

Леса России и хозяйство в них. 2024. № 1 (88). С. 37–46.

Forests of Russia and economy in them. 2024. № 1 (88). P. 37–46.

Научная статья

УДК 631.527

DOI: 10.51318/FRET.2023.88.1.003

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ШИШЕК И СЕМЯН *PINUS SYLVESTRIS* L. ИЗ РАЗЛИЧНЫХ БИОТОПОВ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

Любовь Николаевна Майлыбаева

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства
и агролесомелиорации им. А. Н. Букейхана», Щучинск, Казахстан
mailybaeval02@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7709-8243>

Аннотация. В статье представлены результаты исследования генеративных органов (шишки и семена), собранные в испытательных культурах семенного потомства плюсовых деревьев III генерации *Pinus sylvestris* L. В испытательных культурах произрастает потомство из пяти биотопов: Боровской, Катаркольский, Воробьевский, Урумкайский I, Урумкайский II. В каждом из биотопов количество семей плюсовых деревьев составляет от 1 до 4. Боровской биотоп представлен 3 семьями (17к; +45, 45к; +6, 6к), Катаркольский – 1 семьей (+44), Воробьевский – 4 (25к; 28к; 30к; 27к), Урумкайский I – 4 семьями (+38; +34; +36; 71к), Урумкайский II – 2 семьями (+53; +48). В ходе выполнения исследования было проведено определение структурных показателей шишек и семян плюсовых деревьев сосны обыкновенной возрастом 36 лет. Данный анализ направлен на выявление отличительных признаков между семьями разного происхождения и определение качества урожайности семян. В результате проведенных исследований наблюдаются некоторые различия по морфологическим признакам между биотопами. Наблюдаются различия параметров шишек. Самый высокий средний показатель массы одной шишки у *Pinus sylvestris* L. Урумкайского I биотопа – 5,63 г, самый низкий (3,31 г) у деревьев Катаркольского происхождения. У Боровского, Урумкайского II, Воробьевского биотопов масса одной шишки находится в пределах 4,19–4,95 г, что ниже, чем у биотопа Урумкайского I, в 1,14–1,34 раза, но выше массы одной шишки из Катаркольского биотопа в 1,70 раза. Наблюдаются различия по массе и выходу семян из шишек с определенной формой и апофизом. Большой выход массивных семян отмечается из шишек с яйцевидной формой и апофизом *f. reflexa* по сравнению с апофизом *f. gibba*, с широкой и продолговатой формой. Чаще всего (75 %) во всех изучаемых биотопах встречаются шишки с формой апофиза *f. reflexa*. Семена *P. sylvestris* имели преимущественно черную окраску – 64 %, доля семян с коричневой и светло-коричневой окраской составила 29 и 7 % соответственно. Выход семян у всех биотопов близкий, в пределах 1,23–1,44 %. Отмечена высокая корреляционная связь между четырьмя биотопами по длине и ширине шишек, исключение составил Катаркольский биотоп, у которого наблюдалась низкая корреляционная связь ($r=0,44$) по данным показателям. В результате данного исследования были выявлены отличия по структурным показателям урожая шишек и семян между биотопами и выделен Боровской биотоп, который характеризуется наилучшими показателями.

Ключевые слова: *Pinus sylvestris* L., испытательные культуры, плюсовые деревья, биотопы, масса семян

Финансирование: работа выполнена в рамках ПЦФ. Финансируется Министерством экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан (ИРН BR10263776).

Для цитирования: Майлыбаева Л. Н. Сравнительная характеристика шишек и семян *Pinus sylvestris* L. из различных биотопов Северного Казахстана // Леса России и хозяйство в них. 2024. № 1 (88). С. 37–46.

Original article

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF CONES AND SEEDS OF *PINUS SYLVESTRIS* L. FROM VARIOUS BIOTOPES OF NORTHERN KAZAKHSTAN

Lyubov N. Mailybaeva

Kazakh Research Institute of Forestry and Agroforestry LLP named after A. N. Bukeikhan, Shchuchinsk, Kazakhstan
mailybaeval02@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7709-8243>

Abstract. The article presents the results of a study of generative organs (cones and seeds) collected in test cultures of seed progeny of plus trees of the III generation *Pinus sylvestris* L. In test cultures, offspring from five biotopes grow: Borovsky, Katarkolsky, Vorobyovsky, Urumkai I, Urumkai II. In each of the biotopes, the number of families of plus trees ranges from 1 to 4. The Borovsky biotope is represented by 3 families (17k; +45, 45k; +6, 6k), Katarkolsky – 1 family (+44), Vorobyevsky – 4 (25k; 28k; 30k; 27k), Urumkai I – 4 families (+38; +34; +36; 71k), Urumkai II – 2 families (+53; +48). In the course of the study, the structural indicators of cones and seeds of plus trees of Scotch pine aged 36 years were determined. This analysis is aimed at identifying distinguishing features between families of different origins, and determining the quality of seed yield. As a result of the conducted studies, there are some differences in morphological characteristics between biotopes. There are differences in the parameters of the cones. *Pinus sylvestris* L. has the highest average mass of one cone. The Urumkai I biotope is 5,63 g, the lowest (3,31 g) in trees of Katarkol origin. In the Borovsky, Urumkai II, Vorobyov biotopes, the mass of one cone is in the range of 4,19–4,95 g, which is 1,14–1,34 times lower than in the biotope of Urumkai I, but 1,70 times higher than the mass of one cone from the Katarkol biotope. There are differences in the weight and yield of seeds from cones with a certain shape and apophysis. A greater yield of seeds and they are larger in weight is noted from cones with an ovoid shape and an apophysis of *f. reflexa* compared to an apophysis of *f. gibba*, with a wide and oblong shape. Most often (75 %) in all studied biotopes there are cones with the form of the apophysis *f. reflexa*. The seeds of *P. sylvestris* were predominantly black – 64 %, the proportion of seeds with brown and light brown color was 29 and 7 %, respectively. The seed yield of all biotopes is close, in the range of 1,23–1,44 %. A high correlation was noted between the four biotopes in the length and width of the cones, the exception was the Katarkol biotope, which had a low correlation ($r=0.44$) according to the researchers. As a result of this study, differences in the structural indicators of the yield of cones and seeds between biotopes were identified and the Borovskoy biotope, which is characterized by the best indicators, was isolated.

Keywords: *Pinus sylvestris* L., test crops, plus trees, biotopes, seed mass

Funding: the work was carried out within the framework of PTF. Funded by the Ministry of Ecology, Geology and Natural Resources of the Republic of Kazakhstan (IRN BR10263776).

For citation: Mailybaeva L. N. Comparative characteristics of cones and seeds of *Pinus sylvestris* L. from various biotopes of Northern Kazakhstan // Forests of Russia and economy in them. 2024. № 1 (88). P. 37–46.

Введение

Глобальные изменения климата и вспышки вредителей леса приводят к гибели древостоев, вследствие этого происходит сокращение территории лесистости (Jactel, 2019).

Казахстан расположен в южных и центральных широтах умеренного пояса. Преобладающие типы растительности – степные, пустынные. Незначительную площадь территории страны занимают кустарниковые, луговые, тундровые, болотные, лесные типы. Засушливые и субгумидные земли располагаются на большей части территории страны как результат действия различных факторов, в том числе деятельности человека (Токбергенова и др., 2016).

По состоянию на 01.01.2021 г. общая площадь государственного лесного фонда составляет 30 552,5 тыс. га и занимает 11,2 % территории республики. Покрытые лесом угодья занимают 13 635,3 тыс. га, или 44,6 % общей площади лесного фонда. Лесистость республики – 5,0 % (Справка о состоянии..., 2022). Хвойные породы составляют менее 15 % от общего количества видов лесной растительности, из которых 84 % занимает сосна обыкновенная. Основная доля сосняков произрастает в Северном и Восточном Казахстане.

Pinus sylvestris L. является одной из основных лесообразующих пород, имеет наиболее ценное и коммерчески важное значение в лесном хозяйстве Северного Казахстана. Данная порода неприхотлива к почвенным условиям, способна расти на обедненных, песчаных, супесчаных почвах и болотах. Также отличается устойчивостью к заморозкам (Рогозин, 2013).

При лесовосстановлении созданные посадкой лесные культуры более продуктивны, чем естественные. Важным этапом искусственного лесоразведения служит создание качественного посадочного материала. Актуальным направлением в лесной селекции является исследование плюсовых деревьев, в том числе и по потомству, так как детальное их изучение послужит основой для достижения эффективного результата в определе-

нии наиболее перспективных деревьев, способных наследовать лучшие свойства и качества. Такие деревья можно отнести в группу лучших производителей семян (Бессчетнова, 2009).

В Казахстане научные исследования в области селекции и семеноводства проводятся с 1961 г. Казахским научно-исследовательским институтом лесного хозяйства им. А. Н. Букейхана. Научные исследования по сосне обыкновенной выполнялись сотрудниками отдела селекции В. И. Мосиным, А. И. Бреусовой и другими учеными (Чеботько и др., 2020).

Цель представленной статьи – дать сравнительную характеристику шишек и семян сосны обыкновенной, собранных в семенном потомстве плюсовых деревьев 3 генерации из различных биотопов Северного Казахстана.

Для решения указанной цели были поставлены следующие задачи:

- заготовить шишки;
- произвести замеры длины, ширины шишек;
- определить массу одной шишки;
- извлечь семена и определить их структурные признаки: выход семян, массу 1000 шт. семян, пустозернистость;
- выявить полусибсовое потомство с лучшими структурными показателями.

Цель, методика

и объекты исследования

Исследования проведены на 292 плюсовых деревьях 36-летнего возраста. Определялись показатели, характеризующие морфологию шишек: длина и ширина шишки, форма апофиза, масса и окраска шишек.

Форма (коэффициент) шишки определялась по формуле

$$\text{Форма шишки} = \frac{L (\text{длина шишки})}{d (\text{ширина шишки})}, \quad (1)$$

где коэффициент 2,0–2,5 указывает на широкую форму шишки; 1,5–2,0 – яйцевидную; 2,5–3,0 – продолговатую.

Коэффициент вариации определяли по шкале (Мамаев, 1970).

Вычисление T -критерия Стьюдента производилось по формуле

$$T = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{2m_1 + 2m_2}}, \quad (2)$$

где M – среднее значение, m – ошибка.

При проведении анализа шишек по форме апофиза использовалась методика (Правдин, 1964), в которой выделено три формы:

$a - f. plana$ – апофизы гладкие, поверхность щитка гладкая по всей шишке;

$\bar{b} - f. gibba$ – апофизы в виде пирамидки вытянуты по всей шишке;

b_1 – апофизы в виде пирамидок только с освещенной стороны шишки, на теневой стороне шишки они гладкие;

b_2 – апофизы в виде пирамидок в верхней части шишки, в нижней части они гладкие с обеих сторон или почти гладкие;

$v - f. reflexa$ – апофизы загнуты к основанию шишки в виде крючка, одинаково по всей шишке;

v_1 – апофизы загнуты в виде крючка только с освещенной стороны, с теневой стороны они в виде пирамидок;

v_2 – на освещенной стороне шишки, в верхней части ее, апофизы в виде пирамидок, в нижней части загнуты в виде крючка к основанию, на теневой стороне апофизы гладкие;

v_3 – как и v_2 , но апофизы в виде крючка, загнутого не к основанию шишки, а кверху.

Проанализированы показатели семян, характеризующие их морфологические свойства: цвет, масса 1000 шт., количество полных и пустых семян в одной шишке, пустозернистость, выход семян. Определение окраски семян производилось визуально (Методика проведения испытаний..., 2005). Определялась доля каждого варианта окраски семян и их процентное соотношение.

Выход семян находился по формуле, приведенной в Лесной энциклопедии... (1985).

$$\text{Выход семян} = \frac{\text{масса полных семян} \cdot 100}{\text{общая масса шишек}}. \quad (3)$$

Корреляционный анализ проводился в программе MS Excel 2010.

Объектом исследования являлись испытательные культуры семенного потомства плюсовых деревьев сосны обыкновенной 3 генерации, созданные в 1986 г. Культуры расположены в лесном фонде филиала Северного региона «Республиканский лесной селекционно-семеноводческий центр» Акмолинской области Республики Казахстан. Площадь объекта составляет 4,6 га. Для данного участка подобран наиболее подходящий тип лесорастительных условий для роста сосны. Посадка производилась двухлетними сеянцами с открытой корневой системой. Схема размещения 2×2 м, блоки 16×16 м, в блоке 64 растения.

Результаты

Были определены усредненные данные плюсовых деревьев по биотопам (табл. 1). В результате проведенных исследований выявлено, что средняя масса сырых шишек была в пределах от $3,31 \pm 0,05$ до $4,87 \pm 0,06$ г, ширина от $1,66 \pm 0,01$ до $1,81 \pm 0,01$ см, длина от $2,90 \pm 0,02$ до $3,57 \pm 0,02$ см.

При сопоставлении показателей длины, ширины и массы шишек сосны обыкновенной наиболее высоким коэффициентом вариации обладают Боровской и Воробьевский биотопы. Уровень изменчивости по длине (C_v 12,85 и 12,73 %) и ширине (C_v 11,43 и 10,89 %) низкий, по массе шишки высокий (C_v 33,73 и 30,84 %). Коэффициент вариации Катаркольского биотопа по ширине шишек определяется как очень низкий ($C_v = 7,70$ %), по массе шишек повышенный ($C_v = 21,00$ %). По показателям длины и ширины низкий уровень изменчивости имеют Урумкайский I (C_v 12,00 и 9,27 %) и Урумкайский II (C_v 11,11 и 8,86 %) биотопы, уровень изменчивости по массе шишек повышенный (C_v 26,75 и 26,44 %).

В семьях сосны обыкновенной Урумкайского I биотопа встречаются три разные формы шишек: преобладающая форма – яйцевидная (50 %), широкая – 25 %, продолговатая – 25 %. Шишки Воробьевского биотопа имеют две разные формы шишек. Преобладают шишки с яйцевидной формой (около 75 %), остальные, около 25 %, имеют широкую форму. Шишки, собранные с Боровского биотопа, имеют широкую форму – около 30 % и яйцевидную – около 70 %.

Таблица 1
Table 1

Усредненные данные по показателям шишек в разных биотопах *Pinus sylvestris*
Averaged data on the indicators of cones in different biotopes of *Pinus sylvestris*

Биотоп Biotope	Длина $M \pm m$, см Length $M \pm m$, cm	Cv, %	Ширина $M \pm m$, см Width $M \pm m$, cm	Cv, %	Масса шишки, г $M \pm m$ Lump weight, g $M \pm m$	Cv, %
Боровской Borovskoi	3,57±0,02	12,85	1,81±0,01	11,43	4,87±0,06	33,73
Катаркольский Katarkolsky	2,90±0,02	10,50	1,66±0,01	7,70	3,31±0,05	21,00
Воробьевский Vorobyevsky	3,44±0,02	12,73	1,78±0,01	10,89	4,52±0,05	30,84
Урумкайский I Urumkai I	3,39±0,01	12,00	1,73±0,01	9,27	4,16±0,04	26,44
Урумкайский II Urumkai II	3,19±0,02	11,11	1,73±0,01	8,86	4,20±0,07	26,75

В Катаркольском и Урумкайском II лесных массивах у шишек яйцевидная форма. Таким образом, только в 2 биотопах встречаются шишки с одной формой – яйцевидной, в 3 других биотопах встречаются шишки с 2 или 3 формами.

Нами был определен *T*-критерий Стьюдента между всеми биотопами по массе шишек (табл. 2). В результате установлено, что *T*-критерий достоверен для всех биотопов ($t_{\phi(1773)} = 2,66 \dots 14,18 > t_{st(0.01)} = 2,58$), за исключением варианта Урумкайский I – Урумкайский II, где он составил $t_{\phi(1134)} = 0,36 < t_{st(0.01)} = 2,58$, что показывает недостоверность полученного результата.

У Боровского и Воробьевского биотопа при сравнении с Катаркольским, Урумкайским I, Урумкайским II *T*-критерий показал, что при 0,01 % уровне достоверности фактические результаты выше табличных.

Изучив форму апофиза, можно прийти к выводу, что шишки, собранные с деревьев Боровского, Катаркольского и Урумкайского II биотопов, характеризуются одной формой – *f. reflexa*. Шишки из Воробьевского и Урумкайского I биотопов имеют две формы, из которых по 50 % тех и других встречается в Воробьевском биотопе. Тогда как шишки, собранные с Урумкайского I биотопа, форму апофиза *f. reflexa* имеют 75 % шишек, у остальной части форма апофиза *f. gibba* (рис. 1).

Таблица 2
Table 2

Расчет *T*-критерия Стьюдента по массе шишек
Pinus sylvestris
Calculation of the Student's T-test by the mass
of *Pinus sylvestris* cones

	Биотоп Biotope	<i>T</i> -критерий Стьюдента T-Student's criterion
Боровской Borovskoi	Воробьевский Vorobyevsky	3,18
	Катаркольский Katarkolsky	14,18
	Урумкайский I Urumkai I	7,10
	Урумкайский II Urumkai II	5,15
Воробьевский Vorobyevsky	Катаркольский Katarkolsky	12,10
	Урумкайский I Urumkai I	4,00
	Урумкайский II Urumkai II	2,66
Урумкайский I Urumkai I	Катаркольский Katarkolsky	9,44
Урумкайский II Urumkai II	Урумкайский I Urumkai I	0,36
	Катаркольский Katarkolsky	7,41

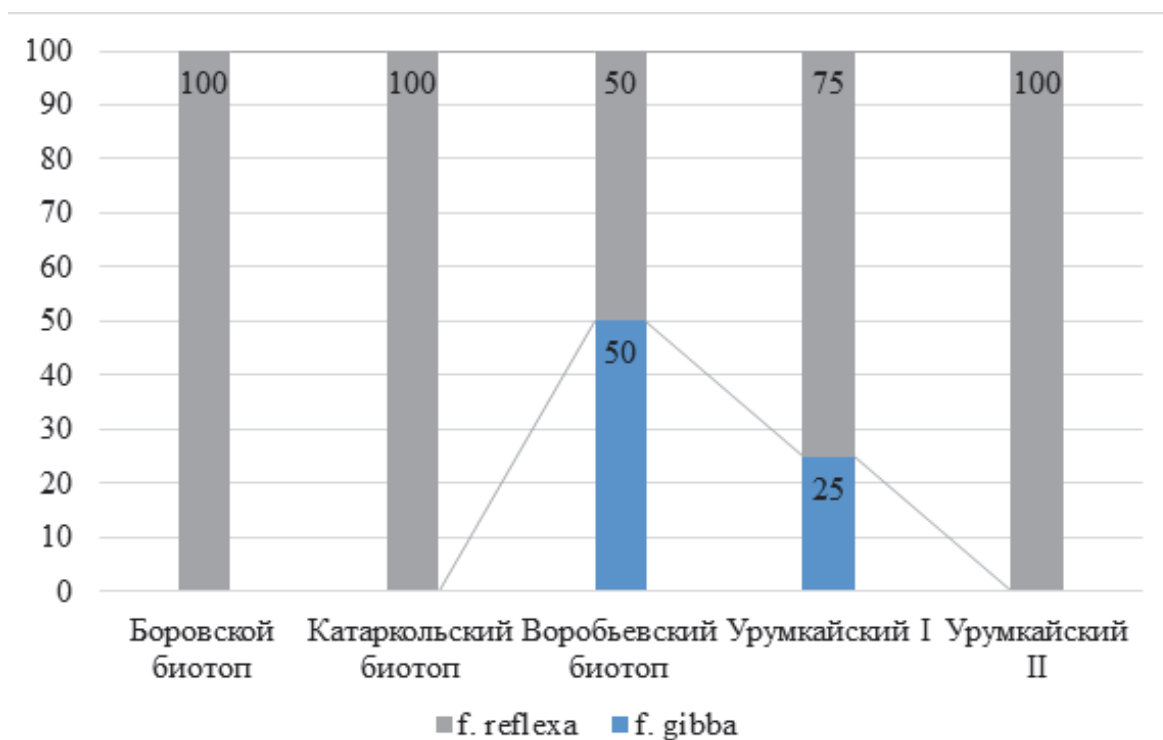


Рис. 1. Сравнительная гистограмма формы апофизов семенных чешуй шишек *P. sylvestris*, %

Fig. 1. Comparative histogram of the apophysis shape of the seed scales of cones of *P. sylvestris*, %

Окраска семян сосны обыкновенной может нести определенное селекционное значение (Долголиков, Осьминина, 1978). Большинство исследователей считает, что окрас семян связан с условиями местопроизрастания. Семена *P. sylvestris*, собранные с исследуемого участка, имели преимущественно черную – 64 %, коричневую – 29 %, светло-коричневую окраску – 7 % (рис. 2). У Боровского биотопа около 80 % семян имеют черную окраску, остальные семена коричневого цвета. Семена Воробьевского биотопа в большей части имеют черный окрас (около 50 %), по 25 % семян с коричневым и светло-коричневым окрасом. У Катаркольского и Урумкайского I биотопа преобладают семена черного цвета, у Урумкайского II биотопа – семена с коричневой окраской.

При определении качества генеративных органов сосны учитываем такие признаки, как пустозернистость, выход семян, расчетная масса 1000 семян. Наибольшая масса 1000 шт. семян *P. sylvestris* у Боровского биотопа (6,47 г), что на 26,1 % боль-

ше массы 1000 шт. семян, собранных с Урумкайского I биотопа; на 21,6 % больше, чем собранных с Катаркольского биотопа; на 16,1 % больше Воробьевского биотопа; на 14,5 % больше Урумкайского II биотопа.

Показатель пустозернистости в исследуемых биотопах варьирует от 13,45 % (Боровской биотоп) до 22,87 % (Катаркольский биотоп). Соответственно, выход семян Боровского биотопа (1,44 %) незначительно превышает показатели остальных биотопов. Выход семян у всех биотопов близкий, в пределах 1,23–1,44 %, среднестатистический выход чистых семян из шишек сосны обыкновенной составляет 1–2 % (Лесная энциклопедия..., 1985).

Сравнительная характеристика семян биотопов приведена на рис. 3.

Корреляционный анализ показал, что между массой шишек и их длиной корреляционная связь во всех биотопах высокая, она изменяется от $r=0,67$ (Катаркольский биотоп) до $r=0,83$ (Боровской биотоп) (табл. 3).

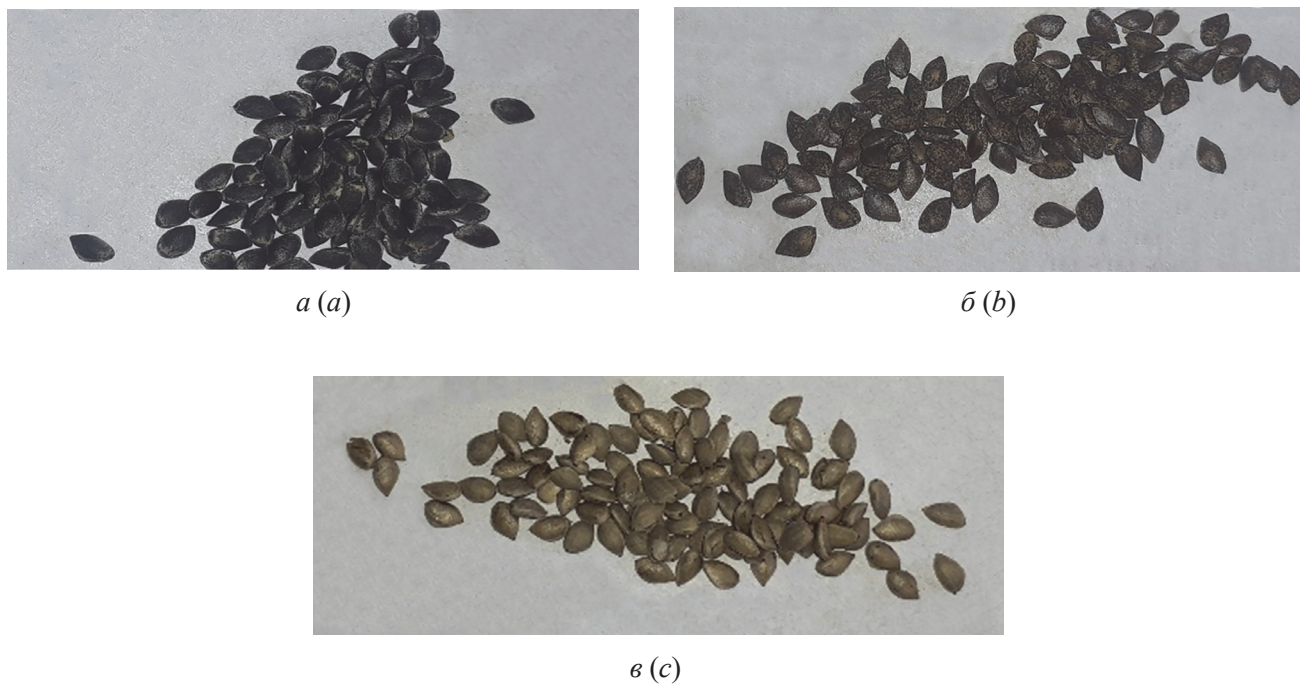


Рис. 2. Образцы семян:
a – черного цвета, *б* – коричневого цвета, *в* – светло-коричневого цвета
 Fig. 2. Seed samples:
a – black, *b* – brown, *c* – light brown

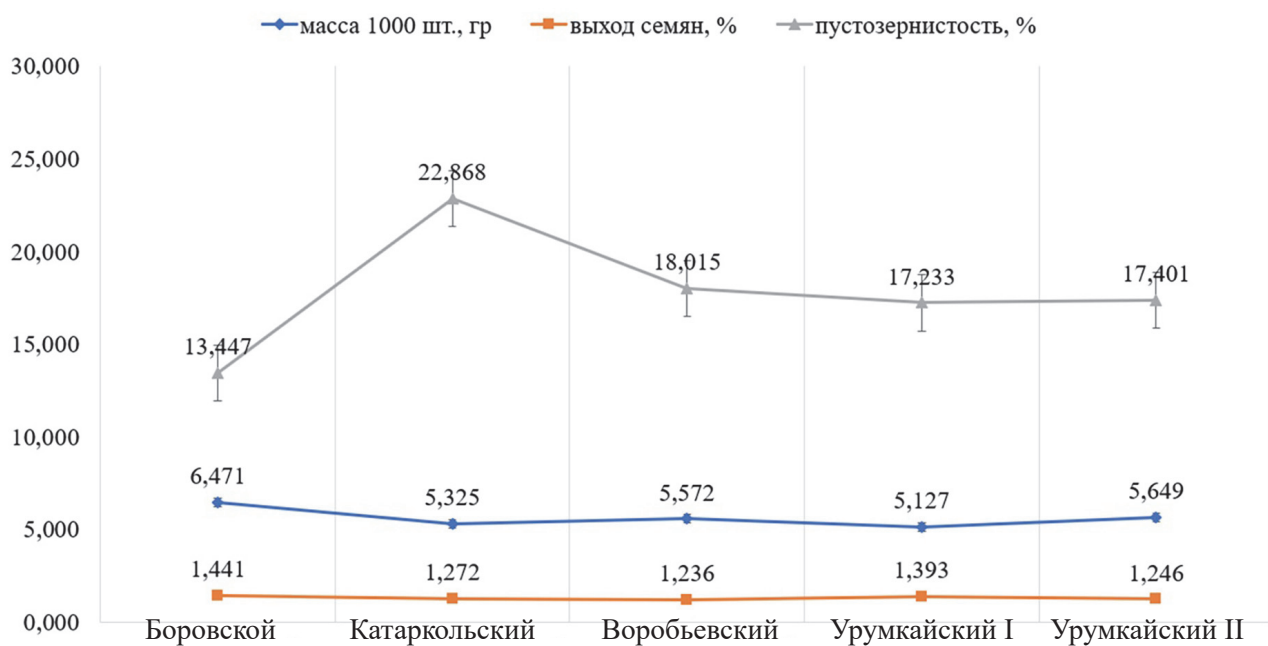


Рис. 3. Сравнительная характеристика семян биотопов
 Fig. 3. Comparative characteristics of seeds of biotopes

Таблица 3

Table 3

Корреляционный анализ полученных данных морфологических признаков шишек *Pinus sylvestris* биотопов
Correlation analysis of the obtained data on morphological features of *Pinus sylvestris* cones biotopes

Биотоп Biotope	Корреляция r Correlation r		
	Масса шишек и длина шишек Mass of cones and length of cones	Масса шишек и ширина шишек Mass of cones and width of cones	Длина шишек и ширина шишек Length of cones and width of cones
Боровской Borovskoi	0,83	0,90	0,73
Катаркольский Katarkolsky	0,67	0,83	0,44
Воробьевский Vorobyevsky	0,74	0,91	0,66
Урумкайский I Urumkai I	0,78	0,88	0,66
Урумкайский II Urumkai II	0,73	0,88	0,60

Между массой шишек и их шириной корреляционная связь изменяется от $r = 0,83$ (Катаркольский биотоп) до $r = 0,91$ (Воробьевский биотоп). Между длиной и шириной шишек корреляционная связь высокая в 4 биотопах от $r = 0,60$ (Урумкайский II) до $r = 0,73$ (Боровской биотоп), исключение составил Катаркольский биотоп, у которого корреляционная связь низкая ($r = 0,44$).

Выводы

Проведенное исследование биометрических показателей генеративных органов позволило установить между биотопами некоторые отличия по морфологическим признакам шишек и семян. Наиболее высоким уровнем изменчивости по массе шишек обладают Боровской ($Cv=33,73\%$) и Воробьевский ($Cv=30,84\%$) биотопы. При определении T -критерия Стьюдента между биотопами уровень достоверности составил $99,9\%$ (исключение: Урумкайский I – Урумкайский II, где $t_{\phi_{1134}} = 0,36 < t_{st(0,01)} = 2,58$). Было выявлено, что имеются различия в массе семян. Масса 1000 шт. семян Боровского биотопа составляет 6,47 г, что

больше массы 1000 шт. семян других биотопов на 14,5–26,1 %.

Наибольший выход семян отмечается из шишек с яйцевидной формой и апофизом *f. reflexa* по сравнению с таковым шишек с широкой формой, семена более крупные. Выход семян Боровского биотопа (1,44 %) незначительно превышает показатели остальных биогрупп. В 75 % изученных биотопах шишки имеют форму *f. reflexa*. Показатель пустозернистости изменяется от 13,45 (Боровской биотоп) до 22,87 % (Катаркольский биотоп).

Установлена высокая корреляционная связь между четырьмя биотопами по длине и ширине шишек, противоположный результат показал Катаркольский биотоп, у которого наблюдается низкая корреляционная связь ($r=0,44$) по этим показателям.

Сравнивая вышеуказанные биотопы сосны обыкновенной в Северном Казахстане, можно прийти к выводу, что по структурным показателям шишек и семян наилучшими результатами выделяется Боровской биотоп.

Список источников

- Бессчетнова Н. Н.* Оценка общей комбинационной способности плюсовых деревьев сосны обыкновенной в Нижегородской области // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. 2009. № 4. С. 4–10.
- Долголиков В. И., Осьминина Р. Ф.* Потомство сосны из семян различной окраски // Восстановление леса на северо-западе РСФСР. М. : Лесн. пром-сть, 1978. С. 191–199.
- Лесная энциклопедия : в 2-х т. / гл. ред. Г. И. Воробьев ; ред. кол. : Анучин Н. А., Атрохин В. Г., Виноградов В. Н. и др. М. : Сов. энциклопедия, 1985. 563 с.
- Мамаев С. А.* Уровни изменчивости анатомо-морфологических признаков сосны // Ботанич. исслед. на Урале (Зап. Свердловск. отд-я Всес. бот. Общ-ва). Свердловск, 1970. Вып. 5. С. 58–67.
- Методика проведения испытаний на отличимость однородность и стабильность. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) от 24.03.2005 г. № 12-06/24. URL: <https://gcomsort.kz/uploads/2020/08/Сосна> (дата обращения: 24.09.2023).
- Правдин Л. Ф.* Сосна обыкновенная. Изменчивость, внутривидовая систематика и селекция. М. : Наука, 1964. 189 с.
- Токбергенова А. А., Каурова Ш. Г., Киясова Л. Ш.* Причины и последствия деградации земель и опустынивания: на примере Республики Казахстан // Вестник КазНУ. Серия географическая. 2016. № 2 (43). С. 36–47.
- Рогозин М. В.* Селекция сосны обыкновенной для плантационного выращивания : монография. Пермь : [б. и.], 2013.
- Справка о состоянии и динамике лесного фонда Республики Казахстан по состоянию на 01.01.2022 г. Алматы : Республиканское государственное казенное предприятие «Казахское лесоустроительное предприятие», 2022. 78 с.
- Чеботько Н. К., Стихарева Т. Н., Кириллов В. Ю.* Вклад сотрудников КазНИИЛХА в селекцию и сохранение генофонда древесных растений (краткий исторический обзор) // Сибирский лесной журнал. 2020. № 4. С. 55–67. DOI: 10.15372/SJFS20200407
- Jactel H., Koricheva J., Castagneyrol B.* Responses of forest insect pests to climate change : not so simple // Current Opinion in Insect Science 35. 2019. P. 103–108. DOI: 10.1016/j.cois.2019.07.010

References

- Besschetnova N. N.* Assessment of the general combinational ability of the plural trees of scots pine in the Nizhny Novgorod region // Bulletin of the Moscow State University of the Forest – Forest Bulletin. 2009. № 4. P. 4–10. (In Russ.)
- Certificate on the state and dynamics of the forest fund of the Republic of Kazakhstan as of 01.01.2022 – Almaty : Republican state-owned enterprise “Kazakh forestry Enterprise”, 2022. 78 p.
- Chebotko N. K., Stikhareva T. N., Kirillov V. Yu.* Contribution of KazNIILHA employees to the selection and preservation of the gene pool of woody plants (a brief historical review) // Siberian Forest Journal. 2020. № 4. P. 55–67. DOI 10.15372/SJFS20200407 (In Russ.)
- Dolgov V. I., Osminina R. F.* Offspring of pine from seeds of various colors // Forest restoration in the north-west of the RSFSR. Moscow : Lesn. prom-st, 1978. P. 191–199.
- Forest Encyclopedia : In 2 volumes / Gl. ed. G. I. Vorobyev ; Ed. col. : *Anuchin N. A., Atrokhin V. G., Vinogradov V. N.* et al. Moscow : Soviet Encyclopedia, 1985. 563 p.
- Jactel H., Koricheva J., Castagneyrol B.* Responses of forest insect pests to climate change : not so simple // Current Opinion in Insect Science 35. 2019. P. 103–108. DOI: 10.1016/j.cois.2019.07.010

- Mamaev S. A.* Levels of variability of anatomical and morphological signs of pine // Botanical research. in the Urals (Zap. Sverdlovsk. otd-I am All. bot. General). Issue 5. Sverdlovsk, 1970. P. 58–67. (In Russ.)
- Methodology for conducting tests for distinctness, uniformity and stability. Common pine (*Pinus sylvestris* L.) dated 03/24/2005 № 12-06/24. URL: <https://gcomsort.kz/uploads/2020/08/Pine tree.> (accessed 24.09.2023).
- Pravdin L. F.* Common pine. Variability, intraspecific systematics and selection. Moscow : Nauka, 1964. 189 p.
- Rogozin M. V.* Selection of common pine for plantation cultivation : monograph. Perm : [B. I.], 2013.
- Tokbergenova A. A., Kairova Sh. G., Kiyasova L. Sh.* Causes and consequences of land degradation and desertification: on the territory of the Republic of Kazakhstan // Bulletin of KazNU. Geographical series. 2016. № 2 (43). P. 36–47. (In Russ.)

Информация об авторах

Л. Н. Майлыбаева – и. о. младшего научного сотрудника.

Information about the authors

L. N. Mailybaeva – f. o. junior researcher.

Статья поступила в редакцию 29.09.2023; принята к публикации 30.11.2023.

The article was submitted 29.09.2023; accepted for publication 30.11.2023.
