



Растениеводство Crop production

DOI: 10.22363/2312-797X-2023-18-4-508-519

EDN: LEIRPR

УДК 630

Научная статья / Research article

Посадка дуба черешчатого *Quercus robur* L. однолетними и двулетними саженцами с использованием гидрогеля

А.А. Баканева 

Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук,
Астраханская область, Российская Федерация
✉ solnce5508@mail.ru

Аннотация. Проведены исследования приживаемости саженцев (однолетних и двулетних) дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) на опытных участках с разными гидрологическими условиями (долгопоемный, краткочасовой, незаливной) и влияние гидрогеля на приживаемость посаженного материала. Исследования актуальны для пойменной лесной экосистемы реки Волга, так как леса этого региона испытывают огромные нагрузки природного и антропогенного происхождения и поэтому необходимы разработки по их сохранению и восстановлению. Цель исследования — изучить способ посадки дуба черешчатого (*Quercus robur*) однолетними и двулетними саженцами с использованием гидрогеля для восстановления и увеличения биоразнообразия деградированных лесных фитоценозов в почвенно-климатических условиях Волго-Ахтубинской поймы севера Астраханской области. В ходе работы использовались следующие методики: влажность почвы определялась термостатно-весовым методом (Б.А. Доспехов); экспериментальные данные обрабатывались методом дисперсионного анализа с использованием программы Microsoft Excel. По результатам исследования с учетом всех факторов лучшая приживаемость (83 %) была отмечена у однолетних саженцев дуба черешчатого при применении гидрогеля на незаливном участке.

Ключевые слова: деградация, лесной фитоценоз, восстановление лесов, приживаемость, гидрологические условия, Волго-Ахтубинская пойма

© Баканева А.А., 2023



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

Заявление о конфликте интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

История статьи: поступила в редакцию 9 февраля 2023 г., принята к публикации 21 июля 2023 г.

Для цитирования: Баканева А.А. Посадка дуба черешчатого *Quercus robur* L. однолетними и двухлетними саженцами с использованием гидрогеля // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2023. Т. 18. № 4. С. 508—519. doi: 10.22363/2312-797X-2023-18-3-508-519

The effect of hydrogel on one- and two-year-old saplings of English oak *Quercus robur* L.

Anna A. Bakaneva 

Precaspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Astrakhan region, Russian Federation
✉ solnce5508@mail.ru

Abstract. Survival rate of English oak (*Quercus robur* L.) saplings (one- and two-year-old) on experimental plots under different hydrological conditions (long-interval flooding, short-interval flooding, no flooding) and the effect of hydrogel on the survival of the planted stock were studied. At present, these studies are relevant for the floodplain forest ecosystem of the Volga River, since the forests of this region are experiencing huge natural and anthropogenic loads, therefore, developments are needed for their conservation and restoration. The purpose of the research was to study the method of planting English oak (*Quercus robur*) with annual and biennial saplings using hydrogel to restore and increase the biodiversity of degraded forest phytocenoses in conditions of the Volga-Akhtuba floodplain in the north of the Astrakhan region. In the work, the following methods were used: soil moisture was determined by the thermostatic-weight method (B.A. Dospikhov); experimental data were processed by the method of dispersion analysis using Microsoft Excel. According to the results of the study, the best survival rate (83 %) was observed in one-year-old saplings of English oak in the variant with using hydrogel in no-flooding site.

Key words: degradation, forest phytocenosis, forest restoration, survival rate, hydrological conditions, Volga-Akhtuba floodplain

Conflicts of interest. The author declared no conflicts of interest.

Article history: Received: 9 February 2023. Accepted: 21 July 2023.

For citation: Bakaneva AA. The effect of hydrogel on one- and two-year-old saplings of English oak *Quercus robur* L. RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries. 2023; 18(3):508—519. doi: 10.22363/2312-797X-2023-18-3-508-519

Введение

Посадка является основным способом восстановления лесов, и результативность напрямую зависит от качества посадочного материала [1].

Для восстановления деградированных лесных фитоценозов [2] в Волго-Ахтубинской пойме Астраханской области был выбран дуб черешчатый (летний, обыкновенный, английский) (*Quercus robur*) [3], поскольку дуб черешчатый от-

носит к долговечным и хозяйственно-ценным породам [4, 5] и может дожить до 2000 лет [6]. В почвенно-климатических засушливых условиях региона часто не все саженцы приживаются полноценно [7–9]. Поэтому для улучшения качества создаваемых культур [10], повышения устойчивости растений, формирования корневой системы на участках пойменных лесных экосистем были проведены исследования по применению водоудерживающего полимера [11], в частности гидрогеля (полиакрилата калия) [12]. Гидрогель — полимер, который может поглотить и сохранить в себе определенный объем жидкости, а также питательные растворы, например, 1 г геля впитывает около 0,2...0,3 л воды [13]. Внесение гидрогеля в почву существенно изменяет динамику поступления, сохранения и использования влаги, в т. ч. летних осадков [14].

Цель исследования — изучить способ посадки дуба черешчатого (*Quercus robur*) однолетними и двулетними саженцами с использованием гидрогеля для восстановления и увеличения биоразнообразия деградированных лесных фитоценозов в почвенно-климатических условиях Волго-Ахтубинской поймы севера Астраханской области.

Материалы и методы исследования

В апреле 2021 г. сотрудники Прикаспийского аграрного федерального научного центра Российской академии наук (ФГБНУ «ПАФНЦ РАН») произвели посадку 180 однолетних саженцев дуба черешчатого на опытных участках общей площадью 1 га, расположенных в глубокой пойме реки Волга Черноярского района, вдали от выпаса животных и мест «дикого» туризма [15]. А в апреле 2022 г. были высажены еще 180 двулетних саженцев дуба черешчатого на тех же опытных участках. Посадочный материал был выращен в питомнике ФГБНУ «ПАФНЦ РАН» из желудей, собранных в природных пойменных дубравах с. Ушаковка и Вязовка (северная часть Черноярского района). Саженцы для высадки выбирали здоровые, т. е. не подверженные заболеваниям, с хорошей корневой системой. Для более эффективного использования посевного материала и высокого процента приживаемости выбрали участки с различной длительностью затопления в период весеннего половодья: краткопоемные, долгопоемные, незаливные.

В целях повышения приживаемости посадочного материала были проведены исследования по применению гидрогеля, который способен предохранять корневую систему от пересыхания. Гидрогель вносили в почву в гидратированном (насыщенном водой) виде при посадке саженцев, в каждую лунку — по 1 л гидратированного геля.

Заложили трехфакторный опыт (табл. 1). Фактор А — гидрологические условия: долгопоемный, краткопоемный, незаливной участок. Фактор В — возраст саженцев: однолетние, двулетние. Фактор С — с применением гидрогеля и без него. Контроль — однолетние и двулетние саженцы без гидрогеля. Повторность опыта трехкратная. Экспериментальные данные обрабатывались методом дисперсионного анализа Б.А. Доспехова¹ (2014) с использованием программы Microsoft Excel.

¹ Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Альянс, 2014. 351 с.

Схема опыта посадки дуба черешчатого саженцами с использованием гидрогеля в почвенно-климатических условиях Волго-Ахтубинской поймы, ФГБНУ «ПАФНЦ РАН», 2022 г.

Посадочный материал	Дата посадки	Длительность затопления участков					
		Незаливной		Краткопоемный		Долгопоемный	
		с гидрогелем	без гидрогеля	с гидрогелем	без гидрогеля	с гидрогелем	без гидрогеля
Однолетние саженцы, шт.*	12–19.04. 2021 г.	25	16	16	22	16	16
Двухлетние саженцы, шт.	16.04. 2022 г.	30	30	30	30	30	30

Примечание. *Данные второго года исследования.

Table 1

Scheme of the experiment for planting English oak seedlings using hydrogel in conditions of Volga-Akhtuba floodplain, PAFSC RAS, 2022

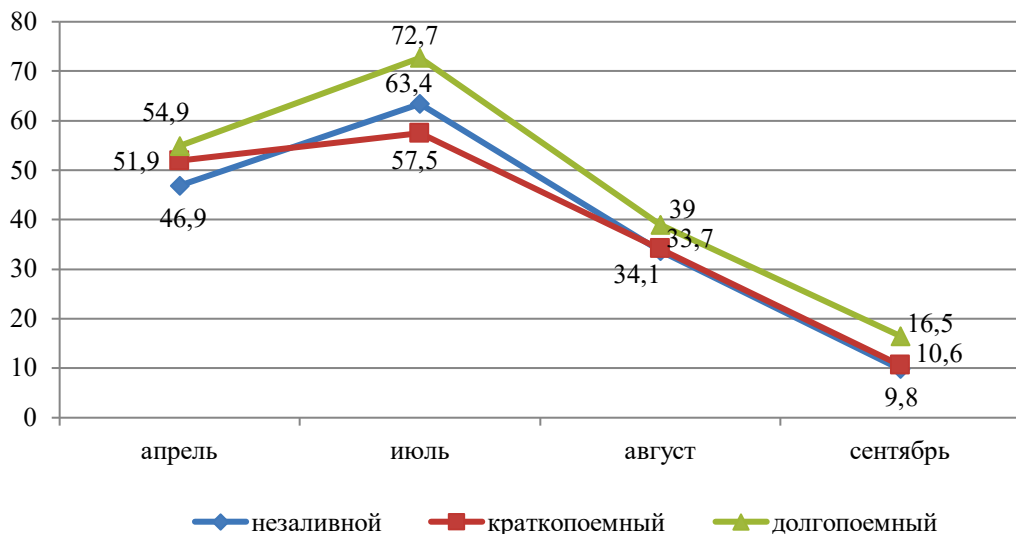
Planting stock	Planting date	Duration of flooding sites					
		No flooding		Short-interval flooding		Long-interval flooding	
		with hydrogel	without hydrogel	with hydrogel	without hydrogel	with hydrogel	without hydrogel
One-year-old saplings	12–19.04. 2021.	25	16	16	22	16	16
Two-year-old saplings	16.04. 2022.	30	30	30	30	30	30

Note. data from the second year of the study.

Результаты исследования и обсуждение

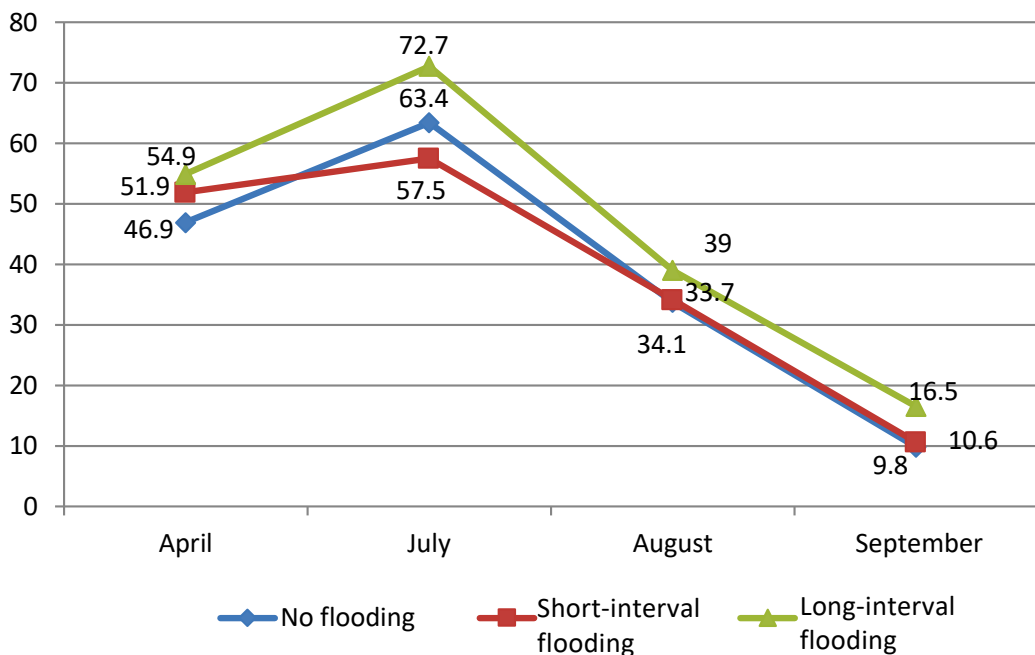
При исследовании приживаемости саженцев дуба черешчатого в течение всего вегетационного периода проводили мониторинг продуктивного запаса влаги в почве. По данным о наличии продуктивной влаги в слое почвы 0...0,5 м по месяцам 2022 г. составлен график (рис.), согласно которому продуктивный запас влаги на всех опытных участках Волго-Ахтубинской поймы Черноярского района был неудовлетворительным.

Посадка однолетними саженцами 2021 г. На каждом опытном участке по вариантам (незаливной, краткопоемный и долгопоемный) высадили по 60 саженцев, в т. ч. по 30 — с гидрогелем и по 30 — без него. На конец вегетационного периода (октябрь 2021 г.) прижилось 111 саженцев — 62 % от всего посаженного материала. В 2022 г. исследования были продолжены. В конце октября 2022 г. оценили показатели приживаемости однолетних саженцев дуба черешчатого. Из всего посаженного материала (180 шт.) на конец вегетационного периода 2022 г. прижился 61 саженец, или 34 % (табл. 2).



Средний запас продуктивной влаги, мм, в слое почвы 0...0,5 м на опытных участках по вариантам опыта в период вегетации, ФГБНУ «ПАФНЦ РАН», 2022 г.

Источник: сделано автором



The average reserve of productive moisture, mm, in 0...0.5 m soil layer in the experimental plots according to the variants during the growing season, PAFSC RAS, 2022

Source: made by author

**Приживаемость однолетних саженцев дуба черешчатого
в почвенно-климатических условиях Волго-Ахтубинской поймы по годам
исследования, ФГБНУ «ПАФНЦ РАН», 2022 г.**

Варианты длительности затопления участков ¹	Всего высажено в 2021 г.		Количество выживших саженцев							
			на конец октября 2021 г.				на конец октября 2022 г.			
	с гидро- гелем ²	без гидро- геля ²	с гидро- гелем		без гидро- геля		с гидро- гелем		без гидро- геля	
	шт.	шт.	шт.	Доля ³ , %	шт.	Доля ³ , %	шт.	Доля ³ , %	шт.	Доля ³ , %
Незаливной	30	30	25	83	16	53	15	50	6	20
Краткопоемный	30	30	16	53	22	73	11	37	16	53
Долгопоемный	30	30	16	53	16	53	9	30	4	13
Итого	90	90	57	63	54	60	35	39	26	29
НСР (05) общая							2,3		2,6	
НСР (05) А							1,7		1,5	
НСР (05) В							1,4		1,9	
НСР (05) АВ							1,7		1,9	

Примечание.¹Фактор А; ²фактор В; ³от посаженного материала, %.

Table 2

**The survival rate of year-old English oak saplings in conditions
of the Volga-Akhtuba floodplain, PAFSC RAS, 2022**

Duration of flooding sites ¹	Total number of saplings planted in 2021		Number of survived saplings							
			October 2021				October 2022			
	with hydrogel ²	without hydrogel ²	with hydrogel		without hydrogel		with hydrogel		without hydrogel	
	plants	plants	plants	% ³	plants	% ³	plants	% ³	plants	% ³
No flooding	30	30	25	83	16	53	15	50	6	20
Short-interval flooding	30	30	16	53	22	73	11	37	16	53
Long-interval flooding	30	30	16	53	16	53	9	30	4	13
Total	90	90	57	63	54	60	35	39	26	29
LSD (05) general							2.3		2.6	
LSD (05) A							1.7		1.5	
LSD (05) B							1.4		1.9	
LSD (05) AB							1.7		1.9	

Note. ¹Factor A, ²factor B, ³% from planted stock.

Выводы:

— по фактору А (гидрологический режим) — к концу вегетационного периода второго года жизни саженцев достоверно лучшая выживаемость отмечена в варианте краткочасового залива участка (27 шт.);

— по фактору В (гидрогель) — посадки с гидрогелем достоверно лучше, чем без гидрогеля прижились только на двух вариантах, в т. ч. на незаливном на 30 %, на длительнозаливном — на 17 %. На краткочасовом участке достоверно лучший показатель приживаемости был в варианте без гидрогеля — на 16 %.

Посадка двухлетними саженцами 2022 г. В апреле 2022 г. высадили 180 двухлетних саженцев дуба черешчатого на участках с разными вариантами продолжительности затопления (незаливной, краткочасовой, длительнозаливной), в т. ч. 90 шт. из них с применением гидрогеля и 90 — без него. На конец октября 2022 г. прижилось 38 % (69 шт.). Результаты приведены в табл. 3.

Таблица 3

Результат приживаемости двухлетних саженцев дуба черешчатого в почвенно-климатических условиях Волго-Ахтубинской поймы, ФГБНУ «ПАФНЦ РАН», 2022 г.

Варианты длительности затопления участков	Всего высажено в 2022 г.		Количество выживших саженцев, на конец октября 2022 г.			
	с гидрогелем	без гидрогеля	с гидрогелем		без гидрогеля	
	шт.	шт.	шт.	%	шт.	%
Незаливной	30	30	13	44	20	67
Краткочасовой	30	30	17	56	3	11
Длительнозаливной	30	30	3	11	13	44
Итого	90	90	33	37	36	40
НСР (05) общая						3,0
НСР (05) А						1,7
НСР (05) В						2,1
НСР (05) АВ						2,1

Table 3

The survival rate of two-year-old English oak saplings in conditions of the Volga-Akhtuba floodplain, PAFSC RAS, 2022

Duration of flooding sites	Total number of saplings planted in 2022		Number of survived saplings, October 2022			
	with hydrogel	without hydrogel	with hydrogel		without hydrogel	
	plants	plants	plants	%	plants	%
No flooding	30	30	13	44	20	67
Short-interval flooding	30	30	17	56	3	11
Long-interval flooding	30	30	3	11	13	44
Total	90	90	33	37	36	40
LSD (05) general						3.0
LSD (05) A						1.7
LSD (05) B						2.1
LSD (05) AB						2.1

Результаты исследования показали:

— с применением гидрогеля лучшая приживаемость (56 %) была зафиксирована на короткопоемном участке;

— без применения гидрогеля достоверно лучшая приживаемость отмечена на незаливном участке — 67 %;

— по влиянию двух факторов лучшая приживаемость в первый год вегетации установлена на незаливном участке без применения гидрогеля.

Таким образом, было выявлено, что гидрогель и гидрологический режим достоверно оказывают влияние на приживаемость двухлетних саженцев в естественных условиях Волго-Ахтубинской поймы.

Сравнили полученные результаты по приживаемости однолетних и двухлетних саженцев дуба черешчатого (табл. 4).

Таблица 4

Приживаемость однолетних и двухлетних саженцев дуба черешчатого в почвенно-климатических условиях Волго-Ахтубинской поймы, ФГБНУ «ПАФНЦ РАН», 2022 г.

Посадочный материал	Дата посадки	Длительность затопления участков					
		Незаливной		Краткопоемный		Долгопоемный	
		с гидрогелем	без гидрогеля	с гидрогелем	без гидрогеля	с гидрогелем	без гидрогеля
Однолетние саженцы, шт.	Весна 2021 г.	25*	16	16	22	16	16
Двухлетние саженцы, шт.	Весна 2022 г.	13	20	17	3	3	13
НСР (05) общая		2,20					
НСР (05) А		1,10					
НСР (05) В		0,90					
НСР (05) АВ		1,27					
НСР (05) АС		1,56					
НСР (05) ВС		1,56					
НСР (05) АВС		1,10					

Примечание. * данные за год вегетации

Table 4

The survival rate of one- and two-year-old saplings of English oak in conditions of the Volga-Akhtuba floodplain, PAFSC RAS, 2022

Planting stock	Planting date	Duration of flooding sites					
		No flooding		Short-interval flooding		Long-interval flooding	
		with hydrogel	without hydrogel	with hydrogel	without hydrogel	with hydrogel	without hydrogel
Number of one-year-old saplings	Spring 2021	25	16	16	22	16	16
Number of two-year-old saplings	Spring 2022	13	20	17	3	3	13

Ending of table 4

Planting stock	Planting date	Duration of flooding sites					
		No flooding		Short-interval flooding		Long-interval flooding	
		with hydrogel	without hydrogel	with hydrogel	without hydrogel	with hydrogel	without hydrogel
LSD (05) general		2.20					
LSD (05) A		1.10					
LSD (05) B		0.90					
LSD (05) AB		1.27					
LSD (05) AC		1.56					
LSD (05) BC		1.56					
LSD (05) ABC		1.10					

Note. *data for the growing season.

Сравнение посадок однолетними и двулетними саженцами выявило:

- лучшие показатели приживаемости у однолетних саженцев на незаливных участках с применением гидрогеля — 83 %;
- без применения гидрогеля лучшая приживаемость была у однолетних саженцев на краткочасовых участках — 73 %;
- у двулетних саженцев лучшая приживаемость была на незаливном участке без применения гидрогеля — 67 %;
- по всем факторам отличия по вариантам являются достоверными (выше НСР).

Также провели замеры прироста саженцев дуба черешчатого за вегетационный период 2022 г. (табл. 5).

Таблица 5

Результаты изменения высоты саженцев дуба черешчатого за вегетационный период по годам исследования, ФГБНУ «ПАФНЦ РАН», 2022 г.

Варианты длительности затопления участков	Средняя высота саженцев дуба черешчатого, м					
	При посадке		На конец вегетационного периода 2021 г.		На конец вегетационного периода 2022 г.	
	с гидрогелем	без гидрогеля	с гидрогелем	без гидрогеля	с гидрогелем	без гидрогеля
Незаливной	0,15	0,17	0,18	0,19	0,18	0,19
Краткочасовой	0,17	0,16	0,18	0,17	0,18	0,17
Долгочасовой	0,15	0,15	0,19	0,17	0,19	0,17
НСР (05) общая					0,06	0,06
НСР (05) А					0,05	0,05
НСР (05) В					0,04	0,04
НСР (05) АВ					0,05	0,05

Changes in English oak sapling height during the growing season, PAFSC RAS, 2022

Duration of flooding sites	The average height of English oak saplings, m					
	Planting		End of the growing season 2021		End of the growing season 2022	
	with hydrogel	without hydrogel	with hydrogel	without hydrogel	with hydrogel	without hydrogel
No flooding	0.15	0.17	0,18	0,19	0,18	0,19
Short-interval flooding	0.17	0.16	0,18	0,17	0,18	0,17
Long-interval flooding	0.15	0.15	0,19	0,17	0,19	0,17
LSD (05) general				0.06	0.06	
LSD (05) A				0.05	0.05	
LSD (05) B				0.04	0.04	
LSD (05) AB				0.05	0.05	

Независимо от места положения и использования гидрогеля прироста у саженцев не было отмечено (см. табл. 5). Это связано с тем, что у саженцев дуба черешчатого на второй год жизни рост в длину замедляется и идет наращивание корневой системы.

Заключение

Исследованиями установлено, что на приживаемость двухлетних саженцев в естественных условиях Волго-Ахтубинской поймы большое влияние оказывает как гидрогель, так и гидрологический режим реки Волга. А на прирост в первый и второй год жизни данные условия не влияли. Сравнение посадок дуба черешчатого однолетними и двухлетними саженцами, с учетом всех изученных за период исследования факторов, привело к выводу: лучшая приживаемость была у однолетних саженцев при использовании гидрогеля на незаливном участке. Опыт многолетний, будет продолжен.

Список литературы

1. *Пентелькина Н.В.* Проблемы выращивания посадочного материала в лесных питомниках и пути их решения // Актуальные проблемы лесного комплекса: сб. науч. тр. Вып. 31. Брянск: БГИТА, 2012. С. 189–193.
2. *Краснов В.Г.* Санитарное состояние искусственных насаждений дуба черешчатого в Среднем Поволжье // Лесной журнал. 2007. № 6. С. 42–48.
3. *Романов Е.М., Смьшляева М.И., Краснов В.Г., Мухортов Д.И.* Выращивание однолетних сеянцев дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) с закрытой корневой системой на различных питательных субстратах // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. 2017. № 3 (35). С. 26–36. doi: 10.15350/2306-2827.2017.3.26
4. *Михин В.И., Михина Е.А.* Формирование защитных насаждений из дуба черешчатого в центральном Черноземье России // Лесотехнический журнал. 2018. № 4. С. 109–117. doi: 10.12737/article_5c1a321965cf38.69751554
5. *Зволинский В.П., Заплавнов Д.М., Кищенко А.А.* Влияние экологических факторов на состояние лесных насаждений Волго–Ахтубинской поймы Астраханской области // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2013. № 3. С. 14–19.

6. Барайщук Г.В., Казакова А.С., Шевченко Н.Ю., Гайвас А.А. Выращивание дуба черешчатого (*Quercus robur*) в условиях южной лесостепи Омской области // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2016. № 3 (114). С. 13–19.
7. Смирнов А.И., Орлов Ф.С., Дроздов И.И., Васильев С.Б. Влияние низкочастотного электромагнитного поля, удобрений и гидрогеля на приживаемость и рост лесных культур на рекультивируемых песчаных отвалах // Лесной вестник. 2015. № 6. С. 50–56.
8. Вдовенко А.В., Власенко М.В., Турко С.Ю. Фитомелиоративное состояние кормовых угодий в Астраханской области // Известия НВ АУК. 2013. № 3(31). С. 1–5. doi: 10.18470/1992-1098-2020-2-78-90
9. Баубекова Д.Г. Влияние биологического средства защиты растений на микоценоз почв при выращивании листового салата в условиях аридного климата астраханской области // Экобиотех. 2021. Т. 4. № 3. С. 221–226. doi: 10.31163/2618-964X-2021-4-3-221-226
10. Данилова Т.Н. Водопоглощающие полимеры для управления водообеспеченностью сельскохозяйственных культур // Известия СПбГАУ. 2018. № 3 (52). С. 47–53.
11. Белова Т.А., Протасова М.В., Нагорная О.В. Морфофизиологические особенности растений при выращивании на полимерных посадочных субстратах // АгроЭкоИнфо. 2020. № 4(42). Режим доступа: https://www.agroecoinfo.ru/STATGYI/2020/4/st_420.pdf
12. Смирнов А.И., Никитин В.Ф., Генералова А.А., Аксенов П.А. Приживаемость и морфологические особенности саженцев ели европейской (*Picea abies* L.), обработанных низкочастотным электромагнитным полем и посаженных с внесением гидрогеля // Лесной вестник / Forestry Bulletin. 2021. Т. 25. № 5. С. 22–29. doi: 10.18698/2542-1468-2021-5-22-29
13. Наумов П.В., Щербаклова Л.Ф., Околева А.А. Оптимизация влагообеспеченности почв с помощью полимерных гидрогелей // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2011. № 4 (24). С. 77–81.
14. Дудаков Н.К., Янов В.И. Суммарное водопотребление эстрагона кормового в условиях Северо-Западного Прикаспия // Природообустройство. 2013. № 1. С. 26–28.
15. Баканева А.А. Исследования всхожести желудей и роста однолетних сеянцев дуба черешчатого в почвенно-климатических условиях Волго-Ахтубинской поймы Астраханской области // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2022. Т. 17. № 3. С. 350–359. doi: 10.22363/2312-797X-2022-17-3-350-359

References

1. Pentelkina NV. Problems of growing seedlings in the forest nurseries and ways of solution. In: Current problems of the forestry complex: conference proceedings. Bryansk; 2012. p.189–193. (In Russ.).
2. Krasnov VG. Sanitary state of artificial stands of English oak in Middle Povolzhje. *Bulletin of higher educational institutions. Forestry journal*. 2007;(6):42–48. (In Russ.).
3. Romanov EM, Smyshlyaeva MI, Krasnov VG, Mukhortov DI. Growing of one-year containerized seedlings of English oak (*Quercus robur* L.) with the use of various nutritious substrates. Vesting of Volga State University of Technology. Series: Forest. Ecology. *Nature management*. 2017;(3):26–36. (In Russ.). doi: 10.15350/2306-2827.2017.3.26
4. Mikhin VI, Mikhina EA. Formation of English oak protective plants in the Central Chernozem region of Russia. *Forestry engineering journal*. 2018;(4)8:109–117. (In Russ.). doi: 10.12737/article_5c1a321965cf38.69751554
5. Zvolinsky VP, Zaplavinov DM, Kishchenko AA. The influence of environmental factors on the state of forest plantations of the Volga-Akhtuba floodplain of the Astrakhan region. *Proceedings of Nizhnevolzskiy agrouniversity complex: science and higher vocational education*. 2013;(3):14–19. (In Russ.).
6. Barayshchuk GV, Kazakova AS, Shevchenko NY, Gayvas AA. English oak (*Quercus robur*) cultivation in Omsk region in south forest-steppe conditions. *Bulletin of KSAU*. 2016;(3):13–19. (In Russ.).
7. Smirnov AI, Orlov FS, Drozdov II, Vasilev SB. The influence of low frequency electromagnetic fields, fertilizers and hydrogel on the establishment and growth of forest cultures on recultivated sand dumps. *Forestry bulletin*. 2015;(6)9:50–56. (In Russ.).
8. Vdovenko AV, Vlasenko MV, Turko SY. Phytomeliorative state of forage lands in the Astrakhan region. *Proceedings of Lower Volga agro-university complex: science and higher education*. 2013;(3):86–91. (In Russ.). doi: 10.18470/1992-1098-2020-2-78-90

9. Baubekova DG. Influence of biological means of plant protection on the microbiocenosis of agricultural soils in arid climate conditions. *Ecobiotech*. 2021;4(3):221–226. (In Russ.). doi: 10.31163/2618-964X-2021-4-3-221-226
10. Danilova TN. Water-absorbing polymers for managing water supply of agricultural crops. *Izvesniya Saint-Petersburg state agrarian university*. 2018; (52):47–53. (In Russ.).
11. Belova TA, Protasova MV, Nagornaya OV. Morpho-physiological characteristics of plants grown on polymer substrates boarding. *Agroecoinfo*. 2020;(4):1–24. (In Russ.).
12. Smirnov AI, Nikitin VF, Generalova AA, Aksenov PA. European spruce (*Picea abies* L.) survival ability and morphological traits of seedlings treated with low-frequency electromagnetic field and planted with hydrogel application. *Lesnoy vestnik. Forestry bulletin*. 2021;25(5):22–29. (In Russ.). doi: 10.18698/2542-1468-2021-5-22-29
13. Naumov PV, Shcherbakova LF, Okolelova AA. Optimization of soil moisture supply using polymer hydrogels. *Proceedings of Lower Volga agro-university complex: science and higher education*. 2011;(4):77–81. (In Russ.).
14. Dudakov NK, Yanov VI. Total water consumption by forage estragon under conditions of the North–Western Pricaspian area. *Prirodoobustroystvo*. 2013;(1):26–28. (In Russ.)
15. Bakaneva AA. Germination of acorns and growth of one-year common oak seedlings in conditions of the Volga-Akhtuba floodplain, Astrakhan region. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2022;17(3): 350–359. (In Russ.). doi: 10.22363/2312-797X-2022-17-3-350-359

Об авторе:

Баканева Анна Александровна – младший научный сотрудник, отдел рационального природопользования, Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук, 416251, Российская Федерация, Астраханская область, Черноярский район, с. Соленое Займище, квартал Северный, д. 8; e-mail: solnce5508@mail.ru
ORCID: 0000-0002-2619-8794, SPIN: 7306–1060

About author:

Bakaneva Anna Aleksandrovna — Junior Researcher, Department of Environmental Management, Pricaspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 8 Severny quarter, Solenoye Zaymishche vil., Chernoyarsky district, Astrakhan Region, 416251, Russian Federation, e-mail: solnce5508@mail.ru
ORCID: 0000-0002-2619-8794, SPIN: 7306–1060