

**ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ
И РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ.
БИОТЕХНОЛОГИИ
PROBLEMS IN ECOLOGY AND RATIONAL NATURE
MANAGEMENT. BIOTECHNOLOGIES**

УДК 582.475.4

DOI: 10.25686/2306-2827.2019.1.80

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ СПОСОБНОСТИ РАЗМНОЖЕНИЯ В КУЛЬТУРЕ
СОСНЫ ГОРНОЙ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕЙ ПОЛОСЫ РОССИИ**

А. А. Мамаев, Е. С. Жемкова, Ю. В. Граница

Поволжский государственный технологический университет,

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

E-mail: MamaevAA@volgatech.net

Цель исследования заключалась в определении способности размножения в культуре сосны горной в условиях средней полосы России для оценки адаптации интродуцированных таксонов на примере Республики Марий Эл. Для достижения поставленной цели на территории Ботанического сада-института ПГТУ были изучены естественное возобновление и искусственные посевы из местных семян, определены отпад и биометрические характеристики сеянцев. Проведённое обследование установило достаточно высокую степень адаптации интродуцированных таксонов сосны горной: естественное возобновление отсутствует, но возможна репродукция при семенном способе размножения путём искусственного посева, особенно с использованием закрытого грунта. Также установлена допустимость использования семян местной репродукции для промышленного выращивания посадочного материала.

Ключевые слова: сосна горная; интродукция; способность размножения в культуре; технологии выращивания сеянцев.

Введение. Сосна горная *Pinus mugo* Turra – вечнозелёный кустарник или дерево родом из горных районов Европы [1]. В настоящее время чаще всего применяется в ландшафтном дизайне, однако посадочный материал при этом поставляется, как правило, из европейских питомников, т. к. своя семенная и маточная база отсутствуют. Источником такой базы могли бы стать созданные ранее насаждения сосны горной. Сосна горная достаточно широко распространена в опытных культурах лесной зоны Европейской части РФ [2]. В

средней полосе России встречается не так часто. Работы по оценке перспективности использования сосны горной в данном регионе не закончены. В публикациях приведены результаты изучения состояния растений: динамики сезонного развития, зимостойкости, засухоустойчивости [3], жизнеспособности [4]. Исследовано и генеративное развитие: семеношение [5–7], морфологические характеристики шишек и семян [3, 6, 7], жизнеспособность пыльцы [3], посевные качества семян [7, 8]. На основе опубликованных результатов

© Мамаев А. А., Жемкова Е. С., Граница Ю. В., 2019.

Для цитирования: Мамаев А. А., Жемкова Е. С., Граница Ю. В. Определение способности размножения в культуре сосны горной в условиях средней полосы России // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. 2019. № 1 (41). С. 80–89. DOI: 10.25686/2306-2827.2019.1.80

установлена перспективность интродукции сосны горной [9], данная порода введена в категорию ограниченного пользования Ассортимента декоративных древесных видов растений для озеленения территории средней полосы России [10]. Более широкое применение сосны горной в данных условиях сдерживается отсутствием адаптированного посадочного материала из-за недостаточных сведений о способности размножения в культуре, поэтому изучение роста сеянцев сосны горной местной репродукции важно как для оценки устойчивости сосны горной в условиях средней полосы России, так и для разработки рекомендаций по её выращиванию. Поэтому наши исследования по сосне горной логически продолжились от изучения семенных особенностей и посевных качеств [6–8] к оценке возможности её размножения в культуре.

Цель работы – определение способности размножения в культуре сосны горной в условиях средней полосы России на примере Республики Марий Эл.

Для достижения цели работы решались следующие **задачи**:

- оценка естественного возобновления сосны горной;
- определение патологического отпада при искусственном посеве;
- определение линейных параметров сеянцев;
- определение биомассы сеянцев.

Объекты и методы исследований.

Объектом исследования стали таксоны сосны горной в коллекции Ботанического сада-института ПГТУ (далее – БСИ). Исследуемые таксоны расположены в экспозиции «Вересковый сад». Всего было обследовано три таксона: *P. tugo* var. *pumilio*, *P. tugo* var. *tighus*, *P. tugo*. Возраст таксонов от 12 до 21 года, растения характеризуются удовлетворительным состоянием [11].

Учёт естественного возобновления исследуемых таксонов был произведён

на учётных площадках размером 6×6 м согласно методическим указаниям¹.

Определение способности размножения в культуре сосны горной проводилось путём посева семян сосны горной местной репродукции и дальнейшей оценки состояния сеянцев^{2, 3}. Семена перед посевом обрабатывались общепринятыми для сосны обыкновенной методами⁴: намачивание в слабом растворе марганцево-кислого калия в течение 12 ч. для предохранения от плесневения и повышения устойчивости всходов и снегование в течение двух месяцев для повышения дружности всходов⁵.

Искусственные посевы с *P. tugo* были заложены в 2017–2018 гг. по двум технологиям выращивания: в открытом грунте питомника лесных и декоративных культур БСИ с дерново-подзолистыми среднесуглинистыми почвами (ОКС) [13, 14] и в закрытом грунте учебного теплично-лесопитомнического комплекса (ЗКС) [15, 16]. При выращивании сеянцев с ЗКС использовались контейнеры Plantek 81F, посев семян производился в субстрат из верхового торфа (© ООО «ВЕЛТОРФ») с мульчированием перлитом. Срок выращи-

¹ Методические указания по планированию, проектированию, приёмке, инвентаризации, списанию объектов лесовосстановления и лесоразведения и оценке эффективности мероприятий по лесовосстановлению и лесоразведению. М.: ВНИИЛМ, 2011. 98 с.

² Арестова С.В., Арестова Е.А. Оценка адаптации интродуцированных древесно-кустарниковых растений в условиях Саратовского Поволжья (методические рекомендации). Саратов: ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока», 2017. 28 с.

³ Методика полевого опыта по агротехнике выращивания сеянцев в лесном питомнике / Под ред. Смирнова Н.А. М.: Гос. ком. лесн. хоз. Сов. Мин. СССР, ВНИИЛМ, 1969. 36 с.

⁴ Наставление по выращиванию посадочного материала древесных и кустарниковых пород в лесных питомниках РСФСР. М.: Лесная промышленность, 1979. 175 с.

⁵ Новосельцева А.И., Смирнов Н.А. Справочник по лесным питомникам. М.: Лесная промышленность, 1983. 280 с.

вания семян с ОКС составил два года, ЗКС – один год.

Искусственные посевы с тремя таксонами *P. tugo* var. *pumilio*, *P. tugo* var. *tughus*, *P. tugo* были заложены в 2018 году в закрытом грунте учебного теплично-лесопитомнического комплекса БСИ с описанными выше условиями (ЗКС).

В течение вегетационных периодов 2017–2018 гг. на искусственных посевах производился мониторинг состояния по методике Н.М. Ведерникова [17], степень заражённости определена по отпаду всходов [18]. Осенью проведена инвентаризация⁶. Для проведения детального анализа семян было отобрано по три образца с каждого варианта с общим количеством семян в образце 30–50 шт. Образцы семян отбирались по методу глыбки. У семян оценивались биометрические параметры и воздушно-сухая масса органов исследуемых растений⁷. Результаты измерения обработаны математико-статистическими методами [19, 20]. Изменчивость признаков определена по А. С. Мамаеву [21].

Результаты и обсуждение. Учёт естественного возобновления сосны горной не выявил его наличие по всем исследуемым таксонам. Вероятная причина – отпад всходов вследствие заражённости семян и сильная конкуренция с местными видами растений. Данные об успешном естественном возобновлении сосны гор-

ной на территории России опубликованы только в одной работе [22]. Её автор, К.А. Корзников, делает вывод, что естественное расселение сосны горной приурочено исключительно к близким к естественному ареалу произрастания биотопам морских террас Анивского залива Охотского моря.

Мониторинг состояния посевов *P. tugo* при выращивании семян с ОКС выявил наличие значительного патологического отпада на этапах прорастания семян и появления всходов (табл. 1). Его значение (43,1 %) соответствует сильной степени заражённости посевов. Основная причина та же – заражённость исходного посевного материала и наличие возбудителей болезней в почве. При выращивании семян с ЗКС использовался верховой торф, уход за сеянцами включал систематические профилактические опрыскивания – поэтому патологический отпад составил менее 10 % (слабая заражённость).

По результатам инвентаризации посевов *P. tugo* (табл. 2) получены сопоставимые между собой данные учёта количества семян: среднее расчётное количество семян на один квадратный метр составило 550–586 шт., общий выход семян с 1 га: 3,7–3,9 млн. шт. Достоверность различий по средним значениям не подтверждена. Изменчивость признака колеблется от средней степени до повышенной.

Таблица 1

Патологический отпад всходов *P. Mugo*

Вариант опыта	Отпад всходов, %					
	загнивание семян		полегание всходов		Всего	
	X ± m	V, %	X ± m	V, %	X ± m	V, %
ОКС	21,5±2,72	21,9	21,7±2,49	19,9	43,1±5,04	20,3
ЗКС	7,0±1,80	44,6	2,9±0,40	23,9	9,9±2,14	37,4
НСР _{0,95}	9,06		7,00		15,22	
F _{расч.}	19,80		55,48		36,81	
F _{табл.}	7,71		7,71		7,71	

⁶ Указания по проектированию и технической приёмке работ по лесовосстановлению и выращиванию посадочного материала (утв. Рослесхозом 1 августа 1997 г.).

⁷ Методика полевого опыта по агротехнике выращивания семян в лесном питомнике / Под ред. Смирнова Н.А. М.: Гос. ком. лесн. хоз. Сов. Мин. СССР, ВНИИЛМ, 1969. 36 с.

Таблица 2

Данные инвентаризации семян *P. Mugo*

Вариант опыта	Количество семян, шт./п.м.		Количество семян, шт./м ²		Выход семян, тыс.шт./га	
	X ± m	V, %	X ± m	V, %	X ± m	V, %
ОКС	98,9 ± 6,18	10,80	585,7 ± 42,8	12,7	3 904,9 ± 285,35	12,7
ЗКС	-		549,8 ± 80,37	25,3	3 665,3 ± 535,85	25,3
F _{расч.}					0,16	
F _{табл.}					7,71	

Изучение биометрических параметров семян *P. mugo* с ОКС и ЗКС (табл. 3) показало преимущество варианта с ЗКС. В закрытом грунте за год выращивания были получены значительно более крупные семена по сравнению с открытым грунтом за два года. Средние значения биометрических параметров семян с ЗКС по высоте стволика и диаметру корневой шейки немного отстают от стандартных значений (ГОСТ 3317-90. Сеянцы деревьев и кустарников. Технические условия.), но находятся в допустимых границах наименьшего существенного различия с нормативом. Сеянцы с ОКС по биометрическим параметрам значительно уступали сеянцам с ЗКС за исключением длины корневой системы. Изменчивость признаков варьировалась от низкой до повышенной. Полученные сред-

ние значения высоты стволиков однолетних семян с ЗКС сопоставимы с данными по двухлетним сеянцам с ОКС для открытого грунта Калининградской области (10,5 см), опубликованными С.А. Терещенко и Е.А. Горбатенко [23].

Анализ воздушно-сухой массы растений *P. mugo* подтвердил преимущество технологии выращивания семян с ЗКС (табл. 4). Масса семян с ЗКС в 1,7 раза превышала массу семян с ОКС. По отдельным органам достоверные различия подтверждены по массе стволиков и мелких корней: превышение по ним составляло 2,1–2,2 раза. Изменчивость признаков варьировалась по технологиям: масса органов семян с ЗКС находилась в пределах от очень низкой до средней; масса органов семян с ОКС – от повышенной до высокой.

Таблица 3

Биометрические параметры семян *P. Mugo*

Вариант опыта	Высота стволика, см		Диаметр корневой шейки, мм		Длина корневой системы, см	
	X ± m	V, %	X ± m	V, %	X ± m	V, %
ОКС	5,3 ± 0,16	19,3	1,0 ± 0,04	26,7	15,3 ± 0,59	24,2
ЗКС	9,7 ± 0,31	17,9	1,6 ± 0,05	18,2	14,3 ± 0,62	24,2
Норматив	10,0		2,0		15,0	
НСР _{0,95}	1,1		0,4		-	
F _{расч.}	123,14		18,57		1,09	
F _{табл.}	7,71		7,71		7,71	

Таблица 4

Масса органов семян *P. mugo*, в пересчёте на 100 семян

Вариант опыта	Хвоя, г		Стволики, г		Надземная часть, г		Крупные корни, г		Мелкие корни, г		Подземная часть, г		Общая масса, г	
	X ± m	V, %	X ± m	V, %	X ± m	V, %	X ± m	V, %	X ± m	V, %	X ± m	V, %	X ± m	V, %
ОКС	22,4 ± 5,09	39,2	6,5 ± 1,34	35,5	29,0 ± 6,40	38,3	0,6 ± 0,27	73,3	7,3 ± 1,21	28,9	7,9 ± 1,48	32,3	36,9 ± 7,87	36,9
ЗКС	31,4 ± 1,17	6,5	14,5 ± 0,84	10,0	45,9 ± 2,00	7,6	1,3 ± 0,13	17,1	15,3 ± 1,20	13,5	16,6 ± 1,29	13,4	62,5 ± 3,29	9,1
НСР _{0,95}									4,7		5,5		23,7	
F _{расч.}	2,95		25,43		6,37		4,63		22,27		19,61		9,01	
F _{табл.}	7,71		7,71		7,71		7,71		7,71		7,71		7,71	

Исследование сеянцев подвидов сосны горной подтвердило выводы о сильной заражённости семян *P. mugo* var. *pumilio* [9]. Патологический отпад данного подвида в «стерильной» среде и при постоянном применении фунгицидов составил более 50 % (очень сильная заражённость). Патологический отпад *P. mugo* var. *mughus* (средняя заражённость) и *P. mugo* (слабая заражённость) в данных условиях значительно меньше (табл. 5).

Результаты инвентаризации не выявили достоверных различий по выходу сеянцев с единицы площади. Нами отмечена лишь высокая изменчивость у

P. mugo var. *pumilio* вследствие неравномерного патологического отпада всходов. У других таксонов изменчивость очень низкая (табл. 6).

Анализ биометрических параметров сеянцев подтвердил обособленность изучаемых подвидов (табл. 7). Так, *P. mugo* var. *pumilio* отличается по высоте стволиков, т. е. данный таксон растёт медленнее всех в высоту. Таксон *P. mugo* наиболее интенсивно растёт как по высоте стволиков, так и по диаметру корневой шейки. По длине корневой системы достоверные различия не выявлены. Изменчивость признаков варьируется от средней до повышенной.

Таблица 5

Патологический отпад всходов таксонов сосны горной

Наименование таксона	Отпад всходов, %					
	загнивание семян		полегание всходов		Всего	
	X ± m	V, %	X ± m	V, %	X ± m	V, %
<i>P. mugo</i> var. <i>mughus</i>	11,5±1,50	22,6	2,1±0,43	36,3	13,6±1,41	18,1
<i>P. mugo</i> var. <i>pumilio</i>	47,3±0,80	2,9	4,1±0,40	16,9	51,4±1,09	3,7
<i>P. mugo</i>	7,0±1,80	44,6	2,9±0,40	23,9	9,9±2,14	37,4
HCP _{0,95}	4,95		1,43		5,57	
F _{расч.}	238,79		6,17		204,95	
F _{табл.}	5,14		5,14		5,14	

Таблица 6

Данные инвентаризации сеянцев таксонов сосны горной, выращенных в теплице с ЗКС

Наименование таксона	Количество сеянцев на 1 м ²		Выход сеянцев с 1 га, тыс.шт.	
	X ± m	V, %	X ± m	V, %
<i>P. mugo</i> var. <i>mughus</i>	954,9±17,35	1,8	6366,3±115,67	3,1
<i>P. mugo</i> var. <i>pumilio</i>	752,3±163,27	21,7	5015,8±1088,50	37,6
<i>P. mugo</i>	642,3±26,51	4,1	4282,4±176,77	7,1
HCP _{0,95}			2218,09	
F _{расч.}			2,73	
F _{табл.}			5,14	

Таблица 7

Биометрические параметры сеянцев таксонов сосны горной, выращенных в теплице с ЗКС

Наименование таксона	Высота стволика, см		Диаметр корневой шейки, мм		Длина корневой системы, см	
	X ± m	V, %	X ± m	V, %	X ± m	V, %
<i>P. mugo</i> var. <i>mughus</i>	6,2 ± 0,13	15,4	1,7 ± 0,04	17,3	12,8 ± 0,46	27,4
<i>P. mugo</i> var. <i>pumilio</i>	4,3 ± 0,11	17,1	1,7 ± 0,04	15,1	13,5 ± 0,54	24,9
<i>P. mugo</i>	6,6 ± 0,15	14,4	2,1 ± 0,04	10,6	14,4 ± 0,51	21,9
HCP _{0,95}	0,6		0,1		-	
F _{расч.}	54,57		39,54		1,72	
F _{табл.}	5,14		5,14		5,14	

Таблица 8

Масса органов подвидов сосны горной, выращенных в теплице с ЗКС, в пересчёте на 100 семян

Наименование таксона	Хвоя, г		Стволики, г		Надземная часть, г		Крупные корни, г		Мелкие корни, г		Подземная часть, г		Общая масса, г	
	X±m	V, %	X±m	V, %	X±m	V, %	X±m	V, %	X±m	V, %	X±m	V, %	X±m	V, %
<i>P. mugo</i> var. <i>tughus</i>	35,3±0,54	2,7	11,8±0,15	2,3	47,1±0,46	1,7	1,5±0,16	19,2	19,5±0,18	1,6	21,0±0,17	1,4	68,1±0,41	1,0
<i>P. mugo</i> var. <i>pumilio</i>	29,7±2,77	16,2	9,7±0,58	10,4	39,4±3,35	14,7	3,5±1,15	56,6	19,5±2,04	18,1	23,1±2,74	20,6	62,4±6,08	16,9
<i>P. mugo</i>	52,5±1,20	3,9	16,3±0,29	3,1	68,7±1,05	2,6	2,7±0,22	14,7	27,7±1,39	8,7	30,3±1,42	8,1	99,1±1,60	2,8
НСП _{0,9}	6,1		1,3		7,1		–		5,0		6,2		12,6	
F _{расч}	44,98		75,88		55,58		2,26		10,82		7,58		29,40	
F _{табл}	5,14		5,14		5,14		5,14		5,14		5,14		5,14	

Анализ воздушно-сухой массы растений также подтвердил обособленность изучаемых подвидов сосны горной (табл. 8). Наименьшая масса вследствие небольших размеров семян определена у таксона *P. mugo* var. *pumilio*, наибольшие значения массы растений и их органов закономерно были отмечены у таксона *P. mugo*. Таксон *P. mugo* var. *tughus* как по биометрическим параметрам, так и по массе семян занял промежуточное среднее положение. Изменчивость признаков варьируется от очень низкой до средней за небольшим исключением (масса крупных корней у *P. mugo* var. *pumilio*).

Выводы. Проведённое обследование установило достаточно высокую степень адаптации интродуцированных таксонов сосны горной в условиях Республики Марий Эл: несмотря на полное отсутствие естественного возобновления, искусственные посевы местных семян показали свою эффективность.

Мониторинг патологического отпада установил высокие показатели заражённости посевов при выращивании сосны горной в открытом грунте питомника, несмотря на предварительную обработку семян. При выращивании семян с ОКС заражённость была в 4,4 раза выше чем

при выращивании семян с ЗКС. Значительный патологический отпад обусловлен заражённостью исходного посевного материала и наличием возбудителей болезней в почве. Из испытуемых подвидов сосны горной такой же результат был получен и при выращивании в «стерильной» среде *P. mugo* var. *pumilio* с ЗКС вследствие высокой поражённости семян данного таксона грибными заболеваниями.

Оценка роста семян сосны горной показала преимущество закрытого грунта. Однолетние семена с ЗКС были крупнее в 1,6 раза двухлетних семян с ОКС по линейным параметрам и в 1,7 раза больше по массе. Сравнение роста подвидов сосны горной подтвердило наличие видовых особенностей. Наименьшими биометрическими показателями характеризовался таксон *P. mugo* var. *pumilio*, наибольшие – отмечены у таксона *P. mugo*.

Результаты исследования подтверждают возможность использования семян местной репродукции для выращивания семян и перспективность применения контейнерного выращивания сосны горной в условиях закрытого грунта. Данная технология позволила получить более качественный посадочный материал за более короткое время.

Список литературы

1. Farjon A. Handbook of the World's Conifers (2 Vols.). Second Revised Edition. Brill, 2017. 1154 p.
2. Хвойные породы в озеленении Центральной России / Чернышов М.П., Арефьев Ю.Ф., Титов Е.В. и др.; под общей редакцией профессора М.П. Чернышова. М.: Колос, 2007. 328 с.

3. Лазарева С.М. Изменчивость и перспективность сосновых в культуре ex situ в подзоне южной тайги // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. 2013. № 3(19). С. 36-52.

4. Эколого-физиологическая оценка адаптации хвойных интродуцентов в Среднем Поволжье/ В.Н. Карасев, М.А. Карасева, Н. Е. Серебрякова и др. // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. 2014. № 4 (24). С. 55-66.
5. Лазарева С. М. Семеношение хвойных интродуцентов Ботанического сада МарГТУ // Вестник Марийского государственного технического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. 2007. № 1 С.30-39.
6. Мамаев А.А. Семенная продуктивность сосны горной в Ботаническом саду-институте ПГТУ / Вестник ландшафтной архитектуры. М.: МЭСХ, 2018. Вып. 14. С. 46-50.
7. Граница Ю. В., Мамаев А. А. Семеношение сосны горной в условиях Республики Марий Эл // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. 2018. № 2 (38). С. 84–93. DOI: 10.15350/2306-2827.2018.2.84
8. Мамаев А.А. Посевные качества семян сосны горной в Ботаническом саду-институте ПГТУ // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2018. № 4. С.107-110.
9. Лазарева С. М. Краткие итоги интродукции хвойных в Ботаническом саду МарГТУ // Лесной журнал. 2004. № 5. С. 26-32.
10. Декоративные древесные растения для озеленения. Краткое описание, основные приёмы выращивания в условиях Республики Марий Эл / Л.В. Александрова, Л.В. Сухарева, О.В. Василос и др.; отв. ред. С.М.Лазарева. Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2013. 136 с.
11. Коллекционные фонды Ботанического сада-института Марийского государственного технического университета / Л. И. Котова, С. М. Лазарева, Л. В. Сухарева [и др.]; отв. ред. С. М. Лазарева; изд. 2-е, доп., испр. Йошкар-Ола: Марийский государственный технический университет, 2011. 152 с.
12. Лазарева С. М. Основы интродукции и акклиматизации растений: научное издание. Йошкар-Ола: Изд-во МарГТУ, 2006. 84 с.
13. Романов Е.М. Выращивание сеянцев древесных растений: биоэкологические и агротехнические аспекты: Научное издание. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2000. 500 с.
14. Duryea, Mary L., and Thomas D. Landis (eds.). Forest Nursery Manual: Production of Bareroot Seedlings. Martinus Nijhoff/Dr W. Junk Publishers, The Hague/Boston/Lancaster, for Forest Research Laboratory, Oregon State University, Corvallis. 1984. 386 p.
15. Жигунов А. В. Теория и практика выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой. СПб.: СПбНИИЛХ, 2000. 293 с.
16. Landis, R.D.; Tinus, R.W.; McDonald et al. The container tree nursery manual. Agric. Handb. 674. Washington. DC: U.S. Department of Agriculture. 1989-1999. Vol. 1-6. 199 p.
17. Ведерников Н.М., Федорова Н.С. Интегрированная система выращивания и защиты сеянцев хвойных и лиственных пород от болезней в питомниках. Чебоксары, 1996. 39 с.
18. Журавлев И. И. Диагностика болезней леса по микроскопическим признакам. Л.: ЦНИИЛХ, 1958. 192 с.
19. Зайцев Г.Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М.: Наука, 1984. 484 с.
20. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
21. Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений. М.: Наука, 1973. 284 с.
22. Korznikov K.A. Naturalization of pinus mugo turra (pinaceae) in southeast Sakhalin, Russia // Botanica Pacifica: a Journal of Plant Science and Conservation. 2016. Vol. 5. № 1. Pp. 95-98.
23. Терещенко С. А., Горбатенко Е. А. Семенное размножение сосны (Pinus L.) в условиях Калининградской области // Известия Калининградского государственного технического университета. 2012. № 27. С. 173-177.

Статья поступила в редакцию 26.11.18.

Принята к публикации 25.02.19.

Информация об авторах

МАМАЕВ Алексей Александрович – магистрант, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – лесные и декоративные питомники, лесные культуры. Автор 40 публикаций.

ЖЕМКОВА Елена Семеновна – магистрант, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – лесные культуры. Автор пяти публикаций.

ГРАНИЦА Юлия Владимировна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий кафедрой садово-паркового строительства, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – ландшафтная архитектура. Автор 76 научных и 26 учебно-методических публикаций.

UDC 582.475.4

DOI: 10.25686/2306-2827.2019.1.80

**DEFINITION THE CAPABILITY OF MOUNTAIN PINE
FOR PRAPAGATION IN THE PLANTATIONS
(CENTRAL PART OF RUSSIA)**

A. A. Mamaev, E. S. Zhemkova, Yu. V. Granitsa

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

Keywords: mountain pine; introduction; capability for propagation in plantations; technologies for growing the seedlings.

ABSTRACT

Introduction. Mountain pine is not widely used in the zone of mixed coniferous-broad leaved forests of Russia. It is explained with no adapted planting material due to lack of information about the capability for propagation of mountain pine in plantations. **The goal of the research** is to determine the capability for propagation of mountain pine in plantations in the zone of mixed coniferous-broad leaved forests (Russia). The following problems were set in the article: 1) to assess the natural regeneration of mountain pine; 2) to determine the pathological mortality of mountain pine when artificial planting; 3) to define the linear parameters of seedlings; 4) to assess the biomass of seedlings. **Objects and methods of research.** Three taxons of mountain pine (*P. mugo* var. *pumilio*, *P. mugo* var. *mughus*, and *P. Mugo*) of Botanic Garden-Institute (Volga State University of Technology) were studied. Prior sowing, the seeds were put in weak solution of $KMnO_4$ for 12 hours to disinfect the seeds and to improve the stability of seedlings. Then, the seeds were stratified in the snow for two months. The seedlings were growing in open ground (two years) and in a greenhouse (one year). The greenhouse seedlings were grown in Plantek 81F containers. When monitoring the seeds, an assessment for infestation was made and biometric parameters of seedlings were recorded. **Results.** There was no natural regeneration in all the studied taxons. A possible reason is the mortality of seedlings (43,1 % on the field and 10% under coverage) due to infestation of seeds and strong competition with the local species. Pathological mortality of *P. Mugo* var. *Pumilio* was more than 50 %. At that, *P. Mugo* var. *Pumilio* seedlings were constantly treated with fungicides. Pathological mortality of *P. Mugo* var. *mughus* and *P. mugo* in the same conditions is much lower. The weight of the containerized seedlings is 1,7 times higher than the weight of bare-rooted seedlings. Significant difference (in 2,1–2,2 times) was found in the weight of stipitates and rootlets. The analysis of biometric parameters indicated that *P. Mugo* var. *pumilio* grew slower in comparison with other examined pines. Taxon *P. mugo* grows intensively both in height of stipitates and in the diameter of root collar. No significant difference in length of roots was revealed. **Conclusion.** High level of adaptation of the introduced taxons of mountain pine to the conditions of mixed coniferous-broad leaved forest was found. The artificially sowed seeds of local origin showed high efficiency. When growing the containerized seedlings, their mortality decreases in 4,4 times. One-year containerized seedlings of a greenhouse are 1,6 times larger than 2-year seedlings of open ground by linear parameters and 1,7 times larger by weight. *P. mugo* var. *Pumilio* taxon showed the lowest biometric parameters, *P. mugo* taxon showed the highest biometric parameters. Thus, it is very promising for using the seeds of local origin to grow the containerized seedling of mountain pine in greenhouses.

REFERENCES

1. Farjon A. Handbook of the World's Conifers (2 Vols.). *Second Revised Edition*. Brill, 2017. 1154 p.
2. Chernyshov M.P., Arefev Yu.F., Titov E.V. et al. *Khvoynye porody v ozelenenii Tsentralnoy Rossii; pod obshchey redaktsiey professora M.P. Chernyshova* [Coniferous Species for Landscape Gardening in the Central Part of Russia; under the general editorship of prof. M.P.Chernyshov]. Moscow: Kolos, 2007. 328 p. (In Russ.).
3. Lazareva S.M. *Izmenchivost i perspektivnost sosnovykh v kulture ex situ v podzone yuzhnoy taygi* [Variability and Perspective of Pine Family in the Ex Situ Culture in the South Taiga Subzone]. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Ser. Les. Ekologiya. Prirodopolzovanie*. [Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Forest. Ecology. Nature Management]. 2013. No 3(19). Pp. 36-52. (In Russ.).

4. Karasev V.N., Karaseva M.A., Serebryakova N.E. et al. *Ekologo-fiziologicheskaya otsenka adaptatsii khvoynykh introdutsentov v Srednem Povolzhe* [Ecological and Physiological Assessment of Adaptation of Coniferous Introduced Species in the Middle Volga Region]. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Ser. Les. Ekologiya. Prirodopolzovanie* [Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Forest. Ecology. Nature Management.]. 2014. No 4 (24). Pp. 55-66. (In Russ.).
5. Lazareva S.M. *Semenoshenie khvoynykh introdutsentov Botanicheskogo sada MarGTU* [Seed Production of the Introduced Species (Coniferous Species) in the Botanic Garden of MarSTU.]. *Vestnik Mariyskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Ser.: Les. Ekologiya. Prirodopolzovanie*. [Herald of Mari State Technical University. Ser.: Forest. Ecology. Nature Management.]. 2007. No 1 Pp. 30-39. (In Russ.).
6. Mamaev A.A. *Semennaya produktivnost sosny gornoy v Botanicheskom sadu-institute PGU* [Seed Production of Mountain Pine in the Botanic Garden-Institute of Volga Tech]. *Vestnik landshaftnoy arkhitektury* [Vestnik of Landscape Tending]. Moscow: MESKh, 2018. Iss. 14. Pp. 46-50. (In Russ.).
7. Granitsa Yu. V., Mamaev A. A. *Semenoshenie sosny gornoy v usloviyakh Respubliki Mariy El* [Seed Production of Mountain Pine in Mari El Republic]. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Ser. Les. Ekologiya. Prirodopolzovanie* [Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Forest. Ecology. Nature Management.]. 2018. No 2 (38). Pp. 84-93. (In Russ.).
8. Mamaev A.A. *Posevnye kachestva semyan sosny gornoy v Botanicheskom sadu-institute PGU* [Sowing Qualities of the Seeds of Mountain Pine in the Botanic Garden-Institute of Volga Tech]. *Mezhdunarodnyy zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk* [International Journal of Humanities and Natural Sciences]. 2018. No 4. Pp. 107-110. (In Russ.).
9. Lazareva S. M. *Kratkie itogi introduktsii khvoynykh v Botanicheskom sadu MarGTU* [Summary for Introduction of the Coniferous Species in the Botanic Garden-Institute of MarSTU]. *Lesnoy zhurnal* [Forestry Journal]. 2004. No 5. Pp. 26-32. (In Russ.).
10. Aleksandrova L.V., Sukhareva L.V., Vasilius O.V. et al. *Dekorativnye drevesnye rasteniya dlya ozeleneniya. Kratkoe opisanie, osnovnye priemy vyrashchivaniya v usloviyakh Respubliki Mariy El; otv. red. S.M.Lazareva* [Ornamental Woody Plants for Gardening. Short Summary, Basic Procedure for Growing the Plants in Mari El Republic; executive editor – S.M.Lazareva]. Yoshkar-Ola: Povolzhskiy gosudarstvennyy tekhnologicheskii universitet, 2013. 136 p. (In Russ.).
11. Kotova L.I., Lazareva S.M., Sukhareva L.V. et al. *Kollektsionnye fondy Botanicheskogo sada-instituta Mariyskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta; otv. red. S. M. Lazareva; izd. 2-e, dop., ispr.* [Collection Funds of Botanic Garden-Institute of Mari State Technical University; executive editor - S. M. Lazareva; second edition, enlarged and improved]. Yoshkar-Ola: Mariyskiy gosudarstvennyy tekhnicheskii universitet, 2011. 152 p. (In Russ.).
12. Lazareva S. M. *Osnovy introduktsii i akklimatizatsii rasteniy: nauchnoe izdanie* [The Fundamentals of Introduction and Establishment of Plants: scientific publication]. Yoshkar-Ola: Izd-vo MarGTU, 2006. 84 p. (In Russ.).
13. Romanov E.M. *Vyrashchivanie seyantsev drevesnykh rasteniy: bioekologicheskie i agrotekhnicheskie aspekty: Nauchnoe izdanie* [Growing the Seedlings of Woody Plants: Bioecological and Agrotechnical Aspects: scientific publication]. Yoshkar-Ola: MarGTU, 2000. 500 p. (In Russ.).
14. Duryea, Mary L., and Thomas D. Landis (eds.). *Forest Nursery Manual: Production of Bareroot Seedlings*. Martinus Nilhoff/Dr W. Junk Publishers, The Hague/Boston/Lancaster, for Forest Research Laboratory, Oregon State University, Corvallis. 1984. 386 p.
15. Zhigunov A. V. *Teoriya i praktika vyrashchivaniya posadochnogo materiala s zakrytoy kornevoy sistemoy* [Theory and Practice for Growing the Containerized Planting Material]. Saint-Petersburg: SPbNIILKh, 2000. 293 p. (In Russ.).
16. Landis, R.D.; Tinus, R.W.; McDonald et al. *The container tree nursery manual*. Agric. Handb. 674. Washington. DC: U.S. Department of Agriculture. 1989-1999. Vol. 1-6. 199 p.
17. Vedernikov N.M., Fedorova N.S. *Integriruvannaya sistema vyrashchivaniya i zashchity seyantsev khvoynykh i listvennykh porod ot bolezney v pitomnikakh* [An Integrated System for Growing and Protection of the Seedlings of Coniferous and Broad-leaved Species against Diseases in the Nurseries]. Cheboksary, 1996. 39 p. (In Russ.).
18. Zhuravlev I. I. *Diagnostika bolezney lesa po mikroskopicheskim priznakam* [Diagnostics of Forest Diseases Based on Microscopic Symptoms]. Leningrad: TsNIILKh, 1958. 192 p. (In Russ.).
19. Zaytsev G.N. *Matematicheskaya statistika v eksperimentalnoy botanike* [Mathematical Statistics in the Experimental Botany]. Moscow: Nauka, 1984. 484 p. (In Russ.).
20. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy); 5-e izd., dop. i pererab.* [Methodology of Field Experiment (with the basic principles of statistical treatment of research results); 5th edition, enlarged and improved]. Moscow: Agropromizdat, 1985. 351 p. (In Russ.).

21. Mamaev S.A. *Formy vnutrividovoy izmenchivosti drevesnykh rasteniy* [The Forms of Intra-species Variability of Woody Plants]. Moscow: Nauka, 1973. 284 p. (In Russ.).

22. Korznikov K.A. Naturalization of pinus mugo turra (pinaceae) in southeast Sakhalin, Russia. *Botanica Pacifica: a Journal of Plant Science and Conservation*. 2016. Vol. 5. No 1. Pp. 95-98.

23. Tereshchenko S. A., Gorbatenko E. A. Semennoe razmnuzhenie sosny (Pinus L.) v usloviyakh Kaliningradskoy oblasti [Seedage of Pine (Pinus L.) in the Kaliningrad Oblast]. *Izvestiya Kaliningradskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [News of Kaliningrad State Technical University]. 2012. No 27. Pp. 173-177. (In Russ.).

The article was received 26.11.18.

Accepted for publication 25.02.19.

For citation: Mamaev A. A., Zhemkova E. S., Granitsa Yu. V. Definition the Capability of Mountain Pine for Propagation in the Plantations (Central Part of Russia). *Vestnik of Volga State University of Technology*. Ser.: Forest. Ecology. Nature Management. 2019. No 1 (41). Pp. 80–89. DOI: 10.25686/2306-2827.2019.1.80

Information about the authors

Alexey A. Mamaev – Master`s student, Volga State University of Technology. Research interests – forest tree and ornamental nurseries, forest plantations. The author of 40 publications.

Elena S. Zhemkova – Master`s student, Volga State University of Technology. Research interests – forest plantations. The author of five publications.

Yulia V. Granitsa – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Head of the Chair of Landscaping, Volga State University of Technology. Research interests – landscape tending. The author of 76 scientific and 26 academic publications.