

УДК 630\*232

DOI: 10.25686/2306-2827.2019.4.25

## ВЫРАЩИВАНИЕ РАКИТНИКА РУССКОГО ДЛЯ ФИТОМЕЛИОРАЦИИ ПЕСЧАНЫХ ПОЧВ

**М. А. Карасева, В. Н. Карасев, Д. И. Мухортов, К. Т. Лежнин**

Поволжский государственный технологический университет,

Российская Федерация, 424000, Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3

E-mail: MuhortovDI@volgatech.net

*Цель исследований заключалась в изучении репродуктивной деятельности раkitника русского (*Cytisus ruthenicus*), оценке влияния способов подготовки семян и сроков посева на показатели роста сеянцев с закрытой корневой системой. Дана оценка интенсивности основных физиологических процессов, роста и семеношения раkitника русского в различных лесорастительных условиях, приведены показатели качества семян и показатели роста сеянцев с закрытой и открытой корневой системой, выращенных в опытных посевах. Выявлена эффективность применения предпосевной подготовки семян к посеву и влияние сроков посева на рост сеянцев, обоснована целесообразность выращивания сеянцев раkitника в контейнерах с проведением осенних посевов, обеспечивающих более быстрый рост растений, лучшее развитие корневых систем и формирование клубеньков по сравнению с весенними посевами.*

**Ключевые слова:** раkitник русский; репродуктивная способность; семена; сеянцы.

**Введение.** В левобережье Волги от Н. Новгорода до Казани распространены бедные песчаные почвы, занятые сосновыми насаждениями. Повышение плодородия этих лесных почв для лесного хозяйства является актуальной проблемой. По исследованиям А.Х. Газизуллина [1], в лесорастительных условиях А<sub>1</sub>, А<sub>2</sub>, В<sub>2</sub> почвообразование протекает в условиях низкого содержания кальция и магния в материнской породе, характерен маломощный гумусированный горизонт с низким содержанием гумуса и азота, что является главной причиной невысокой продуктивности сосновых лесов этой группы. На снижение запасов органических веществ в почве также оказали влияние лесные пожары, площадь которых в Республике Марий Эл составила в 1972 году 181,3 тыс. га, в 2010 году – 55,5 тыс. га.

Целесообразность введения почвоулучшающих растений при создании культур сосны обыкновенной, к числу которых относится раkitник русский (*Cytisus*

*ruthenicus* Wol.), отмечена в работах многих исследователей [2–6]. Для широкого использования данного ценного азотофиксирующего растения при создании культур сосны обыкновенной необходимы исследования его биоэкологических особенностей, семенной продуктивности и агротехники выращивания качественного посадочного материала.

**Цель** исследований заключается в оценке репродуктивной деятельности раkitника русского, изучении влияния способов подготовки семян и сроков посева на морфометрические показатели сеянцев с закрытой корневой системой и их рост в культурах.

**Объекты и методика исследований.** Биометрические показатели и семеношение раkitника изучали в условиях сухих и свежих боров Кокшайского лесничества, выращивание сеянцев проводили в теплице Ботанического сада-института ПГТУ Республики Марий Эл.

© Карасева М. А., Карасев В. Н., Мухортов Д. И., Лежнин К. Т., 2019.

**Для цитирования:** Карасева М. А., Карасев В. Н., Мухортов Д. И., Лежнин К. Т. Выращивание раkitника русского для фитомелиорации песчаных почв // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. 2019. № 4 (44). С. 25–35. DOI: 10.25686/2306-2827.2019.4.25

Урожайность плодов и биометрические показатели кустарника определяли с учётом рекомендаций М.Д. Данилова [7]. Качество семян оценивали по ГОСТ-13056-6-97 «Семена деревьев и кустарников. Метод определения всхожести». Интенсивность транспирации определяли методом быстрого взвешивания [8], содержание общего хлорофилла – фотоэлектроколориметрическим методом [9]. Импеданс прикамбиального комплекса тканей (импеданс ПКТ), характеризующий состояние водного режима растений, измеряли по методике В.Н. Карасева [10], влажность хвои и побегов определяли термовесовым методом, в процентах к абсолютно сухой массе.

Выращивание посадочного материала проводили в открытом грунте в питомнике и в теплицах в контейнерах. Для выращивания сеянцев с закрытой корневой системой использовали контейнеры Ардатов-40 с объёмом ячейки 76 см<sup>3</sup>, посеги проводили в разные сроки, осенние в третьей декаде октября и весенние – в середине апреля.

**Результаты и их обсуждение.** На открытых площадях, в условиях свежих бо-

ров Лесного Заволжья, ракитник русский имеет высоту до 1,8 м. Под пологом леса ракитник произрастает единичными кустами или куртинами, в зависимости от экспозиции рельефа, наличия древесной и кустарниковой растительности и развивается слабо, высота (Н) его достигает 1,5 м, раскидистость кустов (D<sub>кр.</sub>) на открытых площадях достигает 3 м при текущем приросте высоты (Z<sub>н</sub>) в 21 см и количестве побегов в кусте (N<sub>поб</sub>) до десяти (табл. 1).

В особо благоприятные вегетационные периоды молодые побеги имеют прирост 60–80 см. Масса надземной части куста в условиях свежего бора почти в два раза превышает массу куста в условиях сухих боров (табл. 2). Корневая система ракитника на глубоких песках достигает длины 2,7 м. Проведённые нами ранее исследования состояния культур сосны обыкновенной с ракитником русским в возрасте 30 лет свидетельствуют об их устойчивости к поражению корневой губкой и высокой сохранности в очагах майского хруща [11]. Полученные результаты согласуются с данными других исследователей [12, 13].

Таблица 1

**Морфометрические показатели ракитника русского в условиях свежего бора**

Показатели	Min – Max	X	m <sub>x</sub>	±σ	V (%)
H, см	105–152	121,8	5,3	15,25	12,3
D <sub>кр.</sub> , м	1,1–3,0	1,96	0,25	0,59	30,1
Z <sub>н</sub> , см	11–21,0	16,6	1,12	3,4	21,0
N <sub>поб</sub> , шт	4–10	6,0	0,59	1,69	28,1

**Примечание:** здесь и далее приняты стандартные обозначения: Min – Max – размах значений показателей, X – среднее значение признака, m<sub>x</sub> – ошибка среднего, ±σ – среднее квадратичное отклонение, V (%) – коэффициент изменчивости признака.

Таблица 2

**Показатели сырой фитомассы ракитника русского в сухих и свежих борах**

Показатели	Лесорастительные условия	
	сухой бор (A <sub>1</sub> )	свежий бор (A <sub>2</sub> )
Фитомасса надземной части, г	700,7	1375,0
в т. ч. фитомасса побегов, г	130,5	375,0
Фитомасса корней, кг	0,160	0,200
Длина корней первого порядка, м	1,15	1,17
Максимальная длина корня, м	2,7	2,7
Диаметр корневой шейки, мм	26	33

В условиях свежих боров в результате опада листьев и отмирания побегов накопление сухой фитомассы ракитника составляет в среднем 7 т/га, что способствует обогащению почвы органическим веществом и азотом. Количество азота в фитомассе ракитника по исследованию Н. Д. Прянишникова [14] и С. Э. Вомперского [15] колеблется в пределах 3–6 %. Высокое содержание азота в ракитнике обусловлено ассимиляцией его клубеньковыми азотофиксирующими бактериями.

Для выращивания ракитника важное значение имеет его репродуктивная способность и посевные качества семян [6]. В боровых условиях по данным учёта за период 2011–2017 гг. в среднем с одного куста можно было собрать 155 г плодов. Выход семян составлял 16,5 %. Масса 1000 шт семян варьировала в пределах 3,8–6,1 г, техническая всхожесть 31–36 %, при доброкачественности семян равной 85–90 %. В обычных условиях семена ракитника имеют очень твёрдую оболочку, непроницаемую для воды, и очень долго не прорастают.

Процесс прорастания семени состоит из нескольких этапов: поглощения воды путём всасывания; увеличения и начала деления клеток; увеличения числа и активности энзим; перемещения запасных питательных веществ в точки роста и др. Для приведения в действие всей цепи реакций, в результате которых происходит прорастание, необходимо поглощение дополнительной воды [16]. Для преодоления непроницаемости семенной оболочки и быстрого набухания семян проводили их скарификацию путём перетирания с песком (рис. 1).

Динамика прорастания семян при различных способах подготовки к посеву описывается следующими уравнениями регрессии:

1) скарификация, сухие:

$$y=12611,7 \cdot (1-\exp(-0,0001 \cdot x)^{1,1}); R^2=0,95;$$

2) скарификация+намачивание в воде:  
 $y=48279,5 \cdot (1-\exp(-7,5 \cdot 10^{-5} \cdot x)^{0,7}); R^2=0,86;$

3) намоченные в воде:

$y=18004,1 \cdot (1-\exp(-9,7 \cdot 10^{-5} \cdot x)); R^2=0,97,$   
 где  $Y$  – количество проросших семян, %;  
 $X$  – дни прорастания.

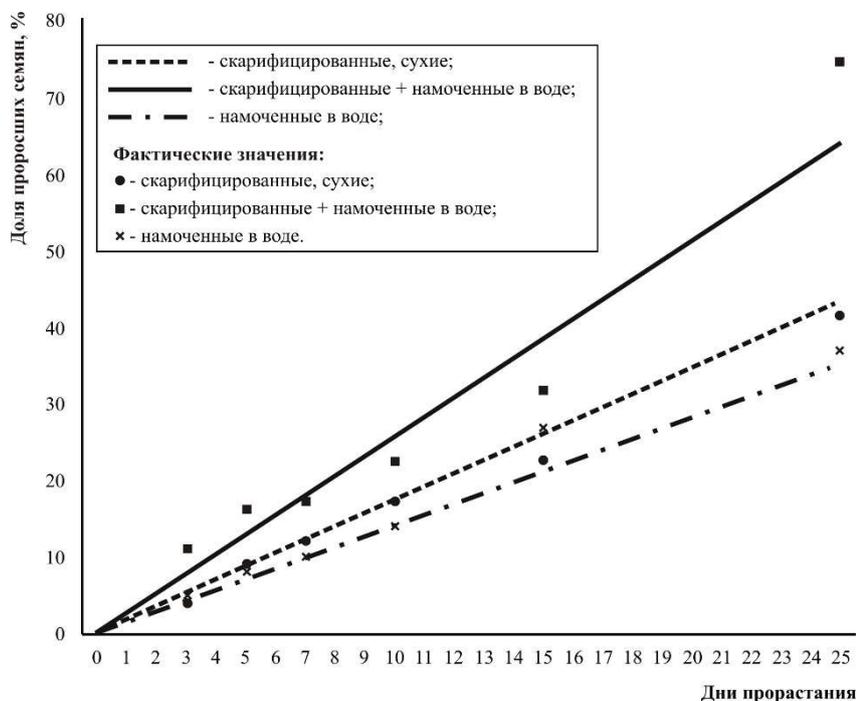


Рис. 1. Скорость прорастания семян ракитника русского в лабораторных условиях при различных способах подготовки семян

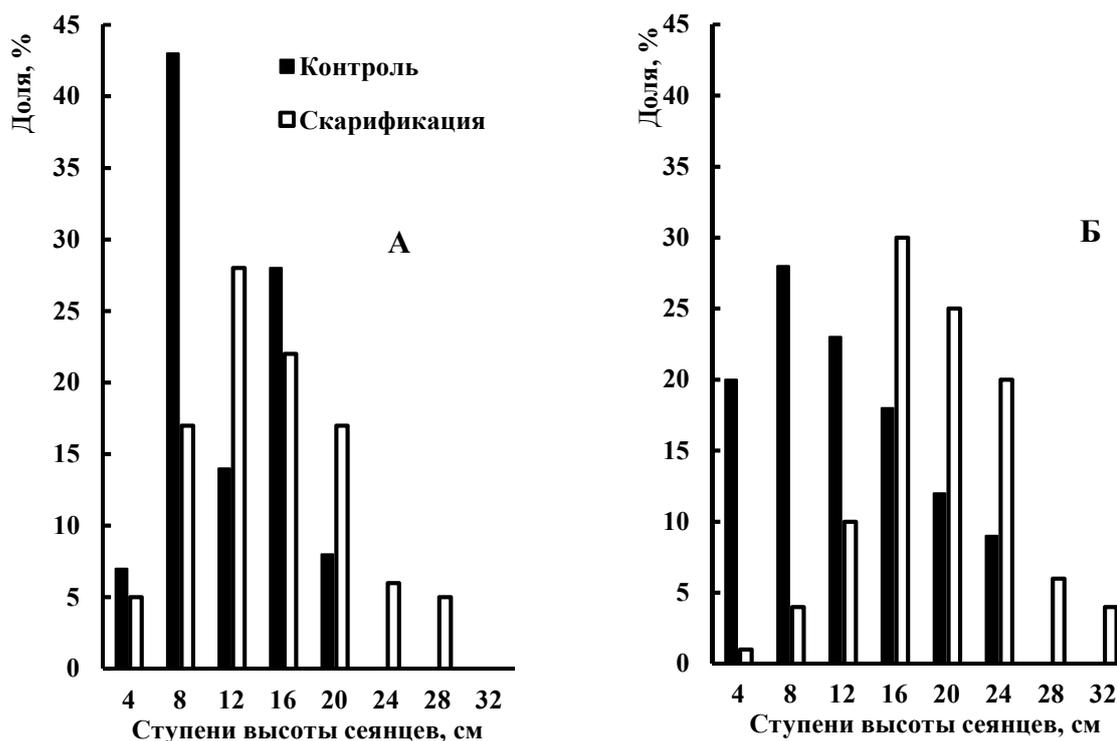


Рис.2. Распределение однолетних сеянцев раббитника по ступеням высоты в зависимости от способа подготовки семян к посеву. А – весенний посев; Б – осенний посев

Учитывая наличие плотной непроницаемой оболочки и длительный процесс набухания семян, для определения всхожести необходимо проводить проращивание не менее 25 дней, но даже при таком сроке более 30 % семян, имеющих здоровый зародыш, не прорастают. Проведение скарификации способствует более дружному прорастанию семян. При посевах в грунт сеянцы из семян, прошедших скарификацию, имеют лучшие показатели высоты как в весенних, так и осенних посевах (рис. 2).

При предпосевной подготовке семян путём скарификации высота сеянцев в весенних посевах достигает 28 см, в осенних – 32 см, в посевах без проведения скарификации высота растений не превышала 20 см. Показатели массы надземной части и корневых систем однолетних сеянцев раббитника русского, выращенных в контейнерах, приведены в табл. 3. Семена раббитника после скарификации путём перетирания их с песком высевали осенью и ранней весной.

Таблица 3

Высота и масса однолетних сеянцев раббитника при выращивании в контейнерах ( $t_{\text{табл.}}=2,1$ )

Показатели	Срок посева				$t_{\text{факт.}}$
	весна		осень		
	Min – Max	$X \pm m_x$	Min – Max	$X \pm m_x$	
Фитомасса надземной части, г	0,1–0,9	$0,30 \pm 0,02$	0,1–1,4	$0,53 \pm 0,03$	6,3
Фитомасса корневой системы, г	0,1–1,2	$0,50 \pm 0,03$	0,1–1,8	$0,8 \pm 0,04$	3,3
Длина корня, см	8,0–15,0	$10,0 \pm 0,31$	8–17	$11,0 \pm 0,24$	2,7
Диаметр корневой шейки сеянца, мм	1–2,5	$1,9 \pm 0,12$	1–3	$2,2 \pm 0,12$	2,0
Масса клубеньков, г	отсутствуют		0,17–0,30	$0,21 \pm 0,02$	
Высота сеянца, см	3–26	$13,4 \pm 0,8$	7–28	$21,0 \pm 1,0$	5,6

Установлено, что при осеннем посеве высота и фитомасса полученных сеянцев существенно выше, чем при весеннем посеве. В осенних посевах контейнеры остаются под зиму на открытых площадках, под влиянием резкой смены температур происходит уменьшение твердосемянности и тормозящее действие оболочки устраняется. Действие низких температур способствует повышению энергии прорастания семян и более интенсивному росту растений.

По длине корней различия не существенны, так как высота ячеек, в которых выращивали растения, одинакова в обоих вариантах опыта. Формирование клубеньков в осенних посевах раkitника способствует лучшему азотному питанию и более интенсивному росту растений после пересадки на лесокультурную площадь (рис. 3).

При выращивании сеянцев раkitника с закрытой корневой системой, учитывая твердость оболочки семян, длительный срок периода набухания и медленное прорастание, целесообразно высевать в ячейку 3–4 семени, так как при посеве по одному семени в ячейку грунтовая всхожесть составляет 40–47 % и часть ячеек в контейнерах не имеет всходов.

Наличие клубеньков с азотофиксирующими бактериями способствует улучшению азотного питания растений. При изучении содержания азота в различных фракциях фитомассы раkitника нами установлено, что в листьях раkitника содержание общего азота, фосфора и калия по состоянию на вторую половину августа почти в десять раз больше, чем в побегах (табл. 4).



Рис. 3. Клубеньки с азотофиксирующими бактериями у однолетних сеянцев раkitника русского осеннего посева в контейнеры

Таблица 4

**Содержание общего азота, фосфора и калия в фракциях фитомассы раkitника русского**

Фракции	Элементы		
	Азот общий, %	Фосфор, %	Калий, %
Листья	1,40	0,96	0,50
Однолетние побеги	0,113	0,08	0,08
Двухлетние побеги	0,127	0,03	0,024

Таблица 5

**Интенсивность основных физиологических процессов в культурах сосны обыкновенной с ракитником русским (ТЛУ-А<sub>2</sub>, возраст 10 лет)**

Показатели	Ед. изм.	Сосна обыкновенная с ракитником	Сосна обыкновенная	Ракитник русский в междурядьях
Интенсивность нетто-ассимиляции	СО <sub>2</sub> мг / г час	4,2±0,36	3,1±0,23	4,5±0,28
Общий хлорофилл	мг/г массы	2,4±0,16	2,1±0,13	2,5±0,16
Интенсивность транспирации	Н <sub>2</sub> О г / г ч	3,5±0,12	3,3±0,14	2,2±0,11
Влажность листьев	% к а.с.массе	106,0±3,3	103,2±4,0	193±5,1
Импеданс ПКТ	кОм	31,2±0,7	35,2±0,81	29,0±0,85

Содержание гумуса в почве под кронами ракитника составляло 4,75 %, общего азота 0,34 %, на участках без ракитника содержание гумуса было в два раза меньше [17].

Произрастание ракитника в культурах сосны обыкновенной способствовало более высокой интенсивности физиологических процессов растений (табл. 5). Измерения проведены в период интенсивного роста побегов в июне. Данные расчётов выполнены в переводе на 1 г абсолютно сухой массы.

По данным исследователей [18, 19] отмечено, что при недостатке азота у растений подавляется интенсивность фотосинтеза, снижается содержание хлорофилла. Улучшение азотного питания сосны обыкновенной в культурах сосны с ракитником способствует более интенсивному формированию хлорофилла в хвое и повышению интенсивности нетто-ассимиляции.

Содержание общего хлорофилла и показатели интенсивности фотосинтеза сосны в смешанных с ракитником культурах имеют более высокие показатели, чем в чистых культурах сосны обыкновенной. Имея низкую интенсивность транспирации и хорошо развитую корневую систему, ракитник не является конкурентом сосны за влагу, как это наблюдается при использовании в качестве фитомелиоранта люпина многолетнего [20, 21].

По исследованиям многих авторов, в качестве важного индикатора физиологиче-

ского состояния деревьев рекомендуются измерения импеданса растительных тканей [21–25]. В культурах сосны обыкновенной с ракитником показатели влажности листьев и параметры импеданса прикамбиального комплекса тканей, отражающие состояние водного режима, свидетельствуют о хорошем физиологическом состоянии и достаточной водообеспеченности растений.

Известно, что приживаемость и рост сеянцев с закрытой корневой системой различных древесных и кустарниковых растений выше, чем при использовании посадочного материала с открытыми корнями [26–28]. Использование посадочного материала ракитника с закрытой корневой системой при посадке на лесокультурную площадь обеспечивало высокие приросты, превышающие приросты сеянцев с открытой корневой системой на 40–50 %, различия в показателях сохраняются и в последующие годы (табл. 6), так как послепосадочный стресс в данном случае минимален.

Приживаемость растений ракитника, высаженного с закрытой корневой системой, составляла 100 %. У сеянцев с открытой корневой системой были отмечены усохшие и ослабленные растения, приживаемость составляла 82 %. Посадка ракитника с закрытой корневой системой с сформированными клубеньками с азотофиксирующими бактериями способствует ускоренному росту растений, формированию развитого ассимиляционного аппарата, улучшению плодородия песчаных почв.

Таблица 6

## Показатели роста ракатника русского на лесокультурной площади в возрасте 4 года)

Показатели	Min – max,	X	M <sub>x</sub>	σ	V (%)
<b>посадочный материал однолетний с закрытой корневой системой</b>					
Высота, см	105–152	121,8	5,3	15,2	12,6
Проекция кроны, м	1,0–3,0	1,96	0,25	0,73	37,2
Текущий прирост, см	10–50,0	32,0	3,6	14,7	45,9
Количество побегов, шт	4–9	6,0	0,5	5,7	28,0
<b>посадочный материал однолетний с открытой корневой системой</b>					
Высота, см	80–120	84,0	6,3	18,9	22,5
Проекция кроны, м	0,8–1,5	1,1	0,15	0,45	40,9
Текущий прирост, см	14–39	24,0	3,1	9,9	41,0
Количество побегов, шт	2-5	3	0,3	9,1	31,0

**Выводы.** В боровых условиях средняя урожайность плодов ракатника с одного куста составляет 155 г, выход семян из плодов – 16 %. Вес 1000 штук семян варьирует от 3,8 до 6,1 г.

Применение скарификации ускоряет прорастание семян, повышает всхожесть, энергию прорастания.

Сеянцы осенних посевов имеют лучшие, по сравнению с весенними, биометрические показатели. Это обусловлено действием низких зимних температур и длительного нахождения семян во влажной среде, что способствует набуханию семян, повышению энергии прорастания и удлинению периода вегетации.

Осенние посевы способствуют формированию клубеньков в первый же год роста

растений, что служит лучшей приживаемости и более интенсивному росту растений после пересадки их на лесокультурную площадь.

Установлена высокая интенсивность физиологических процессов сосны обыкновенной в культурах с ракатником русским, интенсивность фотосинтеза сосны равна  $4,2 \pm 0,36$  мг CO<sub>2</sub> / г час, содержание общего хлорофилла  $2,4 \pm 0,16$  мг/г сухой массы. В чистых культурах эти показатели составляют соответственно  $3,1 \pm 0,23$  мг CO<sub>2</sub> / г час и  $2,1 \pm 0,13$  мг/г сухой массы. Введение ракатника русского способствует повышению интенсивности основных физиологических процессов сосны обыкновенной, улучшению роста и биоразнообразия искусственных насаждений.

## Список литературы

1. Газизуллин А.Х., Сабиров А.Т. Особенности роста высокопроизводительных культур сосны в Среднем Поволжье в зависимости от почвенно-грунтовых условий и первоначальной густоты // Лесоводство, лесные культуры и агролесомелиорация: межвуз сб. науч.тр. Л.: ЛТА, 1990. С.79-85.
2. Смирнов В.Н., Пономарев Ю.И., Смирнова А.И. Влияние ракатника на свойства песчаных подзолистых почв // Лесное хозяйство. 1958. № 3. С. 25-27.
3. Незабудкин Г. К., Карасева М. А., Меледина Л.А. Некоторые вопросы биологии ракатника русского // Лесная геоботаника и биология древесных растений. Тула: Тульский политехнический институт, 1980. С. 65-67.
4. Проблемы воспроизводства сосновых лесов Среднего Поволжья / С.А. Денисов, К.К. Калинин, В.П. Бессчетнов и др. // Вестник Марийского государственного технического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. 2012. № 1 (15). С. 12-21.
5. Калинин К.К. Древесно-кустарниковые породы при создании смешанных культур сосны // Лесное хозяйство. 2006. № 3. С. 37-39.
6. Карасева М.А., Лежнин К.Т. Применение фитомелиорантов при выращивании искусственных насаждений хвойных пород: монография. Йошкар-Ола: Марийский государственный технический университет, 2012. 160 с.
7. Данилов М.Д. Способы учета урожайности и выявления ресурсов дикорастущих плодово-ягодных растений и съедобных грибов. Йошкар-Ола: Марийский государственный технический университет, 1973. 87 с.
8. Иванов Л.А., Силина А.А., Цельникер Ю.Л. О методе быстрого взвешивания для определения транспирации в естественных условиях // Ботанический журнал. 1950. Т. 35, № 2. С. 171.

9. *Годнев Т.Н.* Строение хлорофилла и методы его количественного определения. Минск: Изд-во АН БССР 1952. 327 с.
10. *Карасев В.Н., Карасева М.А.* Эколого-физиологическая диагностика жизнеспособности хвойных пород: монография. Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2013. 216 с.
11. *Карасева М.А., Лежнин К.Т., Маторкин А.А.* Влияние фитомелиорантов на рост и устойчивость культур сосны и лиственницы сибирской в Среднем Поволжье // *Лесной вестник*. 2007. № 4. С.38-42.
12. *Рывкин Б.В.* Корневая губка не страшна // *Лес и человек*. М., 1975. С.185-186.
13. *Гримальский В.И.* Создание сосновых насаждений устойчивых к вредителям и болезням // *Лесное хозяйство*. 1980. № 11. С.51-52.
14. *Прянишников Н.Д.* Избранные сочинения в 3-х т. М.: Сельхозиздат, 1963. Т. 2. 712 с.
15. *Вомперский С.Э.* Азотификация в лесных биогеоценозах / Академия наук СССР, лаборатория лесоведения. М.: Наука, 1987. 150 с.
16. *Николаева М.Г.* Физиология глубокого покоя семян. Л.: Наука, 1967. 207 с.
17. Влияние фитомелиорантов на лесорастительные свойства почв и рост культур сосны обыкновенной в борových условиях / М.А. Карасева, В.Н. Карасев, К.Т. Лежнин и др. // *Вестник Казанского аграрного университета*. 2014. Т. 9 (№ 31). С. 122-125.
18. *Крамер П.Д., Козловский Т.Т.* Физиология древесных растений; пер. с англ. М.: Лесная промышленность, 1983. 464 с.
19. *Лир Х., Польстер Г., Фидлер Г.* Физиология древесных растений; пер. с нем. Л.: Лесная промышленность, 1974. 423 с.
20. Влияние фитомелиорантов на физиологическое состояние культур сосны обыкновенной / В.Н. Карасев, М.А. Карасева, К.Т. Лежнин и др. // *Актуальные проблемы лесного комплекса: Сборник научных трудов по итогам международной научно-технической конференции*. Брянск: БГИ-ТА, 2005. Вып. 10. С. 110-113.
21. Применение люпина многолетнего при биологической рекультивации нарушенных при добыче песка территорий / Т.В. Нуреева, Н.А. Куклина, М.А. Карасева и др. // *Вестник Поволжского государственного технологического университета*. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. 2019. № 1 (41). С. 41-53. DOI: 10.25686/2306-2827.2019.1.41
22. *Карасев В.Н., Карасева М.А.* Диагностика жизненного состояния насаждений хвойных пород по биоэлектрическим показателям // *Вестник Поволжского государственного технологического университета*. Серия: Лес. Экология. Природопользование. 2016. № 2 (30). С. 24-45. DOI: 10.15350/2306-2827.2016.2.24
23. *Маторкин А.А., Карасева М.А.* Информативность импеданса прикамбиального комплекса тканей деревьев хвойных пород при диагностике их жизнеспособности // *Современная физиология растений: от молекул до экосистем: материалы докладов Международной конференции*. Сыктывкар, 2007. Часть 2. С. 265–266.
24. *Rnos-Rojasa L, Franco T., Gurovich A. A.* Electrophysiological assessment of water stress in fruit-bearing woody plants // *Plant Physiology*. 2014. Vol. 171. Pp. 799–806.
25. Bioimpedance Parameters as Indicators of the Physiological States of Plants in situ / E. Borges, M. Sequeira, A. F. V. Cortez et al. // *International Journal on Advances in Life Sciences*. 2014. Vol. 6. Pp. 74-86.
26. *Петухов И.Н.* Лесоводственная эффективность создания лесных культур сеянцами с закрытой корневой системой в условиях Костромской области // *Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник*. 2011. № 3. С. 33-35.
27. *Edward R. Wilson, Kristjan C. Vitols, Andrew Park.* Root characteristics and growth potential of container and bare-root seedlings of red oak (*Quercus rubra* L.) in Ontario, Canada // *New Forests*. 2007. Vol. 34. Pp. 163–176.
28. Comparison of container-grown *Pinus taeda* L. seedlings raised outdoors and in a growth chamber in sunlight / William A. Retzlaff, Ansel E. Miller, Robert M. Allen // *New Forests*. 1990. Vol. 4. Pp. 223-230.

Статья поступила в редакцию 17.10.19.

Принята к публикации 21.11.19.

#### Информация об авторах

*КАРАСЕВА Маргарита Антиповна* – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры лесных культур, селекции и биотехнологии, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – искусственное лесовосстановление и интродукция древесных растений Автор 140 научных публикаций.

*КАРАСЕВ Валерий Николаевич* – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры садово-паркового строительства, ботаники и дендрологии, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – экология и физиология древесных растений. Автор 130 научных публикаций.

*МУХОРТОВ Дмитрий Иванович* – доктор сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой лесных культур, селекции и биотехнологии, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – искусственное лесовосстановление, утилизация органических отходов и механизация лесохозяйственных работ. Автор 130 научных публикаций.

*ЛЕЖНИН Константин Трифонович* – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесных культур, селекции и биотехнологии, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – искусственное лесовосстановление и механизация лесохозяйственных работ. Автор 35 научных публикаций.

UDC 630\*232

DOI: 10.25686/2306-2827.2019.4.25

### GROWING RUSSIAN BROOM FOR SANDY SOILS PHYTOMELIORATION

*M. A. Karaseva, V. N. Karasev, D. I. Mukhortov, K. T. Lezhnin*

Volga State University of Technology,  
3, Lenin Sq., Yoshkar-Ola, 424000, Russian Federation  
E-mail: MuhortovDI@volgatech.net

**Keywords:** Russian broom (*Cutisus ruthenicus*); fertility; seeds; seedlings.

#### ABSTRACT

Russian broom (*Cutisus ruthenicus*) is one of the soil-improving and nitrogen-fixing plants. However, there is lack of study of agricultural methods of growing Russian broom for sandy soil phytomelioration. **The goal of the research is** to assess the Russian broom reproductive activity, to study the influence of the methods of seeds preparation and seeding time on morphometric figures of the containerized seedlings and their growth in plantations. **Objects and methods of research.** The biometric data and seed production of Russian broom was studied in dry and wet coniferous forests of Kokshayskoe forestry, the seedlings were grown in the greenhouse of Botanical Garden Institute, Volga State University of Technology (Republic of Mari El). To grow the containerized seedlings, Ardatov-40 containers (76 cm<sup>3</sup> cell volume) were used. **Results.** In wet coniferous forest, the height of Russian broom shrubs on the open area varies from 0.5 to 1.8 m. The mass of overground part is 1300 g, root system is up to 2.7 m in depth. Russian broom leaves contain 1.4% nitrogen, 0.113 % phosphorus, and 0.127 % potassium. The humus content in the soil under Russian broom crowns is 4.75 %, total nitrogen - 0.34 %. In plots with no Russian broom, there is half as much humus (1.86 %), the content of nitrogen - 0.11%. High intensity of physiologic processes of Scots pine in the plantations with Russian broom was determined, photosynthetic rate of pine in June was 4.2±0.36 mg CO<sup>2</sup> / g per hour, the content of total chlorophyll - 2.4±0.16 mg/g of dry weight. In pure plantations, these figures are 3.1±0.23 mg CO<sup>2</sup> / g per hour and 2.1±0.13 mg/g of dry weight, correspondingly. Mean seeds production of Russian broom is 155 g of one shrub, seed efficiency is 25.6 g. The seeds were scarified to overcome the seed coat impenetrability and get quick soaking of seeds. One-year seedlings of the scarified seeds are 24-28 cm in height, but in the check seeds their height is no more 20 cm. The positive impact of autumn seeds sowing in the containers on the height figures and the top of one-year seedlings was defined. The development of nodules of nitrogen-gathering bacteria on the roots was recorded. One-year plants grown of the seeds sowed in the containers in autumn show 21.0±1.0 cm mean height, the plants sowed in spring – 13.4±0.8 cm. The differences are vital at the confidence level 0.95,  $t_{table.} = 2.1$  at a  $t_{fact.} = 5.6$ . Survival ability of the containerized seedlings of Russian broom when establishing in the planting area is 100 %. **Conclusion.** When growing Russian broom, autumn seed sowing in the containers may be considered to be the most efficient method. Development of nodules of nitrogen-gathering bacteria on the roots of Russian broom in autumn sowings contributes to more intensive growth after its establishment in the planting area. Establishment of Scots pine plantations with Russian broom favours soil fertility, promotion the intensity to major physiologic process, stability improvement to the unfavourable factors, conservation of forest environment and biodiversity of artificial plantations.

## REFERENCES

1. Gazizullin A.Kh., Sabirov A.T. Osobennosti rosta vysokoproizvoditelnykh kultur sosny v Srednem Povolzhe v zavisimosti ot pochvenno-gruntovykh usloviy i pervonachalnoy gustoty [Growth characteristics of high productive pine plantations in the Middle Volga Region depending on the soil conditions and initial density]. *Lesovodstvo, lesnye kultury i agrolesomeliatsiya: mezhvuz sb. nauch.tr.* [Forestry, Forest Plantations, and Agroforestry: interuniversity collected papers]. Leningrad: LTA, 1990. Pp.79-85. (In Russ.).
2. Smirnov V.N., Ponomarev Yu.I., Smirnova A.I. Vliyanie rakitnika na svoystva peschanykh podzolistykh pochv [The influence of broom on the sand podsolich soil property]. *Lesnoe khozyystvo* [Forestry]. 1958. No 3. Pp. 25-27. (In Russ.).
3. Nezabudkin G. K., Karaseva M. A., Meledina L.A. Nekotorye voprosy biologii rakitnika russkogo [Some issues of biology of *Chamaecytisus ruthenicus*]. *Lesnaya geobotanika i biologiya drevesnykh rasteniy* [Forest Geobotany and Biology of Woody Plants]. Tula: Tulskiy politekhnicheskii institut, 1980. Pp. 65-67. (In Russ.).
4. Denisov S.A., Kalinin K.K., Besschetnov V.P. et al. Problemy vosproizvodstva sosnovykh lesov Srednego Povolzhya [The problems of pine forests regeneration in the Middle Volga Region]. *Vestnik Mariyskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Ser.: Les. Ekologiya. Prirodopolzovanie.* [Herald of Mari State Technical University. Ser.: Forest. Ecology. Nature Management]. 2012. No 1 (15). Pp. 12-21. (In Russ.).
5. Kalinin K. K. Drevesno-kustarnikovye porody pri sozdanii smeshannykh kultur sosny [Hardy-shrub species when establishing the mixed pine plantations]. *Lesnoe khozyystvo* [Forestry]. 2006. No 3. Pp. 37-39. (In Russ.).
6. Karaseva M.A., Lezhnin K.T. *Primenenie fitomeliorentov pri vyrashchivanii iskusstvennykh nasazhdeniy khvoynykh porod: monografiya* [Application of phytoameliorants when growing the artificial coniferous plantations: monograph]. Yoshkar-Ola: Mariyskiy gosudarstvennyy tekhnicheskii universitet, 2012. 160 p. (In Russ.).
7. Danilov M.D. *Sposoby ucheta urozhaynosti i vyyavleniya resursov dikorastushchikh plodovoyagodnykh rasteniy i sedobnykh gribov* [The Methods to consider the yield and reveal the resources of wild fruit and berry plants and edible fungi]. Yoshkar-Ola: Mariyskiy gosudarstvennyy tekhnicheskii universitet, 1973. 87 p. (In Russ.).
8. Ivanov L.A., Silina A.A., Tselniker Yu.L. O metode bystrogo vzveshivaniya dlya opredeleniya transpiratsii v estestvennykh usloviyakh [On the method of quick weighing to define the transpiration in the natural conditions]. *Botanicheskiy zhurnal* [Botanical Magazine]. 1950. Vol. 35, No 2. Pp. 171. (In Russ.).
9. Godnev T.N. Stroenie khlorofilla i metody ego kolichestvennogo opredeleniya [The chlorophyll compound and methods for its quantitative determination]. Minsk: Izd-vo AN BSSR, 1952. 327p. (In Russ.).
10. Karasev V.N., Karaseva M.A. *Ekologo-fiziologicheskaya diagnostika zhiznesposobnosti khvoynykh porod: monografiya* [Ecological and physiological diagnosis of coniferous species vitality: monograph]. Yoshkar-Ola: Povolzhskiy gosudarstvennyy tekhnologicheskii universitet, 2013. 216 p. (In Russ.).
11. Karaseva M.A., Lezhnin K.T., Matorkin A.A. Vliyanie fitomeliorentov na rost i ustoychivost kultur sosny i listvennitsy sibirskoy v Srednem Povolzhe [The influence of phytoameliorants on the growth and sustainability of pine and Siberian larch plantations in Middle Volga Region]. *Lesnoy Vesnik* [Forestry Bulletin]. 2007. No 4. Pp.38-42. (In Russ.).
12. Ryv B.V. Kornevaya gubka ne strashna [Pine fungus is not fearful]. *Les i chelovek* [Forest and Man]. Moscow, 1975. Pp.185-186. (In Russ.).
13. Grimalskiy V.I. Sozdanie sosnovykh nasazhdeniy ustoychivykh k vreditelyam i bolezniam [Establishment of pine plantations resistant to pests and diseases]. *Lesnoe khozyystvo* [Forestry]. 1980. No 11. Pp.51-52. (In Russ.).
14. Pryanishnikov N.D. Izbrannye socheneniya v 3kh t. [The selected works in three volumes.]. Moscow: Selkhozizdat, 1963. Vol. 2. 712 p. (In Russ.).
15. Vomperskiy S.E. Azotofiksatsiya v lesnykh biogeotsenozakh [Nitrogen fixation in forest biogeocenoses]. *Akademiya nauk SSSR, laboratoriya lesovedeniya* [Academy of Sciences of the USSR, Laboratory of Silviculture]. Moscow: Nauka, 1987. 150 p. (In Russ.).
16. Nikolaeva M.G. *Fiziologiya glubokogo pokoya semyan* [Physiology of deep dormancy of seeds]. Leningrad: Nauka, 1967. 207 p. (In Russ.).
17. Karaseva M.A., Karasev V.N., Lezhnin K.T. et al. Vliyanie fitomeliorentov na lesorastitelnye svoystva pochv i rost kultur sosny obyknovnoy v borovykh usloviyakh [The influence of phytoameliorants on the forest site properties of soils and Scots pine plantations in pine forests]. *Vestnik Kazanskogo agrarnogo universiteta* [Herald of Kazan Agrarian University]. 2014. Vol. 9 (№ 31). Pp. 122-125. (In Russ.).
18. *Kramer P.D., Kozlovskiy T.T. Fiziologiya drevesnykh rasteniy; per s angl* [Woody plants physiology: translated from English into Russian]. Moscow: Lesnaya promyshlennost, 1983. 464 p. (In Russ.).
19. Lir Kh., Polster G., Fidler G. *Fiziologiya drevesnykh rasteniy; per s nem* [Woody plants physiology: translated from German into Russian]. Leningrad: Lesnaya promyshlennost, 1974. 423 p. (In Russ.).

20. Karasev V.N., Karaseva M.A., Lezhnin K.T. et al. Vliyanie fitomeliorantov na fiziologicheskoe sostoyanie kultur sosny obyknovennoy [The Influence of the phytoameliorants on the physiological state of Scots pine plantations]. *Aktualnye problemy lesnogo kompleksa: Sbornik nauchnykh trudov po itogam mezhdunarodnoy nauchno-tehnicheskoy konferentsii* [Current Problems of Timber Complex: collected papers based on the International Scientific and Technical Conference]. Bryansk: BGI-TA, 2005. Iss. 10. Pp. 110-113. (In Russ.).

21. Nureeva T.V., Kuklina N.A., Karaseva M.A. et al. Primenenie lupina mnogoletnego pri biologicheskoy rekultivatsii narushennykh pri dobyche peska territoriy [Use of blue lupin in the biological recultivation of the disturbed in the sand mining lands]. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Seriya: Les. Ekologiya. Prirodopolzovanie* [Vestnik of Volga State University of Technology. Series: Forest. Ecology. Nature Management]. 2019. No 1 (41). Pp. 41-53. DOI: 10.25686/2306-2827.2019.1.41 (In Russ.).

22. Karasev V.N., Karaseva M.A. Diagnostika zhiznennogo sostoyaniya nasazhdeniy khvoynykh porod po bioelektricheskim pokazatelyam [Diagnostics of vital condition of coniferous plantations upon bioelectrical indicators]. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Seriya: Les. Ekologiya. Prirodopolzovanie* [Vestnik of Volga State University of Technology. Series: Forest. Ecology. Nature Management]. 2016. No 2 (30). Pp. 24-45. DOI: 10.15350/2306-2827.2016.2.24 (In Russ.).

23. Matorkin A.A., Karaseva M.A. Informativnost impedansa prikambialnogo kompleksa tkaney derevev khvoynykh porod pri diagnostike ikh

zhiznesposobnosti [Information content of impedance of precambial complex of tissues of coniferous species when diagnosing their viability]. *Sovremennaya fiziologiya rasteniy: ot molekul do ekosistem: materialy dokladov Mezhdunarodnoy konferentsii* [Modern plant physiology: from the molecules to ecosystems: proceedings of international conference]. Syktyvkar, 2007. Part 2. Pp. 265–266. (In Russ.).

24. Rnos-Rojasa L, Franco T., Gurovich A. A. Electrophysiological assessment of water stress in fruit-bearing woody plants. *Plant Physiology*. 2014, Vol. 171. Pp. 799–806.

25. Borges E., Sequeira M., Cortez A. F. V. et al. Bioimpedance Parameters as Indicators of the Physiological States of Plants in situ // *International Journal on Advances in Life Sciences*. 2014. Vol. 6. Pp. 74-86.

26. Petukhov I.N. Lesovodstvennaya effektivnost sozdaniya lesnykh kultur seyantsami s zakrytoy kornevoy sistemoy v usloviyakh Kostromskoy oblasti [Silvicultural efficiency to establish the plantations using the containerized seedlings in the conditions of Kostroma oblast]. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta lesa – Lesnoy vestnik* [Bulletin of Moscow State University of Forest– Forestry Bulletin]. 2011. No 3. Pp. 33-35. (In Russ.).

27. Edward R. Wilson, Kristjan C. Vitols, Andrew Park. Root characteristics and growth potential of container and bare-root seedlings of red oak (*Quercus rubra* L.) in Ontario, Canada. *New Forests*. 2007. Vol. 34. Pp. 163–176.

28. William A. Retzlaff, Ansel E. Miller, Robert M. Allen. Comparison of container-grown *Pinus taeda* L. seedlings raised outdoors and in a growth chamber in sunlight. *New Forests*. 1990. Vol. 4. Pp. 223-230.

The article was received 17.10.19.

Accepted for publication 21.11.19.

**For citation:** Karaseva M. A., Karasev V. N., Mukhortov D. I., Lezhnin K. T. Growing Russian Broom for Sandy Soils Phytomelioration. *Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Forest. Ecology. Nature Management*. 2019. No 4 (44). Pp. 25–35. DOI: 10.25686/2306-2827.2019.4.25

#### Information about the authors

*Margarita A. Karaseva* – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Chair of Forest Plantations, Selection, and Biotechnology, Volga State University of Technology. Research interests – artificial forest regeneration and introduction of woody species. The author of 140 scientific publications.

*Valeriy N. Karasev* – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Chair of Landscaping, Botany, and Dendrology, Volga State University of Technology. Research interests – ecology and physiology of woody plants. The author of 130 scientific publications.

*Dmitry I. Mukhortov* – Doctor of Agricultural Sciences, Head of the Chair of Forest Plantations, Selection, and Biotechnology, Volga State University of Technology. Research interests – artificial forest regeneration, utilization of organic wastes and mechanization of forestry activities. The author of 130 scientific publications.

*Konstantin T. Lezhnin* – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Chair of Forest Plantations, Selection, and Biotechnology, Volga State University of Technology. Research interests – artificial forest regeneration and mechanization of forestry activities. The author of 35 scientific publications.