

ИНТРОДУКЦИЯ РЕСУРСНЫХ ВИДОВ

ИТОГИ ИНТРОДУКЦИИ *PINUS PUMILA* (PINACEAE) В УСЛОВИЯХ КАРЕЛЬСКОГО ПЕРЕШЕЙКА (ЛЕНИНГРАДСКАЯ ОБЛАСТЬ)

© 2021 г. Л. П. Трофимук¹, *, Р. К. Пузанский¹, А. В. Карамышева¹

¹Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, г. Санкт-Петербург, Россия

*e-mail: radoste@yandex.ru

Поступила в редакцию 30.12.2020 г.

После доработки 08.02.2021 г.

Принята к публикации 10.06.2021 г.

Кедровый стланик *Pinus pumila* (Pall.) Regel успешно акклиматизирован на Научно-опытной станции Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН “Отрадное” (НОС “Отрадное”) на северо-востоке Карельского перешейка в Приозерском р-не Ленинградской обл. Это самая долгоживущая (64 года) и вторая по численности растений (22 растения) популяция кедрового стланика в Ленинградской обл. Кедровый стланик выращен из семян, привезенных из мест его естественного произрастания. Есть генеративное и вегетативное потомство из местных растений. Проведено обследование этой популяции с анализом данных в группах, различающихся по происхождению семян или черенков. Выделены экотипы кедрового стланика, пригодные для использования в озеленении на Северо-Западе России.

Ключевые слова: Кедровый стланик, *Pinus pumila*, акклиматизация, научно-опытная станция “Отрадное”, Ленинградская область

DOI: 10.31857/S0033994621030092

Научно-опытная станция Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН “Отрадное” (НОС “Отрадное”) расположена на северо-востоке Карельского перешейка в Приозерском р-не Ленинградской обл. (60°49’02” N 30°13’28” E) вблизи пос. Плодовое, на 100 км севернее г. Санкт-Петербурга и на 25 км южнее г. Приозерска, на северном берегу оз. Отрадное (финское название Рухäjärvi), на площади 69 га. Она основана в 1946 г. Тогда же был основан дендрарий, в настоящее время занимающий территорию более 5 га.

На протяжении истории существования НОС “Отрадное” интродукции хвойных (Coniferae) уделялось значительное внимание, что отображено в работах [1–4]. В книге О.А. Связевой с соавт. [5] приводятся данные по таксономическому составу коллекции на основании данных инвентаризации 1998–1999 гг. Наиболее подробное описание коллекции хвойных растений приведено в работе Л.В. Орловой с соавторами [6].

Кедровый стланик *Pinus pumila* (Pall.) Regel это перспективная культура для озеленения на Северо-Западе России [7]. В настоящее время мы имеем ограниченное число примеров успешной интродукции этого растения в г. Санкт-Петербурге и Ленинградской обл. Особый интерес представ-

ляет опыт интродукции *P. pumila*, проведенный в НОС “Отрадное”. Первые посевы семян кедрового стланика, полученных из лесхоза “Алексеевский” (Приморский край), были проведены осенью 1955 г. В 1956 г. были получены обильные всходы *P. pumila* (более 3000 экз.) [5, с. 27, 222]. В настоящее время сохранившиеся экземпляры кедрового стланика в НОС “Отрадное” в возрасте 64 лет являются самыми старыми растениями в г. Санкт-Петербурге и Ленинградской обл. Следующими по возрасту являются растения в Ботаническом саду Петра Великого Ботанического института имени В.Л. Комарова РАН в г. Санкт-Петербурге на участках 101 и 128. Их возраст составляет 48 лет [7]. В последующие годы неоднократно проводился посев семян *P. pumila* из природного ареала: в 1980 г. посеяны семена с берегов р. Амга (Алданский р-н, Якутия), в 1983 г. — семена из Магаданской обл. [5, с. 222]. Так же неоднократно проводился посев местных семян. *P. pumila* начал регулярно плодоносить с 1969 г., и его семена высевались 5 раз с 1969 по 1986 гг. [5, с. 125–126]. В 1980–1985 гг. Ю.А. Лукс неоднократно экспериментировал с вегетативным размножением кедрового стланика черенками с использованием стимуляторов укоренения (гетероауксин). Выход укорененных черенков составил от 5 до 10% [5, с. 99].



Рис. 1. Кедровый стланик (*Pinus pumila*) на территории НОС “Отрадное”.

Fig. 1. Dwarf Siberian pine (*Pinus pumila*) at the Otradnoe Scientific Experimental Station.

В настоящее время сохранилось одно растение, выращенное из черенков. Всего сохранилось 22 экземпляра *P. pumila*. Авторы статьи [6] выделили в НОС “Отрадное” форму с сизой хвоей, проявляющуюся у отдельных особей — кедровый стланик, ф. сизая *Pinus pumila* (Pall.) Regel f. *glauca* Regel.

Цель данной работы — провести оценку современного состояния коллекции *Pinus pumila* в НОС “Отрадное” с попыткой выделения экотипов, пригодных для использования в озеленении на Северо-Западе России.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объектами исследования являлись 22 растения *Pinus pumila* в коллекции научно-опытной станции Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН “Отрадное” (рис. 1). Кедровый стланик в НОС “Отрадное” растет на средних и тяжелых суглинках, тяжелых глинах, под пологом других растений или имеет частичное притенение. Почвы кислые и слабокислые с pH 4.5–6.2. В засушливые годы наблюдается глубокое пересыхание и растрескивание почвы.

Оценку жизненного состояния растений проводили по методике В.А. Алексеева [8]: 1 — здоровые, 2 — поврежденные (ослабленные), 3 — сильно поврежденные (сильно ослабленные), 4 — отмирающие, 5а — свежий сухостой, 5б — старый сухостой. Оценка обмерзания проводилась по

шкале П.И. Лапина [9]. Высоту растений определяли нивелирной рейкой. Обследование растений проводилось в весенне-летние периоды 2017–2020 гг. Высота растений до 3.00 м измерялась мерной нивелирной рейкой с точностью до 0.01 м, свыше 3.0 м до 5.30 м — с точностью до 0.1 м. Диаметр ствола измерялся на высоте 1.3 м от корневой шейки. Замеры средних годовых приростов проводилось в 4 точках по сторонам света в трехкратной повторности.

Глазомерную оценку семеношения проводили по методике В.Г. Каппера [11, 12] по шестиступенчатой шкале, где 0 — пыления и урожая нет, 1 — очень слабое пыление или очень плохой урожай, 2 — слабое пыление и слабый урожай, 3 — среднее пыление или средний урожай, 4 — хорошее пыление или хороший урожай, 5 — очень хорошее пыление или очень хороший урожай. Качество семян предварительно оценивалось рентгенографическим методом на аппаратно-программном комплексе на основе передвижной рентгенодиагностической установки ПРДУ-02 [10]. Коэффициент увеличения изображения составлял 3.0× для рентгеновской съемки. Организация-разработчик и предприятие-изготовитель: ЗАО “ЭЛТЕХ-Мед”, Санкт-Петербург, Россия.

При определении степени поражения растений сибирским кедровым хермесом (*Pineus cembrae*) использовалась лесопатологическая методика [15]. Степень поражения оценивалась по

шкале: 0 – отсутствует, 1 – единично, 2 – слабо, 3 – умеренно, 4 – сильно, 5 – очень сильно [16].

Статистическую обработку данных проводили в среде языка R 3.6 (R Core Team R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2020, URL <https://www.R-project.org/>). Данные проверяли на нормальность распределения (тест Шапиро–Уилка) и однородность дисперсий (тест Флигнера–Киллена), для сравнения нескольких выборок применяли дисперсионный анализ (ANOVA) и апостериорный тест Тьюки.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящее время в коллекции НОС “Отрадное” сохранилось 22 экземпляра кедрового стланика. Здесь растения *Pinus pumila* представляют собой куст или небольшое дерево, имеющее 1–6 стволов. Самое большое растение имеет высоту 5.1 м, самая большая экспозиция кроны 6.5×7.0 м. Максимальный годовой прирост составил $153 \pm \pm 44$ мм (замерялись приросты 2016–2020 гг.). Средняя продолжительность жизни хвои 2–4 года. В 2019 г. семеношение наблюдалось у 59% растений, в 2020 г. у 18% растений. В 2021 г. урожай семян будет у 41% растений (по однолетним незрелым шишкам). Морозостойкость всех растений *P. pumila* по П.И. Лапину [9] – 1.

Мы разделили все растения на 5 групп по происхождению семян или черенков, из которых они были выращены:

1-ая группа выращена из семян, полученных Ю.А. Луксом из Магаданской обл., посев весна 1984–1985 гг. Включает 2 растения возрастом 35 и 36 лет, одно из которых имеет форму многоствольного дерева высотой 5.1 м при диаметре стволов до 90 мм. Такая биоморфа кедрового стланика характерна для Магаданской обл. [17]. Другое растение кустообразной формы. Окраска хвои светло-голубая.

2-ая группа выращена из семян, собранных в НОС “Отрадное”, посев 1984–1986 гг. Информация о маточных растениях *P. pumila*, с которых собраны семена, утрачена. Это второе генеративное поколение *P. pumila*, представлено двумя растениями кустообразной формы возрастом 34 и 36 лет. Окраска хвои светло-голубая.

3-я группа выращена из семян лесхоза “Алексеевский”, Приморский край. Посев семян проводился осенью 1955 г. Всходы появились в июне 1956 г. Возраст растений 64 года. Это самые долгоживущие экземпляры *P. pumila* в Ленинградской обл. Группа представлена 12 растениями кустообразной формы. Группа уникальна тем, что

кедровый стланик проявил свое естественное свойство образования придаточных корней на стволе и ветвях с отмиранием основного стелющегося ствола [13, 14]. За время жизни некоторые растения продвинулись в направлениях С → Ю и С → ЮВ на 1.4–2.1 м. Такого явления больше нигде в Санкт-Петербурге и Ленинградской обл. не обнаружено. Окраска хвои голубая. В 2019 г. 2 растения усохли.

4-я группа выращена из черенков, которые отбирались в НОС “Отрадное”. Это второе вегетативное поколение *P. pumila*, представленное двумя растениями кустообразной формы возрастом 30 и 39 лет. Окраска хвои сизая. Это форма *P. pumila* f. *glauca*, выделенная авторами статьи [6].

5-я группа выращена из семян, собранных в Якутии. Посеяны весной 1980 г. после стратификации. Группа состоит из 4 растений кустообразной формы возрастом 40 лет. Окраска хвои от зеленой до сизой.

Групповые параметры растений *P. pumila* в НОС “Отрадное” приведены в табл. 1. Проанализированы различия между пятью группами растений *P. pumila* в НОС “Отрадное”. Сравнительный анализ средних значений высоты (рис. 2a) показал, что растения пяти исследованных групп не различаются по данному параметру (ANOVA $p = 0.48$). Отсутствие значимых различий (ANOVA $p = 0.21$) показал и анализ площади кроны (рис. 2b). Растения из группы 3 (Приморский край) имели высокие средние значения этого параметра, но при этом продемонстрировали сравнительно большой разброс значений. Аналогичная ситуация наблюдалась и при анализе доли сухих ветвей (рис. 2c). Можно предположить, что высокая вариабельность площади кроны растений из Приморского края связана, по крайней мере частично, с неравномерным распределением количества сухих ветвей в кронах. Об этом свидетельствует наличие корреляции между площадью кроны и долей сухих ветвей ($r = 0.54$, $p = 0.01$).

Анализ величин годового прироста за 2016–2020 гг. (рис. 3) выявил их достоверное различие (ANOVA $p < 0.001$). Согласно апостериорному тесту Тьюки, прирост в группе 3 (Приморский край) ниже, чем в других группах. Кроме того, наблюдался более высокий прирост у растений, выращенных из семян, собранных в Магаданской обл. (группа 1), по сравнению с растениями из семян Якутии (группа 5) и растениями из семян НОС (группа 2) в 2017 г.

Анализ величин суммарного прироста за 2016–2020 гг. (рис. 4) также показал наличие достоверных различий (ANOVA $p < 0.001$). По апостериорному тесту Тьюки прирост в группе 3 (Примор-

Таблица 1. Характеристика групп растений *Pinus pumila* в НОС “Отрадное”**Table 1.** Characteristics of *Pinus pumila* plant groups at the Otradnoe Scientific Experimental Station

Параметры Criteria	Группа Group				
	1	2	3	4	5
Количество экземпляров Number of specimens	2	2	12	2	4
Возраст, лет Age, years	35–36	34–36	64	30–39	40
Жизненное состояние, балл ¹ Vitality group, points ¹	1	1–2	2–3*	1	1–2
Максимальная высота, м Maximum height, m	5.1	2.9	3.3	3.9	4.0
Средняя высота, м Average height, m	3.75 ± 1.35	2.85 ± 0.15	2.87 ± 0.72	3.20 ± 0.70	3.22 ± 0.67
Максимальная проекция кроны, м Maximum crown projection, m	2.7 × 3.7	2.8 × 3.2	6.5 × 7.0	3.1 × 3.9	3.2 × 4.4
Среднее количество стволов, шт. Average number of trunks, pcs.	2.5	2.0	5.7	4.5	4.0
Максимальный диаметр ствола, мм Maximum diameter of trunk, mm	90	65	125	55	70
Средний диаметр стволов, мм Average diameter of trunks, mm.	58 ± 27	44 ± 21	56 ± 38	43 ± 12	44 ± 25
Доля сухих ветвей, % Proportion of dry branches, %	3.5	5	20.6*	5.5	6.5
Средняя длина хвои, мм Average length of needles, mm	65 ± 5	70 ± 5	58 ± 7*	68 ± 6	69 ± 6
Балл семеношения в годы исследований ² Seed yield in the years of the study ² , points					
2017	2	1	1	0	1
2018	3	0	1	1	2
2019	4	2	1	2	2
2020	2	2	0*	1	1
2021**	2	1	1*	1	1
Средний линейный прирост побегов в годы исследований, мм Average shoot length increment in the years of the study, mm					
2016	136 ± 38	98 ± 24	55 ± 21	112 ± 31	109 ± 27
2017	138 ± 42	83 ± 26	52 ± 22	97 ± 23	83 ± 20
2018	125 ± 32	91 ± 28	51 ± 26	91 ± 22	93 ± 33
2019	113 ± 35	98 ± 24	54 ± 30*	92 ± 25	86 ± 26
2020	110 ± 31	92 ± 25	50 ± 21*	90 ± 28	82 ± 25
Балл поражения сибирским кедровым хермесом (<i>Pineus cembrae</i>) ³ Infestation by Siberian cedar hermes (<i>Pineus cembrae</i>) ³ , points	2	1	1–2	1	1

Таблица 1. Окончание

Параметры Criteria	Группа Group				
	1	2	3	4	5
Время жизни хвои, лет. Needle life span, years.	3	3–4	2–3	3–4	3

Примечания: ¹ 1 – здоровые; 2 – поврежденные (ослабленные); 3 – сильно поврежденные (сильно ослабленные). ² 0 – пыления и урожая нет; 1 – очень слабое пыление или очень плохой урожай; 2 – слабое пыление и слабый урожай; 3 – среднее пыление или средний урожай; 4 – хорошее пыление или хороший урожай. ³ 1 – единично; 2 – слабо. * не учтены 2 растения, усохшие в 2019 г. ** учтены мегастробилы урожая 2021 г.

Notes: ¹ 1 – healthy; 2 – damaged (weakened); 3 – severely damaged (severely weakened). ² 0 – no pollen shedding and no yield; 1 – very weak pollen shedding or very low yield; 2 – weak pollen shedding and low yield; 3 – medium pollen shedding or medium yield; 4 – good pollen shedding or good yield. ³ 1 – single; 2 – low. * two plants that died off in 2019 are not considered. ** the megastrobili of 2021 are taken into account.

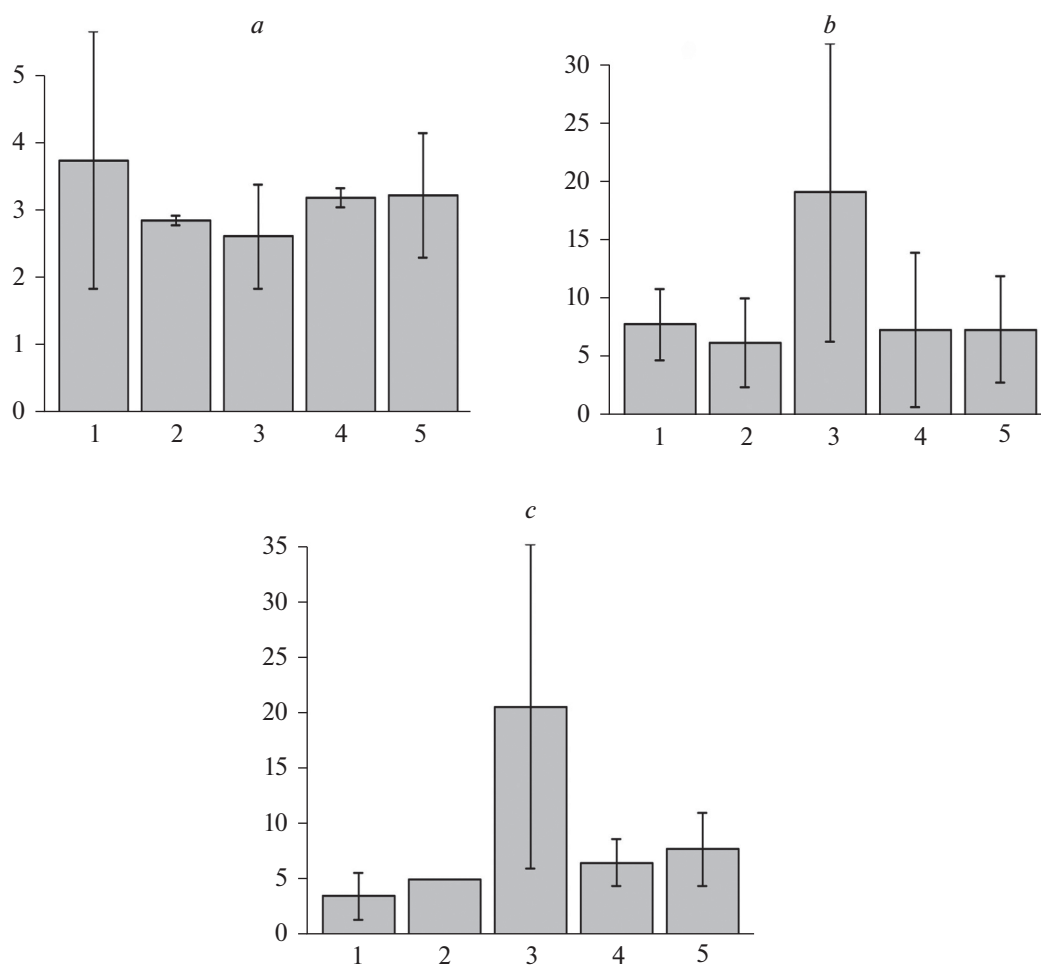


Рис. 2. Высота (a), площадь кроны (b) и доля сухих ветвей (c) особей *Pinus pumila* на территории НОС Отрадное (средние значения и стандартное отклонение).

a. По горизонтали – Группы особей; по вертикали – Высота, м.

b. По горизонтали – Группы особей; по вертикали – Площадь кроны, м².

c. По горизонтали – Группы особей; по вертикали – Доля сухих ветвей, %.

Fig. 2. Height (a), crown area (b), and proportion of dry branches (c) of *Pinus pumila* individuals at the Otradnoe Scientific Experimental Station (mean values and standard deviation).

a. X-axis – Groups of individuals; y-axis – Height, m.

b. X-axis – Groups of individuals; y-axis – Crown area, m².

c. X-axis – Groups of individuals; y-axis – proportion of dry branches, %.

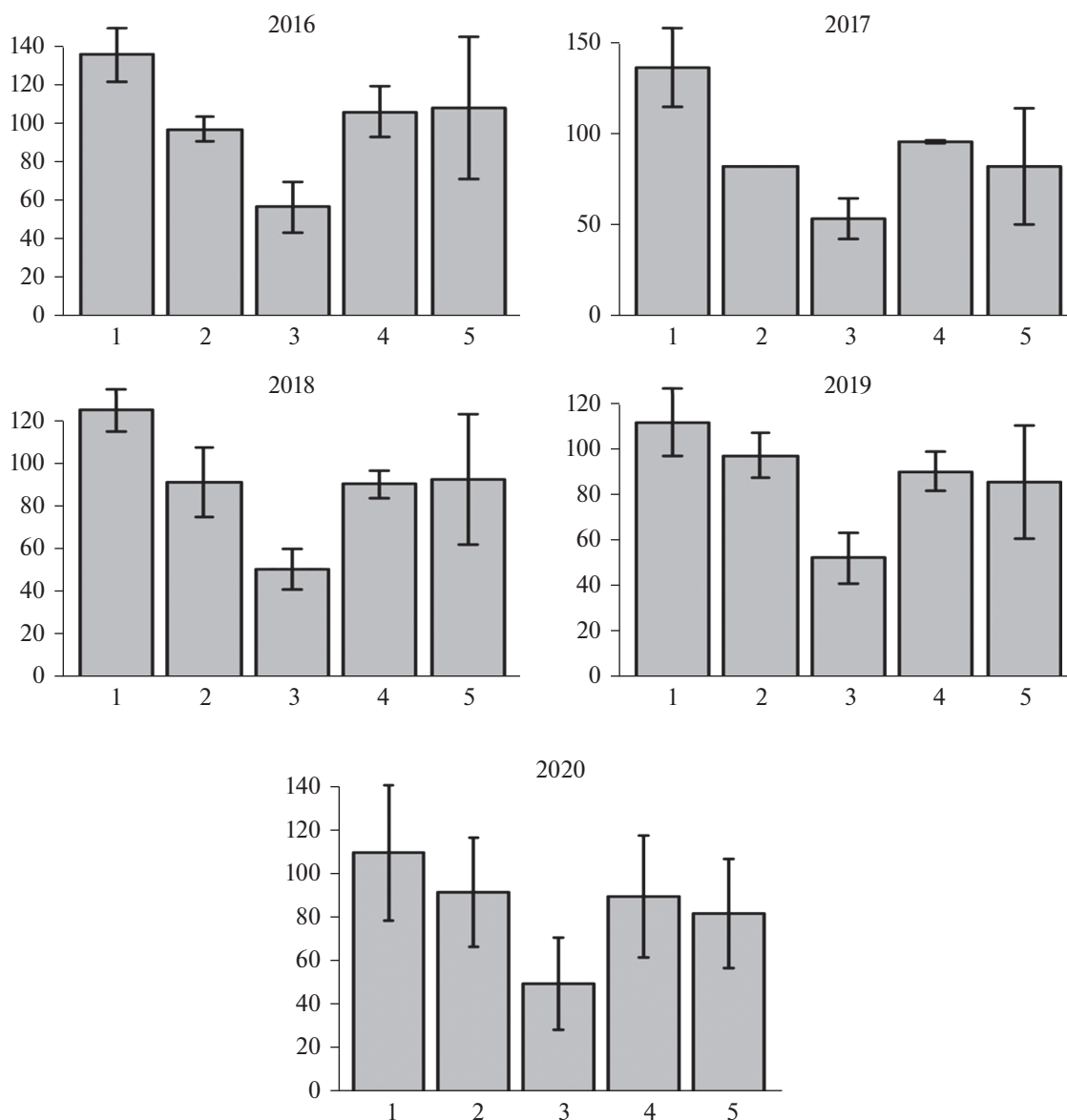


Рис. 3. Линейные годовые приросты особей *Pinus pumila* на территории НОС “Отрадное” за последние 5 лет (средние значения и стандартное отклонение).

По горизонтали — группы особей; по вертикали — годичный прирост, мм.

Fig. 3. Annual length increment of *Pinus pumila* individuals at the Otradnoe Scientific Experimental Station over the last 5 years (mean values and standard deviation).

X-axis — groups of individuals; y-axis — annual increment, mm.

ский край) был достоверно ниже, чем во всех остальных группах ($p \leq 0.01$).

Обычно *P. pumila* представляет собой многоствольный кустарник или небольшое многоствольное дерево. Многоствольное растение имеет более декоративную форму. Поэтому мы проанализировали в группах различия по количеству стволов у каждого растения (рис. 5a) и по их среднему диаметру (рис. 5b). Ни количество стволов, ни их средний диаметр не показали статистиче-

ски значимых различий (ANOVA $p > 0.1$). Вновь можно отметить высокую гетерогенность популяции 3 (Приморский край).

Анализ семеношения *P. pumila* показал, что бал семеношения по В.Г. Капперу почти всегда невысокий (табл. 1). Это обусловлено неблагоприятными условиями произрастания кедрового стланика — тяжелыми кислыми почвами, частичным притенением, повреждением хермесом. В засушливые годы мегастробилы частично опадают, что

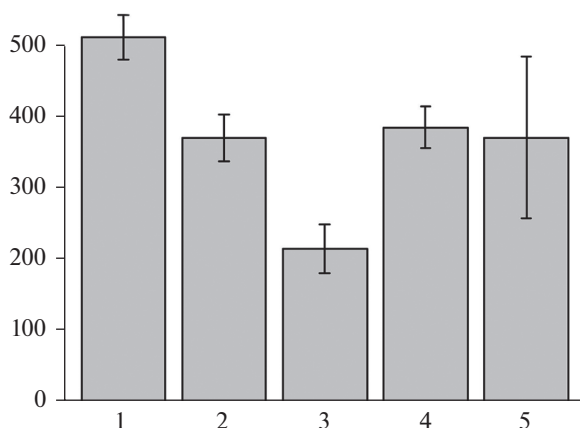


Рис. 4. Суммарный прирост за 2016–2020 гг. особей *Pinus pumila* на территории НОС “Отрадное” (средние значения, интервалы – стандартное отклонение (SD)).

По горизонтали – группы особей; по вертикали – суммарный прирост, мм.

Fig. 4. Cumulative increment of *Pinus pumila* individuals in 2016–2020 at the Otradnoe Scientific Experimental Station (mean values, intervals – standard deviation (SD)).

X-axis – groups of individuals; y-axis – total growth, mm.

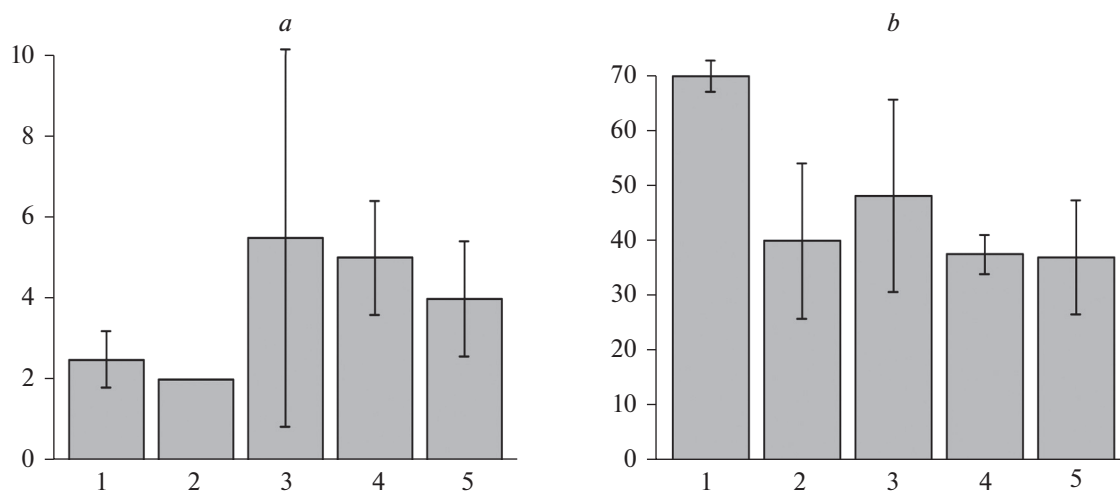


Рис. 5. Количество (a) и средний диаметр стволов (b) особей *Pinus pumila* на территории НОС “Отрадное” (средние значения и стандартное отклонение).

а. По горизонтали – группы особей; по вертикали – количество стволов, шт.

б. По горизонтали – группы особей; по вертикали – средний диаметр ствола, мм.

Fig. 5. Number (a) and the average diameter of the trunks (b) of *Pinus pumila* individuals at the Otradnoe Scientific Experimental Station (mean values, intervals – standard deviation (SD)).

a. X-axis – groups of individuals; y-axis – number of trunks, pcs.

b. X-axis – groups of individuals; y-axis – average diameter of trunks, mm.

снижает урожай. Как в 2019 г., когда растения показали наибольший урожай, так и в целом с 2017 по 2021 гг. уровень семеношения был наиболее высоким в группе 1, наименьшим – в группе 3, а группы 2, 4 и 5 показали сходный уровень семеношения (рис. 6, 7).

Сбор семян *P. pumila* проводился в последние 3 года. Так как уже в июле семена полностью съе-

дались белками, весной незрелые шишки закрывались 2 слоями тонкой металлической сетки (рис. 8). Таким образом, удавалось собрать некоторое количество семян. Характеристики шишек и семян приведены в табл. 2.

Для изучения качества семян *P. pumila* проведено их рентгенографическое исследование. Были исследованы семена урожая 2019 г. в трех из

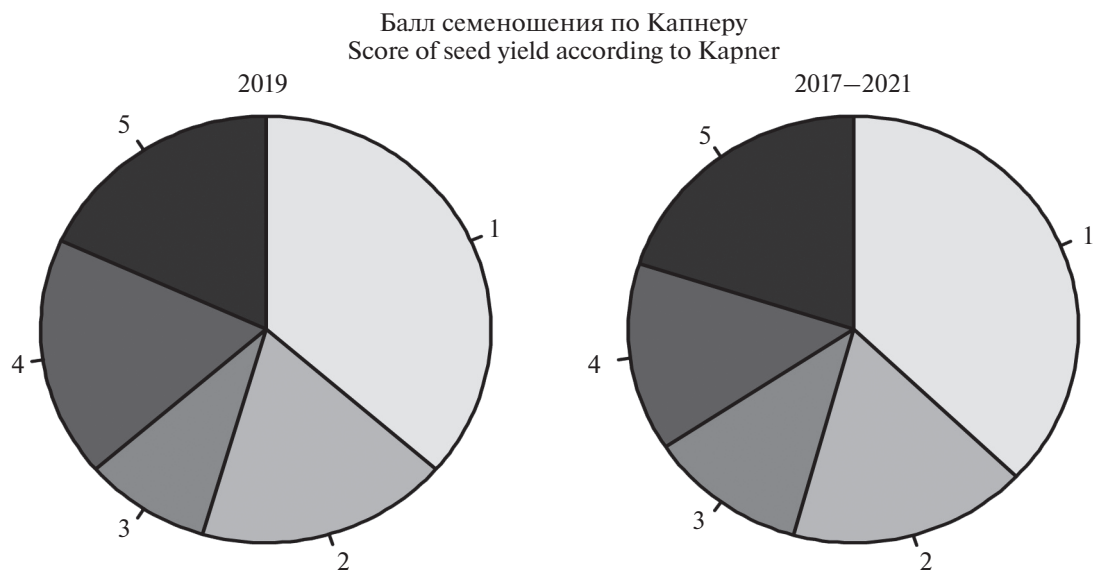


Рис. 6. Соотношение разных групп особей *Pinus pumila* на территории НОС “Отрадное” по доле семяносящих растений. Номерами обозначены группы растений.

Fig. 6. The ratio of different groups of *Pinus pumila* individuals at the Otradnoe Scientific Experimental Station by the proportion of seed-bearing plants. The numbers indicate the groups of plants.



Рис. 7. *a* – Микростробилы *Pinus pumila* 29.05.2020 г. *b* – Мегастробилы *Pinus pumila* 17.06.2018 г.

Fig. 7. *a* – *Pinus pumila* microstrobili, May 29, 2020. *b* – *Pinus pumila* megastrobili, June 17, 2018.



Рис. 8. а – Шишки *Pinus pumila* 17.06.2017 г. б – Укрытие шишек от поедания белками 02.07.2020 г.
 Fig. 8. а – Cones of *Pinus pumila*, June 17, 2017. б – Cones protected from being eaten by squirrels, July 2, 2020.

Таблица 2. Характеристики шишек и семян *Pinus pumila*, собранных на территории НОС “Отрадное”
 Table 2. Characteristics of cones and seeds of *Pinus pumila* collected at the Otradnoe Scientific Experimental Station

Параметры Criteria	Группа Plant groups				
	1	2	3	4	5
Дата сбора Collection date	22.08.2019	04.09.2020	22.08.2019	22.08.2019	04.09.2020
Собрано шишек шт. Number of collected cones pcs.	6	3	5	2	5
Средняя масса шишки, г Average cone weight, g	7.91 ± 0.37	3.44 ± 0.19	4.16 ± 0.22	5.95 ± 0.30	3.03 ± 0.15
Средняя длина шишки, мм Average cone length, mm	57 ± 12	39 ± 7	42 ± 7	35 ± 5	38 ± 8
Средняя ширина шишки, мм Average cone width, mm	30 ± 7	25 ± 4	24 ± 5	26 ± 5	24 ± 6
Средняя масса семенных чешуй, г Average weight of seed scales, g	2.93 ± 0.27	2.29 ± 0.14	1.65 ± 0.17	1.92 ± 0.24	2.17 ± 0.12
Число семян в шишке, шт. Number of seeds in a cone, pcs.	32	11	31	14	10
Масса 1000 шт. семян, г 1000 seed weight, g	101.59	72.42	62.12	114.81	53.19

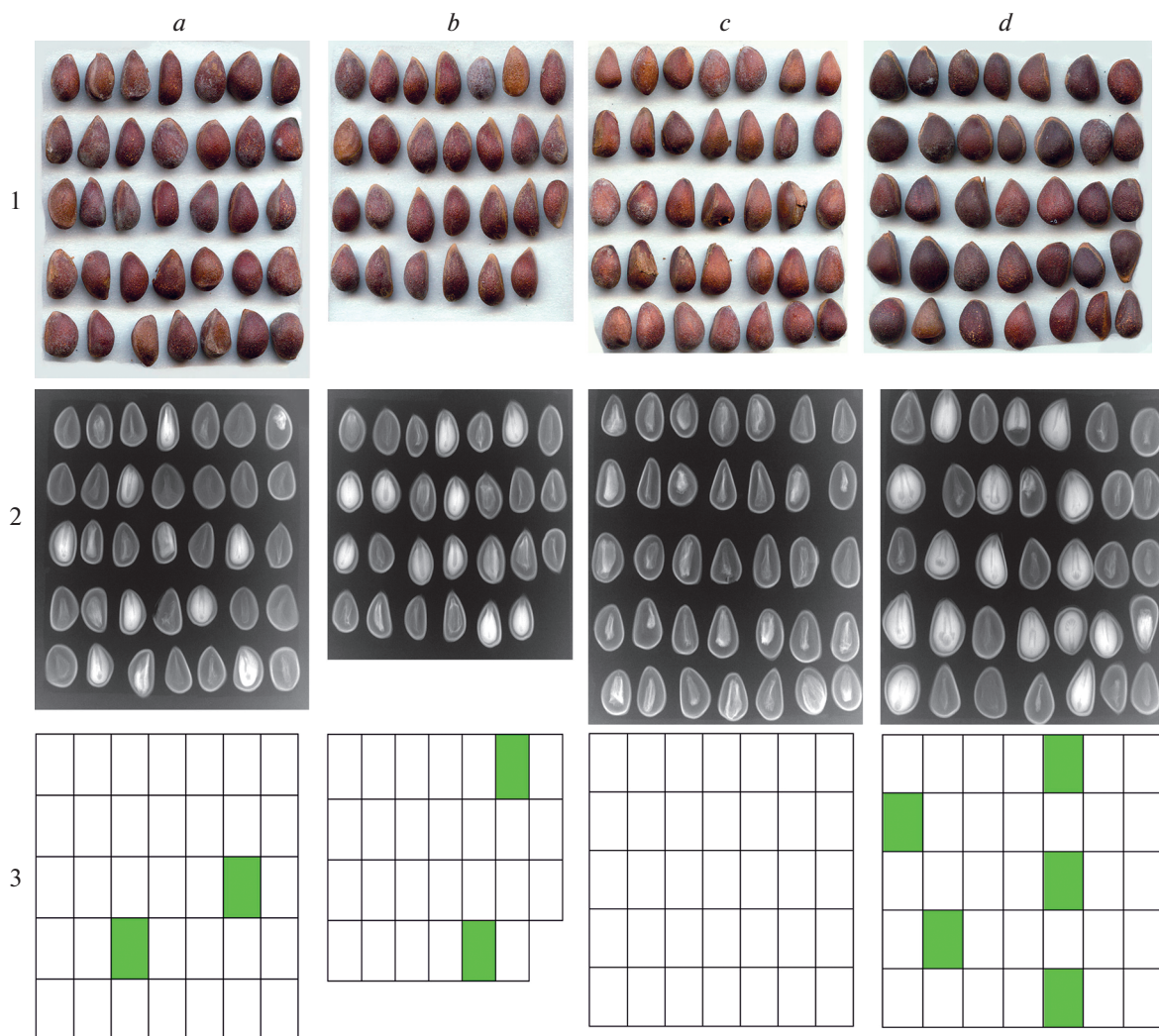


Рис. 9. Результаты рентгенографического исследования семян *Pinus pumila* из НОС “Отрадное”.

По горизонтали: а – Группа 1 НОС “Отрадное”; б – Группа 4 НОС “Отрадное”; с – Группа 3 НОС “Отрадное”; d – Гора Красная, окрестности Южно-Сахалинска, остров Сахалин.

По вертикали: Ряд 1 – внешний вид семян; Ряд 2 – рентгенограммы семян; Ряд 3 – результаты проращивания семян (зеленым отмечены проросшие семена).

Fig. 9. X-ray examination of the *Pinus pumila* seeds from the Otradnoe Scientific Experimental Station.

X-axis: а – Group 1, SES Otradnoe; б – Group 4, SES Otradnoe; с – Group 3, SES Otradnoe; d – Mount Krasnaya near Yuzhno-Sakhalinsk, Sakhalin Island.

Y-axis: row 1 – seeds appearance; row 2 – radiographs of seeds; row 3 – results of seed germination (germinated seeds are marked in green).

пяти группах: 1-ой, 4-ой и 3-ей. Для контроля качества были использованы семена из природного ареала, собранные в 2019 г. на горе Красная в окр. Южно-Сахалинска, о. Сахалин.

По результатам рентгенографии была определена полнотелость семян (рис. 9). Наружных повреждений семян нет, как нет и повреждений энтомофитов. У семян выявлены следующие скрытые дефекты: пустотелость, несформированность эндосперма и зародыша, невыполненность. После проведения исследования семена были посеяны в ящики в том порядке, как

они представлены на рентгенограмме (посев 19.03.2020). Результаты испытаний представлены в табл. 3. Как было показано в предыдущих работах [18, 19], качественные показатели семян, собранных в г. Санкт-Петербурге и Ленинградской обл., несколько уступают показателям семян, собранных в природном ареале *P. pumila*. Это еще раз подтвердилось на примере семян из НОС “Отрадное” (табл. 3).

При обследовании посадок в ноябре 2018 г. около 3-ей группы растений был обнаружен самосев в количестве 5 экземпляров, высотой 50–



Рис. 10. Кедровый стланчик поврежденный сибирским кедровым хермесом (*Pineus cembrae*). НОС “Отрадное” 02.07.2020 г.

Fig. 10. Dwarf Siberian pine tree damaged by Siberian cedar herms (*Pineus cembrae*). Otradnoe Scientific Experimental Station, July 2, 2020.

200 мм, в возрасте 4–7 лет. Два растения были перенесены на питомник (табл. 4).

Растения умеренно повреждены сибирским кедровым хермесом (*Pineus cembrae*) (рис. 10). Максимальный бал поражения не более 3. Повре-

ждения хермесом обнаружены у 36% растений. При обследовании в 2018 г. на двух растениях было обнаружено незначительное поражение пузырчатой ржавчиной сосны (возбудитель гриб *Cronartium ribicola*) и на трех растениях болезнь

Таблица 3. Качественные показатели семян *Pinus pumila* из НОС “Отрадное” (А, В, С) и природного ареала (D)
Table 3. Qualitative indicators of *Pinus pumila* seeds from the Otradnoe Scientific Experimental Station (A, B, C) and from the natural habitat (D)

Опыт Experiment	Полнозернистость, % Seed fullness, %	Абсолютная всхожесть, % Absolute germination, %	Грунтовая всхожесть, % Ground germination, %	Средняя высота сеянцев, мм* Average height of seedlings, mm*
A	17	33.3	5.7	31 ± 2
B	37	20.0	7.4	32 ± 4
C	0	0	0	—
D	43	33.3	14.3	44 ± 7

Примечания: * определена 25.11.2020.

Notes: * observation of November 25, 2020.

Таблица 4. Характеристика сеянцев *Pinus pumila*, перенесенных на питомник в 2018 г.**Table 4.** Characteristics of *Pinus pumila* seedlings transferred to the nursery in 2018

No	Высота на 20.06.2020, мм Height on June 20, 2020, mm	Прирост 2019 г., мм Increment in 2019, mm	Прирост 2020, мм Increment in 2020, mm	Цвет хвои Needle color	Длина хвои, мм Needle length, mm
1	160	52 ± 16	55 ± 18	Голубая Blue	59 ± 5
2	220	58 ± 24	60 ± 22	Зеленая Green	62 ± 7

усыхания хвои и побегов (возбудитель гриб *Votryosphaeria ribis*). После удаления поврежденных побегов и обработки раствором медного купороса болезни не возобновились.

Все измеренные и проанализированные параметры в 5-ти группах кедрового стланика указывают на его успешную акклиматизацию в НОС “Отрадное”. Наилучшие результаты показала первая группа растений, выращенная из семян, полученных из Магаданской обл. Эта группа отличается наиболее высоким уровнем жизненного состояния, наиболее высокой скоростью роста и регулярным обильным семеношением. У растений 2-ой группы (второе генеративное поколение в НОС “Отрадное”), 4-ой группы (второе вегетативное поколение в НОС “Отрадное”) и 5-ой группы, выращенной из семян, собранных в Якутии, приблизительно одинаковые показатели. Наиболее низкие параметры выявлены у растений 3-ей группы, выращенных из семян лесхоза “Алексеевский”, Приморский край. Это самая долгоживущая группа (возраст растений 64 года). Результаты сильно ухудшают 2 экземпляра, усохших в 2019 г. и несколько ослабленных растений. В то же время, можно сказать, что и эта группа успешно акклиматизирована. Это единственная группа, в зоне произрастания которой найден самосев. Рентгенографическое исследование с последующим проращиванием семян показало их жизнеспособность. Хотя качественные показатели семян *P. pumila* собранных в НОС “Отрадное” уступают аналогичным показателям семян, собранных в природном ареале.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

За годы существования НОС “Отрадное” был поставлен масштабный и самый длительный опыт по акклиматизации *Pinus pumila* в условиях Северо-Запада России. По данным обследований в течение 5-ти лет, самой долгоживущей (64 года) и второй по численности (22 экземпляра) группы растений кедрового стланика в Ленинградской обл., выращенной из семян, привезенных из мест его естественного произрастания, а также генератив-

ному и вегетативному потомству из местных растений, можно сделать вывод о позитивном результате этого опыта. Все измеренные и проанализированные параметры растений указывают на успешную акклиматизацию кедрового стланика в НОС “Отрадное”. Все 5 выделенных нами групп растений устойчивы к неблагоприятным условиям на северном берегу оз. Отрадное. Кедровый стланик в условиях НОС “Отрадное” абсолютно зимостоек. Он имеет регулярное семеношение, есть генеративное и вегетативное потомство. Это позволяет создать независимую от мест естественного произрастания популяцию *P. pumila* для использования в озеленении на Северо-Западе России, в частности в г. Санкт-Петербурге и Ленинградской обл. По результатам наших исследований мы считаем кедровый стланик перспективной культурой для использования в озеленении в качестве парковых посадок на Северо-Западе России.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках государственного задания по плановым темам “Коллекции живых растений Ботанического института им. В.Л. Комарова – история, современное состояние, перспективы использования” (№ АААА-А18-118032890141-4) и “Оценка изменений корреляционной структуры метаболитных сетей в процессе роста и развития грибов и растений с позиции системной биологии” (№ АААА-А18-118032390136-5).

Авторы выражают глубокую благодарность сотрудникам ФГБНУ Агрофизического научно-исследовательского института Н.С. Прияткину, М.В. Архипову, Л.П. Гусаковой и П.А. Шукиной за помощь в рентгенографическом исследовании семян.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лукс Ю.А., Самбук С.Г. 2002. Коллекции научно-опытной станции “Отрадное” — Растения открытого грунта Ботанического сада Ботанического института им. В. Л. Комарова. СПб. 191–227.
2. Фирсов Г.А., Орлова Л.В. 2008. Хвойные в Санкт-Петербурге. СПб. 336 с.

3. Фирсов Г.А., Васильев Н.П., Бялт В.В., Орлова Л.В., Волчанская А.В. 2009. Древесные растения “Красной книги” России на научно-опытной станции “Отрадное” Ботанического института РАН. — Научное обозрение. 6: 14–21.
4. Лукс Ю.А. 1990. Интродукционный питомник Ботанического сада БИН АН СССР на Карельском перешейке. — Бюллетень Главного ботанического сада АН СССР. 157: 99–103.
https://www.gbsad.ru/science/doc/biulleten_gbs_1990_157.pdf
5. Связева О.А., Лукс Ю.А., Латманизова Т.М. 2011. Интродукционный питомник Ботанического института им. В.Л. Комарова на северо-востоке Карельского перешейка (Ленинградская область). СПб. 343 с.
6. Орлова Л.В., Фирсов Г.А., Васильев Н.П., Бялт В.В., Волчанская А.В. 2014. Хвойные (Coniferae) научно-опытной станции Отрадное Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН. — Вестник СПбГУ. Сер. 3(2): 66–76.
<https://biocomm.spbu.ru/article/view/1136/990>
7. Орлова Л.В., Фирсов Г.А., Трофимук Л.П., Карамышева А.В. 2019. Кедровый стланик (*Pinus pumila* (Pall.) Regel, Pinaceae) — история изучения, современное состояние в ботанических садах Санкт-Петербурга и перспективы его использования в озеленении на Северо-Западе России — Hortus Botanicus. 14: 73–93,
<https://doi.org/10.15393/j4.art.2019.6445>
8. Алексеев В.А. 1989. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев — Лесоведение. 4: 51–57.
9. Лапин П.И. 1967. Сезонный ритм развития древесных растений и его значение для интродукции — Бюллетень Главного ботанического сада АН СССР. 65: 13–18.
https://www.gbsad.ru/science/doc/biulleten_gbs_1967_065.pdf
10. Архипов М.В., Прияткин Н.С., Гусакова Л.П., Карамышева А.В., Трофимук Л.П., Потрахов Н.Н., Бессонов В.Б., Шукина П.А. 2020. Методика микрофокусной рентгенографии для выявления скрытой дефектности семян древесных лесных пород и других видов сосудистых растений. — Журн. техн. физики. 90(2): 338–346.
<https://doi.org/10.21883/JTF.2020.02.48830.178-19>
11. Каннер В.Г. 1930. Об организации ежегодных систематических наблюдений над плодоношением древесных пород. — Труды по лесному опытному делу. Вып. 8. С. 103–139.
12. Редько Г.И., Мерзленко М.Д., Бабич Н.А. 2016. Лесные культуры. В 2 ч. Часть 1: учебник для академического бакалавриата 2-е издание, исправленное и дополненное. М. 225 с.
13. Серебряков И.Г. 1962. Экологическая морфология растений. М. 378 с.
14. Нешатаева В.Ю. 2011. Сообщества кедрового стланика (*Pinus pumila* (Pall.) Regel) полуострова Камчатка — Растительность России. СПб. 19: 71–100.
<https://doi.org/10.31111/vegrus/2011.19.71>
15. Мозолевская Е.Г., Катаев О.А., Соколова Э.С. 1984. Методы лесопатологического обследования очагов стволовых вредителей и болезней леса. М. 152 с.
16. Фирсов Г.А., Варфоломеева Е.А., Хмарик А.Г. 2017. Хвойные растения, поражаемые семейством Хермесовые (Adelgidae), и меры борьбы с его представителями в Санкт-Петербурге. — Вестник Удмуртского университета, Серия биология. Науки о Земле. 27(4): 473–480.
17. Москалюк Т.А. 2018. Типы иразновидности экобиоморф *Pinus pumila* (Pinaceae) в производных каменистых берегах Магаданской области. — Russian journal of Ecosystem Ecology. 3(4): 1–16.
<https://doi.org/10.21685/2500-0578-2018-4-3>
18. Карамышева А.В., Фирсов Г.А., Трофимук Л.П., Орлова Л.В. 2019. Особенности и способы размножения кедрового стланика (*Pinus pumila* (Pall.) Regel) в Санкт-Петербурге. — Вестник Удмуртского университета, Серия биология. Науки о Земле. 29(2): 181–189.
<https://doi.org/10.35634/2412-9518-2019-2-181-189>
19. Лебедев П.А., Трофимук Л.П., Карамышева А.В., Пузанский Р.К. 2020. Успешный опыт акклиматизации кедрового стланика (*Pinus pumila* (Pall.) Regel) на севере Ленинградской области. — Биосфера. 12(4): 196–205.
<https://doi.org/10.24855/biosfera.v12i4.553>

Results *Pinus pumila* (Pinaceae) Introduction in the Karelian Isthmus (Leningrad Region)

L. P. Trofimuk^{a,*}, R. K. Puzansky^a, A. V. Karamysheva^a

^aKomarov Botanical Institute RAS, Saint-Petersburg, Russia

*e-mail: radoste@yandex.ru

Abstract—The Siberian dwarf pine (*Pinus pumila* (Pall.) Regel) was successfully acclimatized at the Otradnoe Scientific Experimental Station of the Komarov Botanical Institute RAS (SES Otradnoe) in the north-east

of the Karelian Isthmus in Priozersk district of the Leningrad region. This is the longest-living (64 years old) and the second largest population of Siberian dwarf pine (22 plants) in the Leningrad Region. The plants were grown from seeds originating from the species' natural habitats. There are also generative and vegetative offspring from local plants. For the purpose of population studies and statistical evaluation of the data, plants were grouped by the origin of seeds or cuttings. The ecotypes of Siberian dwarf pine suitable for the landscaping in the North-West of Russia were identified.

Keywords: dwarf Siberian pine, *Pinus pumila*, acclimatization, Otradnoe Scientific Experimental Station, Leningrad Region

ACKNOWLEDGEMENTS

The work was carried out within the framework of the institutional research project AAAA-A18-118032890141-4 “Living collections of the Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences (history, modern state, prospects of development and use)” and AAAA-A18-118032390136-5 “Assessment of changes in the correlation structure of metabolic networks during the growth and development of fungi and plants from the perspective of systems biology”.

The authors express their deep gratitude to the staff of the Agrophysical Research Institute, N.S. Priyatkin, M.V. Arkhipov, L.P. Gusakova and P.A. Shchukina for their assistance in X-ray examination of seeds.

REFERENCES

1. Luks Yu.A., Sambuk S.G. 2002. Collections of Scientific Experimental Station “Otradnoe” In: [Open Ground Plants in the Botanical Garden of the Komarov Botanical Institute]. St. Petersburg. 191–227. (In Russian)
2. Firsov G.A., Orlova L.V. 2008. [Conifers in St. Petersburg]. SPb. 336 p. (In Russian)
3. Firsov G.A., Vasiliev N.P., Byalt V.V., Orlova L.V., Volchanskaya A.V. 2009. Woody plants of the Russian Red Book at the research and experimental station of RAS Botanical Institute ‘Otradnoe’. — Nauchnoe Obozrenie. 6: 14–21. (In Russian)
4. Luks Yu.A. 1990. [Introduction nursery of the Botanical Garden of the Botanical Institute of the Academy of Sciences of the USSR on the Karelian Isthmus]. — Byullyuten’ Glavnogo botanicheskogo sada AN SSSR. 157: 99–103. https://www.gbsad.ru/science/doc/biulleten_gbs_1990_157.pdf (In Russian)
5. Syvazeva O.A., Luks Yu.A., Latmanizova T.M. 2011. [Introduction nursery of the Komarov Botanical Institute in the north-east of the Karelian Isthmus (Leningrad region)]. St. Petersburg. 343 p. (In Russian)
6. Orlova L.V., Firsov G.A., Vasiliev N.P., Byalt V.V., Volchanskaya A.V. 2014. Conifers (Coniferae) of V.L. Komarov Botanical Institute Otradnoje Research Station. — Vestnik SPbGU. Ser. 3. Biologiya. 2: 66–76. <https://biocomm.spbu.ru/article/view/1136/990> (In Russian)
7. Orlova L.V., Firsov G.A., Trofimuk L.P., Karamysheva A.V. 2019. Dwarf Siberian pine (*Pinus pumila* (Pall.) Regel, Pinaceae) — history of study, current state in the botanical gardens of St. Petersburg and the perspectives of its use in greening in the North-West of Russia. — Hortus Botanicus. 14: 73–93. <http://hb.karelia.ru/journal/article.php?id=6445> (In Russian)
8. Alekseev V.A. 1989. [Diagnostics of the vital status of trees and forest stands]. — Lesovedenie. 4: 51–57. (In Russian)
9. Lapin P.I. 1967. [Seasonal rhythm of woody plants development of and its significance for introduction]. — Byullyuten’ Glavnogo botanicheskogo sada AN SSSR. 65: 13–18. https://www.gbsad.ru/science/doc/biulleten_gbs_1967_065.pdf (In Russian)
10. Arkhipov M.V., Priyatkin N.S., Gusakova L.P., Karamysheva A.V., Trofimuk L.P., Potrakhov N.N., Bessonov V.B., Shchukina P.A. 2020. Microfocus X-ray method for detecting hidden defects in seeds of woody forest species and other types of vascular plants. — Tech. Phys. 65(2): 324–332. <http://dx.doi.org/10.1134/S1063784220020024> (In Russian)
11. Kapper V.G. 1930. [On the organization of annual systematic observations on the fruiting of tree species]. — Trudy po Lesnomu Opytnomu Delu. 8: 103–139. (In Russian)
12. Redko G.I., Merzlenko M.D., Babich N.A. 2016. [Forest cultures. Part 1: textbook]. Moscow. 225 p. (In Russian)
13. Serebryakov I.G. 1962. [Ecological morphology of plants]. Moscow. 378 p. (In Russian)
14. Neshataeva V.Yu. 2011. Siberian dwarf pine (*Pinus pumila* (Pall.) Regel) communities in the Kamchatka Peninsula. — Vegetation of Russia. 19: 71–100. <https://doi.org/10.31111/vegrus/2011.19.71> (In Russian)
15. Mozolevskaya E.G., Kataev O.A., Sokolova E.S. 1984. [Methods for examination of stem pests and forest diseases foci]. Moscow. 152 p. (In Russian)

16. Firsov G.A., Varfolomeeva E.A., Khmarik A.G. 2017. Conifers affected by the Adelgid aphids (*Adelgidae*) at Saint-Petersburg and measures of their control. — Bulletin of Udmurt University. Series Biology. Earth Sciences. 27(4): 473–480. <https://journals.udsu.ru/biology/article/view/1888/1876> (In Russian)
17. Moskalyuk T.A. 2018. Types and varieties of *Pinus pumila* (*Pinaceae*) ecobiomorphs in the derived stone-birch forests of the Magadan region. — Russian J. Ecosystem Ecology. 3(4): 1–16. <https://doi.org/10.21685/2500-0578-2018-4-3> (In Russian)
18. Karamysheva A.V., Firsov G.A., Trofimuk L.P., Orlova L.V. 2019. Peculiarities and methods of seed propagation of dwarf Siberian pine (*Pinus pumila* (Pall.) Regel) at Saint-Petersburg. — Udmurt University. Series Biology. Earth Sciences. 29(2): 181–189. <https://doi.org/10.35634/2412-9518-2019-29-2-181-189> (In Russian)
19. Lebedev P.A., Trofimuk L.P., Karamysheva A.V., Puzanskiy R.K. 2020. A successful attempt to acclimatize the Siberian dwarf pine (*Pinus pumila* (Pall.) Regel) in the north of Leningrad region. — Biosfera. 12(4): 196–205. <http://dx.doi.org/10.24855/biosfera.v12i4.553> (In Russian)