по всей поверхности и более длинными – по жилкам. Соцветие олиственная кисть. Бутоны зеленовато-желтые. Цветки желтые. Доли чашечки 15 – 20 мм дл. и 1.5 – 2 мм шир., продолговато-линейные, с остроконечием 2 – 3 мм длины при цветении вниз отогнутые. Лепестки 14 – 17 мм дл. и 12 – 14 мм шир., на верхушке выемчатые. Рыльце 4-раздельное, 4 мм дл., столбик 8 мм дл. Гипантий до 30 мм дл., густо покрыт волосками – длинными, оттопыренными, 2.5 – 3 мм дл. и более короткими – железистыми. Коробочка 18 – 28 (30) мм дл. и 4 – 5.5 (6) мм шир. Семена темно коричневые, (1) 1.5 – 2 мм дл., (0.5) 1 – 1.2 мм шир., 0.5 – 0.8 (1) мм высоты (рис. 1).

Тип: «Республика Беларусь. Гомельская обл., Мозырский р-н, в окр. д. Новики, 1.5 км к северу, левобережье р. Припять, бугристые пески, с Salix acutifolia, 18 VI 2008, Д.Третьяков» (MSK – №115376, 141768, изотипы – KW, LE, MSK) (рис. 2).

Родство. От *Oenothera ammophila* Focke отличается густым, длинным, оттопыренным опушением всего растения, более коротким гипантием (до 30 мм длины), выемчатыми лепестками.

Автор выражает большую благодарность Н.Н. Цвелеву за критический просмотр рукописи и перевод первоописания на латинский язык, а также Т.В.Зинченко за техническую помощь при выполнении иллюстрации.

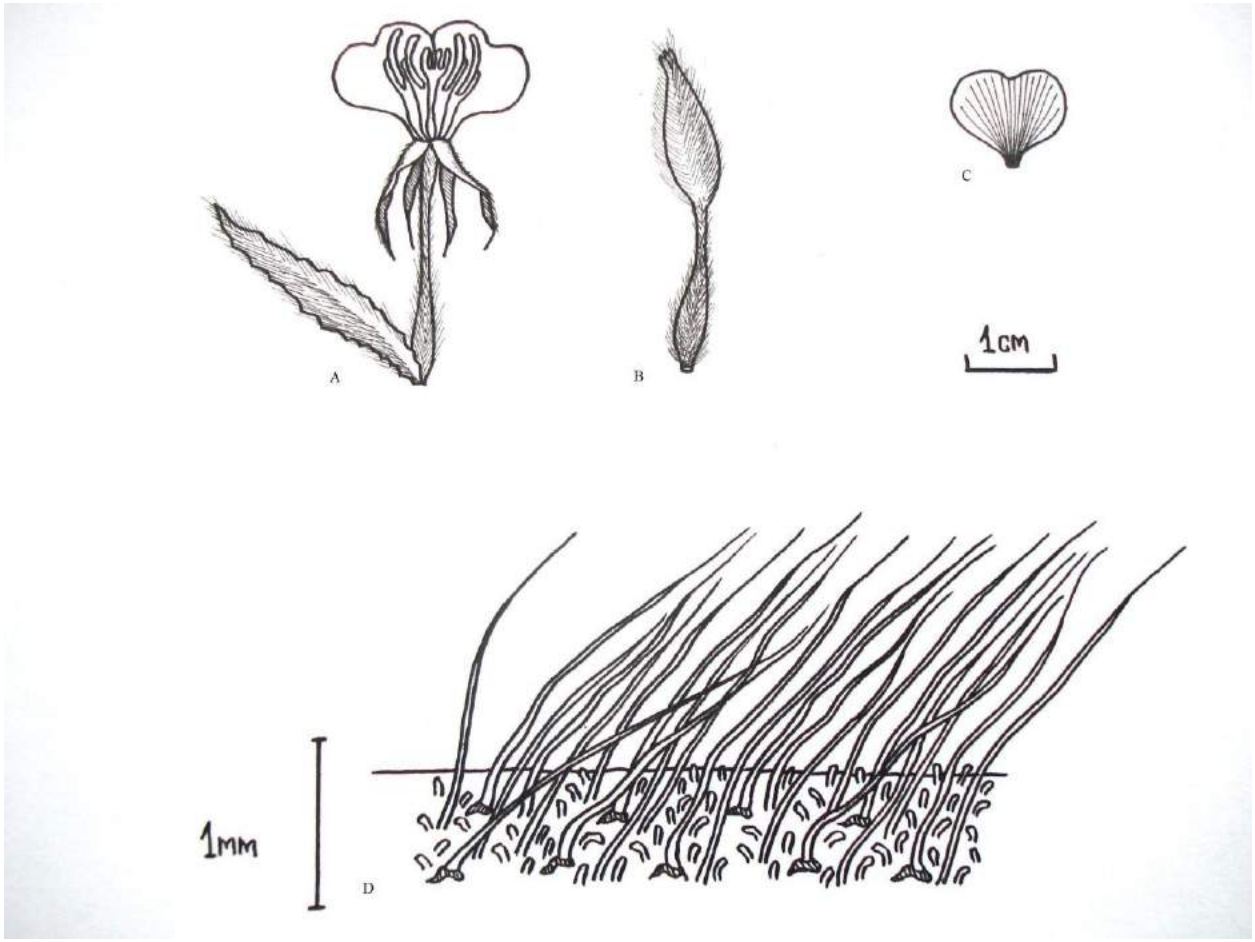


Рис. 1. A – цветок, B – бутон, C – лепесток, D – опушение части завязи.



Рис. 2. Тип Oenothera pripjatiensis Tretjak.

D.I.TRETJAKOV

A NEW SPECIES OF GENUS *OENOTHERA* L. (ONAGRACEAE) FROM BELARUS

Summary

New species is described from Belarus: *Oenothera pripjatiensis* Tretjak. sp. nova.

Рецензии

Рецензия на монографию
Глазко Т.Т., Архипов Н.П., Глазко В.И. Популяционно-генетические последствия экологических катастроф на примере аварии Чернобыльской АЭС. М.: ФГОУ ВПО РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева. 2008. 556 с.

Чернобыльская катастрофа – самая крупная радиоактивная авария за весь период освоения атома. Как справедливо отмечают авторы монографии, после аварии радиоактивный след Чернобыля был зафиксирован не только в северной и южной частях Европы, но и в Канаде, США и Японии. Эта авария создала серьёзные радиационные, медицинские, сельскохозяйственные, лесотехнические и социально-экономические последствия для государств Беларуси, Украины и России. В Беларуси, как республике, подвергшейся наиболее значимому загрязнению, радиоактивное пятно накрыло леса площадью 4 млн га – около 10% территории Беларуси.

Основной текст монографии предваряют вступительная статья и предисловие ректора РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, член-корреспондента РАСХН, профессора, доктора экономических наук В.М. Баутина и директора Всероссийского НИИ сельскохозяйственной радиологии и агроэкологии Россельхозакадемии, вице-президента Международного союза радиоэкологии, академика РАСХН Р.М. Алексахина, которые высоко оценивают труд авторов.

Обширный материал дифференцирован на 12 глав. В первых главах монографии авторы делают обзор техногенных катастроф XX-го века, изменений экологических условий воспроизводства видов организмов после Чернобыльской катастрофы, цитогенетических исследований ряда организмов в связи с ионизирующим облучением. Сжато оценивая техногенные катастрофы XX-го века, авторы рассматривают Чернобыльскую аварию как модель экологических катастроф.

Популяционно-генетические последствия аварии рассматриваются на примере моделей воспроизводства у трех групп млекопитающих: 1) экспериментальной группы крупного рогатого

скота (КРС), оставленного в зоне отчуждения ЧАЭС, 2) генетически гомогенных лабораторных линий мышей, культивируемых в виварии в этой же зоне и получавших корм с повышенным уровнем ионизирующего загрязнения, 3) популяций различных видов мышевидных грызунов, особи которых были отловлены в зонах с разным уровнем загрязнения.

Дав характеристику соматического мутагенеза и генетической структуры этих животных, авторы прослеживают генетические последствия в ряду их поколений. В отношении КРС это делается на основе выделенных молекулярно-генетических маркеров устойчивости к ряду стрессовых факторов, в том числе к вирусу бычьего лейкоза. Здесь же подробно оценивается стабильность хромосомного аппарата лабораторных линий мышей, по которым, как известно, имеется самая подробная информация генетического порядка.

Основное отличие приведенных данных от подобного рода работ состоит в том, что в монографии оценены последствия действия радиации на ряд видов млекопитающих не на «горизонтальном» уровне – в пределах одного поколения, а в «вертикальной» последовательности, т.е. в ряду поколений. Таким образом, изучен эффект радиации не только на уровне облучаемого организма, но и на уровне воспроизводимого им потомства. Оказалось, например, что из 36 коров, родившихся в условиях повышенного уровня ионизирующего излучения, 21 корова оказалась прохолощенной (стерильной), другие же дали потомство; 26% телят умерло до 3-месячного возраста, а остальные дали потомство; погибших самцов было в 2 раза больше по сравнению с самками. У мышей разных линий наблюдались отличающиеся генетические «поломки»: у особей одной линии в 4 месяца среди клеток костного мозга обнаруживалось достоверное увеличение метафаз с поврежденными хромосомами по сравнению с контролем, но к 16 – 18 месяцам жизни эти отличия исчезали; у особей другой линии мышей таких аберраций не наблюдалось, однако увеличивалась доля клеток с ненормальным количеством хромосом. Выяснено, что одна и та же доза, полученная экспериментальными особями мышей в результате хронического облучения, у молодых животных вызывает дестабилизацию материала наследственности, а у старых – нет. Все это ориентирует

на учет многомерной гетерогенности популяций, подвергавшихся малым дозам облучения. Сами же различия в отклике организма на ионизирующее излучение в рамках гетерогенной популяции могут быть весьма значительными.

Впервые в мировой практике представлены результаты многолетних исследований реакций генофондов популяций млекопитающих на новые стрессовые условия радиоактивного характера в реальном времени и пространстве техногенной катастрофы. Оказалось, что выживающие устойчивые особи наименее специализированы. Это ложится в общую канву представлений И.И. Шмальгаузена о преимущественном воспроизведении потомства на фоне сильных изменений окружающей среды наименее специализированными особями.

В монографии обобщаются материалы по влиянию Чернобыльской катастрофы и на здоровье населения.

В настоящее время перераспределение дозообразующих радионуклидов йод-131, цезий-137, стронций-90 и др. в источники питания человека представляется как наибольшая угроза для населения той части СНГ и Европы в целом, которая подверглась загрязнению в результате Чернобыльской аварии. Лесная компонента облучения населения, проживающего в радиоактивно загрязненных регионах Беларуси, а также России и Украины, постоянно растет, и если она в середине 90-х годов составляла 20—30%, то, например, на территории Белорусского Полесья, по данным специалистов, к настоящему времени превысила 60%.

К сожалению, до сих пор еще нет экономической, да и экологической оценок проводимых защитных мероприятий по отношению к человеку, хотя и существует ряд рекомендательных предложений (МАГАТЭ, МКРЗ, НК-ДАР) для населения стран, пострадавших от Чернобыльской катастрофы.

Располагая моделями отклика генофонда экспериментальных популяций млекопитающих на ионизирующее облучение аварийной ЧАЭС, авторы монографии проецируют последствия действия радиации и на человеческие популяции. Они считают, что после Чернобыля рождаются не все, кто должен был бы родиться в «чистых» экологических условиях, что отбор идет против специализированных (например, богатых интеллектом) форм и в сторону уже пройденных этапов эволюции, что последствия

ионизирующего излучения для конкретного организма зависят от того, в каком месте он родился, и в каком месте родились и жили его родители. Последнее трактуется с точки зрения учета фонового уровня ионизирующего облучения и адаптации к нему в так называемых радиоактивных местностях. Те индивидуумы, которые имели историю жизни в радиоактивных провинциях, как например, иранской Рамазар, должны иметь более низкие параметры радиочувствительности. В целом же у человека как *Homo sapiens* радиочувствительность может сильно варьировать вследствие гетерогенности популяций, а последняя может формироваться и вследствие предшествующего влияния на организм ключевых фоновых факторов среды.

Книге присущ и социальный аспект, вытекающий из опыта общения авторов с феноменом такой страшной экологической катастрофы, как Чернобыльская. В завершающей главе книги экологические катастрофы рассмотрены на биосферном уровне. Авторы сообщают, что главный вывод их размышлений в этом ракурсе заключается в том, в настоящее время явно недостаточно знаний, чтобы прогнозировать и предупреждать биосферные катастрофы. По их мнению, необходимы специальные, целенаправленные исследования в этом направлении. И только тогда можно надеяться на предупреждение исчезновения человека как вида вслед за многими и многими другими.

Отдельно следует сказать об авторах монографии.

Муж и жена Глазко, Валерий Иванович и Татьяна Теодоровна, работая до 1990-го года в Новосибирском академгородке, переехали на Украину, чтобы на месте совершить изучение генетических последствий ионизирующего излучения аварийной ЧАЭС на природные виды млекопитающих. Они четырнадцать послеаварийных лет трудились на чернобыльской ниве науки. Их сполна можно назвать ёмким именем Чернобыльцы.

Соавтор книги Архипов Николай Павлович (1932 – 2004), о котором тепло и справедливо говорит в предисловии директор Всероссийского НИИ сельскохозяйственной радиологии и агроэкологии, академик РАСХН Р.М. Алексахин, - видный российский радиоэколог. Начав свою работу на территории Восточно-Уральского радиоактивного следа рядом с

химкомбинатом «Маяк», он с первых дней Чернобыльской аварии переключился на кипучую деятельность по ликвидации ее последствий и на анализ ее действия на биоценозы и сельскохозяйственные угодья со всем присущим им населением.

В.А. Ипатьев – академик НАН Беларуси, иностранный член Российской академии сельскохозяйственных наук, доктор сельскохозяйственных наук, профессор.

С.Я. Попов – заведующий кафедрой химических средств защиты растений Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева, доктор биологических наук, профессор.

Юбиляры

НАДЕЖДА АНДРЕЕВНА БУРТЫС
(к 80-летию со дня рождения)



23 февраля 2009 г. исполнилось 80 лет со дня рождения известного белорусского ученого-луговеда и геоботаника, старшего научного сотрудника, кандидата биологических наук, лауреата Государственной премии БССР в области науки и техники Надежды Андреевны Буртыс.

Н.А.Буртыс (девичья фамилия Рунцо) родилась 23 февраля 1929 года в городе Минске в семье научного работника. В 1936 г. поступила в 47-ю Минскую среднюю школу, 5 классов которой окончила в 1941 году. Однако дальнейшая учеба была прервана Великой Отечественной войной. С 1941 по 1943 гг. Надежда Андреевна с матерью и братом были эвакуированы в д. Боханы Хотимского района Могилевской области. Отец оставался в Минске – участвовал в партизанском движении. После освобождения столицы от фашистской оккупации она продолжила учебу сначала в 23-й Минской школе (до 9 класса включительно),

затем в г. Пинске, куда переехала семья и где в 1947 г. окончила 10 классов. В том же году Надежда Андреевна поступила в Белорусский государственный университет им. В.И.Ленина на биологический факультет, который окончила с отличием в 1952 году по специальности биолог-ботаник.

С 1952 по 1957 г. работала старшим инженером в институте «Белгипроводхоз». Но родительские гены и увлеченность ботанической наукой скорректировали дальнейший жизненный путь: в 1957 г. Надежда Андреевна поступает в аспирантуру при Институте биологии АН БССР (ныне Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф.Купревича НАН Беларуси) и под научным руководством академика И.Д.Юркевича с огромным энтузиазмом вовлекается в геоботанические исследования растительного покрова республики. По окончании аспирантской подготовки с 1960 г. она всецело посвящает себя решению научных и научно-практических проблем геоботаники – классификации, хозяйственной типологии, картографирования фитоценозов на примере луговой растительности, работая сначала младшим научным сотрудником, а с 1971 по 1986 гг. – старшим научным сотрудником и руководителем группы луговедения лаборатории геоботаники. В 1966 г. Н.А.Буртыс успешно защитила кандидатскую диссертацию на тему «Пойменные луга верхнего течения р. Неман (в пределах БССР)».

С первых шагов в науке Н.А.Буртыс проявила такие важнейшие для исследователя качества, как точность, скрупулезность, настойчивость и последовательность. Ее привлекали к разработке самых важных и ответственных научных заданий. Начиная с 1960 г., Надежда Андреевна участвовала во всех основных исследованиях по вопросам луговедения, в которых являлась автором самостоятельных разделов по эдафо-фитоценотической характеристике пойменных луговых угодий. С 1972 г. она ответственный исполнитель научно-исследовательских работ по изучению луговой растительности Березинского биосферного заповедника и поймы р. Березины. С 1980 г. Н.А.Буртыс – соруководитель по темам «Изучить геоботаническую структуру и кормовые достоинства травостоев естественных луговых угодий в условиях Белорусской ССР» (1980–1983 гг.) и «Геоботаническое изучение луговых угодий Белоруссии в целях

обоснования мероприятий по их улучшению» (1984–1985 гг.), которые выполнялись в соответствии с постановлениями Госкомитета по науке и технике (№ 300 от 2.07.80 г.) и Совета Министров БССР (№ 60 от 28.02.83 г.).

Помимо плановых научных исследований, Надежда Андреевна принимала участие в разработке трех научно-технических прогнозов по биологическим ресурсам Беларуси; в обосновании природоохранных мероприятий, в частности, луговых заказников в поймах Днепра, Припяти, Березины; в разработке «Положения о государственных луговых заказниках республиканского значения Белорусской ССР».

Надежда Андреевна – прекрасный организатор научных исследований, строгий, принципиальный и в то же время чуткий, корректный, стимулирующий инициативу подчиненных руководитель. Она долгое время возглавляла научную группу лаборатории геоботаники. Без суеты, продумывая до деталей организовывала и успешно осуществляла геоботанические экспедиции по изучению луговой растительности Беларуси.. Надежде Андреевне присущи женское обаяние, увлеченность делом и чувство тонкого юмора.

Н.А.Буртыс внесла заметный вклад в развитие отечественной геоботанической науки. Все ее фундаментальные исследования в конечном итоге были направлены на решение насущных практических задач. Так, Надеждой Андреевной установлены закономерности географического размещения луговых сообществ (уровня ассоциации) в мезорельефе и продольном профиле речных пойм и на этой основе разработаны схемы лугорастительного районирования пойменных земель, определен типологический состав и разработаны эколого-фитоценотическая и фитотопологическая классификации луговой растительности Беларуси. Она первой из белорусских геоботаников применила в классификации фитоценозов доминантно-детерминантный подход, который в дальнейшем оказал положительное влияние на развитие советской доминантной школы Сукачева–Шенникова и швейцарской эколого-флористической системы Браун-Бланке.

Н.А.Буртыс – автор ряда научных разработок, которые успешно использованы производственными и научными учреждениями республики: совхозом «Краснобережинский»

Витебской области (1977 г.), совхозами «Паричи», «Боровики», «Мормаль» Гомельской области (1980, 1981 гг.), Березинским биосферным заповедником (1977 г.), Белорусским лесоустроительным предприятием ВО «Леспроект» (1978 г.), Институтом комплексного использования водных ресурсов (1982 г.), Белорусским республиканским проектным институтом по землеустройству (1979, 1985 гг.).

Результаты исследовательской работы отражены в более чем 60 публикациях, в числе которых «Карта растительности БССР» масштаба 1:1 000 000, монографии («Растительный покров Белоруссии» (1969 г.) и «Геоботаническая структура и биологическая продуктивность пойменных лугов» (1981 г.), методическое руководство «Указания по геоботаническому обследованию природных кормовых угодий колхозов и госхозов БССР» (1985 г.).

Плодотворную научную работу Надежда Андреевна успешно сочетала с общественной. На протяжении многих лет (1966–1981) она была ученым секретарем секции флоры и растительности Белорусского республиканского ботанического общества и членом Бюро общества «Знание», неоднократно участвовала в качестве лектора в работе курсов по повышению квалификации инженеров-почвоведов и геоботаников проектных институтов «Белгипроводхоз» и «Белгипрозем», избиралась членом местного комитета профсоюзов и членом группы народного контроля. Кроме того, она имела ряд других общественных обязанностей: член редакционной коллегии ежегодника «Ботаника», член Президиума Белорусского республиканского ботанического общества, член Научного совета АН БССР по проблеме «Биологические основы рационального использования, преобразования и охраны растительного мира».

За успешную научно-исследовательскую работу, внедрение научных разработок в производство и высокие показатели в социалистическом соревновании, крупный вклад в развитие ботанической науки и большую общественную работу неоднократно награждалась грамотами, в т.ч. Грамотой Президиума Академии наук БССР, помещалась на Доску почета Института. В 1972 году за цикл работ по изучению растительного покрова республики в составе коллектива сотрудников удостоена

почетного звания лауреата Государственной премии БССР в области науки и техники.

Желаем Надежде Андреевне крепкого здоровья, неувядаемой красоты и оптимизма на долгие-долгие годы.

Н.А.Ламан, Н.Ф.Ловчий, И.М.Степанович

АЛЕКСАНДР ПОТАПОВИЧ ВОЛЫНЕЦ
(к 75-летию со дня рождения)



2 февраля 2010 года исполняется 75 лет со дня рождения и 50 лет научной и общественной деятельности главного научного сотрудника Института экспериментальной ботаники им В.Ф. Купревича НАН Беларуси, доктора биологических наук, профессора, дважды лауреата Премии президентов НАН Украины, АН Беларуси и АН Молдовы и Премии НАН Беларуси Александра Потаповича Волынца.

А.П. Волынец родился в 1935 г. в деревне Беркозы Пинского района Брестской области в семье путевого обходчика. Во время Великой Отечественной войны семья находилась в оккупации. Отец под угрозой расстрела вынужден был работать на железной дороге вместе с другими односельчанами. Между рабочими и партизанами была установлена непосредственная связь для осуществления диверсионной работы. После многократного успеха в подрыве немецких эшелонов подозрение пало на местных рабочих, которые были расстреляны. Отец чудом остался жив, будучи отправлен в этот день в соседнюю бригаду рабочих. Мать во время войны занималась домашним хозяйством.

После окончания Молотковичской средней школы Александр Потапович поступает на химико-биологический факультет Брестского педуниверситета, который с отличием оканчивает в 1960 г. Будучи студентом, дважды принимал участие в работах по освоению целинных земель в Казахстане. После этого непродолжительное время работал учителем химии и биологии в Житомлянской средней школе Гродненского района и одновременно готовился к поступлению в аспирантуру в лабораторию химической регуляции роста и развития растений Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси, которую успешно осуществил в 1960 г. С 1961 г. начинается многолетняя

плодотворная творческая работа А.П. Волынца под руководством профессора С.М. Маштакова. На первом этапе он занимался изучением избирательности действия гербицидов на сорта льна-долгунца. Им впервые установлена разная устойчивость районированных сортов льна-долгунца к гербицидам и выяснены анатомо-морфологические причины избирательности. В 1964 г. он успешно защитил кандидатскую диссертацию на тему: «Анатомо-морфологическая характеристика устойчивости сортов льна-долгунца к натриевым солям 2,4-Д и 2М4Х». Теоретические достижения этого периода обобщены в брошюре «Действие гербицидов на сорта льна-долгунца» (1965), а практические разработки отражены в рекомендациях «Применение гербицидов в посевах сельскохозяйственных культур БССР» (1966) и справочнике «Записная книжка агронома» (1968). Продолжая исследования в области регуляции физиолого-биохимических процессов льна-долгунца и желтого люпина, Александр Потапович в 1974 г. подготовил и успешно защитил в Вильнюсском госуниверситете докторскую диссертацию «Эндогенные регуляторы роста и избирательность действия гербицидов», в которой дал глубокий анализ физиолого-биохимической природы избирательности, показав, что в обработанных гербицидами растениях происходит ингибирование биосинтеза и частичная или полная инактивация ауксинов, гиббереллинов и цитокининов и, одновременно, накопление и повышение активности фенольных соединений и абсцизовой кислоты. Вместе с этим решены две очень важные проблемы: дана оценка рост регулирующей активности фенольных соединений и раскрыт механизм участия их в процессах роста. Исследованиями А.П. Волынца впервые доказано, что разные по структуре полифенолы обладают различной биологической активностью вопреки существующему представлению о фенольных соединениях как природных ингибиторах роста. Оригинальным открытием Александра Потаповича является установление новой функции фенольных соединений – способности их регулировать рост растяжением через изменения активности ферментных систем синтеза и распада ИУК. В онтогенезе растений изменяется соотношение фенольных ингибиторов и кофакторов этих ферментов, в соответствии с чем меняется содержание ауксина и интенсивность роста. По мере

перехода клеток от растяжения к дифференцировке исчезают ауксины, выводятся из обмена и свободные фенольные соединения, пополняя фонд лигнина. Результаты этих исследований опубликованы в монографиях «Физиологическое действие гербицидов на сорта культурных растений» (1967), «Физиологическое действие некоторых гербицидов на растения» (1971) и «Взаимодействие эндогенных регуляторов роста и гербицидов» (1980).

Важное место в научно-исследовательской работе А.П. Волынца занимает выяснение возможностей повышения продуктивности многолетних бобовых растений – люцерны и клевера. Слабым местом люцерны является низкая семенная продуктивность, связанная с израстанием культуры, стерильностью пыльцы и низкой аттрагирующей способностью генеративных органов в условиях неустойчивой погоды Беларуси. Растения клевера не всегда отличаются обильным нарастанием вегетативной массы. Им выяснены не только причины этих негативных явлений, но и намечены пути решения их за счет обработки генеративных органов люцерны в начале цветения α-НУК и в результате опрыскивания растений клевера в период стеблевания гиббреллиноподобным терпеноидным препаратом «Флора». Итоговые сведения по люцерне представлены в коллективной монографии «Физиология плодообразования люцерны» (1989). Исследованиями Александра Потаповича устранено существующее предубеждение, что потеря всхожести семян связана с накоплением в них фенольных ингибиторов роста. На широком экспериментальном материале с использованием семян с разным сроком хранения доказана ошибочность такого мнения. Низкое эндогенное содержание таких веществ в семенах с мягкой водопроницаемой оболочкой, к которым относится их большинство, оказывает репарационное влияние и способствует стимуляции прорастания.

В 1982 г. А.П. Волынец избирается заведующим лабораторией физиологии больного растения. Глубокие исследования механизмов фитопатогенеза, проводившиеся до сих пор в лаборатории, были существенно расширены и дополнены изучением механизмов фитоиммунитета, содержания эндогенных фиторегуляторов в спорах и мицелии фитопатогенных грибов и

направленной регуляции болезнеустойчивости растений. Под его руководством и при непосредственном участии получены оригинальные результаты по многим направлениям действия физиологически активных соединений в фитопатосистемах растение – патоген. Установлен физиологический статус эндогенных стероидных гликозидов растений как новых фиторегуляторов гормонального типа и их роль в защитных реакциях на всех этапах инфекционного процесса. Это открытие, нашедшее отражение в цикле работ «Функциональная роль стероидных гликозидов в фитопатосистемах культурные растения – фитопатогенные грибы» удостоена Премии президентов НАН Украины, АН Беларуси и АН Молдовы, а развернутые сведения представлены в монографии «Стероидные гликозиды – новые фиторегуляторы гормонального типа» (2003).

Александр Потапович вместе с сотрудниками выяснил роль фенольных соединений растений-хозяев и фитопатогенных грибов в процессах их взаимодействия. В облигатных фитопатосистемах на начальном этапе взаимодействия между растениями ржи и ржавчинными грибами складываются синергические взаимоотношения. Флавоноидные гликозиды грибов способствуют росту листьев ржи и накоплению в них хлорофилла, а флавоноидные гликозиды растений стимулируют прорастание спор и формирование ростковых трубок грибов. В дальнейшем равновесие нарушается из-за резкого увеличения биомассы грибов и все возрастающего выделения ими не только близкородственных флавоноидных гликозидов, но и специфического флавоноидного токсина генистина, основная роль которого сводится к индуцированию хлороза листьев. В отличие от облигатных грибов, для которых характерны в основном идентичные с ратением-хозяином флавоноидные гликозиды, фенольный комплекс факультативных грибов представлен чужеродными фенольными соединениями нефлавоноидной природы, которые являются факторами собственного роста и морфогенеза и одновременно индукторами фитопатогенеза и носителями вирулентности. При этом установлено, что локализация фенольных соединений в растениях идеально приспособлена для защиты. Они накапливаются на поверхности листьев, в кутикуле, клеточной оболочке и межклетниках, которые являются биохимическими

барьерами на пути проникновения и локализации фитопатогенных грибов. Доказано, что защитное действие фенольных соединений может осуществляться в результате повышения эндогенного уровня этих веществ в растениях при селекции, повышении освещенности, обработке фитогормонами, обогащении ими семян, опрыскивании растений, подкислении среды обитания паразитов и изменении их пищевого режима. Оно носит как общий, так и специфический характер из-за видовой специфичности фенольного комплекса и разной индукции образования этих соединений. Если в растениях ржи основная защитная роль принадлежит флавоноидным гликозидам и фенолкарбоновым кислотам, то в растениях пшеницы – фенольным фитоалексинам депсидного типа.

Комплексный подход к изучению фенольных соединений более 20 видов культурных растений позволил А.П. Волынцу сформулировать новую концепцию фитозащиты, суть которой сводится не к уничтожению фитопатогенных грибов, а к регуляции взаимоотношения их с растением-хозяином с помощью природных антибиотических веществ фенольной и стероидной природы. За цикл работ «Фитопатофизиология: молекулярные механизмы регулирования болезнеустойчивости растений» он удостоен Премии НАН Беларуси.

А.П. Волынец придавал исключительно важное значение апробации методов исследования, комплексной оценке и достоверности экспериментальных данных, введя в практику анализа физиологически активных веществ вместе с биотестированием химическую идентификацию, вместе с биологической активностью определение их состава и содержания, а взамен одномерного двумерное хромотографирование, что повышало разрешающую способность методов и сводило к минимуму вероятность ошибок при разделении комплекса близкородственных соединений. Этому способствовала и разработка новых методов анализа фитогормонов и фенольных соединений, позволяющих проводить как систематический, так и дробный анализ ауксинов, гиббереллинов, цитокининов, флавоноидов, фенолкарбоновых кислот и их коньюгатов.

Александр Потапович известен как основоположник белорусской школы природных физиологически активных веществ, крупнейший специалист в области физиологии и биохимии

эндогенных регуляторов роста, разработчик многих методов регуляции роста и развития, корне- и плодообразования, болезнеустойчивости и защиты растений, авторитетный методист и безотказный консультант. А.П. Волынец является автором более 340 научных работ, в том числе 8 монографий, 8 патентов. Он активно участвует в подготовке научных кадров. Под его руководством защищено 8 кандидатских диссертаций, осуществляется руководство и научные консультации сотрудников, работающих над кандидатскими и докторскими диссертациями. В 1996 г. ему присвоено звание профессора.

За заслуги в развитии биологической науки, подготовку научных кадров, внедрение результатов в народное хозяйство, участие в патриотическом труде и общественной работе А.П. Волынец награжден медалью «За освоение целинных земель», Почетной грамотой Верховного Совета БССР, знаками «Отличник комсомола» и «Победитель социалистического соревнования», Почетными грамотами Президиума НАН Беларуси и Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси.

Большое трудолюбие, личная скромность, доброжелательность к людям и высокая требовательность к себе принесли А.П. Волынцу признание и глубокое уважение сотрудников Института. Коллеги по работе, близкие и знакомые желают ему крепкого здоровья, активного долголетия, творческого вдохновения и новых достижений в развитии биологической науки.

В.И.Парфенов, Н.А.Ламан, В.П.Шуканов

ДОМАШ ВАЛЕНТИНА ИОСИФОВНА
(к 70-летию со дня рождения)



25 ноября 2009 года исполняется 70 лет со дня рождения и 47 лет научной и общественной деятельности главного научного сотрудника, зав. сектором Института экспериментальной ботаники им.В.Ф. Купревича НАН Беларуси, доктора биологических наук Домаш Валентины Иосифовны.

В.И. Домаш родилась в 1939 году в г.п. Заславль Минского района в семье рабочего в многодетной (7 детей) семье. Она была старшей и с самого детства на ее плечи легли заботы о младших братьях и сестрах. После окончания Заславльской средней школы в 1957 году она поступает на биологический факультет БГУ им. В.И.Ленина, который успешно заканчивает в 1962 году. Еще в период учебы в Университете проявилось ее стремление посвятить себя биохимии растений. После окончания биофака она по распределению направлена на работу в лабораторию биофизики и изотопов Института биологии АН БССР. Сначала она работает в должности старшего лаборанта, а затем младшего научного сотрудника. В 1964 году она поступает в аспирантуру Института биологии АН БССР, после окончания которой она успешно защищает кандидатскую диссертацию под руководством академика Т.Н.Годнева на тему: «Действие света и температуры на заключительную стадию образования хлорофилла». С 1968 года Домаш В.И. работала в лаборатории белковых веществ и азотистого обмена, которой заведовал доктор биолог. наук, заслуженный деятель науки БССР, профессор А.В. Мироненко.

Работая в этой лаборатории В.И.Домаш проявила большой интерес к изучению особой группы биологически активных белков-ингибиторов протеолитических ферментов. Ею проведена работа по выделению, очистке, исследованию физико-химических свойств этих белков и изучению их функций у высших растений. По итогам многолетней работы в 1997 году она успешно защищает докторскую диссертацию на тему: «Протеиназно-ингибиторная

система высших растений: свойства и биологические функции» по специальности 03.00.04-биохимия. Результаты исследований В.И.Домаш дали возможность обосновать новое направление исследований: протеиназно-ингибиторная система как способ регуляции процессов прорастания, созревания семян, роста и развития растений. Ею установлено присутствие в растениях цистеиновых протеиназ, регулирующих активность ингибиторов трипсина, доказаны антиоксидантные свойства и антистрессовый характер этих белков. Показана защитная роль белковых ингибиторов от действия фитопатогенов и насекомых вредителей. С 1990 года и по настоящее время В.И.Домаш возглавляет сектор метаболизма и функций белков растений Института экспериментальной ботаники им.В.Ф.Купревича НАН Беларуси. Под ее руководством сектором достигнуты успехи в изучении биохимических свойств, функций и закономерностей метаболизма белков различных видов растений, а также роли протеиназно-ингибиторной системы в формировании механизма адаптации растений к действию биотических и абиотических факторов среды. В процессе работы В.И.Домаш тесно сотрудничает в проведении совместных исследований с известными учеными д.б.н., профессором Мосоловым В.В. и д.б.н., профессором Валуевой Т.А. (Институт биохимии им. А.Н.Баха РАН), д.б.н., профессором Белозерским М.А. (Институт физико-химической биологии МГУ), которые проявляли большой интерес к проводимым работам. Совместные исследования в рамках Фонда фундаментальных исследований опубликованы в журналах «Прикладная биохимия и микробиология», «Биохимия» и др. Работы Домаш В.И. часто цитируются иностранными учеными. Она постоянно получает приглашение печататься в престижных журналах. Домаш В.И. – автор 270 публикаций, в том числе соавтор двух монографий и 6 авторских свидетельств и патентов. 4 заявки на патент находятся на рассмотрении. Домаш В.И. старается использовать результаты своей работы в практике народного хозяйства. Ею разработан способ определения антипитательных компонентов зерна, которые используются в лабораториях при комбикормовых заводах. Под ее руководством разработана технология получения нового кормового продукта для животных, которая внедрена в ряде хозяйств Брестской, Гомельской и Минской области. В настоящее время

проходит процедура Регистрации новых экологически безопасных препаратов биостимулятора роста растений «Тубелак» и средства защиты «Туберит» из отходов переработки картофеля, разработанных в результате выполнения проекта совместно с ИФОХ и ЦБС НАН Беларуси в рамках ГНХП «Фитопрепараты», руководителем которого она является.

В.И.Домаш постоянно ведет работу по подготовке научных кадров. Под ее руководством защищено 2 кандидатских диссертации и более 10 дипломных работ. В настоящее время она руководитель двух аспирантов. Одна аспирантка и соискатель докторской диссертации готовят работы к защите.

Плодотворную научную работу Валентина Иосифовна успешно сочетает с активной общественной деятельностью.За успехи в научной и общественной работе она неоднократно награждалась Почетными грамотами и благодарностями Президиума НАН Беларуси и Института. Она занесена в книгу «Кто есть Кто» (Marquis Who’s Who. USA).

Хочется пожелать юбиляру, отдавшей себя научной работе в Институте и прошедшей путь от старшего лаборанта до главного научного сотрудника, здоровья и творческих успехов.

Н.А.Ламан, В.И.Парфенов,
А.И.Заболотный, О.Л.Канделинская

Памяти ученых

ЗОЯ ЯКОВЛЕВНА СЕРОВА
(1929 - 2008)



22 июня 2009 г. исполнилось бы 80 лет со дня рождения известного ученого – физиолога растений, доктора биологических наук, профессора, лауреата Премии НАН Беларуси Зое Яковлевне Серовой. Она не дожила всего один год до своего юбилея. Родилась она в Минске в 1929 г. в семье рабочего. Детство и юность ее прошли в тяжелые предвоенные и военные годы в оккупированном Минске. Мать ее была подпольщицей, связной партизанского соединения Слуцкой зоны. Зоя Яковлевна помогала матери в ее подпольной работе, в спасении преследуемых евреев.

Свою научную деятельность она начала в качестве научного сотрудника в Институте пищевой промышленности и продолжила в аспирантуре в Отделе физиологии и систематики низших растений АН Беларуси, работала младшим научным сотрудником, ученым секретарем отдела, заведующим отдела, а с 1970 по 1982 гг. – заведующим лабораторией физиологии больного растения. В последнее время она работала в должности главного научного сотрудника Института экспериментальной ботаники им В.Ф. Купревича НАН Беларуси. З.Я. Серова прошла основательную подготовку по физиологии больного растения под руководством выдающегося ученого академика В.Ф. Купревича и на всю жизнь сохранила верность избранному направлению исследований. В 1963 г. Зоя Яковлевна защитила кандидатскую диссертацию по теме «Сравнительные исследования газового обмена у растений, подвергшихся инфекции» и в 1987 г. докторскую диссертацию «Физиологические основы взаимоотношения ржи с грибными патогенами». В 2007 г. за цикл работ по физиологии и биохимии больного растения «Фитопатофизиология: молекулярные механизмы регулирования болезнеустойчивости растений» ей

присвоено звание лауреата Премии НАН Беларуси. З.Я. Серовой принадлежит выдающаяся роль в раскрытии биологической сущности и механизмов фитопатогенеза как гетерогенного процесса, включающего одновременно устойчивость и восприимчивость. По ее мнению соотношение устойчивых и восприимчивых реакций, оксидантной и антиоксидантной активностей определяет характер ответного поведения инфицированного растения. Молекулярно-генетическую основу интеграционных процессов в фитопатогенезе составляет повышенная скорость включения геномной и мембранных систем растительной клетки во взаимодействии с патогеном. Согласно взглядам З.Я. Серовой болезнеустойчивость представляет собой структурно-функциональный механизм, приводящий не столько к отторжению патогена, сколько к включению его в своеобразный ценоз, каким является фитопатосистема, к формированию гомеостаза между взаимодействующими организмами. Вместе с изучением физиолого-биохимической природы фитопатогенеза она уделяла внимание также разработке практических предложений. Совместно с сотрудниками Национального центра по земледелию (г. Жодино) и Института биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси (г. Минск) она является соавтором адаптивных технологий возделывания яровой пшеницы и ячменя на зернофураж.

Основные научные достижения Зои Яковлевны Серовой обобщены в известных монографиях «Окислительно-восстановительные процессы инфицированного растения», (1982 г.), «Метаболизм нуклеиновых кислот у растений в связи с грибной инфекцией» (1986 г.), «Функции белков в фитопатогенезе» (1992 г.). Ею опубликовано 171 научная работа и подготовлены 1 доктор и 3 кандидата биологических наук. В 2001 г. ей присвоено звание профессора по специальности «биология».

Она состояла членом Ученого Совета Института, членом Специализированного совета по защите кандидатских и докторских диссертаций, членом Бюро Белорусского общества физиологов растений, ответственной за проведение Купревичских чтений и издания их трудов.

За многолетнюю научную, научно-организационную и общественную работу З.Я. Серова неоднократно награждалась

Почетными грамотами Академии и Института, премиями и благодарностями, медалью «Ветеран труда». За работу в Минском партийном подполье (1941–1944 гг.) она награждена Орденом Великой Отечественной войны 2-й степени, медалями «За победу над Германией» и «Праведник народов мира», а также 7 юбилейными медалями.

Зоя Яковлевна отличалась высоким профессионализмом, принципиальной гражданской позицией, высокой требовательностью к себе и другим, большой работоспособностью и безукоризненной исполнительностью. Она навсегда останется в памяти коллег, учеников и близких как настойчивый и последовательный сторонник учения В.Ф. Купревича, ученый-биолог с философским типом мышления, борец за справедливость, внимательный собеседник и убежденный патриот.

Она не переставала интенсивно работать до самого последнего времени. В ее ближайших планах значилось написание обзорной статьи «Эволюционные аспекты физиологии больного растения» и монографии «Молекулярные механизмы фитопатогенеза (от В.Ф.Купревича до наших дней)». Эти планы остаются своеобразным завещанием для учеников и последователей З.Я. Серовой.

В.И. Парфенов, А.П. Волынец

Указатель новых названий таксонов

Oenothera pripjatiensis Tretjak. sp. nov

СОДЕРЖАНИЕ

Флора и систематика

Г.А. ВОЛКОВА
ИТОГИ ИЗУЧЕНИЯ БИОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ВИДОВ РОДА *ALLIUM* L. ПРИ ИНТРОДУКЦИИ НА ЕВРОПЕЙСКИЙ СЕВЕРО-ВОСТОК 3

В.В. ГОЛУБКОВ, А.А. ЗАВАРЗИН
ОБЗОР И РЕВИЗИЯ ЛИШАЙНИКОВ БЕЛАРУСИ: РОД *PELTIGERA WILLD.* 15

Л.К.ДАДАШЕВА
ПЕРВИЧНЫЕ ИТОГИ ИНТРОДУКЦИИ РЕДКИХ ВИДОВ РОДОВ *TULIPA L. И IRIS L.* НА СЕВЕРО-ВОСТОКЕ АЗЕРБАЙДЖАНА 27

М.А. ДЖУС
РОД ГРУДНИЦА – *LINOSYRIS CASS. (ASTERACEAE)* ВО ФЛОРЕ БЕЛАРУСИ 34

А.А. ПРЯЖНИКОВА, Г.Ф. РЫКОВСКИЙ
ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ И СОЗОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ БРИОФЛОРЫ ФОРТИФИКАЦИОННЫХ СООРУЖЕНИЙ ГРОДНЕНСКОЙ КРЕПОСТИ 43

Д.И. ТРЕТЬЯКОВ
РОД КИПРЕЙ (EPILOBIUM L. S. STR., ONAGRACEAE JUSS.) В БЕЛАРУСИ 55

В.В. ГОЛУБКОВ, А.П. ЯЦЫНА
***LOBARIA PULMONARIA* (L.) HOFFM. – РЕДКИЙ ИСЧЕЗАЮЩИЙ ЛИШАЙНИК НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ 84**

Фитоценология

М.В. ЕРМОХИН, А.В. ПУГАЧЕВСКИЙ
«ОКНА» В ПОЛОГЕ ЕЛОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ: РАСПРОСТРАНЕНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ 102

Я. КУЛИКОВА
РУДЕРАЛЬНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ Г. МИНСКА. КЛАСС *PLANTAGINETEA MAJORIS* 113

Л.М. САПЕГИН, Н.М. ДАЙНЕКО
НОВЫЕ АССОЦИАЦИИ ЛУГОВОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПОЙМЫ НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ ИПУТЬ 123

В.В. САРНАЦКИЙ, А.П. РОГОВОЙ
ЭКОЛОГО-ФИТОЦЕНОТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЕЛЬНИКОВ В КОНТЕКСТЕ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ И СОХРАНЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ 134

Р.В. ЦВИРКО
СОВРЕМЕННАЯ ТИПОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА СОСНОВОЙ ФОРМАЦИИ ПОДЗОНЫ ГРАБОВО-ДУБОВО-ТЕМНОХВОЙНЫХ ЛЕСОВ..... 140

Л.С. ЧУМАКОВ
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОПУЛЯЦИИ *NEOTTIANTHE CUCULATA* (L.) *SCHLECHTER* (ORCHIDACEAE) В БЕЛАРУСИ 148

Микология и фитопатология

Д.Б. БЕЛОМЕСЯЦЕВА
МИКРОМИЦЕТЫ ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ В БЕЛАРУСИ ХВОЙНЫХ РАСТЕНИЙ 160

Т.Г. ШАБАШОВА
НОВЫЙ ДЛЯ БЕЛАРУСИ ВИД ПОЧВЕННОГО МИКРОМИЦЕТА *CLONOSTACHYS CANDELABRUM*..... 167

Е.О. ЮРЧЕНКО, М.Г. СИНЯВСКАЯ
АНАЛИЗ ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПОЛИМОРФИЗМА БАЗИДИОМИЦЕТА *CHONDROSTEREUM PURPUREUM* ПО RAPD-МАРКЕРАМ 171

Экология и физиология растений

Н.С. АШИХМИНА
ОСОБЕННОСТИ МОРФОСТРУКТУРЫ KNOCK-OUT МУТАНТОВ ПО АКВАПОРИНАМ PIP1 И PIP2 И EMS МУТАНТОВ РАСТЕНИЙ *ARABIDOPSIS THALIANA*. 184

Т.А. БУДКЕВИЧ, А.И. ЗАБОЛОТНЫЙ, Л.Г. ТАРШИС, Г.И. ТАРШИС
СТРУКТУРНО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В КОРНЕВОЙ СИСТЕМЕ ЛЮЦЕРНЫ ПОСЕВНОЙ (*MEDICAGO SATIVA* L.) ПРИ КАДМИЕВОМ СТРЕССЕ 198

Г.И. БУЛАВКО, А.П. ЯКОВЛЕВ
ВЛИЯНИЕ ПОСАДОК ЯГОДНЫХ РАСТЕНИЙ НА СКОРОСТЬ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ МЕЛИОРИРОВАННОГО ТОРФЯНИКА..... 214

О.П. БУЛКО, В.Л. КАЛЕР
ПОСЛЕДЕЙСТВИЕ ХРОНИЧЕСКОГО ОБЛУЧЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ЗОНЫ ЧАЭС НА РАЗМЕРЫ КЛЕТОК И ЯДЕР РАСТЕНИЙ ЛЮПИНА И ТРИТИКАЛЕ..... 222

Н.М. ГЛУШАКОВА, Л.И. ЛИННИК
ОСОБЕННОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ ГЕРБЕРЫ (*GERBERA* [GRONOV.]L.) В ЗАКРЫТОМ ГРУНТЕ 231

О.Л. КАНДЕЛИНСКАЯ, Е.Р. ГРИЩЕНКО, В.И. ДОМАШ, В.А. ХРИПАЧ, В.Н. ЖАБИНСКИЙ, В.Н. ХАЛЕЦКИЙ
ВЛИЯНИЕ ЭПИБРАССИНОЛИДА НА АКТИВНОСТЬ СИСТЕМЫ ПРОТЕОЛИЗА И БЕЛКОВ ЛЕКТИНОВОГО ТИПА В ПРОРОСТКАХ ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО (*LUPINUS ANGUSTIFOLIUS* L.) ПРИ ГИПЕРТЕРМИИ 238

О.В. КОРЗЮК, В.И. ДОМАШ
АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО (*LUPINUS* L.) ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ИОНОВ КАДМИЯ..... 249

А.П. КУДРЯШОВ, О.Б. ПАШКОВА, О.В. КОНАКОВА, А.А. АММОН
АККУМУЛЯЦИЯ ИОНОВ Ni^{2+} И Hg^{+} ВОДНЫМИ РАСТЕНИЯМИ.... 258

О.А. КУЛАЕВА, В.Е. ЦЫГАНОВ, И.А. ТИХОНОВИЧ.
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ КАДМИЯ НА РАЗВИТИЕ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ КОРНЕВЫХ СИСТЕМ У ИСХОДНОЙ ЛИНИИ ГОРОХА SGE И МУТАНТА $SGECd^{t}$, УСТОЙЧИВОГО К КАДМИЮ 267

Г.Д.МАТУСОВ, Л.В.МАЛЕНОК, А.Н.ВОРОНЕЦКАЯ
АККУМУЛЯЦИЯ РАДИОНУКЛИДОВ ДРЕВЕСНЫМИ РАСТЕНИЯМИ ЛЕСНЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ ПОЛЕССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО РАДИАЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗАПОВЕДНИКА..... 279

Е.В. МЕЛЬНИКОВА, Л.А. КОРЫТЬКО
РОЛЬ ПРОТЕОЛИТИЧЕСКИХ ФЕРМЕНТОВ В ЗАЩИТНЫХ РЕАКЦИЯХ РЖИ (*SECALE CEREALE* L.) НА РЖАВЧИННУЮ ИНФЕКЦИЮ 288

С.Н. НАЙДУН
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТА ГИДРОЛИЗАТА *SACCHAROMYCES CEREVISIAE* НА МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ *HORDEUM DISTIHUM* L. 297

В.Н. ПРОХОРОВ, С.И. РОСОЛЕНКО, И.В. ТИМОФЕЕВА. К.Г. ШАШКО, В.В. ХОЛОДИНСКИЙ
ОСОБЕННОСТИ ПРОДУКЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ АГРОФИТОЦЕНОЗОВ РАЗЛИЧНЫХ ГЕНОТИПОВ ЯРОВОГО ТРИТИКАЛЕ..... 308

Г.В. СОРОКИНА
ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА СЕЗОННОЕ РАЗВИТИЕ ГОЛУБИКИ ТОПЯНОЙ (*VACCINIUM ULIGINOSUM* L.) В УСЛОВИЯХ КУЛЬТУРЫ 320

А.А. СПИЦЫН
СКРИНИНГ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ САЛИЦИЛОВОЙ КИСЛОТЫ РАЗЛИЧНОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ПО ИХ ВЛИЯНИЮ НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН И МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОРОСТКОВ ГОРОХА (*PISUM SATIVUM* L.) В НОРМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ И ПОД ВЛИЯНИЕМ ГИПОКСИИ И ГИПОТЕРМИИ 332

В.Е.ЦЫГАНОВ, А.И.ЗАБОЛОТНЫЙ, Т.А.БУДКЕВИЧ, А.И.ЖЕРНАКОВ, В.Е. КИМ, О.А. КУЛАЕВА, К.Н. ДЕМЧЕНКО
ВЛИЯНИЕ КАДМИЯ НА РАЗВИТИЕ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ КЛУБЕНЬКОВ У ЛЯДВЕНЦА РОГАТОГО (*LOTUS CORNICULATUS* L.) И ЛЯДВЕНЦА ЯПОНСКОГО (*LOTUS JAPONICUS* (REGEL.) K. LARSEN) 343

В.П. ШУКАНОВ, А.П. ВОЛЫНЕЦ, С.И. ГРИБ, Н.П. ШИШЛОВА
ИНГИБИРОВАНИЕ ПРЕДУБОРОЧНОГО ПРОРАСТАНИЯ ЗЕРНА ЯРОВОГО ТРИТИКАЛЕ ПОД ВЛИЯНИЕМ ФИТОРЕГУЛЯТОРОВ . 357

А.П.ЯКОВЛЕВ, К.Э.ВОГУЛКИН, Л.Н.ШАНДРИКОВА, Н.В.ВОГУЛКИНА
СЕЗОННОЕ РАЗВИТИЕ *RUBUS CHAMEAMORUS* L. НА ЮЖНОЙ ГРАНИЦЕ АРЕАЛА 361

Б.И. ЯКУШЕВ, М.М. САК, Р.М. ГОЛУШКО
ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ХВОЙНЫХ ПОРОД НА ОСНОВЕ ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ 373

Ботанические находки

П.Н. БЕЛЫЙ
НОВЫЕ МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ РЕДКИХ ОХРАНЯЕМЫХ ВИДОВ ЛИШАЙНИКОВ В БЕРЕЗИНСКОМ БИОСФЕРНОМ ЗАПОВЕДНИКЕ 384

Д.В. ДУБОВИК, А.Н. СКУРАТОВИЧ
О НОВЫХ ДЛЯ ФЛОРЫ БЕЛАРУСИ МЕСТОНАХОЖДЕНИЯХ РЕДКИХ ВИДОВ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ 391

М. И. ЛОШЕНКОВ
ПАЛЕОБОТАНИЧЕСКИЕ НАХОДКИ НА АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАМЯТНИКАХ МИЛОГРАДСКОЙ КУЛЬТУРЫ БЕЛАРУСИ 404

С.С. САВЧУК, Д.И. ТРЕТЬЯКОВ
О НОВЫХ И РЕДКИХ ВИДАХ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ МАЛОРИТСКОГО РАЙОНА БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ 417

О.В. СОЗИНОВ
***OPHRYS INSECTIFERA* (*ORCHIDACEAE*) – НОВЫЙ ВИД ДЛЯ ФЛОРЫ БЕЛАРУСИ 428**

Д.И. ТРЕТЬЯКОВ
НОВЫЙ ВИД РОДА *OENOTHERA* L. (ONAGRACEAE) ИЗ БЕЛАРУСИ 431

Рецензии

В.А. ИПАТЬЕВ, С.Я. ПОПОВ
Глазко Т.Т., Архипов Н.П., Глазко В.И. Популяционно-генетические последствия экологических катастроф на примере аварии Чернобыльской АЭС 436

Юбиляры

НАДЕЖДА АНДРЕЕВНА БУРТЫС
(к 80-летию со дня рождения) 441

АЛЕКСАНДР ПОТАПОВИЧ ВОЛЫНЕЦ
(к 75-летию со дня рождения) 446

ВАЛЕНТИНА ИОСИФОВНА ДОМАШ
(к 70-летию со дня рождения) 452

ЗОЯ ЯКОВЛЕВНА СЕРОВА
(1929-2008) 455

***Указатель новых названий паксонов*……..458**


9 789854 428123