

УДК 630\*232.311.3

**Н. И. Якимов, Н. К. Крук, А. В. Юрениа**

Белорусский государственный технологический университет

**ОЦЕНКА СЕМЕННОГО МАТЕРИАЛА  
ЛЕСОСЕМЕННЫХ ПЛАНТАЦИЙ ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ**

Приводятся результаты исследования морфометрических показателей шишек ели европейской, собранных с плантаций разных лесхозов. Установлено, что по размерам и массе шишек не имеется достоверной разницы, поэтому шишки на исследованных плантациях примерно одинаковые по массе и крупности. Полученные результаты свидетельствуют о выравнивании морфометрических показателей и массы лесосеменного сырья на разных плантациях ели. Показатели качества семян на исследованных плантациях также существенно не отличаются. Масса 1000 шт. семян равна 5,87–6,08 г. Энергия прорастания их составляет 59–69%, всхожесть – 76–81%. По этим показателям семена соответствуют второму классу качества.

Важнейшим показателем, который характеризует урожайность плантаций, является процент выхода семян из шишек. В наших исследованиях выход семян составил 3,3–3,6%. В производственных условиях средний выход семян ели около 2%. В цехах по переработке лесосеменного сырья при недостаточном раскрытии шишек часть семян не извлекаются. Поэтому важной задачей является увеличение выхода семян ели путем совершенствования технологии их переработки.

**Ключевые слова:** шишки ели, морфометрические показатели, масса, качество семян, выход семян.

**N. I. Yakimov, N. K. Kruk, A. V. Yurenya**

Belarusian State Technological University

**ASSESSMENT OF SEED MATERIAL  
OF FOREST SEED PLANTATION OF EUROPEAN SPRUCE**

The results of the study of morphometric parameters of cones of European spruce collected from plantations of different forestry are presented. It has been established that there is no reliable difference in the size and mass of cones. Therefore, the cones on the investigated plantations have approximately the same mass and size. The obtained results indicate the equalization of morphometric parameters and the mass of forest seed raw material in different spruce plantations. Indicators of seed quality in the investigated plantations are also not significantly different. Weight: 1000 pcs. seeds is 5.87–6.08 g. The energy of seed germination is 59–69%, the germination rate is 76–81%. For these indicators, the seeds correspond to the second class of quality.

The most important indicator that characterizes the yield of plantations is the percentage of yield of seeds from cones. In our studies, the yield of seeds was 3.3–3.6%. In the production conditions, the average yield of spruce seeds is about 2%. In the workshops for processing seed-bearing raw materials, with insufficient opening of the cones, some seeds remain not extracted. Therefore, an important task is to increase the yield of spruce seeds by improving the technology of their processing.

**Key words:** cones of spruce, morphometric parameters, mass, seed quality, seed yield.

**Введение.** Использование для лесовосстановления семян ели европейской, заготовленных на лесосеменных плантациях, позволяет не только увеличить продуктивность и устойчивость вновь создаваемых лесных насаждений, но и улучшить их качество и сократить сроки выращивания технически спелой древесины [1–2]. Многие исследователи считают, что основной недостаток использования семенного материала лесосеменных плантаций заключается в снижении генетического разнообразия и низкой степени изменчивости признаков, что является одной из составляющих устойчивости лесов против неблагоприятных факторов внешней среды. После вступления плантаций в гене-

ративный возраст в результате переопыления между деревьями генетическая изменчивость семенного потомства в результате скрещивания существенно не увеличивается [3–4]. Потери генетического разнообразия могут происходить в результате отбора плюсовых деревьев по фенотипу, использования ограниченного количества клонов на плантациях и различной урожайности введенных клонов [5].

Важнейшим показателем лесосеменных плантаций является репродуктивная активность семенных деревьев. По урожайности шишек и семян отдельные клоны могут различаться в 2–3 раза, что обуславливается наследственными особенностями [1]. Кроме наследственных осо-

бенностей, урожайность плантации зависит от возраста семенных деревьев, а также погодных условий в годы закладки цветочных почек, цветения и развития шишек. Немаловажную роль в повышении урожайности плантаций играют густота посадки и уход за семенными деревьями, так и за почвой.

Вопросы урожайности лесосеменных плантаций освещены во многих публикациях [6–9], тем не менее исследование морфометрических показателей лесосеменного материала, выхода из них семян, а также показателей качества семян является важной задачей.

**Основная часть.** Исследования проводились на лесосеменных плантациях ели европейской Глубокского опытного, Полоцкого и Крупского лесхозов. Для оценки лесосеменного материала производилось определение биометрических параметров шишек (длина, диаметр, масса), заготовленных на лесосеменных плантациях. Также выполнялась сравнительная оценка качества семян ели на разных лесосеменных плантациях в соответствии с ТКП 546-2014 [10].

С этой целью на каждой плантации закладывались пробные площади с количеством деревьев не менее 50 шт. На каждой пробной площади из средней части кроны деревьев собиралось по 10 шишек и формировался средний образец для определения средней массы одной шишки и процента выхода семян. Собранные шишки помещали в полиэтиленовые пакеты и до определения биометрических показателей хранили в холодильнике при +4°C для предотвращения их раскрытия и искажения линейных размеров. Шишки взвешивали, длину и диаметр каждой в двух взаимно перпендикулярных

направлениях измеряли штангенциркулем с точностью до 1 мм.

После сушки шишек извлекали семена, определяли массу 1000 шт. и выход их из шишек. Анализ качества семян проводился в лесосеменной лаборатории. Определялись энергия прорастания семян и всхожесть, по которой устанавливался класс качества.

Для последующего анализа использованы наиболее информативные биометрические показатели шишки: масса, длина, средний диаметр, выход семян из шишек. Выход семян рассчитывали отношением массы полнотелых семян к массе шишек и выражали в процентах.

Камеральная обработка экспериментальных данных проводилась в соответствии с современными математико-статистическими и общепризнанными методиками, действующими ГОСТами и инструкциями. Математическая обработка материалов произведена с помощью прикладных статистических программ.

Морфометрические показатели и статистическая обработка шишек ели европейской, собранных с разных лесосеменных плантаций, представлены в табл. 1.

На плантации Глубокского лесхоза средняя длина шишек составляет 12,7 см, диаметр – 2,9 см. Масса шишек варьирует от 21 до 34 г и в среднем составляет 29 г.

В Полоцком лесхозе морфометрические показатели шишек несколько меньше: средняя их длина составляет 10,5 см, средний диаметр – 2,4 см, средняя масса шишки – 27,7 г.

Плантация ели Крупского лесхоза характеризуется следующими параметрами шишек: средняя длина – 11,4 см, средний диаметр – 2,7 см, средняя масса шишки – 30 г.

Таблица 1

**Морфометрические показатели шишек на лесосеменных плантациях ели европейской**

| Показатели   | $M$  | $\pm m$ | min | max  | $\sigma$ | $V, \%$ | $P, \%$ |
|--|------|---------|-----|------|----------|---------|---------|
| Глубокский опытный лесхоз, Глубокское л-во, кв. 33 |      |         |     |      |          |         |         |
| Длина шишек, см                                    | 12,7 | 0,16    | 9,9 | 15,5 | 1,12     | 8,8     | 1,25    |
| Диаметр шишек, см                                  | 2,9  | 0,03    | 2,4 | 3,6  | 0,24     | 8,3     | 1,03    |
| Масса одной шишки, г                               | 29,0 | 0,37    | 21  | 34   | 2,6      | 8,9     | 1,27    |
| Выход семян, %                                     | 3,3  | –       | –   | –    | –        | –       | –       |
| Полоцкий лесхоз, Ветринское л-во, кв. 9            |      |         |     |      |          |         |         |
| Длина шишек, см                                    | 10,5 | 0,15    | 8,4 | 13,8 | 1,08     | 10,2    | 1,42    |
| Диаметр шишек, см                                  | 2,4  | 0,04    | 1,9 | 3,2  | 0,26     | 10,8    | 1,67    |
| Масса одной шишки, г                               | 27,7 | 0,40    | 18  | 32   | 2,8      | 10,1    | 1,44    |
| Выход семян, %                                     | 3,5  | –       | –   | –    | –        | –       | –       |
| Крупский лесхоз, Бобрское л-во, кв. 45             |      |         |     |      |          |         |         |
| Длина шишек, см                                    | 11,4 | 0,17    | 8,5 | 14,5 | 1,20     | 10,5    | 1,49    |
| Диаметр шишек, см                                  | 2,7  | 0,03    | 2,2 | 3,4  | 0,24     | 8,9     | 1,11    |
| Масса одной шишки, г                               | 30,0 | 0,46    | 21  | 37   | 3,2      | 10,7    | 1,53    |
| Выход семян, %                                     | 3,6  | –       | –   | –    | –        | –       | –       |

Результаты сравнения морфометрических показателей шишек, собранных с плантаций разных лесхозов, с использованием *t*-критерия Стьюдента показали, что между ними не имеется достоверной разницы ( $t < 2$ ), т. е. шишки на всех плантациях примерно одинаковые по массе и крупности.

На всех анализируемых плантациях коэффициенты вариации длины, диаметра шишек и их массы имеют небольшую изменчивость, которая колеблется в пределах 8,3–10,8%. По шкале С. А. Мамаева это соответствует низкому уровню изменчивости [11].

Одним из важнейших показателей, характеризующих урожайность плантаций, является процент выхода семян из шишек. В производственных условиях средний выход семян ели составляет около 2%. В наших исследованиях выход семян составил 3,3–3,6%. Это можно объяснить тем, что при получении семян в лабораторных условиях ручным способом путем выбивания их из шишек извлекались практически все семена. При больших объемах переработки семян в производственных условиях шишки в зависимости от их влажности имеют разную раскрываемость, и поэтому часть семян остается не извлеченной из шишек. Важной задачей является увеличение выхода семян ели при переработке шишек в производственных условиях.

Масса шишек является показателем, который характеризует их крупность. Как правило, большие по массе шишки имеют большие раз-

меры. В крупных шишках содержится большее количество разнообразных биологически активных веществ, необходимых для формирования и развития семян.

В табл. 2 приведены коэффициенты вариации и дифференциации массы шишек ели европейской на лесосеменных плантациях, собранных с разных плантаций. Коэффициент вариации массы шишек колеблется в пределах 8,9–10,7%. По шкале С. А. Мамаева это соответствует низкому уровню изменчивости. Величина коэффициента дифференциации варьирует от 28,8% до 35,5%. По степени дифференциации признака это соответствует средней дифференциации массы шишек. Таким образом, приведенные результаты свидетельствуют о выравненности морфометрических показателей и массы шишек на разных плантациях ели.

Основными показателями качества семян являются масса 1000 шт., энергия прорастания и их всхожесть. В табл. 3 приведены результаты лабораторного анализа семян ели европейской, полученные на лесосеменных плантациях Глубокского опытного, Полоцкого и Крупского лесхозов.

Масса 1000 шт. семян на исследованных плантациях существенно не отличается и колеблется в пределах 5,87–6,08 г. Энергия прорастания семян отличается незначительно и составляет 59–69%. По всхожести семена также существенно не отличаются и имеют примерно одинаковую всхожесть (76–81%), что соответствует второму классу качества.

Таблица 2

**Коэффициенты вариации и дифференциации массы шишек на лесосеменных плантациях**

| Лесосеменные объекты                               | Коэффициент вариации, % | Уровень изменчивости по шкале Мамаева | Коэффициент дифференциации, % | Степень дифференциации |
|--|-------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|------------------------|
| Глубокский опытный лесхоз, Глубокское л-во, кв. 33 | 8,9                     | Низкий                                | 32,5                          | Средняя                |
| Полоцкий лесхоз, Ветринское л-во, кв. 9            | 10,1                    | Низкий                                | 28,8                          | Средняя                |
| Крупский лесхоз, Бобрское л-во, кв. 45             | 10,7                    | Низкий                                | 35,5                          | Средняя                |

Таблица 3

**Качество семян ели на лесосеменных плантациях**

| Лесосеменная плантация                             | Масса 1000 шт. семян, г | Энергия прорастания семян, % | Всхожесть, % | Класс качества |
|--|-------------------------|------------------------------|--------------|----------------|
| Глубокский опытный лесхоз, Глубокское л-во, кв. 33 | 6,08                    | 61                           | 77           | 2              |
| Полоцкий лесхоз, Ветринское л-во, кв. 9            | 5,94                    | 59                           | 76           | 2              |
| Крупский лесхоз, Бобрское л-во, кв. 45             | 5,87                    | 69                           | 81           | 2              |

**Заключение.** Результаты исследования морфометрических показателей шишек ели европейской, собранных с плантаций разных лесхозов, показали, что между ними не имеется достоверной разницы ( $t < 2$ ), т. е. шишки на всех плантациях примерно одинаковые по массе и крупности. Коэффициент вариации массы шишек колеблется в пределах 8,9–10,7%, что соответствует низкому уровню изменчивости. По степени дифференциации масса шишек характеризуется средней степенью дифференциации (28,8–35,5%). Приведенные результаты свидетельствуют о выравнивании морфометрических показателей и массы шишек на разных плантациях ели европейской.

Показатели качества семян на исследованных плантациях также существенно не отличаются. Масса 1000 шт. семян находится в пределах 5,87–6,08 г, энергия прорастания семян со-

ставляет 59–69%, семена имеют примерно одинаковую всхожесть (76–81%), что соответствует второму классу качества. Второй класс по всхожести объясняется тем, что в пробе присутствовали пустые семена, которые в лабораторных условиях трудно отделить.

Одним из важнейших показателей, характеризующих урожайность плантаций, является процент выхода семян из шишек. В наших исследованиях выход семян составил 3,3–3,6%, в то время как в производственных условиях средний выход семян ели около 2,3%. Это можно объяснить тем, что в условиях массовой переработки шишки имеют разную степень раскрытости и поэтому часть семян не извлекается.

Важной задачей для лесного семеноводства является увеличение выхода семян ели при переработке лесосеменного сырья путем более полного извлечения их из шишек.

### Литература

1. Царев А. П., Погиба С. П., Тренин В. В. Селекция и репродукция лесных древесных пород: учебник / под ред. А. П. Царева. М.: Логос, 2001–2003. 520 с.
2. Енальский А. П., Хамитов Р. С. Изменчивость шишек ели на лесосеменной плантации Вологодского селекцентра: матер. X Всеросс. науч.-практ. конф. «Тобольск научный – 2013». Тобольск, 2013. С. 94–96.
3. Stoehr M. U., El-Kassaby Y. A. Levels of genetic diversity at different stages of the domestication cycle of interior spruce in British Columbia. *Theoretical and Applied Genetics*. 1997. Vol. 94, issue 1. P. 83–90.
4. El-Kassaby Y. A., Namkoong G. Genetic diversity of forest tree plantations: consequences of domestication. *Consequences of changes in biodiversity*. IUFRO World Congress. Tampere, Finland. 1995. Vol. 2. P. 218–228.
5. Harju A. Genetic functioning of Scots pine seed orchards. *Acta Universitatis Ouluensis*. Finland: University of Oulu, 1995. 271 p.
6. Karlsson B., Rosvall O. Norway spruce. Breeding Programs in Sweden. Arbetsrapport No. 302. Uppsala: Scog Forsk, 1995. P. 16–21.
7. Review of the Swedish tree breeding programmes. Uppsala: Scog Forsk, 2011. 84 p.
8. Лаур Н. В. Лесная селекция и семеноводство в Карелии. М.: Изд-во Московского гос. ун-та леса, 2012. 160 с.
9. Ефимов Ю. П. Семенные плантации в лесной селекции семеноводства: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Йошкар-Ола, 1997. 45 с.
10. Правила оценки посевных качеств семян лесных растений: ТКП 546-2014. Введ. 19.09.2014. Минск: Минлесхоз, 2014. 35 с.
11. Мамаев С. А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений (на примере семейства Pinaceae на Урале). М.: Наука, 1972. 283 с.

### References

1. Tsaryev A. P., Pogiba S. P., Trenin V. V. *Seleksiya i reproduksiya lesnykh drevesnykh porod* [Selection and reproduction of forest tree species]. Moscow, Logos Publ., 2001–2003. 520 p.
2. Enal'skiy A. P., Chamitov R. S. [Variability of cones of spruce on the seed-bearing plantation of the Vologda selection centre]. *Materialy X Vseross. nauch.-prakt. konf. ("Tobol'sk nauchnyy – 2013")* [Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conf. ("Tobol'sk Scientific – 2013")]. Tobol'sk, 2013, pp. 94–96 (In Russian)
3. Stoehr M. U., El-Kassaby Y. A. Levels of genetic diversity at different stages of the domestication cycle of interior spruce in British Columbia. *Theoretical and Applied Genetics*. 1997, vol. 94, issue 1, pp. 83–90.
4. El-Kassaby Y. A., Namkoong G. Genetic diversity of forest tree plantations: consequences of domestication. *Consequences of changes in biodiversity*. IUFRO World Congress. Tampere, Finland. 1995, vol. 2, pp. 218–228.

5. Harju A. Genetic functioning of Scots pine seed orchards. *Acta Universitatis Ouluensis*. Finland, University of Oulu, 1995. 271 p.
6. Karlsson B., Rosvall O. Norway spruce. *Breeding Programs in Sweden*. Arbetsrapport no. 302. Uppsala, Scog Forsk, 1995, pp. 16–21.
7. *Review of the Swedish tree breeding programmes*. Uppsala, Skog Forsk, 2011. 84 p.
8. Laur N. V. *Lesnaya selektsiya i semenovodstvo v Karelii* [Forest selection and seed production in Karelia]. Moscow, Moskovskiy gos. un-t. Publ., 2012. 160 p.
9. Efimov U. P. *Semennyye plantatsii v lesnoy selektsii semenovodstva. Avtoref. dis. doct. s.-kh. nauk*. [Seed plantations in the forest seed breeding selection. Doct. Diss.]. Yochkar-Ola, 1997. 45 p.
10. ТКР 546-2014. Rules for assessing the sowing qualities of seeds of forest plants. Minsk, Ministry of Forestry, 2015. 55 p. (In Russian).
11. Mamayev S. F. *Formy vnutrividovoy izmenchivosti drevesnykh rasteniy (na primere semeystva Pineaceae na Urale)* [Forms of intraspecific variability of woody plants (on the example of Pinaceae family in the Urals)]. Moscow, Nauka Publ., 1972. 283 p.

#### 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

**Юреня Андрей Владимирович** – кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель 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 Ignatievich** – 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 Nikolai 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

**Urenya Andrei Vladimirovich** – PhD (Agriculture), Senior Lecturer, 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 25.09.2018