

Комплексная оценка сеянцев *Robinia pseudoacacia* L. в орошаемом питомнике для использования в лесоразведении и озеленении на территории Нижнего Поволжья

Елена Владимировна Калмыкова¹, Петр Анатольевич Кузьмин¹, Кристина Андреевна Мельник¹,
Дарья Владимировна Сапронова²

¹ФНЦ агроэкологии РАН, г. Волгоград, Россия, e-mail: kalmykova.elena-1111@yandex.ru

²Нижеволжская станция по селекции древесных пород – филиал ФНЦ агроэкологии РАН, г. Камышин, Россия
e-mail: sapronova.darya@mail

Аннотация. Родовой комплекс *Robinia* является фундаментальным и ключевым компонентом для урбанизированных и агролесомелиоративных зон. *Robinia pseudoacacia* L. широко используется в озеленительных и защитных лесных насаждениях. Посадочный материал обладает достаточной устойчивостью и долговечностью. Исследования проводились в питомнике Нижеволжской станции по селекции древесных пород (№ 34:36:0000:14:0178) полевым стационарным и лабораторными методами с привлечением общепризнанных методических схем организации работ и построения выборок; статистическая обработка первичной информации и дисперсионный анализ осуществлялись по общепринятым методикам. Объектом исследования являлись сеянцы-однолетки *Robinia pseudoacacia* L. Дано обоснование биометрических характеристик сеянцев *Robinia pseudoacacia* L. для оценки потенциальных мелиоративных и декоративных функций насаждений в сухостепных условиях Нижнего Поволжья. Установлены физиологические показатели породы для определения уровня устойчивости родового комплекса *Robinia*. Выявлена реакция пигментного комплекса робиниевых насаждений в условиях Волгоградской области. Определен запас клубеньковых бактерий *Robinia pseudoacacia* L. в конце ювенильного периода. Растения робинии находятся в оптимальном состоянии, активно осуществляют обменные процессы и синтез белков и не испытывают дефицита азота (на уровне $18,4 \pm 0,3$), что указывает на достаточный уровень азотного питания, активное протекание процессов синтеза метаболитов, на активный рост и развитие растений. В течение первого года вегетации показана специфическая реакция робинии на морфо-физиологическом уровне. Растения формируют хороший прирост, высокую массу корней и надземной массы, способствуют активному вступлению в симбиотические отношения с азотфиксирующими бактериями, содержат достаточное количество хлорофиллов, флавоноидов, ксантофиллов. Данный плантационный посадочный материал *Robinia pseudoacacia* L. семенного происхождения рекомендуется для создания высокопродуктивных защитных насаждений и озеленительных посадок разного функционального назначения в населенных пунктах и за их пределами на территории Нижнего Поволжья.

Ключевые слова: *Robinia pseudoacacia* L.; адаптация; стресс-факторы; биометрические показатели; хлорофилл; флавоноиды; антоцианы; индекс азотного баланса (NBI).

Для цитирования: Калмыкова Е. В., Кузьмин П. А., Мельник К. А., Сапронова Д. В. Комплексная оценка сеянцев *Robinia pseudoacacia* L. в орошаемом питомнике для использования в лесоразведении и озеленении на территории Нижнего Поволжья // Аграрный научный журнал. 2022. № 11. С. 38–42. <http://10.28983/asj.y2022i11pp38-42>.

AGRONOMY

Original article

Comprehensive evaluation of *Robinia pseudoacacia* L. seedlings in an irrigated nursery for use in forestry and gardening in the lower Volga region

Elena V. Kalmykova¹, Petr A. Kuzmin¹, Kristina A. Melnik¹, Daria V. Sapronova²

¹Federal Scientific Center of Agroecology RAS, Volgograd, Russia, e-mail: kalmykova.elena-1111@yandex.ru

²Nizhnevolzhskaya station for breeding tree species - branch of the Federal Scientific Center of Agroecology of the Russian Academy of Sciences, Kamyshev, Russia,
e-mail: sapronova.darya@mail

Abstract. The generic complex of *Robinia* is a fundamental and key component for urbanized and agroforestry zones. *Robinia pseudoacacia* L. is widely used in landscaping and protective forest plantations. Planting material has sufficient stability and durability. The studies were carried out in the nursery of the Nizhnevolzhskaya Station for tree species breeding (No. 34:36:0000:14:0178) by field stationary and laboratory methods using generally recognized methodological schemes for organizing work and constructing samples, statistical processing of primary information and analysis of variance were carried out according to generally accepted methods. The object was seedlings of the same age of *Robinia pseudoacacia* L. The purpose of the study was to substantiate the biometric characteristics of seedlings of *Robinia pseudoacacia* L. to assess the potential reclamation and decorative functions of plantations in the dry steppe conditions of the Lower Volga region. Physiological indicators of the breed have been established to determine the level of stability of the generic complex *Robinia*. The reaction of the pigment complex of robin plantations in the conditions of the Volgograd region was revealed. The stock of nodule bacteria *Robinia pseudoacacia* L. at the end of the juvenile period was determined. *Robinia* plants are in optimal condition, actively carry out metabolic processes and protein synthesis and do not experience nitrogen deficiency (at the level of 18.4 ± 0.3), which indicates a sufficient level of nitrogen nutrition, active synthesis of metabolites, active growth and development plants. During the first year of vegetation, a specific reaction of *Robinia* was shown at the morpho-physiological level. Plants form a good growth, a high mass of roots and aerial mass, contribute to an active entry into symbiotic relationships with nitrogen-fixing bacteria, contain a sufficient amount of chlorophylls, flavonoids, xanthophylls. This plantation planting material of *Robinia pseudoacacia* L. of seed origin is



recommended for creating highly productive protective plantings and plantings of greenery for various purposes in settlements and beyond in the Lower Volga region.

Keywords: *Robinia pseudoacacia* L.; adaptation; stress factors; biometric indicators; chlorophyll; flavonoids; anthocyanins; nitrogen balance index (NBI).

For citation: Kalmykova E. V., Kuzmin P. A., Melnik K. A., Sapronova D. V. Comprehensive evaluation of *Robinia Pseudoacacia* L. seedlings in an irrigated nursery for use in forestry and gardening in the lower Volga region. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal* = Agrarian Scientific Journal. 2022;(11):38–42. (In Russ.). <http://10.28983/asj.y2022i11pp38-42>.

Введение. В рамках регионального проекта «Сохранение лесов» и федерального проекта «Экология» в Волгоградской области с 2019 г. проводятся мероприятия по формированию запаса семян лесных растений для лесовосстановления на всех участках вырубленных и погибших лесных насаждений. В 2022 г. на территории Волгоградской области запланировано заготовить 6,6 т семян лесных растений, а именно сосны, акации и дуба. Робиния лжеакация (акация белая) – одна из целевых пород, предусмотренных Лесным планом области, для проведения лесовосстановления в регионе [1].

Значительный и практический вклад в создание защитных и озеленительных насаждений в южном сухостепном районе вносит родовой комплекс *Robinia* L. [4, 5]. *Robinia pseudoacacia* L. включает в себя наибольший природный ареал, чем остальные виды, относится к быстрорастущим и засухоустойчивым деревьям с глубокой и мощной корневой системой. Поэтому данный вид обладает широким спектром адаптационных возможностей и легче приспосабливается к новым условиям развития, представляет большую ценность и интерес для интродукции малолесных регионов, весьма засухоустойчив, декоративен и отличается высокой жизненной способностью в сухостепных условиях [3, 7, 9]. Данное преимущество позволило *Robinia pseudoacacia* получить значимость на территории Волгоградской и Ростовской областей. Культура робинии псевдоакации в данном регионе получила широкое распространение в лесомелиорации деградированных земель (песков и песчаных земель) [6, 8]. Более чем вековой опыт ее использования в создании ветроломных лесных полос на пашне и пастбищных угодьях, облесении песков созданием кулисных, куртинных и других видов ее насаждений способствует повышению экологического потенциала аридной территории, улучшению микроклимата защищаемых угодий, гидрологических условий и усилению гумификации песчаных почв [9, 10].

Цель исследования – обоснование биометрических характеристик сеянцев *Robinia pseudoacacia* L. для оценки потенциальных мелиоративных и декоративных функций насаждений в сухостепных условиях Нижнего Поволжья.

Методика исследований. Исследования проводили в питомнике Нижневолжской станции по селекции древесных пород (№ 34:36:0000:14:0178) полевым стационарным и лабораторными методами с привлечением общепризнанных методических схем организации работ и построения выборок. Статистическую обработку первичной информации и дисперсионный анализ осуществляли по общепринятым методикам. Объектом исследований являлись сеянцы-однолетки *Robinia pseudoacacia* L. Посев семенами СГБУ ВО «Нижнечирского лесничества» осуществляли вручную на площади 0,3 га в школе быстрорастущих пород. Глубина заделки семян – 0,15–0,20 м. Семена скарифицировали перед посевом кипятком. Схема посева: двухстрочная широкобороздчатая 65×25×25×25×65. Учет проводили 22 сентября 2022 г.

Агротехнические уходы заключались в поливах, прополках, рыхлениях. Полив выполняли системой капельного орошения, суммарное водопотребление – 600 м³/га. Прополки и рыхление осуществляли вручную (2 раза за сезон). Почвенный покров участка представлен светло-каштановыми среднесильно эродированными почвами среднего гранулометрического состава, мощность гумусового слоя варьирует от 0,3 до 0,5 м с содержанием гумуса от 3,0 до 2,0 %, pH 7,0–7,5, емкость поглощения катионов – около 25 мг-экв.

Биометрический анализ проростков робинии лжеакации проводили по показателям измерений 10 растений. Отбор проб проводили на равномерно закрепленных учетных площадках (повторностях) по диагонали участка площадью 1,0 м². Определение содержания пигментов в листьях выполняли в лаборатории биоэкологии древесных растений ФНЦ агроэкологии РАН. Отбирали по 10 образцов листьев. Для измерения содержания хлорофилла, флавоноидов, антоцианов и индекса азотного баланса (NBI) в эпидерме листьев древесных растений использовали прибор Dualox Scientific+ (Force-A, Франция). Индекс азотного баланса (NBI) показывает соотношение количества хлорофиллов и флавоноидов (азота/углерода) и представлен в условных единицах (у.е.).

Полученный экспериментальный материал обрабатывали математически, с использованием статистического пакета Statistica 10.0. Для интерпретации полученных данных использовали метод описательной статистики.

Результаты исследований. Температура воздуха на территории проведения исследований в июне составляла от 13 до 34 °С. Минимальная температура (13 °С) зафиксирована 8 июня, а максимальная – в начале второй декады июня. Самый холодный день – 29 июня. Наименьшее среднесуточное значение температуры в среднем за день в июне составило около 18 °С, а наибольшая средняя температура воздуха +27,25 °С. В июле ночи были холоднее, чем в июне (10 °С). Максимальная высокая температура 35 °С. Август был на 1°С жарче. Также значительно снижалась температура в середине месяца (17 °С, 22 августа). В сентябре температурный диапазон составлял от 5 до 31°С. Средняя температура +25,25 °С. Самый теплый день в г. Камышине в сентябре 2022 года был 1 сентября.

Меньше всего осадков выпало в августе (5 мм), июнь был дождливым, сумма выпавших осадков за месяц – 77 мм (табл. 1). Относительная влажность доходила до 98 % в сентябре. Максимальная средняя влажность воздуха



Характеристика температуры и осадков в г. Камышине, 2022 г.

Характеристика	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
Средняя температура, мм	21,7	22,5	26,1	20,0
Минимальная температура, °С	13,0	10,0	17,0	5,0
Максимальная температура, °С	34,0	35,0	36,0	31,0
Месячные суммы выпавших осадков, мм	77,0	39,0	5,0	31,5
Максимальные суточные суммы выпавших осадков, мм	32,0	13,0	5,0	2,7
Самый холодный день	29 июня	2 июля	20 августа	10 сентября
Самый теплый день	21 июня	11 июля	17 августа	1 сентября

незначительно увеличивалась (7 %) – 91,50 %. Самый влажный день в г. Камышине в сентябре 2022 года – 16 сентября.

В ходе наблюдений нами были отмечены морфологические параметры роста робинии, произрастающей в условиях питомника Нижневолжской станции по селекции древесных пород (г. Камышин), табл. 2. Следует отметить, что полные всходы семян робинии по реперным участкам наблюдались в различные сроки с 17 по 22 июня. По морфологическим показателям сеянцев также имелись различия. Среднее значение диаметра стебля у корневой шейки составляло $8,3 \pm 0,2$ мм. Диаметр стебля варьировал от $7,3 \pm 0,2$ до $9,5 \pm 0,2$ мм. Максимальная высота растений наблюдалась на сеянцах третьей повторности – $1,75 \pm 0,04$ м. Среднее значение по данному показателю было $1,44 \pm 0,05$ м. Высота наземной части растений робинии варьировала от $1,24 \pm 0,04$ до $1,75 \pm 0,04$ м. Максимальную массу растений отмечали на уровне $126,2 \pm 6,3$ г. Морфологические параметры сеянцев соответствовали ГОСТ 3317-90.

В работе была исследована корневая система робинии по следующим показателям: масса корня, количество клубеньков и масса клубеньков, содержащих азотфиксирующие бактерии (табл. 3). Данная группа симбиотических бактерий выделяет особый фермент – нитрогеназу, который разрывает азотные связи атмосферного азота и способствует превращению недоступного ранее азота в биологическую форму, которая легко усваивается растениями-симбионтами.

Таблица 2

Морфологическая характеристика робинии в условиях питомника, г. Камышин

Характеристика	Объект исследования			Среднее значение	ГОСТ 3317-90. Сеянцы деревьев и кустарников
	I повторность	II повторность	III повторность		
Посев	10.06	10.06	10.06		
Полные всходы	22.06	20.06	17.06		
Полевая всхожесть, %	95,0	92,0	90,0	92,3	
Густота стояния, шт./м ²	60,0	58,0	55,0	57,6	
Толщина стволика у корневой шейки, мм	$8,2 \pm 0,1^*$ 7,7...8,8**	$7,3 \pm 0,2$ 6,6...8,1	$9,5 \pm 0,2$ 8,5...10,5	$8,3 \pm 0,2$ 6,6...10,5	Не менее 3,0
Высота растения, м	$1,24 \pm 0,04$ 1,09...1,42	$1,52 \pm 0,05$ 1,33...1,76	$1,75 \pm 0,04$ 1,57...1,94	$1,44 \pm 0,05$ 1,09...1,94	Не менее 0,20
Масса одного растения, г	$103,5 \pm 5,2$ 91,3...134,6	$112,7 \pm 3,2$ 99,4...129,8	$126,2 \pm 6,3$ 62,7...201,2	$114,1 \pm 6,4$ 62,7...201,2	

* среднее значение показателя и стандартная ошибка, ** интервал для среднего значения, при уровне достоверности $p = 0,05$.

Таблица 3

Количество клубеньков с азотфиксирующими бактериями с растения и общая масса корня робинии в условиях питомника, г. Камышин

Объект исследования	Характеристика корневой системы		
	количество клубеньков, шт.	масса клубеньков, г	масса корня, г
I повторность	24 ± 2 16...33	$0,043 \pm 0,003$ 0,029...0,057	$12,5 \pm 0,4$ 10,7...14,4
II повторность	75 ± 4 60...92	$0,081 \pm 0,006$ 0,056...0,108	$18,9 \pm 0,8$ 15,7...22,5
III повторность	94 ± 3 80...107	$0,096 \pm 0,006$ 0,077...0,141	$28,3 \pm 0,9$ 17,4...25,9
Среднее значение	64 ± 4 16...107	$0,073 \pm 0,008$ 0,029...0,141	$19,9 \pm 1,2$ 10,7...25,9





Наибольшее количество клубеньков у семян – 94 ± 3 шт. Растения с наибольшей массой корневой системы ($28,3 \pm 0,9$ г) и высотой сеянца ($175,0 \pm 0,04$) имели максимальную массу клубеньков $0,096 \pm 0,006$ г.

Пигментный комплекс является чувствительным к разнообразным стрессовым факторам внешней среды [12, 13, 14]. В период воздействия стрессора и к концу периода вегетации наблюдается количественное снижение хлорофиллов и повышение содержания каротиноидов, ксантофиллов, флавоноидов [11].

Максимальное содержание хлорофиллов ($a+b$) $37,3$ мкг/см² сырой массы отмечали в листьях растений на третьем участке. Среднее содержание хлорофиллов ($a+b$) в листьях исследуемого вида составляло от $34,3 \pm 0,3$ до $37,3 \pm 0,3$ мкг/см² сырой массы (табл. 4).

Таблица 4

Содержание хлорофиллов, флавоноидов, ксантофиллов и значение показателя NBI в листьях робинии в условиях г. Камышина

Объект исследования	Содержание, мкг/см ² сырой массы			
	хлорофиллов	флавоноидов	ксантофиллов	NBI, у.е.
I повторность	$34,3 \pm 0,3$ 32,9...35,8	$1,77 \pm 0,01$ 1,72...1,82	$0,075 \pm 0,001$ 0,069...0,079	$20,5 \pm 0,3$ 19,0...21,9
II повторность	$34,7 \pm 0,3$ 33,2...36,1	$1,95 \pm 0,02$ 1,88...2,02	$0,076 \pm 0,001$ 0,071...0,081	$17,7 \pm 0,2$ 16,9...18,6
III повторность	$37,3 \pm 0,3$ 35,9...38,8	$2,08 \pm 0,02$ 2,00...2,15	$0,092 \pm 0,002$ 0,085...0,099	$16,9 \pm 0,1$ 15,3...18,5
Среднее значение	$35,4 \pm 0,6$ 32,9...38,8	$1,93 \pm 0,03$ 1,72...2,15	$0,082 \pm 0,007$ 0,069...0,099	$18,4 \pm 0,3$ 15,3...21,9

Флавоноиды являются представителями большого класса полифенольных соединений растительного происхождения, производные флавонола, обладают выраженной антиоксидантной активностью. Они выполняют в растениях функцию защиты от неблагоприятных факторов окружающей среды (бактериальные, вирусные, грибковые инфекции, окислительный стресс) [11, 13]. Количественное содержание флавоноидов в листьях робинии варьирует от $1,77 \pm 0,01$ до $2,08 \pm 0,02$ мкг/см² сырой массы.

Определяли также количественное содержание ксантофиллов в листьях. Ксантофиллы – это природные пигменты, которые относятся к каротиноидам. В растениях выполняют фотопротекторную и антиоксидантную функции. Количественное содержание ксантофиллов в листьях робинии – от $0,075 \pm 0,001$ до $0,092 \pm 0,002$ мкг/см² сырой массы.

Большую роль в минеральном питании играет азот, обязательная составляющая молекулы хлорофилла, соответственно является незаменимым участником фотосинтетического процесса. Кроме того, азот входит в состав белков, органических соединений, принимает участие в ростовых процессах, способствует формированию большего количества побегов, увеличению вегетативной массы растений, что в итоге позволяет получить здоровый и крепкий саженец для многопланового использования в малолесных регионах.

В работе приводится характеристика показателя NBI в листьях сеянцев робинии, произрастающей в условиях г. Камышина. Индекс азотного баланса растений выступает индикатором соотношения C/N в листьях робинии. Индекс азотного баланса колеблется от $16,9 \pm 0,1$ до $20,5 \pm 0,3$ у.е. Среднее значение индекса азотного баланса находится на уровне $18,4 \pm 0,3$, что указывает на достаточный уровень азотного питания, активное протекание процессов синтеза метаболитов, на активный рост и развитие растений.

На исследуемых нами растениях первого года жизни зафиксированы различные темпы начального развития. Было выявлено, что чем интенсивнее темпы роста в первые периоды развития сеянцев, тем они более устойчивы к воздействию факторов внешней среды.

Таким образом, растения робинии находятся в оптимальном состоянии, активно осуществляют обменные процессы и синтез белков и не испытывают дефицита азота.

Заключение. В течение первого года вегетации показана специфическая реакция робинии на морфо-физиологическом уровне. Растения формируют хороший прирост, высокую массу корней и надземную массу, способствуют активному вступлению в симбиотические отношения с азотфиксирующими бактериями, содержат достаточное количество хлорофиллов, флавоноидов, ксантофиллов. Данный плантационный посадочный материал *Robinia pseudoacacia* L. семенного происхождения рекомендуется для создания высокопродуктивных защитных насаждений и озеленительных посадок разного функционального назначения в населенных пунктах и за их пределами на территории Нижнего Поволжья.

Работа выполнена по теме Государственного задания № FNFE-2020-0004 «Формирование полифункциональных кластерных дендрологических экспозиций и их реновации в биоресурсные искусственные и озелененные ландшафтные пространства рекреационного типа в малолесных регионах России».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. В Волгоградской области высадят более 6 миллионов деревьев. Режим доступа: <https://lacmus.life/novosti/6568-bolee-170-par-pozhenjatsja-v-volgogradskoj-oblasti-v-den-ljubvi-semi-i-vernosti.html>.



2. Влияние фитопатогенов на содержание пластидных пигментов и интенсивность процессов перекисного окисления липидов в листьях древесных растений / С. Ю. Огородникова [и др.] // Теоретическая и прикладная экология. 2022. № 2. С. 84–92. DOI: 10.25750/1995-4301-2022-2-084-092.
3. Дайнеко Н. М., Тимофеев С. Ф. Распространение инвазивного вида робинии ложноакалии (*Robinia pseudoacacia* L.) на территории Ветковского района Гомельской области // Достижения науки и образования. 2018. № 3(25). С. 7–8. EDN YTZQTF.
4. Использование робинии лжеакалии (*Robinia Pseudoacacia* L.) для облесения техногенно нарушенных земель / Э. И. Трещевская [и др.] // Лесотехнический журнал. 2017. Т. 7. № 3-27. С. 151–157. DOI: 10.12737/article_59c2273cd022e3.42507886.
5. Лазарев С. Е., Семенютина А. В. Технологические приемы размножения и выращивания видов рода *Robinia* I // Успехи современного естествознания. 2021. № 3. С. 17–25. DOI 10.17513/use.37589.
6. Морозова Е. В., Иозус А. П., Крючков С. Н. Основные итоги селекции робинии лжеакалии в Нижнем Поволжье // Успехи современного естествознания. 2018. № 12–2. С. 290–295. EDN DZHBTO.
7. Особенности роста робинии псевдоакалии в условиях степной зоны / Н. В. Иванисова [и др.] // Лесоведение. 2021. № 3. С. 240–249. DOI: 10.31857/S0024114821030062.
8. Седых С. А., Бабоско О. И. Использование робинии лжеакалии в защитном лесоразведении Ростовской области // Международный студенческий научный вестник. 2015. № 2–3. С. 373–374. EDN TTXLYD.
9. Семенютина А. В., Лазарев С. Е., Мельник К. А. Оценка репродуктивной способности представителей родовых комплексов и особенности их селекционного семеноведения в сухостепных условиях // Наука. Мысль: электронный периодический журнал. 2019. Т. 9. № 1. С. 1-23. DOI 10.25726/NM.2019.66.65.001. EDN WEGPUH.
10. Сурхаев И. Г., Сурхаева Г. М., Рыбашлыкова Л. П. Закономерности порослевого лесовосстановления защитных древостоев робинии псевдоакалии на Терско-Кумских песках // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2021. № 2(62). С. 185–195. DOI 10.32786/2071-9485-2021-02-20. EDN VIWTFX.
11. Тюлькова Е. Г. Ингибирующий эффект летучих органических соединений на содержание фотосинтетических пигментов в листьях саженцев древесных растений // Журнал Белорусского государственного университета. Экология. 2019. № 4. С. 36–44.
12. Croft H., Chen J. M. Leaf pigment content // Comprehensive Remote Sensing / S. Liang (ed.). Oxford: Elsevier, 2018. P. 117–142. DOI: 10.1016/B978-0-12-409548-9.10547-0.
13. Mapelli S., Malvolti M. E. Effects of drought stress on physiological and biochemical adaptation responses in young black locust *Robinia pseudoacacia* L. Clones // Сибирский лесной журнал. 2019. No. 3. P. 41–51. DOI: 10.15372/SJFS20190306.
14. Sautkina M. Yu. Dynamics of the content of chlorophylls in the leaves of the English oak (*Quercus robur* L.) of the forest-steppe zone // Journal of Agriculture and Environment. 2021. No. 1(17). DOI: 10.23649/jae.2021.1.17.11.

REFERENCES

1. Over 6 million trees will be planted in the Volgograd region. URL: <https://lacmus.life/novosti/6568-bolee-170-par-pozhenjatsja-v-volgogradskoj-oblasti-v-den-ljubvi-semi-i-vernosti.html>. (In Russ.).
2. Pestov S. V., Zinoviev V. V., Sofronov A. P. Influence of phytopathogens on the content of plastid pigments and the intensity of lipid peroxidation processes in the leaves of woody plants / S. Yu. Ogorodnikova et al. *Theoretical and Applied Ecology*. 2022;(2):84–92. DOI: 10.25750/1995-4301-2022-2-084-092. (In Russ.).
3. Daineko N. M., Timofeev S. F. Distribution of the invasive species of black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) on the territory of the Vetka district of the Gomel region. *Achievements of science and education*. 2018;3(25):7–8. EDN YTZQTF. (In Russ.).
4. Use of black locust (*Robinia Pseudoacacia* L.) for afforestation of technogenically disturbed lands / S. F. Treshchevskaya et al. *Lesotechnical journal*. 2017;7(3-27):151–157. DOI 10.12737/article_59c2273cd022e3.42507886. (In Russ.).
5. Lazarev S. E., Semenyutina A. V. Technological methods of reproduction and cultivation of species of the genus *Robinia* I. *Successes of modern natural science*. 2021;(3):17–25. DOI: 10.17513/use.37589. (In Russ.).
6. Morozova E. V., Iozus A. P., Kryuchkov S. N. The main results of breeding black locust pseudoacacia in the Lower Volga region. *Successes of modern natural sciences*. 2018;(12-2):290–295. EDN DZHBTO. (In Russ.).
7. Features of the growth of *Robinia pseudoacacia* in the steppe zone / N.V. Ivanisova et al. *Lesovedenie*. 2021;(3):240–249. DOI: 10.31857/S0024114821030062. (In Russ.).
8. Sedykh S. A., Baboshko O. I. The use of black locust pseudoacacia in protective afforestation of the Rostov region. *International Student Scientific Bulletin*. 2015;(2-3):373–374. EDN TTXLYD. (In Russ.).
9. Semenyutina A. V., Lazarev S. E., Mel'nik K. A. Evaluation of the reproductive ability of representatives of generic complexes and features of their breeding seed science in dry steppe conditions. *Nauka. Thought: electronic periodical*. 2019;9(1):1–23. DOI: 10.25726/NM.2019.66.65.001. EDN WEGPUH. (In Russ.).
10. Surkhaev I. G., Surkhaev G. M., Rybashlykova L. P. Patterns of coppice reforestation of protective forest stands of black locust pseudoacacia on the Tersko-Kuma sands. *Proceedings of the Nizhnevolzhsky agro-university complex: Science and higher professional education*. 2021;2(62):185–195. DOI: 10.32786/2071-9485-2021-02-20. EDN VIWTFX. (In Russ.).
11. Tyulkova E. G. Inhibitory effect of volatile organic compounds on the content of photosynthetic pigments in the leaves of seedlings of woody plants. *Journal of the Belarusian State University. Ecology*. 2019;(4):36–44. (In Russ.).
12. Croft H., Chen J. M. Leaf pigment content // Comprehensive Remote Sensing / S. Liang (ed.). Oxford: Elsevier; 2018. P. 117–142. DOI: 10.1016/B978-0-12-409548-9.10547-0.
13. Mapelli S., Malvolti M. E. Effects of drought stress on physiological and biochemical adaptation responses in young black locust *Robinia pseudoacacia* L. Clones. *Сибирский лесной журнал*. 2019;(3):41–51. DOI: 10.15372/SJFS20190306.
14. Sautkina M. Yu. Dynamics of the content of chlorophylls in the leaves of the English oak (*Quercus robur* L.) of the forest-steppe zone. *Journal of Agriculture and Environment*. 2021;1(17). DOI: 10.23649/jae.2021.1.17.11.

Статья поступила в редакцию 06.10.2022; одобрена после рецензирования 13.10.2022; принята к публикации 20.10.2022.
The article was submitted 06.10.2022; approved after reviewing 13.10.2022; accepted for publication 20.10.2022.