

ВЛИЯНИЕ КАЛИБРОВАНИЯ СЕМЯН НА ВЫСОТУ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ПРИ ИХ ВЫРАЩИВАНИИ В ПИТОМНИКЕ

А.Д. Голев

к.т.н., доцент, доцент кафедры «Производство, ремонт и эксплуатация машин»,
Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»
г. Воронеж, Россия

В.А. Иванников

д.т.н., доцент, заведующий кафедрой «Производство, ремонт и эксплуатация машин»,
Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»
г. Воронеж, Россия

В.Н. Бухтояров

к.т.н., доцент, доцент кафедры «Производство, ремонт и эксплуатация машин»,
Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»
г. Воронеж, Россия

Р.А. Кораблёв

к.т.н., доцент, доцент кафедры «Организации перевозок и безопасности движения»,
Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»
г. Воронеж, Россия

Г.Г. Голева

д.с.-х.н., доцент, заведующий кафедрой селекции, семеноводства и биотехнологии
Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I
г. Воронеж, Россия

Аннотация. Представлены результаты исследований по влиянию калибрования семян сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) по толщине на изменение высоты сеянцев при выращивании их в питомнике. Исследование проводилось в 2022-2023 гг. на базе ГАУ «Ленинский лесхоз» Липецкой области в соответствии с договором о научно-исследовательской деятельности. Объект исследования - сеянцы сосны обыкновенной, выращенные из семян, предварительно откалиброванных по размеру (толщине). Партия семян сосны обыкновенной перед посевом была откалибрована по толщине с использованием безрешетной технологии на четыре размерные фракции (мелкие, средние, среднекрупные, крупные). Размерный промежуток во фракциях определялся экспериментально с помощью концевых мер. В качестве контроля использовали некалиброванные семена. Полученные фракции семян были высеяны на лесном питомнике во второй декаде апреля 2023 г. узкострочным способом. Цель исследования – оценка влияния калибрования семян сосны обыкновенной по толщине на изменение высоты сеянцев при выращивании их в питомнике. Было установлено, что в конце первого вегетационного периода разница по среднему показателю высоты сеянцев из семян мелкой, средней и среднекрупной фракции примерно одинакова и колеблется в пределах 3 – 10 мм. Высота сеянцев выращенных из крупных семян больше по сравнению с первыми тремя фракциями и отличается по 15, 8 и 5 мм соответственно и на 12 мм, по сравнению с сеянцами из контрольного образца

Ключевые слова. Семена, калибрование, сосна обыкновенная, высота сеянцев

EFFECT OF SEEDS CALIBRATION ON THE HEIGHT OF SEEDLINGS OF THE COMMON PINE DURING THEIR GROWING IN A NURSERY

A.D. Golev

*Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor, Associate Professor of the Department of Production,
Repair, and Operation of Machines,
Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov,
Voronezh, Russia*

V.A. Ivannikov,

*Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Production, Repair,
and Operation of Machines,
Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov,
Voronezh, Russia*

V.N. Bukhtoyarov

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department
of Production, Repair, and Operation of Machines,
Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov,
Voronezh, Russia*

R.A. Korablyov

*Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Transportation Organization
and Traffic Safety,
Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov,
Voronezh, Russia*

G.G. Goleva

*Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Breeding, Seed
Production, and Biotechnology
Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I
Voronezh, Russia*

Abstract. The results of studies on the effect of seed thickness calibration of Scots pine (*Pinus sylvestris*) on the change in the height of seedlings when growing them in a nursery are presented. The study was conducted in 2023-2024 on the basis of the State Forestry Enterprise "Leninsky Forestry" of the Lipetsk Region in accordance with the contract No. ... The object of the study is Scots pine seedlings grown from seeds that were previously calibrated in size (thickness). Before sowing, a batch of Scots pine seeds was calibrated by thickness using a non-sieve technology into four size fractions (small, medium, medium-large, and large). The size gap in the fractions was determined experimentally using end measures. Uncalibrated seeds were used as a control. The resulting seed fractions were sown in a forest nursery in the second decade of April 2023 using a narrow-row method. The purpose of this study is to evaluate the effect of seed thickness calibration on the height of Scots pine seedlings during their cultivation.

Keywords: Seeds, calibration, Scots pine, seedling height

Введение. Вопрос о сортировании (калибровании) лесных семян хвойных пород по размеру (толщине) всегда имел чрезвычайную актуальность.

Калибрование семян – это прием, позволяющий достигать высокой однородности посева, увеличения выхода сеянцев с единицы площади за счет снижения конкуренции между сеянцами [9].

Известно, что калибрование семян хвойных пород по крупности необходимо проводить в целях рационального использования, как крупных, так и мелких семян и создания оптимальных условий для роста и развития сеянцев [2].

Необходимо отметить тот факт, что использование толщины семян для их калибрования является наиболее эффективным способом отбора наиболее жизнеспособных семян [10-13].

В то же время многочисленными опытами установлено [14-18], что при посеве некалиброванными семенами, сеянцы, выросшие из мелких семян, как правило, не достигают стандартных размеров. Это происходит потому, что они не выдерживают конкуренцию с крупными сеянцами, выросшими из крупных семян. Сеянцы, не достигшие стандартных размеров, подлежат выбраковыванию и утилизации. Однако, по мнению Юрре [7,8] в мелких семенах сосны обыкновенной могут содержаться ценные экотипы. В связи с этим посев некалиброванными семенами может привести к снижению генетического разнообразия на лесокультурных площадях со всеми вытекающими последствиями

Эти выводы являются основанием для проведения исследований по влиянию сортирования (калибрования) семян хвойных пород по размеру (толщине) на морфо-биологические признаки сеянцев. Калибрование семян сосны обыкновенной по толщине с использованием безрешетной технологии и отдельный высев полученных фракций дает положительный эффект. Данный эффект заключается в том, что создаются благоприятные условия для роста и развития сеянцев всех фракций благодаря отсутствию ярко выраженной конкуренции между ними [1].

В связи с этим *цель* исследований состояла в оценке влияния калибрования семян сосны обыкновенной по толщине на высоту сеянцев при отдельном посеве фракций на лесопитомниковых площадях.

Материал и методика исследований. Объектом исследования послужили семена сосны обыкновенной (таблица 1).

Таблица 1– Характеристика семян сосны обыкновенной по посевным качествам

Толщина семян, мм		Масса семян, г		Чистота, %	Всхожесть, %	Год сбора
min	max	1000 шт.	партии			
1,1	2,1	8,1	54000	96	94	2022

С использованием безрешетной технологии [3-6] было получено четыре размерные фракции – мелкую, среднюю, среднекрупную и крупные фракции. Размерный промежуток во фракциях определялся экспериментально, с помощью концевых мер. Оценка посевных качеств семян проведена в лаборатории ВНИЛГИСбиотех (таблица 2).

Таблица 2 – Результаты оценки посевных качеств семян

Фракция	Посевные качества семян			
	Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть, %	Чистота, %	Масса 1000 шт. семян, г
Мелкая	73	76	93	5,5
Средняя	79	83	94	6,3
Среднекрупная	85	92	96	7,8
Крупная	87	96	97	8,9
Контроль	85	94	96	8,1

В качестве контроля использовались некалиброванные семена.

Исследования проводили в 2022-2023 гг. на территории питомника «Ленинского лесхоза» Липецкой области в рамках выполнения договора о научно-исследовательской деятельности № 15/22. Полученные фракции семян были высеяны на лесопитомниковых площадях отдельно. Посев осуществлялся во второй декаде апреля 2022 года узкострочным способом. На каждом варианте опыта было выделены по четыре учетные площадки длиной 1 м. В течение периодов вегетации сеянцев ежемесячно проводился учет динамики высоты растений сосны обыкновенной.

Результаты исследований.

По нашим наблюдениям первыми появились всходы крупных семян, а также незначительное количество в контрольном варианте. Очевидно, это можно объяснить тем, что в контрольном варианте имелось некоторое количество крупных семян, которые обладая одинаковыми показателями роста с откалиброванными крупными семенами, соответственно, проросли в одни и те же сроки. С разницей в один – два дня стали появляться всходы из среднекрупных семян. Всходы из средних семян появились через два – три дня после всходов из средnekрупных. Через три – четыре дня после появления всходов средних семян стали появляться всходы из мелких семян. Таким образом, разница по срокам появления всходов между крупными и мелкими фракциями семян изменялась в пределах 6 - 9 дней. Такая разница по срокам появления всходов, по нашему мнению, связана с целым рядом факторов. Во-первых, из-за уменьшения запасов влаги в почве преимущество имеют растения, которые раньше взошли (то есть сеянцы крупных семян). Во-вторых, при увеличении периода появления всходов на почве происходит процесс коркообразования, который затрудняет появление всходов, что, в конечном счете, приводит к значительному сокращению общего количества сеянцев в этих посевах. В-третьих, запас питательных веществ у мелких и средних семян значительно меньше, чем в средnekрупных и крупных, что, в конечном счете, серьезно снижает грунтовую всхожесть этих семян по сравнению с более крупными. Все эти факторы негативно сказываются на росте сеянцев.

Первые измерения высоты сеянцев были выполнены 20 мая 2022 г. примерно через три недели после появления всходов. Заметной разницы по вариантам опыта в первые недели и последующий месяц не наблюдалось (таблица 3).

Таблица 3 – Динамика высоты сеянцев сосны обыкновенной, 2022 г.

Месяц	Высота растений, мм				
	мелкая фракция	средняя фракция	средне-крупная фракция	крупная фракция	контроль
Май	22	25	28	29	25
Июнь	30	33	36	38	34
Июль	35	39	43	44	38
Август	42	44	49	52	44
Сентябрь	51	55	60	67	58
Октябрь	63	70	73	78	66

Анализ динамики роста сеянцев сосны обыкновенной в первый год вегетации свидетельствует о том, что размер сеянцев, выращенных из крупных и средnekрупных семян выше, чем из мелких семян и контроля. Вместе с тем, можно отметить тот факт, что в начальный период роста сеянцев (май, июнь) заметного влияния калибрования семян на рост сеянцев отмечено не было. По нашему мнению, это связано с особенностью вегетативного развития сосны обыкновенной в начальный период роста.

В то же время необходимо заметить, что выравненность сеянцев по высоте в пределах варианта опыта в период с августа по октябрь снижалась. Так в делянках с сеянцами, выросшими из мелких семян, разница между минимальными и максимальными размерами по

высоте составила 7 мм. У сеянцев, выросших из средних семян, разница по высоте между минимальным и максимальным размерами сеянцев составила 10 мм, среднекрупных семян – 13 мм, крупных – 20 мм. В контрольном варианте эта величина составила 42 мм.

Анализ динамики роста сеянцев сосны обыкновенной во второй вегетационный период (2023 г.) позволил установить, что с мая по июнь растения росли медленно и в среднем прирост составлял 7 ... 12 мм (таблица 4).

Таблица 4 – Динамика высоты сеянцев сосны обыкновенной, 2023 г.

Месяц	Высота растений, мм				
	мелкая фракция	средняя фракция	средне-крупная фракция	крупная фракция	контроль
Май	71	76	78	80	74
Июнь	78	83	87	91	82
Июль	91	130	137	144	128
Август	122	164	170	171	160
Сентябрь	141	170	187	192	183
Октябрь	163	211	236	265	237

С июля по октябрь прирост высоты растений в месяц составил у сеянцев, выросших из мелких семян от 21 до 31 мм и, средних семян – от 15 мм до 34, среднекрупных семян – от 17 до 39 мм, крупных семян – 14 до 72 мм, контроля – от 23 до 54 мм. Практически на всех вариантах опыта наименьший прирост был отмечен в период с августа по сентябрь. Вероятно, это было связано с отсутствием осадков в этот период. С сентября по октябрь были зафиксированы обильные осадки, в результате чего прирост был наивысшим и по разным опытам составил от 23 до 72 мм.

В то же время было установлено, что изменчивость высоты сеянцев, выросших из мелких семян составил – 53 мм, средних семян – 48 мм, среднекрупных семян – 62 мм, крупных семян – 74 мм, у сеянцев, контроля – 124 мм.

Заключение.

1. В начале первого года вегетации разница по срокам появления всходов между крупными и мелкими фракциями семян изменялась в пределах 6 - 9 дней, причем первыми появились всходы семян крупной фракции.

2. С середины июля, разница между вариантами опыта увеличилась. Наиболее заметным это было в период с августа по октябрь.

3. В конце первого вегетационного периода высота сеянцев, выращенных из крупных семян, превышала контроль на 12 мм, а сеянцев из мелких, средних и среднекрупных семян на 15 мм, 8 мм и 5 мм – соответственно.

4. Выравненность сеянцев по высоте в пределах варианта опыта в период с августа по октябрь снижалась. Разница между минимальными и максимальными размерами по высоте сеянцев, выросших из мелких семян, составила 7 мм, средних семян – 10 мм, среднекрупных семян – 13 мм, крупных – 20 мм. В контрольном варианте эта величина составила 42 мм.

5. В начале второго вегетационного периода растения росли медленно и в среднем прирост составлял 7 ... 12 мм. Изменчивость высоты сеянцев, выросших из мелких семян, составил – 53 мм, средних семян – 48 мм, среднекрупных семян – 62 мм, крупных семян – 74 мм, у сеянцев, контроля – 124 мм.

6. В результате проведенных исследований установлено, что сеянцы, полученные из калиброванных семян, характеризуются большей выравненностью по высоте. Сеянцы, выросшие из семян крупной фракции, характеризовались более ранним появлением всходов и большим их количеством на единице площади питомника.

Список литературы

1. Повышение продуктивности лесных питомников при выращивании семян сосны обыкновенной / А. Д. Голев, В. А. Иванников, В. Н. Бухтояров, Г. Г. Голева // Лесные экосистемы как глобальный ресурс биосферы: вызовы, угрозы, решения в контексте изменения климата : Материалы Международного лесного форума, Воронеж, 29–30 сентября 2022 года / Отв. редактор Н.В. Яковенко. – Воронеж: Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, 2022. – С. 17-23. – DOI 10.58168/IFF2022_17-23. – EDN KRSZWJ.
2. Свиридов Л Т 2002 Сортирование лесных семян. (Воронеж. Воронежская государственная лесотехническая академия) 298 с.
3. УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОДАЧИ СЕМЯН Голев А.Д., Голева Г.Г., Иванников В.А., Бухтояров В.Н. Патент на изобретение RU 2677302 С1, 16.01.2019. Заявка № 2018113041 от 10.04.2018.
4. УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОДАЧИ СЫПУЧЕГО МАТЕРИАЛА Голев А.Д., Голева Г.Г., Иванников В.А., Бухтояров В.Н. Патент на изобретение 2725195 С1, 30.06.2020. Заявка № 2019144355 от 24.12.2019.
5. УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОДАЧИ СЫПУЧЕГО МАТЕРИАЛА Голев Александр Дмитриевич, Голева Галина Геннадьевна, Иванников Валерий Александрович, Бухтояров Владимир Николаевич Патент на изобретение 2749367 С1, 09.06.2021. Заявка № 2020139655 от 01.12.2020.
6. УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОДАЧИ СЫПУЧЕГО МАТЕРИАЛА Голев А.Д., Голева Г.Г., Иванников В.А., Бухтояров В.Н. Патент на изобретение 2743029 С1, 12.02.2021. Заявка № 2020126730 от 10.08.2020.
7. Юрпе Н.А. Экономия лесных семян и повышение выхода посадочного материала в питомниках / Н.А. Юрпе // Лесное хозяйство.–1953.–№3.–С.19-22.
8. Юрпе Н.А. Сеять выровненными по крупности семенами // Лес. хоз-во.– 1951.– №3.– с. 31–32.
9. Belcher EW, Leach GN, Gresham HH (1984) Sizing slash pine seeds as a nursery procedure. *Tree Planters' Notes* 35(2):5-10.
10. Kaliniewicz Z, Markowski P, Anders A, Jadwisieńczyk K, Zuk Z, Krzysiak Z 2019 Physical properties of seeds of eleven fir species *Forests* 10 (2) 142 DOI:10.3390/f10020142
11. Kaliniewicz Z, Zuk Z and Kusińska E 2018 Physical properties of seeds of eleven spruce species *Forests* 9 (10) 617 DOI: 10.20944/preprints201808.0400.v1
12. Kaliniewicz, Z.; Markowski, P.; Anders, A.; Jadwisieńczyk, B.; Rawa, T.; Szczechowicz, D. Basic physical properties of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) seeds. *Tech. Sci.* 2016, 19, 103–115
13. Kaliniewicz, Z.; Markowski, P.; Anders, A.; Tylek, P.; Krzysiak, Z.; Fura, S. Influence of the age of parent stand on selected physical properties of Norway spruce seeds. *Sylvan* 2017, 161, 548–557 DOI: 10.20944/preprints201808.0400.v1
14. Norden, N.; Daws, M.I.; Antoine, C.; Gonzalez, M.A.; Garwood, N.C.; Chave, J. The relationship between seed mass and mean time to germination for 1037 tree species across five tropical forests. *Funct. Ecol.* 2009, 203–210. [CrossRef]
15. Parker, W.C.; Noland, T.L.; Morneau, A.E. The effects of seed mass on germination, seedling emergence, and early seedling growth of eastern white pine (*Pinus strobus* L.). *New For.* 2006, 32, 33–49. [CrossRef]
16. Rawat, B.S.; Uniyal, A.K. Variability in cone and seed characteristics and seed testing in various provenances of Himalayan spruce (*Picea smithiana*). *J. For. Res.* 2011, 22, 603–610.
17. Upadhyaya, K.; Pandey, H.N.; Law, P.S. The effect of seed mass on germination, seedling survival and growth in *Prunus jenkinsii* Hook.f. & Thoms. *Turk. J. Bot.* 2007, 31, 31–36. [CrossRef]
18. Załuski, A. Nasiennictwo Leśnych Drzew i Krzewów Iglastych (Management of Coniferous Forest Trees and Shrubs for Seed Production); Oficyna Edytorska Wydawnictwo Swiat: Warszawa, Poland, 1995; pp. 117–121. ISBN 8385597271. (In Polish)

References

1. Increasing the productivity of forest nurseries when growing Scots pine seedlings / A. D. Golev, V. A. Ivannikov, V. N. Bukhtoyarov, and G. G. Goleva // *Forest Ecosystems as a Global Resource of the Biosphere: Challenges, Threats, and Solutions in the Context of Climate Change : Proceedings of the International Forest Forum, Voronezh, September 29–30, 2022* / Edited by N. V. Yakovenko. – Voronezh: Voronezh State Forestry University named after G.F. Morozov, 2022. – P. 17-23. – DOI 10.58168/IFF2022_17-23. – EDN KRSZJW.
2. Sviridov LT 2002 Sorting of forest seeds. (Voronezh. Voronezh State Forestry Academy) 298 p.
3. DEVICE FOR FEEDING SEEDS Golev A.D., Goleva G.G., Ivannikov V.A., Bukhtoyarov V.N. Patent for the invention RU 2677302 C1, 16.01.2019. Application No. 2018113041 dated 10.04.2018.
4. DEVICE FOR FEEDING FRACTURED MATERIAL Golev A.D., Goleva G.G., Ivannikov V.A., Bukhtoyarov V.N. Patent for Invention 2725195 C1, 30.06.2020. Application No. 2019144355 dated 24.12.2019.
5. DEVICE FOR FEEDING FRACTURED MATERIAL Golev Alexander Dmitrievich, Goleva Galina Gennadiyevna, Ivannikov Valeriy Aleksandrovich, Bukhtoyarov Vladimir Nikolaevich Patent for invention 2749367 C1, 09.06.2021. Application No. 2020139655 dated 01.12.2020.
6. DEVICE FOR FEEDING FRACTURED MATERIAL Golev A.D., Goleva G.G., Ivannikov V.A., Bukhtoyarov V.N. Patent for Invention 2743029 C1, 12.02.2021. Application No. 2020126730, dated 10.08.2020.
7. Yurre, N.A. Saving forest seeds and increasing the yield of planting material in nurseries / N.A. Yurre // *Lesnoye khozyaistvo.*–1953.–No.3.–P.19-22.
8. Yurre, N.A. Sowing with seeds of equal size // *Lesnoye khozyaistvo.*–1951.–No.3.–p. 31–32.
9. Belcher EW, Leach GN, Gresham HH (1984) Sizing slash pine seeds as a nursery procedure. *Tree Planters' Notes* 35(2):5-10.
10. Kaliniewicz Z, Markowski P, Anders A, Jadwisieńczyk K, Zuk Z, Krzysiak Z 2019 Physical properties of seeds of eleven fir species *Forests* 10 (2) 142 DOI:10.3390/f10020142
11. Kaliniewicz Z, Zuk Z and Kusińska E 2018 Physical properties of seeds of eleven spruce species *Forests* 9 (10) 617 DOI: 10.20944/preprints201808.0400.v1
12. Kaliniewicz, Z.; Markowski, P.; Anders, A.; Jadwisieńczyk, B.; Rawa, T.; Szczechowicz, D. Basic physical properties of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) seeds. *Tech. Sci.* 2016, 19, 103–115
13. Kaliniewicz, Z.; Markowski, P.; Anders, A.; Tylek, P.; Krzysiak, Z.; Fura, S. Influence of the age of parent stand on selected physical properties of Norway spruce seeds. *Sylvan* 2017, 161, 548–557 DOI: 10.20944/preprints201808.0400.v1
14. Norden, N.; Daws, M.I.; Antoine, C.; Gonzalez, M.A.; Garwood, N.C.; Chave, J. The relationship between seed mass and mean time to germination for 1037 tree species across five tropical forests. *Funct. Ecol.* 2009, 203–210. [CrossRef]
15. Parker, W.C.; Noland, T.L.; Morneault, A.E. The effects of seed mass on germination, seedling emergence, and early seedling growth of eastern white pine (*Pinus strobus* L.). *New For.* 2006, 32, 33–49. [CrossRef]
16. Rawat, B.S.; Uniyal, A.K. Variability in cone and seed characteristics and seed testing in various provenances of Himalayan spruce (*Picea smithiana*). *J. For. Res.* 2011, 22, 603–610.
17. Upadhya, K.; Pandey, H.N.; Law, P.S. The effect of seed mass on germination, seedling survival and growth in *Prunus jenkinsii* Hook.f. & Thoms. *Turk. J. Bot.* 2007, 31, 31–36. [CrossRef]
18. Załuski, A. *Nasiennictwo Leśnych Drzew i Krzewów Iglastych (Management of Coniferous Forest Trees and Shrubs for Seed Production)*; Oficyna Edytorska Wydawnictwo Swiat: Warszawa, Poland, 1995; pp. 117–121. ISBN 8385597271. (In Polish)