

# ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЕ И ЛЕСОРАЗВЕДЕНИЕ

---

УДК 630\*232.311.3

**Н. К. Крук, Н. И. Якимов, П. В. Тупик, А. В. Юрения**  
Белорусский государственный технологический университет

## **МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ШИШЕК И КАЧЕСТВО СЕМЯН НА ЛЕСОСЕМЕННЫХ ПЛАНТАЦИЯХ ЛИСТВЕННИЦЫ ЕВРОПЕЙСКОЙ**

Исследования проводились на четырех лесосеменных плантациях лиственницы европейской в ГЛХУ «Ивацевичский лесхоз». Лесосеменные плантации были созданы с периодичностью в несколько лет с 2008 по 2014 гг. Они характеризуются хорошим ростом и состоянием произрастающих деревьев. Сохранность деревьев на плантациях составляет 87,2–100%. Высота деревьев варьирует в пределах 2,8–3,3 м, что облегчает сбор шишек.

Биометрические показатели шишек (длина, диаметр, масса) определялись на основании измерений 800 шт. шишек, которые собирались по 200 шт. с каждой плантации. После извлечения семян определялся их выход из шишек, масса 1000 шт., энергия прорастания и всхожесть.

Результаты исследований морфометрических показателей шишек лиственницы показали, что средняя их длина составляет 3,1 см, а средний диаметр 2,2 см. Средняя масса одной шишки – 2,32 г. Выход семян из шишек равен 5,2%.

Энергия прорастания семян лиственницы составляет 14,7%, а всхожесть – 28,3%. Количество пустых, лишенных зародыша и эндосперма семян равна 49,7%. Масса 1000 шт. семян лиственницы составляет 4,4 г. Это объясняется наличием большого количества пустых неоплодотворенных семян. Поэтому для повышения посевных качеств партии семян следует применять способы отвеивания и флотации.

**Ключевые слова:** плантации лесосеменные, лиственница европейская, морфометрические показатели шишек, качество семян.

**Для цитирования:** Крук Н. К., Якимов Н. И., Тупик П. В., Юрения А. В. Морфометрические показатели шишек и качество семян на лесосеменных плантациях лиственницы европейской // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хоз-во, природопользование и перераб. возобновляемых ресурсов. 2021. № 1 (240). С. 52–57.

**N. K. Kruk, N. I. Yakimov, P. V. Tupik, A. V. Yurenya**  
Belarusian State Technological University

## **MORPHOMETRIC INDICATORS OF CONES AND QUALITY OF SEEDS ON EUROPEAN LARCH PLANTATIONS**

Studies were carried out on four forest-seed plantations of European larch in the GLHU “Ivatsevichsky forestry”. Forest-bearing plantations were created with a frequency of several years from 2008 to 2014. They are characterized by good growth and the state of growing trees. The preservation of trees on plantations is 87.2–100%. The height of the trees varies between 2.8–3.3 m, which facilitates the collection of cones.

Biometric indicators of cones (length, diameter, mass) were determined based on measurements of 800 pieces of cones, which were collected 200 pieces from each plantation. After extraction of seeds, their yield from cones, mass of 1000 pcs of seeds, germination energy and germination of seeds were determined.

The results of studies of morphometric indices of larch cones showed that their average length is 3.1 cm, and the average diameter is 2.2 cm. The average weight of one cones is 2.32 g. The yield of seeds from cones was 5.2%.

The germination energy of larch seeds was 14.7%, and germination – 28.3%. The number of empty seeds devoid of embryo and endosperm was 49.7%. The mass of 1000 pieces of larch seeds was 4.4 g. This is due to the presence of a large number of empty unfertilized seeds. Therefore, in order to improve the sowing properties of the seed lot, weeding and flotation methods should be used.

**Key words:** forest-seed plantations, European larch, morphometric indices of cones, quality of seeds.

**For citation:** Kruk N. K., Yakimov N. I., Tupik P. V., Yurenya A. V. Morphometric indicators of cones and quality of seeds on European larch plantations. *Proceedings of BSTU, issue 1, Forestry. Nature Management. Processing of Renewable Resources*, 2021, no. 1 (240), pp. 52–57 (In Russian).

**Введение.** Лиственница европейская успешно растет в лесных культурах Беларуси, образуя насаждения высокой продуктивности. Эта порода отличается долговечностью, устойчивостью к вредителям и болезням, интенсивным ростом. Лиственницу относят к породам со значительным адаптивным потенциалом и высокой экологической толерантностью к изменяющимся условиям внешней среды.

Тем не менее использование лиственницы весьма ограничено, чему препятствует отсутствие местных семян и сложность выращивания сеянцев в питомниках. Поэтому проблема получения местного посевного материала на селекционно-генетической основе может быть решена лишь организацией собственных семенных баз и разработкой агротехники выращивания сеянцев.

По данным Некрасовой Т. П., у лиственницы не наблюдается строгой ежегодной периодичности семеношения, происходит только смена семенных и несеменных лет. Кроме того, среди деревьев лиственницы можно обнаружить отдельные экземпляры, которые плодоносят почти ежегодно сильнее и обильнее остальных. Эта биологическая особенность лиственницы заслуживает особого внимания для селекционных работ [1].

Исследования Зеленька А. К. показали, что клоновая плантация лиственницы в условиях Нижнего Поволжья вступает в пору активного плодоношения примерно с 20 лет. Средняя масса 1000 шт. семян по клонам на плантации колеблется в пределах 8,8–12,2 г. и превышает максимальные массы семян родительских плюсовых деревьев и ареала естественного произрастания [2].

Масса шишек лиственницы тесно связана с массой семян, образуемых в шишке, коэффициент корреляции равен 0,8. Коэффициент корреляции длины шишек с массой семян в них составляет 0,7–0,8. При изучении связи семенной продуктивности с морфологическими особенностями деревьев у лиственницы не выявлено влияния морфологических признаков деревьев на размер и массу шишек, а также на количество семян в них, однако отмечено, что комплексным показателем наиболее урожайных деревьев у лиственницы сибирской является диаметр крон деревьев [3].

На изменчивость длины и ширины шишек в пределах одного дерева оказывают влияние такие факторы, как неравномерность поступления

питательных веществ в различные участки кроны, неравномерность распределения по кроне солнечного тепла, влажности и т. д. Шишки, расположенные на южной стороне кроны, как правило, крупнее, чем на теневой стороне. Длина и ширина шишек существенно варьируют по годам, что объясняется разными метеорологическими условиями каждого отдельного вегетационного периода, величиной урожая предшествующего года и др. На размеры шишек также влияет индивидуальная изменчивость каждого отдельного растения. Дылис Н. В. [4] указывал, что даже у рядом расположенных деревьев размеры шишек в большинстве случаев неодинаковы, объясняя эти расхождения индивидуальными внутренними свойствами каждой особи и различиями жизненных условий, которые всегда имеют место даже у двух соседних деревьев. В древостое всегда встречаются крупношишечные и мелкошишечные формы. Между длиной шишек и их шириной просматривается нечетко выраженная прямая зависимость: с увеличением длины шишек увеличивается их диаметр. Поэтому изучение морфометрических показателей шишек лиственницы и качества семян, получаемых с лесосеменных плантаций (ЛСП), имеет большое значение для лесокультурного производства.

**Основная часть.** Исследования проводились на лесосеменных плантациях лиственницы европейской в ГЛХУ «Ивацевичский лесхоз».

В составе ПЛСБ лесхоза числится четыре лесосеменные плантации лиственницы европейской:

– ЛСП лиственницы европейской 2008 г. закладки, кв. 167, выд. 7, Коссовское лесничество, общая площадь 0,6 га;

– ЛСП лиственницы европейской 2009 г. закладки, кв. 167, выд. 6, Коссовское лесничество, общая площадь 0,4 га;

– ЛСП лиственницы европейской 2009 г. закладки, кв. 182, выд. 11, Борецкое лесничество, общая площадь 1,3 га;

– ЛСП лиственницы европейской 2014 г. закладки, кв. 166, выд. 15, Коссовское лесничество, общая площадь 1,0 га.

Таким образом, общая площадь ЛСП лиственницы европейской в Ивацевичском лесхозе составляет 3,3 га.

Селекционная инвентаризация лесосеменных плантаций проводилась с учетом требований действующих нормативных документов. Закладка пробных площадей осуществлялась общепринятыми в лесной таксации методами в соответствии с ОСТ 56-69-83.

В процессе перечета деревьев на пробных площадях, заложенных на участках ЛСП, оценивались их состояние, размерные характеристики стволов и кроны с использованием лесотаксационных инструментов.

Лесосеменные плантации были созданы с периодичностью в несколько лет – с 2008 по 2014 г. Они характеризуются хорошим ростом и состоянием произрастающих деревьев (табл. 1).

Сохранность деревьев на лесосеменных плантациях высокая и составляет 100% на трех лесосеменных плантациях лиственницы и 87,2% – на одной.

Средний диаметр деревьев колеблется в пределах 8,5–12,2 см, а средняя высота составляет 2,8–3,3 м, что обеспечивает сбор семян с незначительным подъемом в крону с помощью лестниц.

Сбор шишек производился в 2019 г. Всего было собрано около 800 шт. шишек, примерно по 200 шт. с каждой плантации, и определены их биометрические показатели (длина, диаметр, масса). Длину и диаметр шишек измеряли штангенциркулем, при этом диаметр шишек измеряли в наиболее широкой части в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Также определялась энергия прорастания, всхожесть и масса 1000 шт. семян.

Камеральная обработка полученных экспериментальных данных проводилась в соответ-

ствии с современными математико-статистическими и общепризнанными методиками, действующими ГОСТами и инструкциями. Морфометрические показатели шишек лиственницы европейской обработаны методами математической статистики [5].

Размеры и масса шишек являются наиболее изменчивым признаком, который сильно колеблется даже в пределах одного дерева. Более крупные шишки сосредоточены в верхней, хорошо освещенной части кроны. Основная часть шишек формируется в средней части кроны, а меньшая часть – в нижней при недостаточной освещенности.

Результаты исследования морфометрических показателей шишек лиственницы и определения их массы представлены в табл. 2.

Средняя длина шишек лиственницы составляет 3,1 см, а коэффициент вариации равен 16,8%. Средний диаметр шишки равен 2,2 см при коэффициенте вариации 11,8%, что соответствует низкому уровню изменчивости. Высокий уровень изменчивости имеет масса шишек – 40,3%. Так, при средней массе одной шишки 2,32 г минимальная масса шишки составляет 0,72 г, а максимальная – 5,23 г. В среднем выход семян из шишек лиственницы составил 5,2%.

Таблица 1

**Лесосеменные плантации лиственницы европейской в ГЛХУ «Ивацевичский лесхоз»**

Характеристика плантаций	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
1. Год закладки	2008	2009	2009	2014
2. Площадь, га	0,6	0,4	1,3	1,0
3. Среднее расстояние между деревьями: в ряду, м	5	5	8	8
между рядами, м	8	8	11	10
4. Посажено деревьев, шт.	150	100	125	125
5. Сохранилось деревьев, шт.	150	100	109	125
6. Сохранность деревьев, %	100	100	87,2	100
7. Средняя высота деревьев, м	3,3	3,0	3,2	2,8
8. Средний диаметр деревьев, см	12,2	12,0	12,0	8,5
9. Протяженность кроны	2,8	2,7	2,5	2,4
10. Ширина кроны, м	1,9	1,8	1,8	1,5
11. Состояние плантации	Хорошее	Хорошее	Хорошее	Хорошее

Таблица 2

**Основные морфометрические показатели шишек лиственницы и их масса**

Показатели	$M$	$\pm m$	min	max	$\sigma$	$V, \%$	$P, \%$
Длина шишек, см	3,1	0,07	1,7	4,3	0,52	16,8	2,2
Диаметр шишек, см	2,2	0,04	1,4	2,7	0,26	11,8	1,8
Масса одной шишки, г	2,32	0,13	0,72	5,23	0,90	40,3	5,6
Выход семян из шишек, %	5,2	–	–	–	–	–	–

По данным некоторых авторов, в шишках, длина которых меньше 25 мм, в большей части формируются недоразвитые и пустые семена, загатавливать такие шишки нецелесообразно [6].

Показатели качества семян определяют пригодность их к посеву, что дает возможность уточнять норму высева, прогнозировать выход посадочного материала с единицы площади, оценивать степень адаптации вида к условиям внешней среды.

В табл. 3 приведены результаты лабораторного исследования качества семян лиственницы европейской, полученных на лесосеменных плантациях Ивацевичского лесхоза.

Таблица 3

**Качество семян лиственницы  
на лесосеменных плантациях**

Показатель	Значение
Масса 1000 шт. семян, г	4,40
Энергия прорастания, %	14,7
Всхожесть, %	28,3
Чистота, %	95
Класс качества	2

Энергия прорастания семян лиственницы оказалась равной 14,7%, а всхожесть – 28,3%. При чистоте, равной 95%, это соответствует 2-му классу качества. Результаты взрезывания непроросших семян показали, что прорастают практически все полнозернистые (здоровые) семена.

Загнившие семена составили 6,5%, а количество пустых, лишенных зародыша и эндосперма семян составило 49,7%.

Низкая всхожесть семян лиственницы отмечается многими учеными и является ее биологической особенностью. Это объясняется тем, что пыльца лиственницы лишена воздушных мешков и разносится на сравнительно небольшие расстояния. Кроме того, в смешанных насаждениях переносу пыльцы мешают соседние деревья других пород. Поэтому чем меньше доля лиственницы в составе насаждения, тем больше образуется при самоопылении пустых (без зародыша и эндосперма) семян.

Как отмечают Алексеев С. А. и Молчанов А. А., единично расположенные деревья лиственницы дают иногда незначительный процент полнозернистых семян [7].

Масса 1000 шт. семян лиственницы оказалась равной 4,4 г, что ниже обычной массы, которая в среднем составляет 7–8 г. Это объясняется наличием большого количества пустых неоплодотворенных семян. Масса 1000 шт. семян лиственницы является очень изменчивым признаком. По данным Заборовского Е. П., масса

семян может колебаться в пределах от 3,1 до 12,2 г, а средние наиболее частые величины этого показателя равны 7–9 г [8]. По данным Зеленьяка А. К., Морозовой Е. В., Иозуса А. П., изменчивость массы семян еще более значительна и варьирует от 2,5 до 16,0 г [6].

В лесокультурной практике для повышения доброкачественности семян лиственницы применяется их отвеивание для удаления пустых семян [8]. Исследования показывают, что воздушная очистка отсортировывает до 57% пустых семян лиственницы от общего их содержания в партии. До 8% в отходы вместе с пустыми семенами попадают наиболее легкие полнозернистые.

По данным исследований Свиридова Л. Т., этот способ очистки позволяет повысить качество семян на 10–14% [9].

Также можно повысить качество семян, используя метод флотации путем помещения в воду на 10–12 ч [7]. При этом полнозернистые семена тонут, а пустые остаются на поверхности. Такая очистка позволяет увеличить количество полнозернистых семян до 80–85% [3, 10].

По данным Зеленьяка А. К. и Иозуса А. П., наиболее эффективным является применение комбинированного способа повышения качества семян путем их отвеивания с последующей флотацией, что позволяет повысить количество полнозернистых семян до 91–95% и довести их до 1-го класса качества [6, 11].

**Заключение.** По результатам исследования морфометрических показателей шишек лиственницы можно сделать вывод, что их средняя длина составляет 3,1 см при коэффициенте вариации 16,8%. Средний диаметр шишек равен 2,2 см с варьированием, равным 11,8%, что соответствует низкому уровню изменчивости.

Высокий уровень изменчивости имеет масса шишек – 40,3%. При средней массе одной шишки 2,32 г минимальная масса шишки составляет 0,72 г, а максимальная – 5,23 г. Выход семян из шишек оказался достаточно высоким и составил 5,2%.

Энергия прорастания семян лиственницы составила 14,7%, а всхожесть – 28,3%. При чистоте, равной 95%, это соответствует 2-му классу качества. Результаты взрезывания непроросших семян показали, что прорастают практически все полнозернистые (здоровые) семена. При этом количество пустых, лишенных зародыша и эндосперма семян составило 49,7%, а количество загнивших семян было равным 6,5%.

Масса 1000 шт. семян лиственницы оказалась равной 4,4 г, что ниже обычной, в среднем составляющей 7–8 г. Это объясняется наличием большого количества пустых неоплодотворенных семян. Поэтому для повышения полнозернистости семян следует применять способы отвеивания и флотации.

### Список литературы

1. Некрасова Т. П. Влияние погоды на урожай семян хвойных пород // Лесное хозяйство и промышленное потребление древесины в СССР. М., 1966. С. 428–432.
2. Зеленьяк А. К., Иозус А. П., Морозова Е. В. Селекция лиственницы в Нижнем Поволжье на повышение урожайности семян // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. № 9. С. 91–95.
3. Сапронова Д. В., Зеленьяк А. К., Иозус А. П. Плодоношение лиственницы в Нижнем Поволжье // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 4. С. 3–5. URL: <https://www.scienceeducation.ru/ru/article/view?id=9995> (дата обращения: 18.09.2020).
4. Дылис Н. В. Лиственница. М.: Лесная промышленность, 1981. 96 с.
5. Атрошенко О. А., Машковский В. П. Лесная биометрия. Минск: БГТУ, 2010. 328 с.
6. Зеленьяк А. К., Морозова Е. В., Иозус А. П. Качество семян лиственницы на клоновой лесосеменной плантации // Успехи современного естествознания. 2018. № 1. С. 13–17.
7. Алексеев С. В., Молчанов А. А. Плодоношение сибирской лиственницы в северных условиях // Советский Север. 1988. № 8. С. 62–72.
8. Заборовский Б. П. О повышении всхожести семян лиственницы // Внедрение лиственницы в лесные насаждения: сб. науч. тр. М.: Гослесбумиздат, 1956. С. 51–57.
9. Свиридов Л. Т. Повышение эффективности механизированных процессов обработки семян хвойных пород: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. М., 1992. 39 с.
10. Макаров В. М., Зеленьяк А. К., Иозус А. П. Технология выращивания лиственницы сибирской // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 6. С. 2–5. URL: <https://www.scienceeducation.ru/ru/article/view?id=7536> (дата обращения: 20.09.2020).
11. Зеленьяк А. К., Иозус А. П. Интенсивность семеношения лиственницы сибирской на клоновой плантации // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. М., 2016. С. 27–32.

### References

1. Nekrasova T. P. Influence of weather on the yield of coniferous seeds. *Lesnoye khozyaystvo i promyshlennoye potrebleniye drevesiny v SSSR* [Forestry and industrial wood consumption in the USSR], Moscow, 1966, pp. 428–432 (In Russian).
2. Zelenyayak A. K., Iozus A. P., Morozova E. V. Breeding larch in the Lower Volga region to increase seed yield. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy* [International Journal of Applied and Basic Research], 2014, no. 9, pp. 91–95 (In Russian).
3. Saproнова D. V., Zelenyayak A. K., Iozus A. P. Fruiting of larch in the Lower Volga region. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya*, 2013, no. 4, pp. 3–5 (In Russian). Available at: <https://www.scienceeducation.ru/ru/article/view?id=9995> (accessed 18.09.2020).
4. Dylis N. V. *Listvennitsa* [Larch]. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1981. 96 p.
5. Atroshchenko O. A., Mashkovskiy V. P. *Lesnaya biometriya* [Forest biometrics]. Minsk, BGTU Publ., 2010. 328 p.
6. Zelenyayak A. K., Morozova E. V., Iozus A. P. The quality of larch seeds on a clonal forest seed plantation. *Uspexhi sovremennogo estestvoznaniya* [The successes of modern natural science], 2018, no. 1, pp. 13–17 (In Russian).
7. Alekseev S. V., Molchanov A. A. Fruiting of Siberian larch in northern conditions. *Sovetskiy Sever* [Soviet North], 1988, no. 8, pp. 62–72 (In Russian).
8. Zaborovskiy B. P. On increasing the germination of larch seeds. *Vnedreniye listvennitsy v lesnyye nasazhdeniya* [The introduction of larch into forest plantations], 1956, pp. 51–57 (In Russian).
9. Sviridov L. T. *Povysheniye effektivnosti mekhanizirovannykh protsessov obrabotki semyan khvoynykh porod. Avtoref. dis. d-ra tekhn. nauk* [Improving the efficiency of mechanized processing of coniferous seeds. Abstract of thesis Doct. of techn. sci.]. Moscow, 1992. 39 p.
10. Makarov V. M., Zelenyayak A. K., Iozus A. P. Siberian larch growing technology. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya*, 2012, no. 6, pp. 2–5 (In Russian). Available at: <https://www.scienceeducation.ru/ru/article/view?id=7536> (accessed 20.09.2020).
11. Zelenyayak A. K., Iozus A. P. Seed intensity of Siberian larch on clone plantation. *Doklady Rossiyskoy akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk* [Reports of the Russian Academy of Agricultural Sciences], Moscow, 2016, pp. 27–32 (In Russian).

### Информация об авторах

**Якимов Николай Игнатьевич** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесных культур и почвоведения. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: yakimov@belstu.by

**Крук Николай Константинович** – кандидат биологических наук, доцент кафедры лесных культур и почвоведения. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: kruk@belstu.by

**Тупик Павел Валерьевич** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесных культур и почвоведения. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: pavel\_tupik@belstu.by

**Юреня Андрей Владимирович** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесных культур и почвоведения. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: urenya@belstu.by

#### **Information about the authors**

**Yakimov Nikolay Ignat'yevich** – PhD (Agriculture), Assistant Professor, the Department of Forest Plantations and Soil Science. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: yakimov@belstu.by

**Kruk Nikolay Konstantinovich** – PhD (Biology), Assistant Professor, the Department of Forest Plantations and Soil Science. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: kruk@belstu.by

**Tupik Pavel Valer'yevich** – PhD (Agriculture), Assistant Professor, the Department of Forest Plantations and Soil Science. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: pavel\_tupik@belstu.by

**Yurenya Andrey Vladimirovich** – PhD (Agriculture), Assistant Professor, the Department of Forest Plantations and Soil Science. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: urenya@belstu.by

*Поступила 12.10.2020*