

СКАРИФИКАЦИЯ СЕМЯН ГАЛЕГИ ВОСТОЧНОЙ КАК МЕТОД УЛУЧШЕНИЯ ЕЕ ПОСЕВНЫХ СВОЙСТВ

Д. А. МИХЕЕВ, ВАН ЦЗЮНЬ, С. В. ЕГОРОВ

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407

(Поступила в редакцию 06.04.2026)

Галега восточная является перспективной многолетней кормовой культурой. Галега отличается долголетием и хорошо растет на одном месте до 8–10 лет. Укосной спелости весной галега восточная достигает на 15–20 дней раньше клевера, на 12–16 – люцерны, что позволяет расширить кормовую базу для заготовки различных видов кормов. Культура отличается адаптивной способностью к различным природно-климатическим условиям. Вследствие раннего отрастания урожаи первого и второго укосов стабильно высоки. Однако наличие у семян галеги восточной твердокаменной оболочки ведет к потере урожая зеленой массы, этот фактор негативно влияет на масштабное возделывание этой культуры для использования в рационах кормления КРС. Для решения этой проблемы применяют метод предпосевной обработки – скарификацию. Скарификация семян – это повреждение твердой оболочки семян для облегчения доступа влаги и воздуха, что способствует быстрому прорастанию. В учреждении образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» проводятся научные исследования по изучению влияния механической скарификации семян на посевные качества галеги восточной. В статье представлены результаты научных исследований, доказывающих эффективность воздействия механической скарификации семян галеги восточной на ее посевные свойства. В результате скарификации семян значительно увеличивается энергия прорастания и лабораторная всхожесть растений. Полученные результаты позволяют оптимально подобрать степень повреждения оболочки семян для достижения наилучшего результата. В последующем это даст возможность создать центробежный скарификатор семян, который будет скарифицировать семена с требуемой степенью травмированности оболочки.

Ключевые слова: галега восточная, скарификация семян, травмированность оболочки, всхожесть.

Galega orientalis is a promising perennial forage crop. It is characterized by its longevity and grows well in one place for up to 8–10 years. In the spring, galega reaches harvest maturity 15–20 days earlier than clover, and 12–16 days earlier than alfalfa, allowing for an expanded forage base for harvesting various types of forage. The crop is distinguished by its adaptability to various natural and climatic conditions. Due to its early regrowth, the yield of the first and second cuttings is consistently high. However, the hard seed coat of galega orientalis leads to a loss of green forage yield, a factor that negatively impacts the large-scale cultivation of this crop for use in cattle feed rations. To solve this problem, a pre-sowing treatment method called scarification is used. Seed scarification involves damaging the hard seed coat to facilitate moisture and air access, which promotes rapid germination. The Belarusian State Agricultural Academy, awarded the Order of the October Revolution and the Red Banner of Labor, is conducting research on the effect of mechanical seed scarification on the sowing properties of galega orientalis. This article presents the results of scientific research demonstrating the effectiveness of mechanical seed scarification on galega orientalis's sowing properties. Seed scarification significantly increases germination energy and laboratory germination. The obtained results will allow for the optimal selection of the degree of seed coat damage to achieve the best results. This will subsequently enable the development of a centrifugal seed scarifier that will scarify seeds with the required degree of seed coat damage.

Key words: galega orientalis, seed scarification, seed coat damage, germination.

Введение

Галега восточная как многолетняя кормовая культура привлекает в последние годы все больше внимания в связи с задачами устойчивого развития кормопроизводства, стабильного получения белковых кормов и улучшения агроэкологического состояния почв. Современные исследования показывают, что по устойчивости в травостое, продолжительности использования и кормовой ценности галега восточная может рассматриваться как важный элемент долговременных бобово-злаковых агрофитоценозов, однако ее потенциал пока раскрыт не полностью [1].

При этом формирование продуктивных посевов данной культуры напрямую зависит от качества посевного материала и способности семян обеспечивать дружные всходы в различных почвенно-климатических условиях. Одной из ключевых биологических особенностей галеги восточной является повышенная доля твердых семян.

По данным полевых и лабораторных исследований, значительная часть семенного материала сохраняет твердокаменность оболочки в течение длительного периода времени, что приводит к снижению лабораторной и полевой всхожести и затрудняет формирование оптимальной густоты стояния растений [1, 2, 3, 4]. В результате даже при хорошем уровне агротехники создаются разреженные посевы, снижается конкурентоспособность культуры по отношению к сорной растительности и падает общая продуктивность травостоя.

Проблема твердокаменности характерна не только для галеги восточной, но и для других кормовых бобовых культур, в том числе люцерны, клевера и ряда пастбищных бобовых. Для решения этой проблемы, выраженной твердокаменности оболочки семян, особое значение имеют методы, обеспечивающие контро-

лируемое нарушение целостности оболочки семени. В этом отношении именно механическая скарификация рассматривается как один из наиболее универсальных и технологически реализуемых способов разрушения твердокаменной оболочки семян, позволяющий сочетать высокую эффективность с возможностью адаптации оборудования к различным видам семенного материала [5].

В современной практике предпосевной подготовки бобовых культур скарификация рассматривается как ключевой приём преодоления физического покоя, связанного с непроницаемостью твердокаменной оболочкой семян. В результате скарификации на твердой оболочке семян образуются царапины и трещины, через которые проходит влага и воздух, вследствие чего семена быстрее набухают и прорастают. Всхожесть семян и скорость их прорастания при этом существенно увеличивается. Получаемые всходы выравниваются и дают больший урожай [5].

Различают следующие методы скарификации: 1. Механический – скарификация семян; 2. Химический – семена обрабатываются кислотой; 3. Термический – семена прогреваются и промораживаются; 4. Комбинированный

Существуют различные мнения ученых по поводу эффективности и преимущества того или иного способа скарификации. Такое деление отражает не только различие в используемой энергии и оборудовании, но и специфику рисков для зародыша, степень управляемости процесса и пригодность метода для промышленного применения на партиях семенного материала.

Механические методы скарификации основаны на абразивном или ударном разрушении малопроницаемых слоёв семенной оболочки. В типичных лабораторных и производственных схемах семена пропускают через барабан с абразивной облицовкой или подвергают обработке в электрических скарификаторах и шелушителях, где при взаимодействии с шероховатыми поверхностями возникают множественные локальные микроповреждения [5].

При оптимальном режиме удастся существенно сократить долю твёрдых семян и выровнять сроки прорастания, что показано на ряде видов люпина и других кормовых бобовых.

В то же время чрезмерная интенсивность обработки приводит к повреждению зародыша и снижению полевой всхожести, что особенно критично для культур с крупным семенем и тонким переходом между твёрдой оболочкой и эмбрионом. Это означает необходимость точного контроля времени пребывания в рабочей камере, скорости вращения рабочих органов и др. параметров.

Термические и другие физические методы включают обработку горячей водой, паром, нагретым воздухом, инфракрасным и микроволновым излучением, а также более новые варианты, такие как плазменная, магнитная и радиационная обработка [5]. Их общий принцип заключается в кратковременном воздействии повышенной температуры или энергии поля на поверхностные слои оболочки, что вызывает частичную деградацию гидрофобных барьеров и повышение проницаемости для воды и кислорода. Обзор по физическим предпосевным обработкам зернобобовых показывает, что правильно подобранный режим горячей воды или сухого нагрева способен ускорить прорастание и одновременно снизить заражённость семян патогенами, однако диапазон допустимых температур и экспозиций очень узок [5].

Перегрев приводит к денатурации белков и гибели зародыша, а недостаточная экспозиция не обеспечивает устойчивого эффекта. Для микроволновой и инфракрасной обработки характерно более быстрое и неравномерное прогревание, что усиливает требования к однородности слоя и контролю мощности. В целом физические методы привлекательны возможностью совмещать скарификацию с обеззараживанием и отсутствием химических реагентов, но они чувствительны к изменчивости исходной влажности и размерного состава семенной партии.

Химические методы основаны на частичном растворении или размягчении семенного покрова концентрированными кислотами и щелочами, чаще всего серной и соляной кислотой, а также растворами нитратов и гипохлоритов. Применение серной кислоты в контролируемых режимах широко изучено на древесных и кустарниковых бобовых, где выдержка семян в концентрированной кислоте в течение ограниченного времени приводит к резкому росту лабораторной всхожести и сокращению средней продолжительности прорастания [5].

В то же время при выходе за оптимальный интервал экспозиции доля разрушенных семян быстро увеличивается, а сохранность лабораторного и полевого материала снижается. Кроме риска повреждения зародыша, химические подходы связаны с технологическими и экологическими ограничениями, так как требуют устойчивой системы обращения с реагентами, нейтрализации отработанных растворов и соблюдения повышенных требований к технике безопасности. Для хозяйств, ориентированных на экологически чистое производство кормов, такие методы воспринимаются как вспомогательные, а не базовые.

Комбинированные подходы предполагают последовательное или одновременное применение нескольких видов воздействия, например механической обработки с последующим кратковременным кислотным протравливанием или сочетание горячей воды и лёгкой абразивной скарификации.

Ряд исследований показал, что сочетанные режимы позволяют снизить необходимую дозу химического реагента или температуру термообработки и при этом поддерживать высокую энергию прорастания и всхожесть [5].

Однако такие схемы обычно сложнее в реализации, требуют более тонкого контроля параметров и пока слабо представлены в промышленной номенклатуре машин для скарификации.

С точки зрения обработки семян галеги восточной основной критерий выбора метода скарификации заключается в достижении равномерного, управляемого и максимально щадящего повреждения оболочки без массового травмирования зародыша. Экспериментальные работы по твёрдосемянным видам с аналогичной структурой покровов показывают, что простые термические методы, например длительное выдерживание в горячей воде, дают противоречивые результаты по всхожести и нередко приводят к значительным потерям из-за переувлажнения и перегрева [5].

Полностью химические схемы обеспечивают быстрый эффект, но плохо вписываются в требования экологически ориентированного кормопроизводства и несут риск формирования неоднородной по повреждению партии, где одновременно присутствуют недоскарифицированные и перенагруженные семена. Учитывая вышесказанное, наиболее перспективными, выглядят механические и комбинированные методы, в которых величина контактного усилия и продолжительность воздействия могут регулироваться конструктивными параметрами машины, режимами подачи и заполнения, что создаёт предпосылки для стабильного получения посевного материала с заданной степенью повреждения оболочек семян.

Цель исследований – определить степень влияния механической скарификации семян галеги восточной на лабораторную всхожесть и энергию прорастания.

Основная часть

Нами предлагается экспериментальный метод исследования скарифицированных семян галеги восточной, произведенных в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» (г. Горки, Республика Беларусь).

Скарифицированные семена галеги восточной исследовались в аккредитованной лаборатории качества семян учреждении образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия». Из партии семян в соответствии с ГОСТ 13586.3-83 «Правила приемки и методы отбора проб» была отобрана средняя проба. Далее образцы из общей массы были разделены на отдельные части по 100 зерен, которые в дальнейшем подвергались механической скарификации с разными временными интервалами. Для достижения разной степени травмируемости оболочки семян и последующего определения посевных свойств сменин.

Эксперимент проводили в следующей последовательности. На плоскую поверхность выкладывались отобранные семена в один слой. Далее семена подвергались воздействию абразивного материала с заданным временным интервалом. В качестве абразивного материала выступала наждачная бумага зернистостью Р60 (рис. 1).



Рис. 1. Скарификация семян галеги восточной

Вследствие возвратно-поступательных движений наждачной бумаги по семенам на их поверхности образовывались повреждения. Степень повреждения семян увеличивалась по мере более длительного воздействия абразивного материала. В результате чего были получены семена с разной степенью повреждения оболочки, полученные результаты представлены в таблице. Чистота исследуемых семян составляла 98,1...98,9 %, влажность 9,2...9,8 %.

Таблица 1. Результаты испытаний скарифицированных семян

№	Травмированность оболочки, %	Травмированность зародыша, %	Жизнеспособность зародыша, %	Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть, %
1	14	4,5	91,0	65,0	82,0
2	15	4,0	93,5	73,0	85,0
3	16	3,6	94,2	80,0	88,0
4	17	3,0	89,2	62,0	88,0
5	18	4,5	89,0	50,0	52,0
6	21	2,9	91,2	90,0	93,0
7	22	2,8	93,0	92,0	98,0
8	23	6,8	86,3	58,0	75,0
9	25	6,9	88,2	60,0	85,0
10	30	7,2	87,1	80,0	87,0
11	45	6,5	90,2	83,0	88,0
12	49	7,2	86,2	85,0	89,0

По полученным экспериментальным данным были построены графики зависимости энергии прорастания и лабораторной всхожести от степени травмированности оболочки семян галеги восточной. (рис. 2).



Рис. 2. График зависимости энергии прорастания и лабораторной всхожести от степени травмированности оболочки

Анализируя зависимость, представленную на рис. 2, можно сделать вывод, что максимального значения энергия прорастания и лабораторная всхожесть скарифицированных семян галеги восточной достигает при травмированности оболочки семян в пределах 21...22 %. Дальнейшее увеличение травмированности оболочки более 22 % ведет сначала к падению исследуемых показателей, а затем к постепенному росту энергии прорастания и лабораторной всхожести. Это может свидетельствовать о погрешности в проведении экспериментальных опытов.

Заключение

По полученным результатам можно сделать вывод, что проведение скарификации семян галеги восточной методом механического воздействия оказывает существенное влияние на энергию прорастания и лабораторную всхожесть растений. Полученные механические повреждения на твердокаменной оболочке способствуют более интенсивному поглощению влаги из почвы, газообмену и получению питательных веществ для семян. Быстрое развитие семян позволяет устранить задержку в развитии и, как следствие, потерю урожая зеленой массы. Метод механической скарификации семян галеги восточной является эффективным способом увеличения посевных свойств. В ходе экспериментальных исследований скарифицированных семян было определено увеличение таких показателей, как энергия прорастания до уровня 92 % и лабораторная всхожесть до уровня 98 %, при травмированности оболочки 21...22 %. Повышение уровня травмированности оболочки более 22 % не вызывает значительного увеличения энергии прорастания и лабораторной всхожести растений. Это свидетельствует о том, что растению достаточно такого уровня повреждений оболочки семян для проникновения воздуха и влаги к зародышу, для полноценного развития.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волынцева, В. А. Энергетическая и экономическая эффективность возделывания галеги восточной в условиях орошения / В. А. Волынцева, В. И. Бушуева, Т. Л. Хроменкова // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2021. – № 1. – С. 35–41.
2. Мачёхин, К. А. Оборудование для скарификации семян / К. А. Мачёхин, Д. А. Михеев // Наука. Инновации. Будущее: сборник статей международной научно-практической конференции. – Петрозаводск, 2023. – С. 364–372.
3. Мачёхин, К. А. Влияние скарификации семян на посевные свойства галеги восточной / К. А. Мачёхин, Д. А. Михеев // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сборник научных трудов. – Брянск, 2024.
4. Технология возделывания козлятника восточного (галеги восточной) [Электронный ресурс]. – 2026. – URL: <https://semena58.ru/tekhnologii-vyrashchivaniya/tekhnologii-vyrashchivaniya-trav/tekhnologiya-vozdelyvaniya-kozlyatnika-vostochnogo-galegi-vostochnoj.html> (дата обращения: 22.03.2026).
5. Михеев, Д. А. Влияние скарификации семян галеги восточной на посевные свойства / Д. А. Михеев, К. А. Мачехин // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2024. – № 3. – С. 126–131.