

## Стадии формирования сеянцев различных видов рода *Gleditsia* в сухостепных условиях

### Александра Викторовна Семенютина

Доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник, заведующая лабораторией биоэкологии древесных растений

Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук

Волгоград, Россия

[vnialmi@yandex.ru](mailto:vnialmi@yandex.ru)

 0000-0003-3250-6877

### Кристина Андреевна Мельник

Аспирант, младший научный сотрудник лаборатории биоэкологии древесных растений

Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук

Волгоград, Россия

[melnik-k@vfanc.ru](mailto:melnik-k@vfanc.ru)

 0000-0002-7345-2751

Поступила в редакцию 12.04.2021

Принята 15.08.2021

Опубликована 15.10.2021

 10.25726/m0430-7560-8054-y

### Аннотация

Проблема развития сеянцев *Gleditsia* до сих пор является актуальной при разработке технологий выращивания растений для озеленительных целей. Изменение морфогенеза различных видов рода *Gleditsia* происходит в зависимости от напряженности факторов внешней среды. Объекты исследований – сеянцы различных видов рода *Gleditsia*, выращенных из семян дендрологических коллекций ФНЦ агроэкологии РАН кадастр 34:34:000000:122; 34:34:060061:10. Цель - рассмотреть временные интервалы развития сеянцев и определить особенности формирования проростков. Сравнить некоторые виды между собой и выявить потенциал каждого из вида. Выделить виды, которые отличаются лучшим ростом в данных почвенно-климатических условиях. Для выращивания сеянцев *Gleditsia* предпочтительнее использовать суглинистую почву. Глубина пахотного слоя около 30 см. Семена ошпаривали горячей водой при температуре 80°C. Сеянцы у *Gleditsia caspica* сформировались раньше на три дня, чем у *Gleditsia triacanthos*. К наиболее быстро растущим в первые дни жизни относится *Gleditsia texana*. Максимальным ростом сеянцев из перечисленных видов обладает *Gleditsia triacanthos* и *Gleditsia texana*. Выявлено, что сеянцы *G. triacanthos* растут быстро и к концу вегетации достигают размеров стандарта. Выход сеянцев 600—700 тыс. штук с гектара. Одного полива (150—200 м<sup>3</sup> на гектар) достаточно для создания нормальных условий роста сеянцев. Некоторые сеянцы *G. triacanthos* (36,46 %) не смогли пройти полностью этапы развития из-за внешних факторов (температура, влажность). Больше всего недоразвитых сеянцев было у *G. caspica* (77,78 %), это объясняется природным ареалом ее обитания. Сеянцы *Gleditsia caspica* предпочитают более влажные почвы (70 %). При большой влажности (85 %) в почве развивается микробиота, которая препятствует развитию корневой системы. Хорошим ростом отличаются сеянцы, произрастающие в сухих условиях с рыхлой почвой. Первые настоящие листья развиваются раньше, чем семядоли успели полностью открыться. Во время эксперимента все сеянцы сохранили семядоли. Оптимальная температура почвы около 20—24°C, при дальнейшем же повышении температуры, равно как и при ее понижении, прорастание семян замедляется. Выявлены стадии формирования сеянцев различных

видов рода *Gleditsia* в сухостепных условиях, которые имеют практическое значение при разработке технологий выращивания растений.

### **Ключевые слова**

*Gleditsia texana*, *Gleditsia caspica*, *Gleditsia triacanthos*, стадии формирования сеянцев

Исследования проведены в рамках выполнения государственных заданий № 0508- 2021-0001 «Научные основы и технологии обогащения дендрофлоры лесомелиоративных комплексов хозяйственно ценными древесными и кустарниковыми растениями в целях предотвращения деградации и опустынивания территорий» (Регистрационный номер: 121041200197-8) финансирование Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

### **Введение**

В настоящее время актуально использовать посадочный материал, направленный на искусственное восстановление леса и на озеленение городских территорий (Zhang, 2021; Zhang, 2019). Сеянцы *Gleditsia* применяются в защитном лесоразведении, в котором она используется как главная порода в ползащитных лесных полосах, придорожных посадках, приовражных лесных насаждениях (Семенютина, 2018; Семенютина, 2019) При озеленении населенных пунктов ее высаживают на открытом грунте и в городских парках (Калашникова, 2018; Корниенко, 2018; Peter Csontos, 2020). Проблема развития сеянцев *Gleditsia* до сих пор является актуальной при разработке технологий выращивания растений для озеленительных целей (Tognetti, 2019; Agostina Lorca, 2019; Puglielli, 2021; Mazía, 2019). Изменение морфогенеза различных видов рода *Gleditsia* происходит в зависимости от напряженности факторов внешней среды (Csontos, 2020; Fernandez, 2017; Fernandez, 2015; Kazem Nourmohammadi, 2019). Цель - рассмотреть временные интервалы развития сеянцев и определить особенности формирования проростков. Сравнить некоторые виды между собой и выявить потенциал каждого из вида. Выделить виды, которые отличаются лучшим ростом в данных почвенно-климатических условиях.

### **Материалы и методы исследования**

Прорастание семян и динамика роста сеянцев изучалась на трех видов (*Gleditsia triacanthos*, *Gleditsia caspica*, *Gleditsia texana*). Наблюдения за всходами и приростом у растений проводились вегетационного сезона. Максимальная температура + 32°C. Больше всего осадков выпало 25 июня 12,8 мм. Средняя влажность воздуха составляет примерно 50 %.

В исследованиях не использовали хим. обработки. Семена ошпаривали горячей водой при температуре 80°C. Посев был произведен в третьей декаде мая, когда установилась устойчивая теплая погода. Семена были высеяны в открытый грунт, в поле размером 1,2 X 2,5 м, заправленные рыхлой смесью компостного перегноя и песка с обычной культурно-поливной почвой. Семена заделывались на глубину, равную 3- 4 диаметрам семени. Заделка сеянцев определялась согласно требованиям нормативно технической документации по ГОСТу 26869-86, ГОСТу 3317-90.

Измерение проводились с помощью рулетки. Результаты обработаны в программе Excel.

### **Результаты и обсуждение**

После посева сеянцы трогаются в рост через 3-4 дня. Сначала динамично растёт зародышевый корешок. Для открытия семядоли требуется около двух дней. Первые настоящие листочки появляются через пять – шесть дней (рисунок 1).

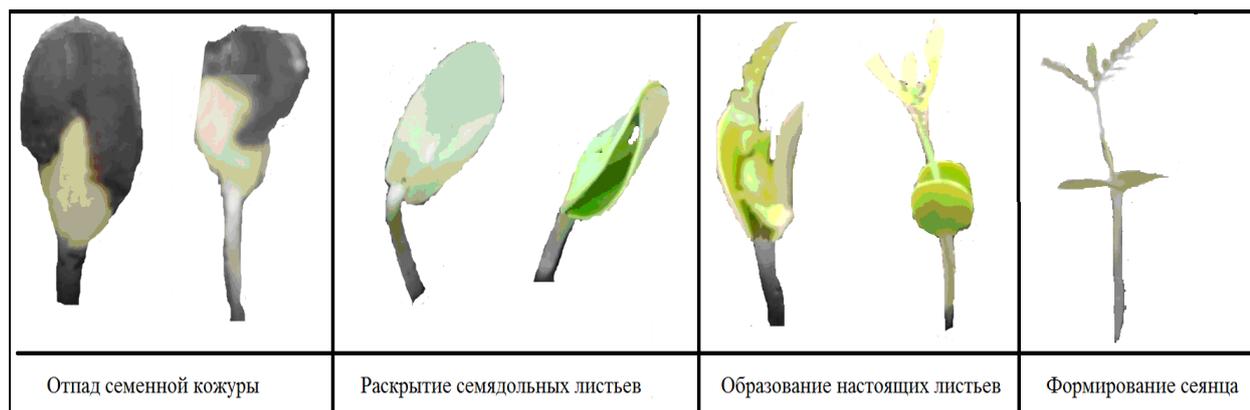


Рисунок 1. Этапы развития сеянцев рода *Gleditsia*

Семена в открытом грунте начинают прорастать в начале июня ( $+22.5^{\circ}\text{C}$ ). Интенсивный рост зародышевого корешка происходит в первые 6-10 дней, который до выхода на поверхность проростка углубляется в почву на 5 – 12 см. Период от появления первых до массовых всходов составляет 15- 25 дня (рисунок 2).

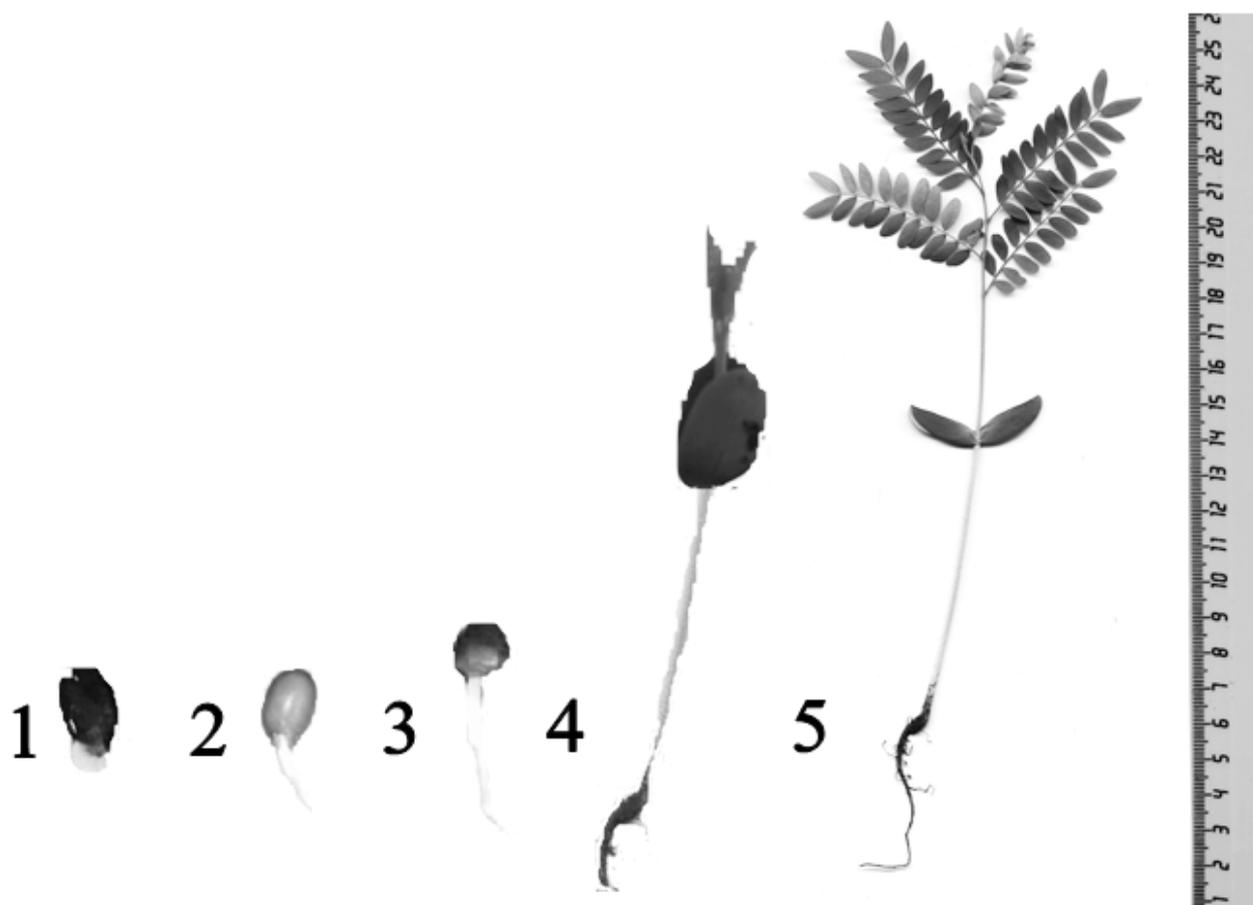


Рисунок 2. Стадии развития проростков *Gleditsia*. 1- семя с зародышевым корешком, 2 – семя с зачатком корневой системы, 3 –зачатки семядоли, 4 – появление семядоли и зачатки настоящих листьев, 5 – первые настоящие листья.

Появление массовых всходов у *Gleditsia triacanthos* - 3 июня. На следующий день семенная кожура у большинства сеянцев отпала и появились закрытые семядоли (таблица 1). Были

сформированы первые настоящие листья 11 июня. Сеянцы у *Gleditsia caspica* сформировались раньше на три дня, чем у *Gleditsia triacanthos*. *Gleditsia texana* развивается импульсивнее, чем другие виды сокращая временной отрезок почти в два раза, чем другие виды (таблица 2).

Таблица 1. Рост сеянцев в течение вегетационного периода рода *Gleditsia*

Виды	Место сбора семян	Появление первых всходов	Появление массовых всходов	Прирост за отчетный период, см	Высота за (на 01.09), см
<i>G. triacanthos</i>	Дендрологическая коллекция ФНЦ агроэкологии РАН Кадастр: 34:34:000000:122; 34:34:060061:10	1 / V	3 / VI	13	58
<i>G.texana</i>		29 / V	1 / VI	9	57,1
<i>G. caspica</i>		28 / V	30 / V	6	19

Таблица 2. Стадии формирования сеянцев *Gleditsia*

Стадии формирования сеянцев	<i>Gleditsia triacanthos</i>	<i>Gleditsia caspica</i>	<i>Gleditsia texana</i>
Массовое появление гипокотилия	3 / VI	30 / V	30 / V
Массовое появление закрытых семядолей	4 / VI	31 / V	31 / V
Массовое открытие семядолей	6 / VI	4 / VI	2 / VI
Массовое появление двух настоящих листьев	11 / VI	6 / VI	4 / VI
Массовое появление четырех настоящих листьев	13 / VI	10 / VI	8 / VI

Термические условия регулируют интенсивность процессов фотосинтеза сеянцев *Gleditsia*, которые влияют на рост и развитие проростков. Оптимальная температура для всех сеянцев видов рода *Gleditsia* составляет около 20—24°C, при дальнейшем же повышении температуры, равно как и при ее понижении, прорастание семян замедляется. Максимальный рост *Gleditsia caspica* происходит в период нарастания температуры воздуха до оптимума; когда воздух нагревается до 24°C. При температуре 35°C сеянцы всех видов резко замедляют рост (таблица 3).

Таблица 3. Температурные интервалы прорастания семян *Gleditsia* в почве (в °C)

Вид	Минимум	Оптимум	Максимум
<i>Gleditsia triacanthos</i>	8-12	20-22	32-35
<i>Gleditsia texana</i>	10-12	19-22	32- 35
<i>Gleditsia caspica</i>	12-14	22-24	36-38

Семена в открытом грунте начинают прорастать в начале июня. Интенсивный рост зародышевого корешка происходит в первые 6-10 дней, который до выхода на поверхность проростка углубляется в почву на 5 – 12 см. Период от появления первых до массовых всходов составляет 15- 25 дня .

Некоторые сеянцы *G. triacanthos* (36,46 %) не смогли пройти полностью этапы развития из-за внешних факторов (температура, влажность). Больше всего недоразвитых сеянцев было у *G. caspica* (77,78 %), это объясняется природном ареалом ее обитания. Сеянцы *Gleditsia caspica* предпочитают более влажные почвы (рисунок 3).

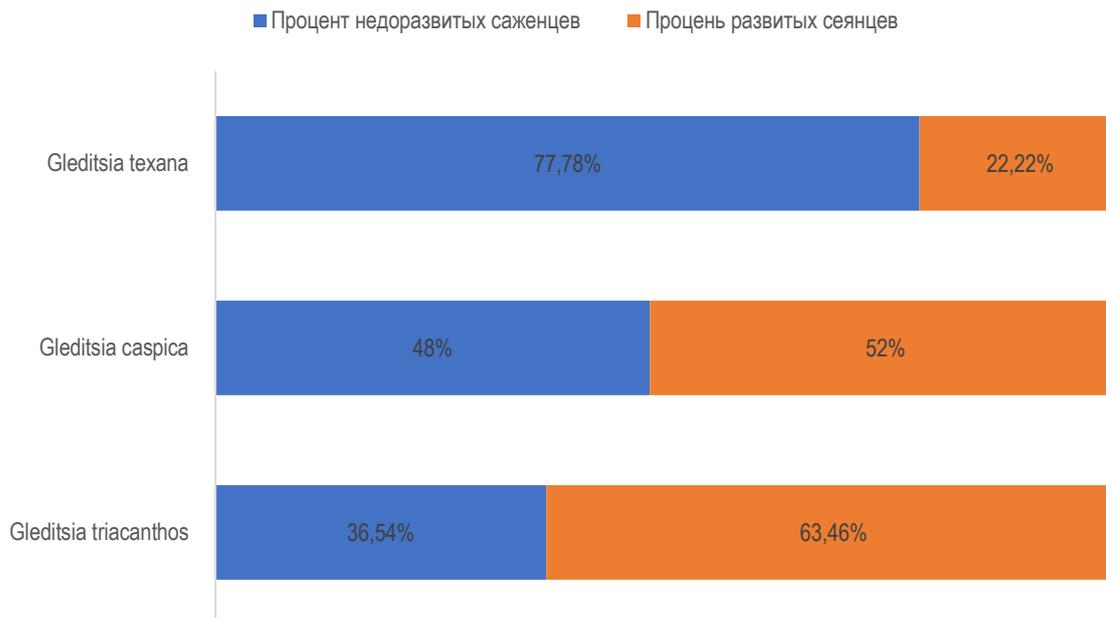
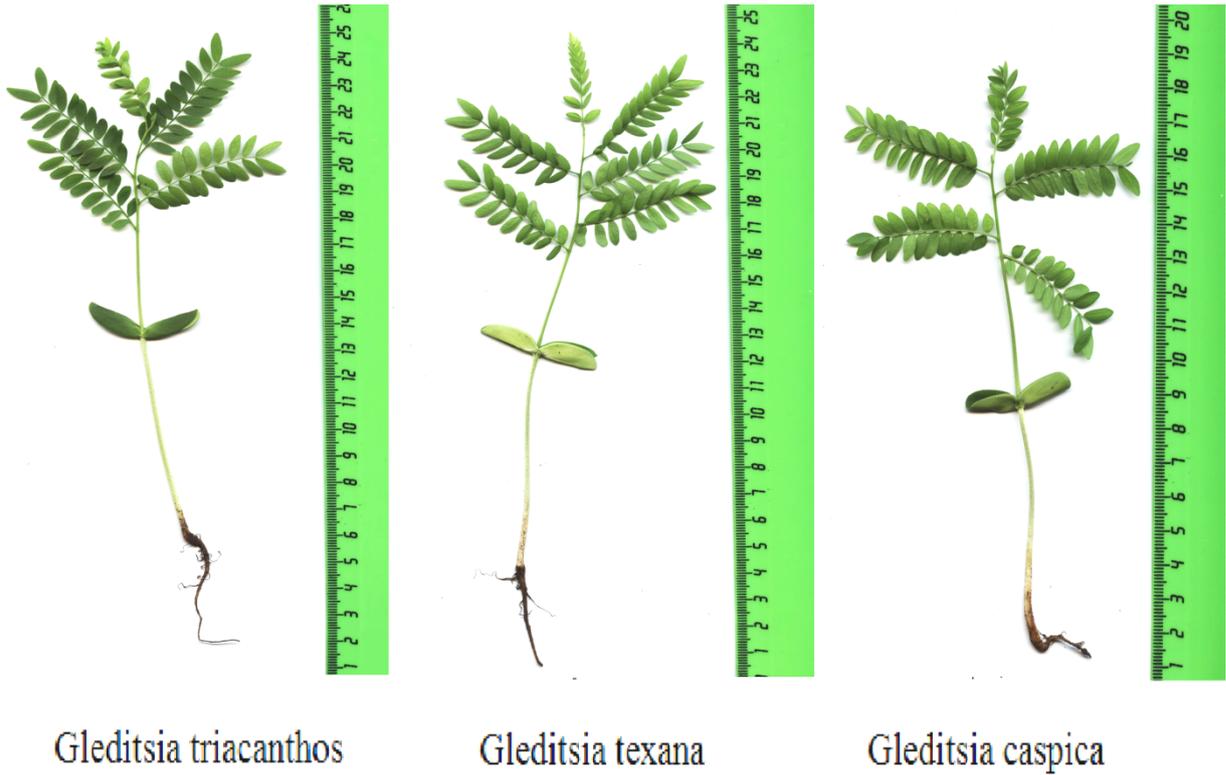


Рисунок 3. Процент развитых и недоразвитых сеянцев различных видов рода *Gleditsia*

Всходы различных видов отличаются по морфологии и момент появления над землей, характеризуется следующими показателями: для *Gleditsia triacanthos* подсемядольная часть утолщенная, длинная (4- 6 см). Семядоли овальные 1,5-2 см. Первые сложные листья вырастают до 4 см, парноперистые с 9-11 парами листочков, листья появляются рано, до полного развития семядолей.

У *Gleditsia caspica* семядоли овальные 1,5 см. Первые сложные листья вырастают до 3,5 см, парноперистые с 5-9 парами листочков, листья появляются рано, после развития семядолей

У *Gleditsia texana* семядоли овальные 1,5 см. Первые сложные листья вырастают до 4 см, парноперистые с 9-11 парами листочков, листья появляются рано, после развития семядолей (Рисунок 4, таблица 4.).



*Gleditsia triacanthos*

*Gleditsia texana*

*Gleditsia caspica*

Рисунок 4. Сеянцы различных видов рода *Gleditsia* в полный рост

Таблица 4. Максимальная, минимальная и средняя длина настоящих и семядольных листьев различных видов сеянцев *Gleditsia* в 15 – дневном

Виды	Настоящие листья		Семядольные листья	
	Размер, см	Фото-фиксация	Размер, см	Фото-фиксация
<i>Gleditsia triacanthos</i>	Минимальная длина (1,5 см)		2 см	
	Средняя длина (3 см)			
			1,5 см	

<i>Gleditsia caspica</i>	Максимальная длина (4 см)		1,5 см	
	Минимальная длина. (2 см)			
	Средняя Длина (3 см)			
	Максимальная длина (3,5)			
<i>Gleditsia texana</i>	Минимальная длина (2 см)		1,5 см	
	Средняя длина (3 см)			
	Максимальная длина (4 см)			

Главный корень саженцев через семь дней после всходов достиг 6 - 7 см у *Gleditsia triacanthos* и *Gleditsia texana*, боковых корней в этом возрасте не наблюдалось. Главный корень у всех видов обильно покрыт корневыми волосками по всей ее длине. Рядом с кончиком эти волосы беловатые или бесцветные и стенки чуть-чуть утолщены. Через неделю, уже когда сеянцы *Gleditsia texana* и *Gleditsia triacanthos* имели общую высоту растения над землей 14 см. Стержневой корень по-прежнему составлял 6-7 см, но уже были видны боковые корни. Количество боковых корней у *Gleditsia texana* составляло 6-8 шт. до 2,5 см в длину, у *Gleditsia triacanthos* 4- 6 шт до 1,5 см в длину. Вся корневая система у сеянцев *Gleditsia caspica*, была плохо развита, главный корень составлял всего лишь 3 см в длину, а боковые до 0,5 см. Это можно объяснить, что этот вид менее устойчив к внешним факторам (температура, влажность), чем остальные виды (рисунок 5).

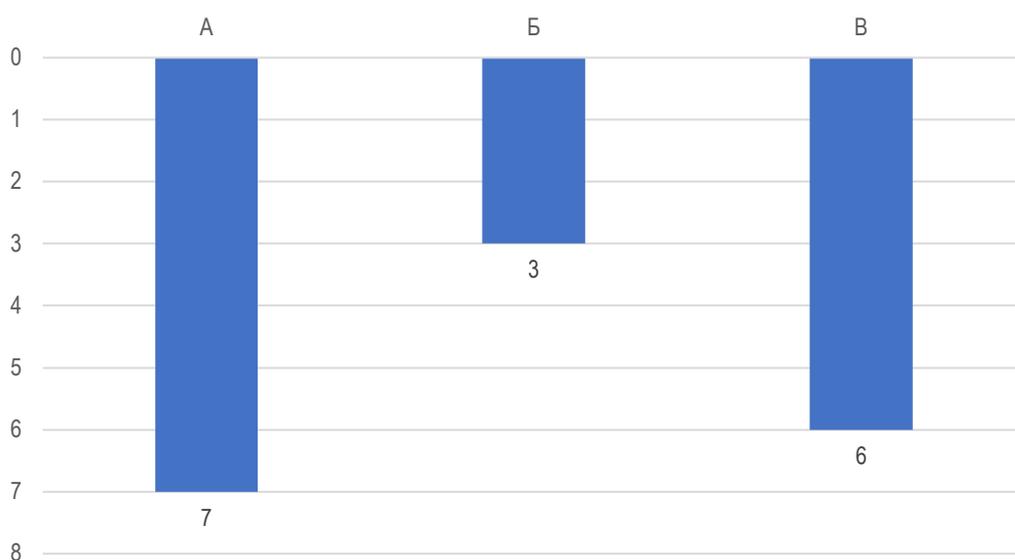


Рисунок 5. Глубина главного корня различных видов гледичии в 15-дневном возрасте (А- *Gleditsia triacanthos*, Б - *Gleditsia caspica*, В - *Gleditsia texana*)

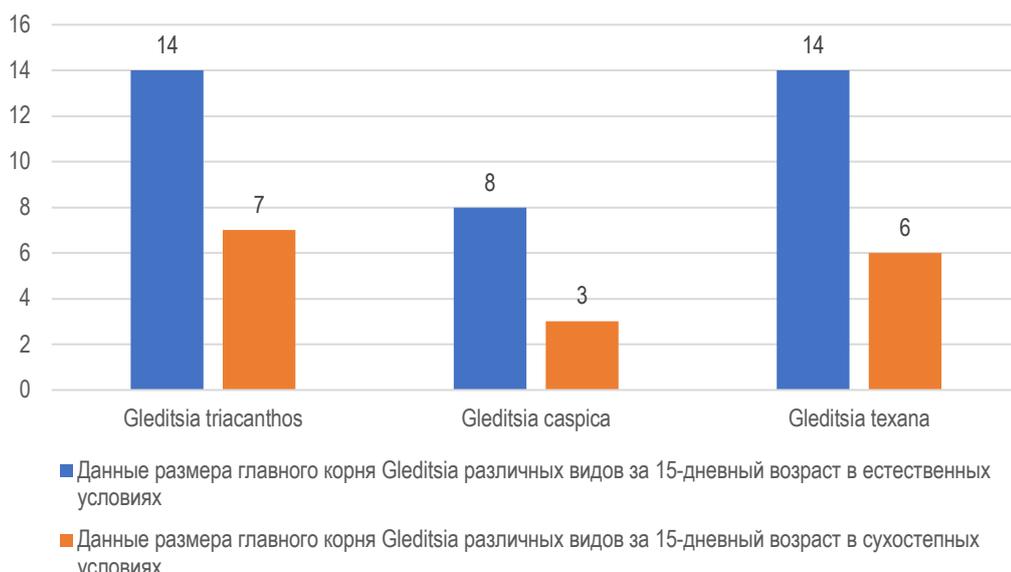


Рисунок 6. Фактические и расчетные размеры главного корня различных видов растений за 15-дневный возраст (А- *Gleditsia triacanthos*, Б - *Gleditsia caspica*, В - *Gleditsia texana*)

При большой влажности (85%) в почве развивается микробиота, которая препятствует развитию корневой системы (рисунок 6). Хорошим ростом отличаются сеянцы, произрастающие в сухих условиях с рыхлой почвой.

### Заключение

В результате проведенных исследований для всех видов характерно надземное прорастание семян. Выход сеянцев 600—700 тыс. штук с гектара. Одного полива (150—200 м<sup>3</sup> на гектар) достаточно для создания нормальных условий роста сеянцев. Для выращивания сеянцев *Gleditsia* рекомендуется суглинистая почва. Глубина пахотного слоя около 30 см. К наиболее быстро растущим в первые дни жизни относится *Gleditsia texana*. Максимальным ростом сеянцев из перечисленных видов обладает *Gleditsia triacanthos* и *Gleditsia texana*. Хорошим ростом отличаются сеянцы, произрастающие в сухих условиях с рыхлой почвой. Слабый рост наблюдается у *Gleditsia caspica*. Первые настоящие листья развиваются раньше, чем семядоли успели полностью открыться. Оптимальная температура для всех сеянцев видов рода *Gleditsia* составляет около 20—24°C, при дальнейшем же повышении температуры, равно как и при ее понижении, прорастания семян замедляется. Некоторые сеянцы *G. triacanthos* (36,46 %) не смогли пройти полностью этапы развития из-за внешних факторов (температура, влажность и скорость ветра). Больше всего недоразвитых сеянцев было у *G. caspica* (77,78 %), это объясняется природном ареалом ее обитания. Во время эксперимента все сеянцы сохранили семядоли. Выявлены стадии формирования сеянцев различных видов рода *Gleditsia* в сухостепных условиях, которые имеют практическое значение при разработке технологий выращивания растений.

### Список литературы

1. Калашникова Л.М., Бозиева А.М. Адаптация древесных интродуцентов к условиям городской среды // В сборнике: Молодежь в науке: Новые аргументы. Международный молодежный сборник научных статей. Ответственный редактор А.В. Горбенко. Липецк, 2018. С. 92-95.
2. Корниенко В.О., Калаев В.Н. Эколого-морфологические и биомеханические особенности *Gleditsia triacanthos* L. в условиях антропогенного загрязнения города Донецка // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2018. № 2. С. 143-151.
3. 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.
4. Семенютина А.В., Лазарев С.Е., Мельник К.А. Оценка репродуктивной способности представителей родовых комплексов и особенности их селекционного семеноведения в сухостепных условиях // World Ecology Journal. 2019. Т.9. №1. С.1–23. DOI: 10.25726/NM.2019.66.65.001
5. Agostina Lorca, E., Ferreras, A.E., Funes, G. Seed size and seedling ontogenetic stage as modulators of damage tolerance after simulated herbivory in a woody exotic species // Australian Journal of Botany Volume 67, Issue 2, 2019, Pages 159-164 DOI:10.1071/BT18093
6. Csontos, P., Kalapos, T., Faradhimu, T., Hardi, T., Tamás, J. Effects of tree size and park maintenance on soil seed bank of *Gleditsia triacanthos*, an exotic tree in urban green areas // Biologia Futura. Volume 71, Issue 1-2, 1 June 2020, Pages 81-91 DOI: 10.1007/s42977-020-00020-w
7. Fernandez, R.D., Ceballos, S.J., Malizia, A., Aragón, R. *Gleditsia triacanthos* (Fabaceae) in Argentina: A review of its invasion Australian Journal of Botany Volume 65, Issue 3, 2017, Pages 203-213 DOI:10.1071/BT16147
8. Kazem Nourmohammadi, Davoud Kartoolinejad, Reza Naghdi, Carol C. Baskin Effects of dormancy-breaking methods on germination of the water impermeable seeds of *Gleditsia caspica* (Fabaceae) and seedling growth // FOLIA OECOLOGICA – vol. 46, no. 2 (2019), doi: 10.2478/foecol-2019-0014
9. Mazia, N., Chaneton, E.J., Ghera, C.M. Disturbance types, herbaceous composition, and rainfall season determine exotic tree invasion in novel grassland // Biological Invasions Volume 21, Issue 4, 2019, Pages 1351-1363 DOI: 10.1007/s10530-018-1906-x

10. Mazia, N., Chaneton, E.J., Ghera, C.M. Disturbance types, herbaceous composition, and rainfall season determine exotic tree invasion in novel grassland Biological Invasions Volume 21, Issue 4, 2019, Pages 1351-1363 DOI:10.1007/s10530-018-1906-x
11. Peter Csontos, Tibor Kalapos, Tito Faradhimu, Annamaria Laborez, Tamas Hardi, Julia Tamas Effects of tree size and park maintenance on soil seed bank of *Gleditsia triacanthos*, an exotic tree in urban green areas // *Biologia Futura* (2020) 71:81–91 <https://doi.org/10.1007/s42977-020-00020-w>
12. Puglielli, G., Laanisto, L., Poorter, H., Niinemets, Ü. Global patterns of tree species biomass distribution with different shade and drought tolerance: evidence for multiple strategies // *New Phytologist* Volume 229, Issue 1, 2021, Pages 308-322 DOI: 10.1111/nph.16879
13. Sosa, B., Caballero, N., Carvajales, A., Mello, A.L., Achkar, M. Control of *gleditsia triacanthos* in the national park esteros of farrapos and uruguay river islands | [Control de *gleditsia triacanthos* en el parque nacional esteros de farrapos e islas del río Uruguay] *Ecologia Austral* Volume 25, Issue 3, 2015, Pages 250-254 DOI: 10.25260/EA.15.25.3.0.183
14. Tognetti, P.M., Mazia, N., Ibáñez, G. Seed local adaptation and seedling plasticity account for *Gleditsia triacanthos* tree invasion across biomes // *Annals of Botany* Volume 124, Issue 2, 2019, Pages 307-318 DOI:10.1093/aob/mcz07
15. Zhang, M.Yi, X. Seedling recruitment in response to artificial gaps: predicting the ecological consequence of forest disturbance // *Plant Ecology* Volume 222, 2021, Pages 81-92. DOI:10.1007/s11258-020-01089-y

### Stages of formation of seedlings of various species of the genus *GLEDITSIA* in dry-steppe conditions

#### Alexandra V. Semenyutina

Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chief Researcher, Head of the Laboratory of Bioecology of Woody Plants

Federal Research Center for Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences

Volgograd, Russia

[vnialmi@yandex.ru](mailto:vnialmi@yandex.ru)

 0000-0003-3250-6877

#### Kristina A. Melnik

Postgraduate student, junior researcher of the laboratory of bioecology of woody plants

Federal Research Center for Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences

Volgograd, Russia

[melnik-k@vfanc.ru](mailto:melnik-k@vfanc.ru)

0000-0002-7345-2751

Received 12.04.2021

Accepted 15.08.2021

Published 15.10.2021

 10.25726/m0430-7560-8054-y

#### Abstract

The problem of the development of *Gleditsia* seedlings is still relevant when developing technologies for growing plants for landscaping purposes. The morphogenesis of various species of the genus *Gleditsia* changes depending on the intensity of environmental factors. The objects of research are seedlings of various

species of the genus *Gleditsia* grown from seeds of dendrological collections of the Federal Research Center of Agroecology of the Russian Academy of Sciences Cadastre 34:34:000000:122; 34:34:060061:10. The purpose is to consider the time intervals of seedlings development and to determine the features of the formation of seedlings. Compare some species with each other and identify the potential of each species. To identify the species that differ in the best growth in these soil and climatic conditions. It was revealed that seedlings grow quickly and reach the size of the standard by the end of the growing season. The yield of seedlings is 600-700 thousand pieces per hectare. One watering (150-200 m<sup>3</sup> per hectare) is enough to create normal conditions for the growth of seedlings. Some seedlings of *G. triacanthos* (36.46%) could not complete the stages of development due to external factors (temperature, humidity and wind speed). *G. caspica* had the most underdeveloped seedlings (77.78%), this is due to its natural habitat. Seedlings of *Gleditsia caspica* prefer wetter soils (70%). At high humidity (85%), a microbiota develops in the soil, which prevents the development of the root system. The length of the main root of the species of the genus *Gleditsia* has been reduced by half. Seedlings growing in dry conditions with loose soil are distinguished by good growth. It is preferable to use loamy soil for growing *Gleditsia* seedlings. The depth of the arable layer is about 30 cm. *Gleditsia* seeds were sown after heat treatment (+ 80 °C). Seedlings of *Gleditsia caspica* formed three days earlier than those of *Gleditsia triacanthos*. *Gleditsia texana* is one of the fastest growing in the first days of life. The maximum growth of seedlings from the listed species has *Gleditsia triacanthos* and *Gleditsia texana*. The first real leaves develop before the cotyledons have had time to fully open. During the experiment, all seedlings retained cotyledons. The optimal soil temperature is about 20-24 °C, with a further increase in temperature, as well as with its decrease, seed germination slows down.

### Keywords

*Gleditsia texana*, *Gleditsia caspica*, *Gleditsia triacanthos*, stages of seedling formation

The research was carried out within the framework of state tasks No. 0508- 2021-0001 "Scientific foundations and technologies for enriching the dendroflora of forest reclamation complexes with economically valuable woody and shrubby plants in order to prevent degradation and desertification of territories" (Registration number: 121041200197-8) financing the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation.

### References

1. Kalashnikova L.M., Bozieva A.M. Adaptacija drevesnyh introducentov k uslovijam gorodskoj sredy // V sbornike: Molodezh' v nauke: Novye argumenty. Mezhdunarodnyj molodezhnyj sbornik nauchnyh statej. Otvetstvennyj redaktor A.V. Gorbenko. Lipeck, 2018. S. 92-95.
2. Kornienko V.O., Kalaev V.N. Jekologo-morfologicheskie i biomehanicheskie osobennosti gleditsia triacanthos l. v uslovijah antropogenogo zagraznenija goroda Donecka // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Himija. Biologija. Farmacija. 2018. № 2. S. 143-151.
3. Semenjutina A.V., Klimov A.D. Analiz bioresursov genofonda Robinia, Gleditsia dlja lesomeliorativnyh kompleksov na osnove izuchenija adaptacii k stress-faktoram // Nauka. Mysl': jelektronnyj periodicheskij zhurnal. 2018. T. 8. № 2. S. 33-45.
4. Semenjutina A.V., Lazarev S.E., Mel'nik K.A. Ocenka reproduktivnoj sposobnosti predstavitelej rodovyx kompleksov i osobennosti ih selekcionnogo semenovedenija v suhostepnyh uslovijah// World Ecology Journal. 2019. T.9. №1. S.1–23. DOI: 10.25726/NM.2019.66.65.001
5. Agostina Lorca, E., Ferreras, A.E., Funes, G. Seed size and seedling ontogenetic stage as modulators of damage tolerance after simulated herbivory in a woody exotic species // Australian Journal of Botany Volume 67, Issue 2, 2019, Pages 159-164 DOI:10.1071/BT18093
6. Csontos, P., Kalapos, T., Faradhimu, T., Hardi, T., Tamás, J. Effects of tree size and park maintenance on soil seed bank of *Gleditsia triacanthos*, an exotic tree in urban green areas // Biologia Futura. Volume 71, Issue 1-2, 1 June 2020, Pages 81-91 DOI: 10.1007/s42977-020-00020-w

7. Fernandez, R.D., Ceballos, S.J., Malizia, A., Aragón, R. *Gleditsia triacanthos* (Fabaceae) in Argentina: A review of its invasion *Australian Journal of Botany* Volume 65, Issue 3, 2017, Pages 203-213 DOI:10.1071/BT16147
8. Kazem Nourmohammadi, Davoud Kartoolinejad, Reza Naghdi<sup>3</sup>, Carol C. Baskin Effects of dormancy-breaking methods on germination of the water impermeable seeds of *Gleditsia caspica* (Fabaceae) and seedling growth // *FOLIA OECOLOGICA* – vol. 46, no. 2 (2019), doi: 10.2478/foecol-2019-0014
9. Mazia, N., Chaneton, E.J., Ghera, C.M. Disturbance types, herbaceous composition, and rainfall season determine exotic tree invasion in novel grassland // *Biological Invasions* Volume 21, Issue 4, 2019, Pages 1351-1363 DOI: 10.1007/s10530-018-1906-x
10. Mazia, N., Chaneton, E.J., Ghera, C.M. Disturbance types, herbaceous composition, and rainfall season determine exotic tree invasion in novel grassland *Biological Invasions* Volume 21, Issue 4, 2019, Pages 1351-1363 DOI:10.1007/s10530-018-1906-x
11. Peter Csontos , Tibor Kalapos, Tito Faradhimu, Annamaria Laborez, Tamas Hardi, Julia Tamas Effects of tree size and park maintenance on soil seed bank of *Gleditsia triacanthos*, an exotic tree in urban green areas // *Biologia Futura* (2020) 71:81–91 <https://doi.org/10.1007/s42977-020-00020-w>
12. Puglielli, G., Laanisto, L., Poorter, H., Niinemets, Ü. Global patterns of tree species biomass distribution with different shade and drought tolerance: evidence for multiple strategies // *New Phytologist* Volume 229, Issue 1, 2021, Pages 308-322 DOI: 10.1111/nph.16879
13. Sosa, B., Caballero, N., Carvajales, A., Mello, A.L., Achkar, M. Control of *Gleditsia triacanthos* in the national park esteros of farrapos and Uruguay river islands | [Control de *Gleditsia triacanthos* en el parque nacional esteros de farrapos e islas del río Uruguay] *Ecologia Austral* Volume 25, Issue 3, 2015, Pages 250-254 DOI: 10.25260/EA.15.25.3.0.183
14. Tognetti, P.M., Mazia, N., Ibáñez, G. Seed local adaptation and seedling plasticity account for *Gleditsia triacanthos* tree invasion across biomes // *Annals of Botany* Volume 124, Issue 2, 2019, Pages 307-318 DOI:10.1093/aob/mcz07
15. Zhang, M.Yi, X. Seedling recruitment in response to artificial gaps: predicting the ecological consequence of forest disturbance // *Plant Ecology* Volume 222, 2021, Pages 81-92. DOI:10.1007/s11258-020-01089-y