

изучение влияния микробных препаратов (МП) Фосфостим^{агро} и Микробиоком^{агро} на показатели биологической активности (БА) чернозема южного в ризосфере озимой пшеницы *Triticum aestivum* L. при загрязнении почвы ТМ (Cr, Cu, Pb), а также содержание в листьях хлорофиллов *a+b* (X), компонентов неферментативной антиоксидантной системы защиты растений: глутатиона (Г), аскорбиновой кислоты (АК) и зерновой продуктивности в условиях модельных экспериментов. Установлено, что применение МП способствует оптимизации показателей БА в ризосфере бактеризованных растений: увеличению численности бактерий, трансформирующих соединения Р и N, а также повышению ферментативной активности (на примере термолabile каталазы) в течение весенне-летней вегетации даже при загрязнении почвы на уровне 20 ПДК ТМ. Выявлено, что загрязнение почвы ТМ приводит к возрастанию в листьях содержания АК, Г и снижению количества X. Показано, что бактеризация способствует снижению содержания АК и Г в листьях пшеницы на 8–20 % и 5–25 % соответственно, а содержание X в листьях бактеризованных растений возрастает в фазе весеннего кущения на 8–15% против контроля. Таким образом, предпосевная инокуляция семян *T. aestivum* L. оказывает положительное влияние на физиолого-биохимические параметры и накопление X в листьях, что способствует формированию адаптивного потенциала растений к стрессовому воздействию ТМ. Установлено положительное влияние МП на зерновую продуктивность озимой пшеницы: она возросла на 40–56% по сравнению с контролем.

Ключевые слова: озимая пшеница, микробные препараты, тяжелые металлы, ризосфера, хлорофиллы, глутатион, аскорбиновая кислота, продуктивность.

DOI 10.5281/zenodo.8260670

УДК 579.64:631.874

Юрков Андрей Павлович¹, Крюков Алексей Анатольевич¹, Горбунова Анастасия Олеговна¹, Кудряшова Татьяна Руслановна^{1,2}, Ковальчук Анастасия Игоревна^{1,2}, Горенкова Анастасия Игоревна¹, Богданова Екатерина Михайловна^{1,3}, Шишова Мария Федоровна³
Yurkov A. P., Kryukov A. A., Gorbunova A. O., Kudryashova T. R., Kovalchuk A. I., Gorenkova A. I., Bogdanova E. M., Shishova M. F.

Влияние гриба арбускулярной микоризы на транскриптом листьев *Medicago lupulina*: маркеры эффективного симбиоза

Effect of arbuscular mycorrhiza fungus on the transcriptome of *Medicago lupulina* leaves: markers of efficient symbiosis

¹ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии», г. Санкт-Петербург;

²ФГАО ВПО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», г. Санкт-Петербург;

³ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», г. Санкт-Петербург

Грибы арбускулярной микоризы (АМ) оказывают положительное влияние на продуктивность растений. Биопрепараты на основе гриба АМ *Rhizophagus irregularis* часто применяют в качестве усилителей роста. Целью исследования было с применением штамма RCAM00320 *R. irregularis* оценить влияние микоризы на транскриптом листьев *Medicago lupulina* и выявить ключевые маркеры развития эффективного АМ-симбиоза. С использованием секвенирования следующего поколения, массового анализа концов кДНК, в условиях высокой чувствительности растительной линии M1S-1 к микоризации (симбиотическая эффективность – прибавка сырого веса надземных частей составила более 150%) была оценена экспрессия более 30 000 генов, выявлены их ортологи у *M. truncatula* и проведена их функциональная аннотация. Среди проанализированных генов более 4000 генов имели повышенную или пониженную экспрессию при микоризации (при $p_{adj} < 0,01$). Идентифицированы первые 244 маркерных гена развития эффективной АМ, относящихся к

разным функциональным группам генов онтологии на раннем и позднем этапах развития симбиоза. Наибольшее снижение экспрессии генов наблюдалось в группе GO:0016036 (реакция на фосфорное голодание). Полученные результаты позволяют выявить фундаментальные механизмы развития эффективной АМ и позволяют выявлять эффективные АМ-симбиозы в полевых условиях.

Ключевые слова: симбиотическая эффективность, арбускулярная микориза, *Medicago lupulina*, транскриптом.

Работа выполнена в рамках соглашения Министерства науки и высшего образования РФ №075-15-2022-320 от 20.04.2022 по гранту Научного центра мирового уровня «Агротехнологии будущего».

DOI 10.5281/zenodo.8267848

УДК 579.262

Якубовская Алла Ивановна¹, Каменева Ирина Алексеевна¹, Гритчин Максим Владимирович¹,
Пухальский Ян Викторович², Якубовский Вадим Валериевич¹, Каменев Алексей Олегович¹
Yakubovskaya A.I., Kameneva I.A., Gritchin M.V., Pukhalsky Ya.V., Yakubovskiy V.V.,
Kamenev A.O.

Влияние ассоциативного штамма *Agrobacterium tumefaciens* 32 на интенсивность биологических процессов в ризосфере *Oryza sativa* L.

Influence of the associative strain *Agrobacterium tumefaciens* 32 on the intensity of biological processes in the rhizosphere of *Oryza sativa* L.

¹ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма», г. Симферополь;

²ГАО ВО ЛО «Ленинградский государственный университет имени А.С. Пушкина», г. Пушкин

Повышение продуктивности растений и активизация микробиологических процессов в ризосфере возможна при интродукции штаммов ассоциативных бактерий, обладающих комплексом полезных для растений свойств. Используя оригинальный методический подход по выделению и изучению ассоциативных бактерий, где селективным фактором выступает корень конкретного вида растений, выделен штамм *A. tumefaciens* 32 – ассоциант *Oryza sativa* L. Цель – изучить влияние ассоциативного с растениями риса штамма *A. tumefaciens* 32 на показатели биологической активности почвы в ризосфере.

Интенсивность биологических процессов ризосферы риса изучали в условиях полевого опыта на лугово-каштановой почве в рисовых чеках (ООО «Осавиахим», Краснопереконский район, Республика Крым). Предпосевная обработка семян осуществлялась суспензией штамма *A. tumefaciens* 32 из расчета 2% от массы семян. Инокуляционная нагрузка на семя составляла 550 тыс. клеток. В контрольном варианте семена обрабатывали водой. Образцы почвы отбирали в физиологически активные фазы роста (кущение, цветение, созревание), определяли эмиссию диоксида углерода и каталазную активность.

Результаты исследований показали, что предпосевная инокуляция семян штаммом *A. tumefaciens* 32 способствовала повышению выделения диоксида углерода в ризосфере риса в фазе кущения на 33%, в фазе цветения и созревания – на 20% относительно контроля. Известно, что респирация почвы имеет прямую зависимость от численности микроорганизмов и их активной деятельности. Отмечена средняя ($r=0,40$) и высокая ($r=0,60-0,80$) корреляционная зависимость между показателями респирации почвы и численностью микроорганизмов, ассимилирующих разные соединения азота, фосфатмобилизаторов, деструкторов растительных остатков, а также микромицетов.

Отмечено повышение уровня каталазной активности почвы ризосферы риса по трем исследуемым фазам развития растений, что свидетельствует о снижении уровня пероксида