УДК 581.48:633.37 DOI: 10.34736/FNC.2022.119.4.017.115-121

Влияние скарификации на кинетику прорастания семян с твердыми покровами некоторых видов рода *Gleditsia* при генеративном размножении

Елена Леонидовна Гричик, ORCID 0000-0003-4478-6538 –
инженер-исследователь лаборатории биотехнологий;
Ольга Олеговна Жолобова✉, zholobova-o@vfanc.ru, к.б.н., в.н.с., ORCID 0000-0002-1594-4181 –
зав. лабораторией биотехнологий –
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук» (ФНЦ агроэкологии РАН), info@vfanc.ru, 400062, пр. Университетский, 97, Волгоград, Россия

Древесные породы рода Gleditsia являются перспективным генофондом для защитного лесоразведения, лесомелиоративных и озеленительных насаждений. Интродукция видов и семенное размножение ограничивается уровнем пластичности в новых экологических условиях, а с другой стороны физиологическими особенностями породы. Внешняя твердая и водонепроницаемая семенная оболочка сильно затрудняет размножение в естественных условиях. Проведена работа по выявлению эффективных способов скарификации, повышающих всхожесть семян видов рода Gleditsia. В исследовании были использованы способы физической, термической и химической скарификации, нарушающие семенную оболочку и повышающие водопроницаемость семян. Физический способ – скарификация наждачной бумагой, термический – обработка кипятком и холодной водой поочередно в нескольких повторностях, химический – выдерживание семян в растворах соляной, серной кислоты и ацетона. В эксперименте использовали семенной материал 4 видов Gleditsia, перспективных для обогащения дендрофлоры деградированных ландшафтов в засушливых регионах: Gleditsia triacanthos L., Gleditsia caspica Desf., Gleditsia delavayi Franch., Gleditsia sinensis Lam. Для каждого вида были подобраны оптимальные способы скарификации, которые значительно повысили энергию прорастания и всхожесть семян.

***Ключевые слова**: твердосемянность, бобовые, Gleditsia, скарификация, скорость прорастания семян, всхожесть, энергия прорастания.*

Работа выполнена в рамках государственного задания НИР ФНЦ агроэкологии РАН «Разработать научные основы сохранения и воспроизводства ценных генотипов древесных и кустарниковых растений в культуре in vitro» FNFE-2022-0008.

Поступила в редакцию: 16.08.2022 Принята к печати: 03.10.2022

Представители рода *Gleditsia* L. из семейства *Fabaceae* – это крупные, мощные деревья, вырастающие до 45 м, которые произрастают практически на всех континентах и отличаются высокой засухоустойчивостью. Изучение этого родового комплекса является перспективным для защитного лесоразведения, лесомелиоративных и озеленительных насаждений. Результаты интродукционных испытаний 6 видов *Gleditsia* и оценка их биологического потенциала на территории Нижнего Поволжья показала перспективность использования данных видов для обогащения дендрофлоры деградированных ландшафтов в засушливых регионах [7, 8].

Гледичия используется для создания буферных полос вдоль автомагистралей или в городских лесах, ее можно успешно выращивать в районах с загрязненным воздухом [13]. Насаждения из гледичии рекомендуются для непроходимой живой колючей изгороди и высадки вдоль пойм рек, а также для создания лесных массивов и полезащитных лесных полос в наиболее засушливых районах с засоленными почвами [6].

Для получения качественного посадочного материала, изучения биологического потенциала и возможности поддержания и распространения популяции вида важную роль играет семенное возобновление. Плоды гледичии представляют собой плоские, нераскрывающиеся, часто скрученные бобовые стручки длиной от 15 до 41 см, семена крупные, длиной до 1,5 см с твердой водонепроницаемой оболочкой, из-за которой даже при достаточно благоприятных условиях они не способны прорастать самостоятельно или имеют очень низкую всхожесть. В естественных условиях прорастание семян и появление всходов может растянуться до нескольких лет.

Строение и состав семенной кожуры были изучены на примере семян гледичии обыкновенной (трехколючковой) *Gleditsia triacanthos* L. и как она изменяется при набухании. В семенной кожуре было выявлено три основных слоя с разными физико-химическими и механическими свойствами, которые различаются по своим функциям. Гиподерма состоит из клеток, вытянутых параллельно поверхности, клеточная стенка которых пропитана гидрофобным веществом суберином. Поэтому перед посевом твердые семена подвергают различным видам обработки (физической или химической), что повышает проницаемость семенной

 ✉ – Для контактов / Corresponding author

оболочки для воды [1].

Наиболее изученным видом, имеющим широкое распространение как основной представитель североамериканской флоры на территории Российской Федерации, как в городском озеленении в качестве декоративного дерева, так и в защитном лесоразведении для создания лесных полос является *Gleditsia triacanthos*. В некоторых странах этот вид причисляют к инвазивным и уделяют особое внимание изучению почвенных семенных банков под кронами деревьев, высаженных в городских парках и скверах для контроля формирования стабильных популяций и их дальнейшего распространения [17, 12].

Прорастание играет центральную роль в жизненном цикле растений и, следовательно, может быть ключевым признаком в определении распространения вида. В Аргентине изучали процент всхожести и среднее время прорастания у химически и механически скарифицированных семян *G. triacanthos* из трех населенных пунктов, причем первая переменная также регистрировалась у семян, подвергшихся прохождению через пищеварительный тракт животных, имитации пожара и механической скарификации. Изучение различных механизмов обеспечения прорастания семян, особенно с твердыми покровами, могло бы предоставить важную информацию о распространении инвазивных видов, а также полезные знания для борьбы с ними [14].

В работах Kheloufi A. увеличить всхожесть *G. triacanthos* до 96 % удалось путем замачивания в серной кислоте в течение 90 минут [15]. В исследованиях других авторов механическая скарификация давала раннюю, равномерную и высокую всхожесть (74,37%), а при кислотной скарификации всхожесть увеличилась с 21,30% (без обработки) до 75,87% с замачиванием на 15 мин [16]. Изучение влияния стратификации семян на всхожесть не дало положительных результатов, что указывает на отсутствие спящего зародыша, а вот выдерживание в течение 1 часа в концентрированной серной кислоте было лучшим методом для прерывания периода покоя [10].

Результаты испытаний Булгаковой Е.В. и Нефедьевой Е.С. различных воздействий (давление 11 МПа и 29 МПа, скарификация, стратификация, обработка кипятком и др.) на прорастание семян показали, что именно скарификация значительно увеличивает процент всхожести семян *G. triacanthos*. Кроме того, высоким процентом всхожести обладают семена с естественными трещинами [2].

Объектами наших исследований были выбраны семена четырех видов рода *Gleditsia*, наиболее перспективные для лесомелиорации и озеленения населенных пунктов Поволжья: Гледичия трехколючковая (*Gleditsia triacanthos* L.), Гледичия каспийская (*Gleditsia caspica* Desf.), Гледичия Делавея (*Gleditsia delavayi* Franch.) и Гледичия китайская (*Gleditsia sinensis* Lam.).

Основной целью работы являлось – оценить различные способы скарификации и их влияние на всхожесть семян видов рода *Gleditsia* с труднопроницаемой семенной оболочкой.

Материалы и методы исследования. Семена исследуемых видов были заказаны в фирме «Агбина», предварительно семена были посчитаны, взвешены и хранились в бумажных пакетах при температуре +4°С. Все работы проводились на базе лаборатории биотехнологий ФНЦ агроэкологии РАН.

В качестве основных способов скарификации были выбраны:

1). Термическая: семена ошпаривали кипятком, затем на несколько минут опускали в ледяную воду, процедуру повторяли несколько раз.

2). Физическая: оболочку семян повреждали вручную с помощью наждачной бумаги, подпиливали край семечка или стирали до второго слоя семенной кожуры.

3). Химическая: перед посевом семена обрабатывали в течение 2 часов ацетоном в соотношении 1 г семян к 1 мл ацетона, серной и соляной концентрированными кислотами с экспозицией 20 минут. После обработки семена промывались под проточной водой в течение часа [5, 9].

Обработанные семена помещали на чашки Петри с марлевой трехслойной подложкой, увлажненной дистиллированной водой. Контролем послужили семена, замоченные в дистиллированной воде. Каждая проба составляла по 15 семян. Исследование проводилось в течение 20-ти дней в трехкратной повторности, согласно ГОСТу-13056.6-97. Семена в чашках Петри культивировали на фитостеллажах с постоянным освящением (70 мкмоль/с/м^2) и температурой 22-24°С. Подсчет проростков проводили на 2, 5, 7, 10, 15-ый день [4].

Изучение лабораторных показателей всхожести семян *Gleditsia* после различных способов скарификации, проводили по таким показателям, как энергия прорастания (%, количество проросших семя на 5 сутки), всхожесть (%), появление первых проростков, период прорастания семян и скорость прорастания семян (сутки).

Скорость прорастания семян рассчитывается по формуле [11]:

$$СПС = [(A_1/1) + (A_2/2) + (A_n/n)],$$

где: А – количество проросших семян в соответствующий день наблюдения;

1, 2, n – сутки, на которые выполняется наблюдение.

В дни подсчета проростков в каждой повторности с подложки удалялись нормально проросшие и пропавшие семена. В течение эксперимента фиксировали число проросших, погибших, и оставшихся непроросших семян, оставленных на подложке. В последний день подсчета всхожести у оставшихся семян определяли количество пустых и беззародышевых, погибших или поврежденных инфекцией семян. Статистическую обработку данных

проводили с использованием пакета программ Microsoft Excel.

Результаты исследования и их обсуждение. Семена, замоченные в дистиллированной воде (контроль) ни у одного из видов гледичии не проросли, лишь единичные немного набухли. Первые ростки у *G. triacanthos* появились на 3 сутки при механической и кислотных способах скарификации. Изучение влияния различных способов скарификации на прорастание семян *G. triacanthos* представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Влияние скарификации на длительность прорастания и всхожесть семян *Gleditsia triacanthos*

Способ скарификации	Появление первых всходов, сутки	Энергия прорастания,%	Всхожесть семян, %	Период прорастания, дней	Скорость прорастания семян, сутки
Механическая (наждачная бумага)	3	63,4±3,4	83,3±3,3	4	3,23
Термическая обработка	7	0	16,7±3,4	3	0,24
Соляная кислота	3	66,7±0	76,7±3,4	4	2,74
Серная кислота	3	76,7±3,4	86,6±3,4	4	3,39
Ацетон	5	13,3±0	56,7±3,4	5	0,69

Максимальная всхожесть семян гледичии трехколючковой была зафиксирована 86,6 % при погружении семян на 20 минут в серную кислоту. При данном способе предпосевной обработки все параметры были максимальные (энергия прорастания составила 76,7 % и скорость прорастания 3,39 суток). Высокие показатели были отмечены и при механической обработке и использовании соляной кислоты, энергия и всхожесть были от 60 до 80%. Ацетон тоже стимулировал всхожесть семян до 56,7 %, но при этом и первые всходы, и период прорастания семян растягивался до 5 суток, энергия прорастания была низкая 13,3%, дружности всходов не было. Обработка кипятком оказалась малоэффективной с самыми низкими показателями.



Рисунок 1. Чашки Петри с проросшими семенами *Gleditsia triacanthos*
при разных способах скарификации на 5-е сутки после посева
а – семена, обработанные серной кислотой; б – семена, обработанные соляной кислотой;
в – механическая скарификация наждачной бумагой;
г – контроль, семена, замоченные в дистиллированной воде

На рисунке 1 наглядно представлены результаты скарификации семян механическим и кислотными способами, на которых фиксировалась максимальная всхожесть по сравнению с контролем и другими способами скарификации. При этом видно, что несмотря на высокую всхожесть и энергию прорастания при механическом повреждении покровов семян, влаги попавшей внутрь семян было достаточно лишь на начальный этап развития зародышевого корешка, после чего они сильно тормозили в росте и развитии, в отличии от семян, обработанных кислотами. После погружения в концентрированные кислоты на поверхности семенной кожуры наблюдалось большое количество микротрещин, которые не только сыграли роль проводника воды, но и способствовали быстрому освобождению от семенной кожуры и раскрытию семядольных листочков.

В отличие от *G. triacanthos* первые проростки у гледичии каспийской *G. caspica* появились на 4 сутки при кислотной скарификации, а при термической только на 8-е. Самая высокая скорость прорастания семян была у выборки, обработанной соляной кислотой – 2,74 суток, а самая низкая – 0,25 суток при обработке кипятком.

Как следует из полученных данных энергии прорастания и всхожести семян *G. caspica* (рисунок 2), максимальные показатели были получены при использовании соляной кислоты 50 и 90 % соответственно. При механической скарификации всхожесть составила 50 %, под действием серной кислоты и ацетона – ниже 35 %.



Рисунок 2. Процент энергии прорастания и всхожести семян *Gleditsia caspica* при разных способах скарификации

При работе с семенным материалом, особенно это касается древесных видов, у которых растянуты периоды от появления первых всходов до полного прорастания, исследователь часто сталкивается с такой проблемой, как микробная, бактериальная или вирусная контаминации, которые мешают адекватной оценке в постановке опыта.

В благоприятных условиях влажности и оптимальной температуре семена набухают и прорастают. В этот период происходят физиолого-биохимические и молекулярно-генетические процессы. Активацию вредных микроорганизмов на поверхности семян вызывает выброс органических веществ из набухшего или проросшего семени. Концентрации таких веществ у каждого вида растений индивидуальны и специфичны [3].

При работе с семенным материалом *G. delavayi* после набухания семена имели специфический запах, выделяли органические вещества и со временем погибали или зарастали плесенью. На рисунке 3 показано соотношение проросших семян, непроросших и контаминированных, которые не учитывались в дальнейшем эксперименте.

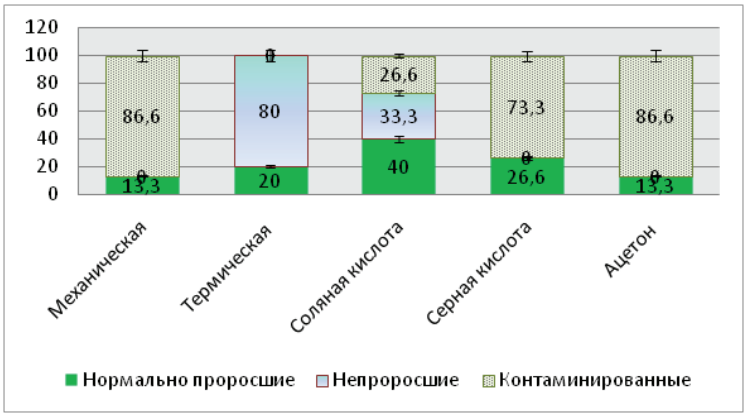


Рисунок 3. Процент проросших, непроросших и контаминированных семян *Gleditsia delavayi* при разных режимах скарификации

Только при термической скарификации кипятком на поверхности семян не отмечалось процессов контаминации, первые всходы появились на 5 день, при этом время прорастания семян было самым длительным – 8 суток, с наименьшей скоростью прорастания – 0,4 суток. Вероятно, отсутствие микробных и других инфекций можно объяснить тем, что 80 % непроросших семян оставались твердыми и активные физиолого-биохимические процессы не были запущены.

Механическая скарификация и использование ацетона, хоть и спровоцировали активное набухание семян, первые всходы отмечены на 3 и 5 сутки, всхожесть составила 13,3 %, при этом процент контаминированных семян был максимальным 86,6 %. При использовании серной кислоты всхожесть была чуть выше – 26,6 %, всходы появились также на 5 день, но процент контаминации тоже оставался на высоком уровне – 73,3 %.

Самым эффективным способом скарификации для *Gleditsia delavayi* являлась соляная кислота: энергия прорастания и всхожесть составили 23,4 и 40 % соответственно. Скорость прорастания семян была максимальной – 1,09 суток. 33,3 % семян остались непроросшими, и только 26,6% были контаминированы.

Лучший результат для *Gleditsia sinensis* получен при использовании соляной кислоты, первые всходы появились на 4 день, энергия прорастания и всхожесть были максимальные – 16,7 и 53,3 % соответственно, скорость прорастания семян составила 1,31 суток. Неплохой результат получен при обработке семян серной кислотой и наждачной бумагой, в обоих случаях 40% проросших, но использование серной кислоты позволило получить первые всходы на 5 день с более высокой скоростью прорастания 0,92 суток, а при механической скарификации всходы появились только на 7 день, а скорость прорастания – 0,86 суток. Менее эффективным было применение ацетона – 26,6% всхожести, и термическая скарификация – 6,6 %. На рисунке 4 показана динамика прорастания семян.

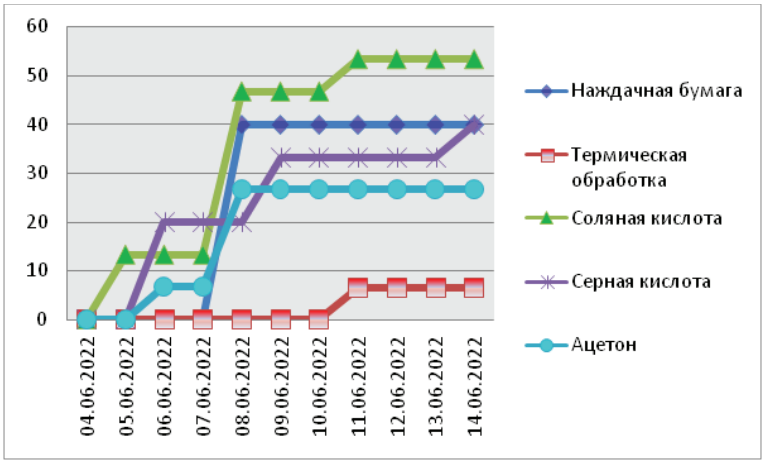


Рисунок 4. Динамика прорастания семян *Gleditsia sinensis* при разных способах скарификации

Пророщенные семена всех видов гледичии высаживались в контейнеры для использования в дальнейших экспериментах по интродукции и изучению биологического потенциала родового генофонда *Gleditsia* (рисунок 5).



а б в г

Рисунок 5. Укорененные сеянцы гледичии: а – *Gleditsia triacanthos;*
б – Gleditsia caspica; в – Gleditsia sinensis;
г – *Gleditsia delavayi*

Заключение. Семена рода *Gleditsia* имеют твердую водонепроницаемую семенную оболочку, эффективным способом увеличить энергию прорастания и всхожесть семян является скарификация. При этом продуктивность выбранного метода скарификации зависит как от качества семенного материала, так и от генотипических особенностей исследуемого вида.

Для всех изученных в эксперименте видов всхожесть удалось значительно повысить благодаря механической и кислотным методам скарификации. Термическая обработка и использование ацетона в качестве растворителя одного из слоев семенной кожуры оказались малоэффективными.

Для *Gleditsia triacanthos* максимальная всхожесть семян была достигнута (86,6 %) при погружении семян на 20 мин в серную кислоту, первые проростки появились на 3 сутки. Высокие показатели были отмечены и при механической обработке, но данный метод не пригоден для крупномасштабных целей.

Первые проростки у гледичии каспийской *Gleditsia caspica* появились на 4 сутки, энергия прорастания и всхожесть максимальные (50 и 90 %) у выборки, обработанной концентрированной соляной кислотой в течение 20 минут.

Семенной материал *Gleditsia delavayi* был подвержен высокому уровню контаминации, что требует дополнительной обработки системными противогрибковыми и другими препаратами, исключающими протекание инфекционных процессов. Концентрированная соляная кислота оказалась лучшим методом скарификации – энергия прорастания и всхожесть составили 23,4 и 40 % соответственно, и только 26,6% были контаминированы.

Лучший результат для *Gleditsia sinensis* также был получен при использовании соляной кислоты, первые всходы появились на 4 день, энергия прорастания и всхожесть были максимальные – 16,7 и 53,3 %, скорость прорастания семян составила 1,31 суток.

Результаты исследований показали, что наиболее эффективным методом прерывания покоя семян был метод химической скарификации, заключающийся в замачивании в концентрированной соляной кислоте и серной кислоте в течение 20 минут. Это позволило значительно увеличить процент прорастания семян всех исследуемых видов рода *Gleditsia*, несмотря на генотипические особенности, по сравнению с ацетоном, термической обработкой и контролем в опыте. В контроле за период эксперимента не было зарегистрировано прорастания семян.

Литература:

1. Балакина А.А., Нефедьева Е.Э., Ларикова Ю.С. Исследование строения и состава семенной оболочки гледичии и некоторых изменений в ее структуре при набухании // Аграрный вестник Урала. 2021. № 03-206. С. 46-52.

2. Булгакова Е.В., Нефедьева Е.Э. Влияние абиотических факторов. на прорастание семян гледичии. с твёрдыми покровами // Механизмы устойчивости растений и микроорганизмов к неблагоприятным условиям среды: сб.материалов Годичного собрания Общества физиологов растений России: материалы Всероссийской научной конференции с международным участием и школы молодых ученых. В 2 ч. Ч. 1. Иркутск. 2018. С. 159-162.

3. Габидова А.Э., Галынкин В.А., Тихонович И.А. Резистентность и анализ микробиологического риска в фармации//Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований.2016. № 12-7. С. 1307-1315.

4. ГОСТ 13056.6-97. Семена деревьев и кустарников. Методы определения всхожести: Введ. 1997-11-21. Минск, 1998. 11 с.

5. Оразбаев С., Салакшинова Б., Мендибаева Г., Влияние скарификации на твердосемянность многолетних бобовых трав // Международный научно-исследовательский журнал. 2013. №12-2. С. 14-16.

6. Природное сырье китайской медицины: справочник (в 3-х томах) / А.И. Шретер, Б.Г. Валентинов, Э.М. Наумова. Том I. Москва. 2004.

7. Семенютина А. В., Климов А.Д. Анализ биоресурсов генофонда *Robinia*, *Gleditsia* для лесомелиоративных комплексов на основе изучения адаптации к стресс-факторам // Наука. Мысль: электронный периодический журнал. – 2018. Т. 8. № 2. С. 33-45.

8. Семенютина А.В., Климов А.Д. Биологический потенциал интродуцированных видов рода *Gleditsia* L. в Нижнем Поволжье // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. Наука и высшее профессиональное образование. 2014. № 3. С. 78-83.

9. Скарификация семян [Электронный ресурс]// FLOWERSFAMILY.RU Онлайн-журнал о домашних растениях. URL: https://flowersfamily.ru/pomidory/vse-uzlyrezultat-klasterizaciipodgotovka-seman-k-posevu.html (дата обращения 16.04.22)

10. Babashpour-Asl, Marzieh & Sharifivash, Raana & Akram, Rahbari. Effect of Different Treatments on Seed Germination of Honey Locust (*Gleditschia triacanthos*) // Modern Applied Science. 2011. № 5. P. 200-209.

11. Binning L.K., Wiese A.N. Calculating the threshold temperature of development for weeds // Weed Sci. 1987. Vol.35. P.177-179

12. Effects of tree size and park maintenance on soil seed bank of *Gleditsia triacanthos*, an exotic tree in urban green areas / P. Csontos, T. Kalapos, T. Faradhimu, T. Hardi, J. Tamás // Biologia Futura. 2020. № 71(1-2). P. 81-91.

13. Ertekin M., Kirdar E. Effects of seed coat colour on seed characteristics of honeylocust (Gleditsia triacanthos). African Journal of Agricultural Research. 2010.Vol 5. P. 2434-2438.

14. Ferreras A.E., Funes G., Galetto L. The role of seed germination in the invasion process of Honey locust (*Gleditsia triacanthos* L., *Fabaceae*): Comparison with a native confamilial // Plant Species Biology. 2015. № 30(2). P. 126-136.

15. Kheloufi A. Germination of seeds from two leguminous trees (*Acacia karroo* and *Gleditsia triacanthos*) following different pre-treatments // Seed Science and Technology. 2017. № 45(1). P. 259-262.

16. Pod and seed characteristics and effect of pretreatment on seed germination of honey locust (*Gleditsia triacanthos*) / G.H.M. Bhat, A. Singh, J.A. Mugloo, M.A. Khan, A.M. Fazli // Annals of Biology. 2010. № 26(1). P. 23-26.

17. Simko H., Csontos P. Soil seed banks of *Robinia pseudoacacia* and *Gleditsia triacanthos* in city parks of Budapest, Hungary [FEHER AKÁC ÉS TÖVISES LEPÉNYFA MAGBANKJÁNAK VIZSGÁLATA BUDAPESTI PARKOK TALAJÁBAN] // Journal of Landscape Ecology. 2009. № 7(1). P. 269-278.

DOI: 10.34736/FNC.2022.119.4.017.115-121

The Scarification Effect on the Kinetics of Some *Gleditsia* Species Genus Seeds With Hard Covers Germination During Generative Reproduction

Elena L. Grichik, Research Engineer of Biotechnology Laboratory, ORCID 0000-0003-4478-6538;
Ol'ga O. Zholobova✉, zholobova-o@vfanc.ru, K.B.N., Leading Researcher, ORCID 0000-0002-1594-4181 –
Head of BiotechnologyLaboratory –
Federal State Budget Scientific Institution «Federal Scientific Center of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences» (FSC of Agroecology RAS),
e-mail: info@vfanc.ru, 400062, Universitetskiy Prospekt, 97, Volgograd, Russia

Abstract. Tree species of the *Gleditsia* genus are a promising gene pool for protective afforestation, forest reclamation and greening plantings. The species introduction and seed reproduction are limited by the level of plasticity in new environmental conditions, and on the other hand by the physiological characteristics of the species. The outer hard and waterproof seed coat makes it very difficult to reproduce in natural conditions. Work has been carried out to identify effective scarification methods that increase the genus *Gleditsia* species seeds germination. The study used methods of physical, thermal and chemical scarification that violate the seed coat and increase the water permeability of seeds. The physical method is scarification with sandpaper, the thermal method is treatment with boiling water and cold water alternately in several repetitions, the chemical method is keeping seeds in solutions of hydrochloric acid, sulfuric acid and acetone. In the experiment, seed material of 4 *Gleditsia* species promising for enriching the dendroflora of degraded landscapes in arid regions was used: *Gleditsia triacanthos* L., *Gleditsia caspica* Desf., *Gleditsia delavayi* Franch., *Gleditsia sinensis* Lam. Optimal scarification methods were chosen for each species, which significantly increased the germination energy and seed germination.

Keywords: hard seed, legumes, *Gleditsia*, scarification, seed germination rate, germination capacity, germination energy

Received: 16.08.2022 Accepted: 03.10.2022

Translation of Russian References:

1. Balakina A.A., Nefed'eva E.E., Larikova Yu.S. *Issledovanie stroeniya i sostava semennoj obolochki gledichii i nekotoryh izmenenij v ee strukture pri nabuhanii* [Survey of the structure and composition of the gledichia seed coat and some changes in its structure during swelling]. *Agrarnyj vestnik Urala* [Agrarian Bulletin of the Urals]. 2021. 03-206. pp. 46-52.

2. Bulgakova E.V., Nefed'eva E.E. *Vliyanie abioticheskih faktorov. na prorastanie semyan gledichii. s tvyordymi pokrovami* [The abiotic factors influence on the germination of gledichia seeds with hard covers]. *Mekhanizmy ustojchivosti rastenij i mikroorganizmov k neblagopriyatnym usloviyam sredy* [Mechanisms of plants and microorganisms resistance to adverse environmental conditions]: compilation of the Russian Society of Plant Physiologists Annual Meeting materials, a materials of the All-Russian scientific conference with international participation and the school of young scientists. In 2 Pts, Pt. 1. Irkutsk. 2018. pp. 159-162.

3. Gabidova A.E., Galynkin V.A., Tihonovich I.A. *Rezistentnost' i analiz mikrobiologicheskogo riska v farmacii* [Resistance and analysis of microbiological risk in pharmacy]. *Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij* [International Journal of Applied and Fundamental Research]. 2016. 12-7. pp. 1307-1315.

4. GOST 13056.6-97. Seeds of trees and shrubs. Methods for determining germination: Introduction. 1997-11-21. Minsk, 1998. 11 p.

5. Orazbaev S., Salakshinova B., Mendibaeva G., *Vliyanie skarifikacii na tverdosemyannost' mnogoletnih bobovyh trav* [The effect of scarification on the hard-seeding of perennial legumes]. I*nternational Scientific Research Journal*.2013.12-2.pp.14-16.

6. Shreter A.I., Valentinov B.G., Naumova E.M. *Prirodnoe syr'e kitajskoj mediciny* [Natural raw materials of Chinese medicine]: a reference book (in 3 volumes). Vol. I. Moscow. 2004.

7. Semenyutina A.V., Klimov A.D. *Analiz bioresursov genofonda Robinia, Gleditsia dlya lesomeliorativnyh kompleksov na osnove izucheniya adaptacii k stress-faktoram* [The Robinia, Gleditsia gene pool bioresources analysis for forest amelioration complexes based on the study of adaptation to stress factors]. *Science. Thought: electronic periodical*. 2018. T. 8. 2. pp. 33-45.

8. Semenyutina A.V., Klimov A.D. *Biologicheskij potencial introducirovannyh vidov roda Gleditsia L. v Nizhnem Povolzh'e* [Biological potential of the genus Gleditsia L. introduced species in the Lower Volga region]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Proceedings of the Lower-Volga agrouniversity complex: Science and higher professional education]. 2014. 3. pp. 78-83.

9. *Skarifikaciya semyan* [Scarification of seeds] [Electronic resource]. FLOWERSFAMILY.RU Online journal about home plants. URL: https://flowersfamily.ru/pomidory/vse-uzlyrezultat-klasterizaciipodgotovka-seman-k-posevu.html (access date: 16.04.22)

Цитирование. Гричик Е.Л., Жолобова О.О. Влияние скарификации на кинетику прорастания семян с твердыми покровами некоторых видов рода *Gleditsia* при генеративном размножении // Научно-агрономический журнал. 2022. №4(119). С. 115-121. DOI: 10.34736/FNC.2022.119.4.017.115-121

Авторский вклад. Авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования, ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Citation. Grichik E.L., Zholobova O.O. The Scarification Effect on the Kinetics of Some Gleditsia Species Genus Seeds With Hard Covers Germination During Generative Reproduction. *Scientific Agronomy Journal*. 2022. 4(119). pp. 115-121. DOI: 10.34736/FNC.2022.119.4.017.115-121

Author's contribution. Authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. Authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. Authors declare no conflict of interest.