

Исследование морфологических и биометрических характеристик семян *Gleditsia triacantos* для улучшения их посевных качеств

Анастасия Андреевна Дудина^{✉1}, e-mail: as.sklyarova.95@mail.ru, аспирант, ORCID 0000-0002-6551-0533

Алла Ароновна Околелова¹, д.б.н, профессор, ORCID 0000-0002-2832-5646

¹Волгоградский государственный технический университет,
400005, проспект им. В.И. Ленина, д. 28, г. Волгоград, Россия

Аннотация. *Gleditsia triacanthos* является одним из самых выносливых, адаптируемых и полезных видов деревьев. Она устойчива к засухе и морозам и растет на всех типах почв. Это декоративное тенелюбивое дерево подходит для живых изгородей, защитных полос, аллей и т.д., а также для использования в посадках для борьбы с эрозией почв. Дерево растет довольно быстро и дает твердосемянные плоды на четвертый или пятый год. Так как размножается гледичия в основном семенами, изучение варьирования размеров семени, влияющих на последующий рост сеянцев, является актуальной задачей. Для обеспечения устойчивого процесса высева семян гледичии были изучены их биометрические параметры. Выявлены особенности строения семян гледичии трехколючковой. В данной работе представлены графики, по которым можно определить варьирование длины и ширины семян гледичии трехколючковой в разные годы. Установлено, что эмпирическое распределение отличается от нормального по критерию χ^2 . Отличие связано с особенностью строения плода. В его проксимальной и дистальной частях имеются сужения, поэтому размеры семян меньше. Были определены минимальные и максимальные длина и ширина семян, собранных в разные годы. Коэффициент корреляции между длиной и шириной для семян, собранных в 2016 году, составил 0,669, а для семян, собранных в 2013 году – 0,770. Эти знания позволят найти эффективные способы скарификации для преодоления твердосемянности.

Ключевые слова: твердосемянность, боб, биометрические параметры, нормальное распределение.

Цитирование. Дудина А.А., Околелова А.А. Исследование морфологических и биометрических характеристик семян *Gleditsia triacantos* для улучшения их посевных качеств // Научно-агрономический журнал. 2023. 2(121). С. 22-27. DOI: 10.34736/FNC.2023.121.2.004.22-27

Поступила в редакцию: 28.02.2023

Принята к печати: 05.06.2023

Введение. Гледичия трехколючковая (*Gleditsia triacanthos* L.) представляет собой мощное быстрорастущее дерево с плоскораскидистой или закругленной наверху ажурной кроной высотой до 25 – 45 м. Размножается гледичия обычно семенами, черенками и корневыми отпрысками [15]. Ее продолжительность жизни составляет около 300 лет. В южных степных районах России с засушливым климатом, а также на Кавказе выращивается для защиты лесных насаждений, укрепления оврагов, берегов рек и для живых изгородей благодаря многочисленным крупным колючкам. Гледичия является растением, нетребовательным к почвам, с красивой кроной, душистыми цветами, выделяющими большое количество нектара, привлекающего пчел, и оригинальными плодами, поэтому она широко используется в озеленении парков, дорог улиц и прочих насаждений [8; 21].

Плоды появляются поздней осенью и висят на дереве всю зиму. Бобы длиной до 20 – 40 см и шириной 3 см, обычно изогнуты и несильно спирально скручены, красновато-коричневые с сочной, сладковатой, богатой витамином С мякотью [16; 23].

Гледичия устойчива к низким температурам и на севере устойчива к температуре от -29° до -34°С [10]. Северные расы закаляются и впадают в

спячку относительно рано, в то время как рост южных рас продолжается в конце года. Южные сорта подвержены повреждениям от заморозков при посадке на севере [7]. Гледичия также может пострадать от заморозков или отмирать из-за ее неопределенного годового характера роста [4]. Ветки могут продолжать удлиняться до тех пор, пока не останутся холода, после чего нежные верхушечные междоузлия погибнут от первых заморозков. Новый прирост весной происходит из нижних боковых почек [19].

Гледичия хорошо растет на Кавказе, юге Украины, в Ставропольском крае и Ростовской области, в республиках Средней Азии, где широко используется в озеленении и при создании защитных лесных полос. Из нее получают полосы ажурно-продуваемой конструкции.

Опыт интродукции показал, что в условиях Волгоградской области большинство видов гледичий сохраняют свою жизненную форму, но не достигают высоты как в естественном ареале. Наибольший прирост наблюдается в 5 – 10 летнем возрасте (60 – 70 см в год). Анализ хода роста модельных деревьев показал скачкообразный характер текущего прироста.

Интродуцированные виды рода *Gleditsia* L. в

условиях светло-каштановых почв отличаются засухоустойчивостью. Эколого-физиологическая оценка показала, что оводненность листьев у всех изученных видов в течение вегетационного периода изменялась незначительно, что указывает на засухоустойчивость представителей этого родового комплекса. Наиболее засухоустойчивые виды способны резко снижать процессы водообмена при недостаточном водообеспечении и максимально увеличивать в оптимальных условиях. Они хорошо переносят летние температуры воздуха 40 – 44°C, что очень важно для продвижения *Gleditsia L.* в засушливые регионы.

Способность давать доброкачественные семена и образовывать самосев указывает на возможность успешного выращивания культур гледичии на малопродуктивных землях. Семенная продуктивность у видов различного географического происхождения варьирует по годам [9; 17].

Плод – боб. Мономерный боб возникает из одноклеточного гинецея. Обычно боб одногнездный. Семена прикрепляются к шву на вентральной стороне и располагаются в один ряд. Ось семени параллельна, наклонна или перпендикулярна к оси плода. Бобы отличаются большим разнообразием по положению в пространстве, способу вскрывания, размеру и числу семян, внешней форме, форме поперечного сечения, форме вершины и основания [20].

Семя дисковидное, эллипсоидовидное, почковидное, бочковидное, цилиндрическое, призматическое, сжатое латерально. Поверхность блестящая или матовая, гладкая, бороздчатая, морщинистая, ямчатая. Семена имеют твердую кожуру и низкую всхожесть [22].

Для преодоления твердосемянности используют методы физической и химической скарификации, а также стратификация [3; 12]. Для ускорения прорастания семян применяют фосфорорганические соединения Гуанибифос-Ф, Этафос-Ф [13] и Аммофос-Ф [6], рассол бишофита [10], раствор селената натрия [2], так как солевой стресс влияет на прорастание твердых семян [11]. Также известны методы физического воздействия на семена: импульсное давление [14], обработка низкотемпературной плазмой [5], ударно-волновое нагружение [4].

Форма и размер семени у твердосемянных растений определяет их некоторые механические свойства, расположение и характер трещин, проницаемость для воды и способность к прорастанию. Геометрические характеристики семени важны для понимания процессов формирования семени и оценки качества семян, а также для правильной организации сортирования, очистки семян и разработки рабочих органов селекционных машин. Установление биометрических параметров семян необходимы для определения наиболее эффективного способа преодоления твердосемянности, что поможет в обеспечении устойчивого процесса высева.

Целью работы было определение геометрических особенностей семян гледичии для дальнейшего выявления точек хрупкости, наибольшей напряженности кожуры.

Материалы и методы. Материалом исследований служили семена гледичии трехколючковой (*Gleditsia triacanthos L.*). Плоды гледичии собрали вручную в городских посадках.

Поверхность семени исследована с помощью электронного сканирующего микроскопа Versa 3D DualBeam.

Изучено варьирование размеров семени: длины и ширины [18]. Выборка составляла от 50 до 120 вариант (семян). Количество классов (k) для контрольной выборки определяли по правилу Старджеса:

$$k = 1 + 3,3 \lg n, \quad (1)$$

где n – объем выборки.

Величину классового интервала рассчитывали, как отношение размаха варьирования признака к определенному числу классов:

$$i = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{k}, \quad (2)$$

Для удобства сравнения размер классового интервала для всех выборок был одинаковым и соответствовал контролю. Построены эмпирические кривые распределения, где частота определялась как количество вариантов выборки, входящих в границы данного класса.

Теоретические частоты для построения кривых нормального распределения рассчитаны по уравнению:

$$f' = \frac{n_i}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-M)^2}{2\sigma^2}}, \quad (3)$$

где f' – искомая ордината кривой (теоретическая частота); n – объем выборки; i – классовый интервал; x – значение признака в выборке, для которого определена теоретическая частота; M – выборочная медия; σ – среднее квадратичное отклонение.

Показано соответствие эмпирического и нормального распределения по критерию χ^2 [18].

Результаты и обсуждение. Внешний вид поверхности семенной кожуры гледичии представлен на рисунке 1. На поверхности семенной кожуры видны трещины, которые образуются в результате увеличения объема семени. Они служат для контролируемого проникновения воды при набухании. Следовательно, размер и геометрические характеристики семени важны для понимания явления набухания [1].

Для того чтобы увидеть, как варьирует длина и ширина семян, были построены следующие кривые на основании измерений размеров семени в выборке.

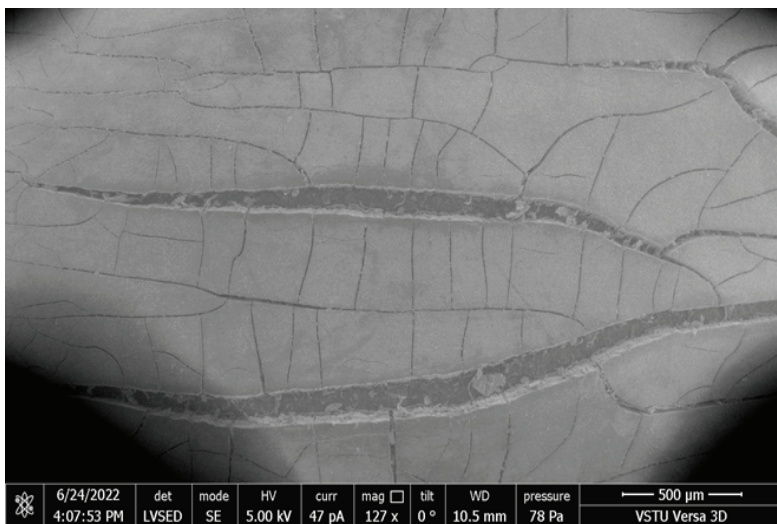


Рисунок 1. Гледичия трехколючковая, поверхность семенной кожуры

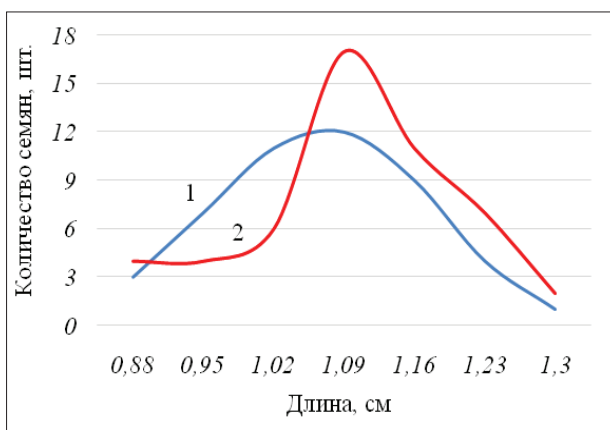


Рисунок 2. Семена, собранные в 2016 году (длина)

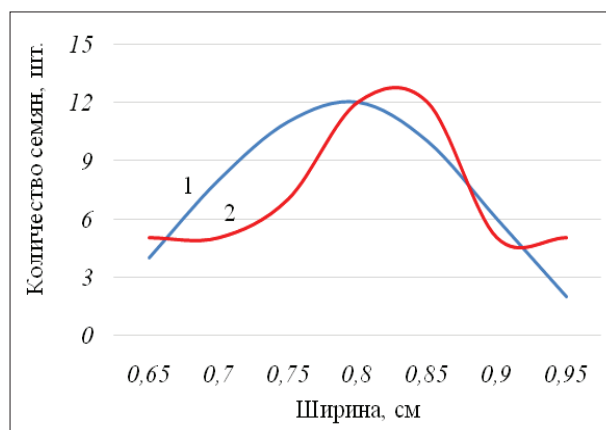


Рисунок 3. Семена, собранные в 2016 году (ширина)

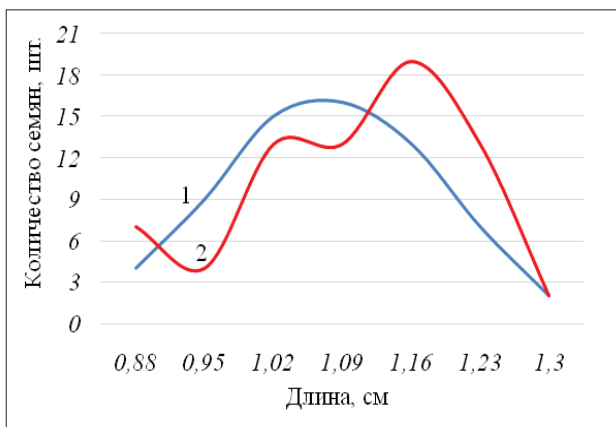


Рисунок 4. Семена, собранные в 2013 году (длина)

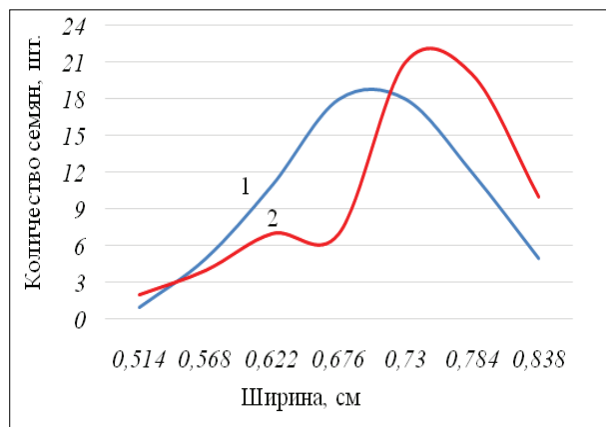


Рисунок 5. Семена, собранные в 2013 году (ширина)

На рисунке 2 представлены теоретически рассчитанная кривая (1) и эмпирически построенная кривая (2), соответствующие варьированию длины семени (сбор 2016 года).

Минимальная длина семени составляла 0,81 см, максимальная – 1,29 см. Кривые имеют куполообразную форму с максимумом, соответствующим средним величинам. Видно увеличение количества семян в отличие от нормального в области от

1,02 см до 1,23 см. Эмпирическое распределение отличается от нормального по критерию χ^2 .

На рисунке 3 представлены теоретически рассчитанная кривая (1) и эмпирически построенная кривая (2), соответствующие варьированию ширины семени (сбор 2016 года). Минимальная ширина – 0,6 см, максимальная – 0,98 см. Кривые так же имеют куполообразную форму с максимумом, соответствующим средним величинам. Увеличе-

ние количества семян в отличие от нормального в области от 0,80 см до 0,85 см.

Выяснено, что длина и ширина коррелирует между собой, коэффициент корреляции – 0,669.

На рисунке 4 представлены так же теоретически рассчитанная кривая (1) и эмпирически построенная кривая (2), соответствующие варьированию длины семени (сбор 2013 года). Минимальная длина семени составляла 0,75 см, максимальная – 1,15 см. Кривые имеют куполообразную форму с двумя максимумами. Соответственно увеличение количества семян в отличие от нормального в областях от 1,02 см до 1,09 см и от 1,09 см до 1,23 см.

На рисунке 5 представлены кривые, соответствующие варьированию ширины семени (сбор 2013 года) (1 – теоретически рассчитанная кривая, 2 – эмпирически построенная кривая). Минимальная ширина семени составляла 0,46 см, максимальная – 0,84 см. Кривые имеют куполообразную форму с двумя максимумами, соответствующим средним величинам. Увеличение количества семян в отличие от нормального в области от 0,622 см до 0,676 см и от 0,676 см до 0,784 см. Эмпирическое распределение отличается от нормального по критерию χ^2 .

Выяснено, что длина и ширина коррелирует между собой, коэффициент корреляции – 0,77.

Отличие эмпирического распределения длины и ширины семени гледичии от нормального связано с особенностью строения плода. В его проксимальной и дистальной частях имеются сужения, поэтому размеры семян там меньше.

Исследование морфологических и геометрических характеристик семян, сканирование поверхности семян с выявлением точек хрупкости позволяют решить проблему преодоления их твердосемянности, отбор (сортировку) образцов, что обеспечивает устойчивый процесс высева.

Выводы. Таким образом, исходя из результатов исследования, были определены геометрические особенности семян гледичии: минимальная ширина семян, собранных в 2013 году составила 0,46 см, максимальная ширина – 0,84 см; минимальная и максимальная длина семян, собранных в 2013 году, составила 0,75 см и 1,15 см соответственно; минимальная ширина семян, собранных в 2016 году, равна 0,60 см, а максимальная ширина семян этого сбора составила 0,98 см; минимальная и максимальная длина семян, собранных в 2016 году, составила 0,81 см и 1,29 см. Коэффициент корреляции между длиной и шириной для семян, собранных в 2016 году, составил 0,67, а для семян 2013 года – 0,77.

Исходя из этого, можно сделать вывод, что боб имеет вытянутую плоскую форму, в проксимальных и дистальных частях плода имеются сужения, поэтому по краям располагаются более мелкие семена, а в середине более крупные. Семена гледичии трехколючковой гладкие, бобовидные, вытянутые в длину. На поверхности семенной кожуры этих семян имеются трещины, которые образуются в результате увеличения объема семени.

Литература:

1. Балакина А.А., Нефедьева Е.Э., Ларинова Ю.С. Исследование строения и состава семенной оболочки гледичии и некоторых изменений в ее структуре при набухании // *Аграрный вестник Урала*. 2021. № 3(206). С. 46-52. DOI 10.32417/1997-4868-2021-206-03-46-52
2. Бекузарова С.А., Боме Н.А., Вайсфельд Л.И. Способ предпосевной обработки семян селекционных образцов зерновых культур. Патент № 2461185, 20.09.2012.
3. Булгакова Е. В., Нефедьева Е. Э. Влияние абиотических факторов на прорастание семян гледичии с твердыми покровами / *Механизмы устойчивости растений и микроорганизмов к неблагоприятным условиям среды: Сборник материалов Годичного собрания Общества физиологов растений России, Всероссийской научной конференции с международным участием и школы молодых ученых. В 2-х частях, Иркутск, 10–15 июля 2018 года. Часть I.* – Иркутск: Институт географии им. В.Б. Сочавы Сибирского отделения Российской академии наук, 2018. С. 159-162. DOI 10.31255/978-5-94797-319-8-159-162
4. Булгакова Е. В., Нефедьева Е. Э., Павлова В. А. Увеличение всхожести семян с твердой семенной кожурой предпосевной обработкой ацетоном // *Современные проблемы науки и образования*. 2014. № 6. <https://science-education.ru/ru/article/view?id=15475>
5. Васильев М. М., Наумов Е. В., Петров О. Ф. Повышение устойчивости к отрицательным и низким положительным температурам и засухоустойчивости растений зерновых культур после обработки их семян низкотемпературной плазмой // *Проблемы агрохимии и экологии*. 2016. № 2. С. 26-33.
6. Голованова М.А. Нефедьева Е.Э., Байбакова Е.В. Влияние биопрепаратов аммофос-ф, гуанибифос-ф, амидофос-ф на прорастание семян и рост проростков рапса // *Вестник Казанского технологического университета*. 2016. Т. 19. № 11. С. 194-198.
7. 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. – EDN CMZGNT.
8. Гроздова Н.Б., Некрасов В.И., Глоба-Михайленко Д.А. Деревья, кустарники и лианы: Справочное пособие (под ред. Некрасова В. И.) // *Лесная промышленность*. М.: 1986. С. 117-118. 349 с.
9. Климов А.Д., Кулик Д.К. Репродуктивная способность интродуцированных видов рода *Gleditsia* L. в условиях светло-каштановых почв / *Интеграция науки и производства – стратегия успешного развития АПК в условиях вступления России в ВТО: междунар. науч.-практ. конф.* Волгоград, 2013. С. 307-311.
10. Кружилин И.П., Толоконников В.В., Салдаев А.М. способ предпосевной обработки семян сои. Патент № 2174746, 20.10.2001.
11. Матвеева С.В., Бабакова Т.С., Какоткина М.С. Эффекты солевого стресса на прорастание семян и ранние этапы развития проростков робинии лжеакакии // *Научно-агрономический журнал*. 2022. № 4(119). С. 101-107. DOI 10.34736/FNC.2022.119.4.015.101-107
12. Нефедьева Е.Э., Булгакова Е.В. Анализ влияния ацетона на поверхностное строение семенной кожуры гледичии трехколючковой (*Gleditsia triacanthos*) // *Вестник технологического университета*. 2017. Т. 20. № 11. С. 162-165.
13. Нефедьева Е.Э., Отрошенко К.В., Байбакова Е.В. Действие биопрепаратов Этафос-Ф и Гуанибифос-Ф

на прорастание семян и рост проростков базилика // 2017. Т. 20. № 5. С. 143-146.

14. Павлова В.А., Лысак В.И., Нефедьева Е.Э. Влияние параметров ударно-волнового нагружения на состояние биополимеров и поглощение воды семенами гречихи // Вестник технологического университета. 2015. Т. 18. № 10. С. 79-84.

15. Соколов С.Я., Стратонович А.И. Деревья и кустарники СССР. Дикорастущие, культивируемые и перспективные для интродукции. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1958. Т. IV. Покрытосеменные. Семейства Бобовые. Гранатовые. С. 52-55. 976 с.

16. Цицина Н.В., Атлас лекарственных растений СССР. Под ред. Цицина Н.В. - М.: Медгиз, 1962. С. 128-129. 704 с.

17. Шиманюк А.П., Дендрология. Москва: Лесная промышленность, 1974. 264 с.

18. Шмидт В.М. Математические методы в ботанике. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1984. 288 с.

19. Fernandez R.D.; Ceballos S.J., Malizia A., Aragón M.R. *Gleditsia triacanthos* (Fabaceae) in Argentina: A review of its

invasion. *Csiro Publishing. Australian Journal of Botany*. 65; 3; 6-2017; 203-213. <http://hdl.handle.net/11336/65266>

20. 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): 126-136.

21. Leonardo D. Amarilla, Carolina Torres, Dominika Košútová, Leda T. Silvera Ruiz, Reproductive biology of the invasive *Gleditsia triacanthos* L. (*Fabaceae*). *Flora – Morphology Distribution Functional Ecology of Plants*. 2022; 288(4):152010. DOI:10.1016/j.flora.2022.152010

22. Sabina P.D., Dorin C. Research regarding the influence of the preparing methods on seed germination on *Gleditsia triacanthos* L. *Romanian Biotechnological Letters*. 2015; 20(6.): 11035-11040.

23. Saleh D.O., Kassem I., Melek F.R. Analgesic activity of *Gleditsia triacanthos* methanolic fruit extract and its saponin-containing fraction. *Pharmaceutical Biology*. 2016;54(4):576-80. DOI: 10.3109/13880209.2015.1064450

DOI: 10.34736/FNC.2023.121.2.004.22-27

***Gleditsia Triacantos* Seeds Morphological and Biometric Characteristics Investigation to Improve Their Sowing Qualities**

Anastasia A. Dudina✉, e-mail: as.sklyarova.95@mail.ru, Postgraduate student, ORCID 0000-0002-6551-0533

Alla A. Okolelova, Dr. Sci. (Biol.), Professor, ORCID 0000-0002-2832-5646

Volgograd State Technical University,
400005, Lenin prospect 28, Volgograd, Russia

Abstract. *Gleditsia triacanthos* is one of the hardiest, adaptable and useful tree species. It is drought and frost resistant and grows on all types of soils. This decorative shady tree is suitable for hedges, protective forest belts, alleys, etc., as well as for use in planting to combat soil erosion. The tree grows quite quickly and produces hard-seeded fruits in the fourth or fifth year. Since *gledichia* is reproduced mainly by seeds, the study of the variation in seed sizes affecting the subsequent growth of seedlings is an urgent task. Their biometric parameters were studied to ensure a stable seeding process of *gledichia* seeds. The features of the *gledichia* three-thorned seeds structure are revealed. This paper presents graphs by which it is possible to determine the variation in the length and width of the *gledichia* three-thorned seeds in different years. It is established that the empirical distribution differs from the normal one by criterion χ^2 . The difference is due to the fruit structure peculiarity. There are constrictions in its proximal and distal parts, so the seeds size is smaller there. The minimum and maximum length and width of seeds collected in different years were determined. The correlation coefficient between length and width for seeds collected in 2016 was 0.669, and for seeds collected in 2013 – 0.770. This knowledge will allow us to find effective ways of scarification to overcome hard-seededness.

Keywords: hard-seededness, normal distribution, bean, *Gleditsia triacanthos*, biometric parameters

Citation. Dudina A.A., Okolelova A.A. *Gleditsia Triacantos* Seeds Morphological and Biometric Characteristics Investigation to Improve Their Sowing Qualities. *Scientific Agronomy Journal*. 2023. 2(121). pp. 22-27. DOI: 10.34736/FNC.2023.121.2.004.22-27

Received: 28.02.2023

Accepted: 05.06.2023

References:

1. Balakina A.A., Nefed'eva E.E., Larikova Yu.S. *Issledovanie stroeniya i sostava semennoj obolochki gledichii i nekotorykh izmenenij v ee strukture pri nabukhanii* [Investigation of the *gledichia* seed coat structure and composition and some changes in its structure during swelling]. *Agrarnyj vestnik Urala* [Agrarian Bulletin of the Urals]. 2021; 3(206): 46-52. DOI 10.32417/1997-4868-2021-206-03-46-52

2. Bekuzarova S.A., Bome N.A., Vajsfel'd L.I. *Sposob predposevnoj obrabotki semyan selekcionnykh obraztsov zernovykh kul'tur* [Breeding samples of grain crops seeds pre-sowing treatment method]. Russian Federation. Patent 2461185. 20.09.2012.

3. Bulgakova E.V., Nefed'eva E.E. *Vliyanie abioticheskikh faktorov na prorastanie semyan gledichii s tverdymi pokrovami* [The influence of abiotic factors on the *gledichia* seeds germination with hard covers]. *Mekhanizmy ustojchivosti rastenij i mikroorganizmov k neblagopriyatnym usloviyam sredy*: Compilation of materials of the Annual Meeting of the Society of Plant Physiologists of Russia, the All-Russian Scientific Conference with international participation and the school of Young Scientists. Part I. Irkutsk. IG SB RAS Publ. house. 2018. pp 159-162. DOI 10.31255/978-5-94797-319-8-159-162

4. Bulgakova E.V., Nefed'eva E.E., Pavlova V.A. *Uvelichenie vskhozhesti semyan s tverdoj semennoj kozhuroj predposevnoj obrabotkoj atsetonom* [Increase in germination of seeds with hard seed peel by pre-sowing treatment with acetone]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education]. 2014; 6. <https://science-education.ru/ru/article/view?id=15475>
5. Vasil'ev M.M., Naumov E.V., Petrov O.F. *Povyshenie ustojchivosti k otritsatel'nyh i nizkim polozhitel'nyh temperaturam i zasukhoustojchivosti rastenij zernovykh kul'tur posle obrabotki ikh semyan nizkotemperaturnoj plazmoj* [Increasing resistance to negative and low positive temperatures and drought resistance of grain crops after processing their seeds with low-temperature plasma]. *Problemy agrokhimii i ekologii* [Agrochemistry and ecology problems]. 2016; 2: 26-33.
6. Golovanova M.A., Nefed'eva E.E., Bajbakova E.V. *Vliyanie biopreparatov ammosof-f, guanibifos-f, amidofos-f na prorastanie semyan i rost prorostkov rapsa* [Influence of ammophos-f, guanibifos-f, amidophos-f biological drugs on seed germination and growth of rapeseed seedlings]. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Technological University]. 2016; 19(110): 194-198.
7. Grichik E.L., Zholobova O.O. *Vliyanie skarifikatsii na kinetiku prorastaniya semyan s tverdymi pokrovami nekotorykh vidov roda Gleditsia pri generativnom razmnozhenii* [The scarification effect on the kinetics of some gleditsia species genus seeds with hard covers germination during generative reproduction]. *Nauchno-agronomicheskij zhurnal* [Scientific agronomy journal]. 2022; 4(119): 115-121. DOI 10.34736/FNC.2022.119.4.017.115-121 EDN CMZGNT
8. Grozdova N.B., Nekrasov V.I., Globa-Mikhajlenko D.A. *Derev'ya, kustarniki i liany* [Trees, shrubs and lianas]: A reference guide (ed. Nekrasov V.I.). Moscow. *Lesnaya promyshlennost'* Publ. house, 1986, pp. 117-118.
9. Klimov A.D., Kulik D.K. *Reproduktivnaya sposobnost' introdutsirovannykh vidov roda Gleditsia L. v usloviyakh svetlo-kashtanovykh pochv* [Reproductive ability of the genus *Gleditsia* L. introduced species in the light chestnut soils conditions]. In: *Integratsiya nauki i proizvodstva – strategiya uspehnogo razvitiya APK v usloviyakh vstupleniya Rossii v VTO* [Integration of science and production – a strategy for the successful development of agriculture in the context of Russia's accession to the WTO]: international scientific and practical conference. Volgograd. 2013; 307-311.
10. Kruzhilin I.P., Tolokonnikov V.V., Saldaev A.M. *Sposob predposevnoj obrabotki semyan soi* [Method of pre-sowing processing of soybean seeds]. Patent 2174746. 20.10.2001.
11. Matveeva S.V., Babakova T.S., Kakotkina M.S. *Effekty solevogo stressa na prorastanie semyan i rannye etapy razvitiya prorostkov robinii lzheakatsii* [Salt stress effects on robinia pseudoacacia seed germination and early development stages of seedlings]. *Nauchno-agronomicheskij zhurnal* [Scientific agronomy journal]. 2022; 4(119): 101-107. DOI 10.34736/FNC.2022.119.4.015.101-107
12. Nefed'eva E.E., Bulgakova E.V. *Analiz vliyaniya atsetona na poverkhnostnoe stroenie semennoj kozhury gledichii trekhkolyuchkovoj (Gleditsia triacanthos)* [Analysis of the acetone effect on the gledichia three-thorned (*Gleditsia triacanthos*) seed peel surface structure]. *Vestnik tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Technological University]. 2017; 20(11): 162-165.
13. Nefed'eva E.E., Otroshenko K.V., Bajbakova E.V. *Dejstvie biopreparatov Etafos-F i Guanibifos-F na prorastanie semyan i rost prorostkov bazilika* [Effect of Ethafos-F and Guanibifos-F biological drugs on seed germination and growth of basil seedlings]. *Vestnik tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Technological University]. 2017; 20(5): 143-146.
14. Pavlova V.A., Lysak V.I., Nefed'eva E.E. *Vliyanie parametrov udarno-volnovogo nagruzheniya na sostoyanie biopolimerov i pogloshchenie vody semenami grechikki* [Influence of shock-wave loading parameters on the state of biopolymers and water absorption by buckwheat seeds]. *Vestnik tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Technological University]. 2015; 18(10): 79-84.
15. Sokolov S.Ya., Stratonovich A.I. *Derev'ya i kustarniki SSSR. Dikorastushchie, kul'tiviruemye i perspektivnye dlya introduksii* [Trees and shrubs of the USSR. Wild, cultivated and promising for introduction]. Moscow-Leningrad. AS USSR Publ. T. IV. *Pokrytosemennye. Semejstva Bobovye. Granatovye* [Angiosperms. Legume. Pomegranate families], 1958. pp. 52-55.
16. Tsitsina N.V. *Atlas lekarstvennykh rastenij SSSR* [Atlas of medicinal plants of the USSR (Edited by N.V. Tsitsina)]. Moscow. "Medgiz" Publ. house, 1962. pp. 128-129.
17. Shimanyuk A.P. *Dendrologiya* [Dendrology]. Moscow. "Lesnaya promyshlennost'" Publ. house, 1974. pp. 264 p.
18. Shmidt V.M. *Matematicheskie metody v botanike* [Mathematical methods in botany]. Leningrad. Leningr. unty Publ house. 1984. 288 p.
19. Fernandez R.D.; Ceballos S.J., Malizia A., Aragón M.R. *Gleditsia triacanthos (Fabaceae) in Argentina: A review of its invasion*. *Csiro Publishing. Australian Journal of Botany*. 65; 3; 6-2017; 203-213. <http://hdl.handle.net/11336/65266>
20. 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): 126-136.
21. Leonardo D. Amarilla, Carolina Torres, Dominika Košútová, Leda T. Silvera Ruiz, *Reproductive biology of the invasive Gleditsia triacanthos L. (Fabaceae)*. *Flora – Morphology Distribution Functional Ecology of Plants*. 2022; 288(4):152010. DOI:10.1016/j.flora.2022.152010
22. Sabina P.D., Dorin C. *Research regarding the influence of the preparing methods on seed germination on Gleditsia triacanthos L.* *Romanian Biotechnological Letters*. 2015; 20(6.): 11035-11040.
23. Saleh D.O., Kassem I., Melek F.R. *Analgesic activity of Gleditsia triacanthos methanolic fruit extract and its saponin-containing fraction*. *Pharmaceutical Biology*. 2016;54(4):576-80. DOI: 10.3109/13880209.2015.1064450

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.

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.