

УДК 630*232.324

Н. И. Якимов, Н. К. Крук, А. В. Юрения

Белорусский государственный технологический университет

**ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ РОСТА САЖЕНЦЕВ ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ
В УПЛОТНЕННОЙ ШКОЛЕ**

Приведены результаты исследований влияния возраста и условий выращивания сеянцев ели на показатели роста после пересадки в уплотненную школу. Наиболее высокие биометрические показатели имели саженцы в уплотненной школе, созданной посадкой двухлетних сеянцев ели в открытый грунт в начале августа. Саженцы августовской посадки имели преимущество в росте по сравнению с саженцами сентябрьской посадки. Саженцы ели из посадочного материала с закрытой корневой системой (ЗКС) имели более высокие биометрические показатели по сравнению с саженцами, выращенными из однолетних сеянцев из теплицы и двухлетних сеянцев открытого грунта с посадкой в начале сентября.

Наиболее высокий показатель энергии роста наблюдался у саженцев уплотненной школы, заложеной сеянцами с закрытой корневой системой. Это свидетельствует о том, что в этом случае наиболее успешно происходит адаптация растений к новым условиям местопроизрастания. В школе, которая создана однолетними сеянцами ели, выращенными в теплице, энергия роста саженцев была в 2 раза ниже, чем у саженцев, выращенных из сеянцев с закрытой корневой системой. Двухлетние сеянцы ели открытого грунта имели более высокую энергию роста при посадке в августе, по сравнению с посадкой в сентябре, но уступали сеянцам с закрытой корневой системой.

Ключевые слова: школа уплотненная, ель европейская, саженец, показатели биометрические, энергия роста.

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

Belarusian State Technological University

**EVALUATION OF GROWTH PERFORMANCE
OF NORWAY SPRUCE SEEDLINGS IN NURSERIES**

The results of studies on the effect of age and growing conditions of spruce seedlings on their growth after transplanting in nurseries are presented. The highest biometric parameters have two-year seedlings of spruce in open ground planted in early August. These seedlings had an advantage in growth compared with seedlings planted in September. Saplings of firs, which are created by planting material with closed root system had higher biometric parameters compared with seedlings of the one-year spruce seedlings from the nurseries and two year old spruce seedlings in open ground planted in early September.

The highest rate of energy growth of seedlings with closed root system was observed the nurseries. This indicates that in this case, the most successful is the adaptation of seedlings to new conditions of habitat. The nurseries, which has created by one-year spruce seedlings showed 2 times lower, energy growth of seedlings than that of seedlings with closed root system. Two-year seedlings of spruce in open, ground had a higher energy growth when planted in August, compared to the seedlings planted in September, but they inferior seedlings with closed root system.

Key words: densified school, Norway spruce, seedling, biometric indicators, growth energy.

Введение. В настоящее время большое внимание уделяется применению крупного посадочного материала при производстве лесных культур, что требует более основательного технологического подхода к закладке школьных отделений питомника. Особенно это актуально для уплотненных школ, предназначенных для выращивания саженцев ели европейской.

Посадочный материал, применяемый для закладки уплотненных школ, оказывает большое влияние на последующий рост выращиваемых саженцев. Обычно уплотненные школы

создаются посадкой двухлетних сеянцев ели, выращенных в посевном отделении питомника. Однако есть примеры, когда для закладки школ используется посадочный материал и другого возраста [1]. Большое влияние на приживаемость сеянцев ели и их рост в уплотненной школе оказывают сроки посадки. Наиболее благоприятным временем закладки уплотненных школ является период с начала августа до начала сентября [2, 3]. Наряду с наиболее широко применяемыми биометрическими показателями, такими как высота надземной части и

толщина корневой шейки, успешность роста саженцев характеризует энергия роста. Этот показатель был впервые использован Огиевским В. В. для оценки интенсивности роста и состояния лесных культур [4]. Энергия роста, наряду с приживаемостью, характеризует адаптацию растений к новым условиям местопроизрастания после их пересадки [5, 6]. Показатель энергии роста выражается в процентах и показывает насколько интенсивно растут пересаженные растения. Низкая энергия роста говорит о неблагоприятных факторах, которые повлияли на рост растений. Наряду с почвенно-грунтовыми условиями большое влияние на начальном этапе роста саженцев оказывает отношение надземной и подземной фитомассы пересаживаемых сеянцев. Превышение массы надземной части сеянцев над их подземной более чем в 4 раза может негативно сказываться на интенсивности роста пересаженных растений [5, 7, 8].

Основная часть. Целью исследований являлось определить влияние возраста и условий выращивания сеянцев ели на их показатели роста после пересадки в уплотненную школу.

Исследования проводились в лесном питомнике Глубокского опытного лесхоза. Почвы на исследуемом участке сформированы на мореных отложениях, представленных связными супесями, подстилаемыми с глубины более 1 м суглинком легким. Верхний пахотный горизонт по содержанию гумуса имеет среднюю степень обеспеченности (2,15–2,53% гумуса), величина рН составляет от 5,18 до 6,08, степень обеспеченности подвижным фосфором и обменным калием –

средняя и повышенная. Такие почвенные условия являются благоприятными для выращивания саженцев ели [9]. На питомнике были заложены уплотненные школы, которые создавались разным по возрасту и условиям выращивания посадочным материалом. Через год после их закладки были определены биометрические показатели саженцев путем измерения высоты и толщины корневой шейки у 200–250 саженцев каждого варианта. Полученные материалы были обработаны с использованием методов математической статистики [10, 11]. Результаты исследований представлены в табл. 1.

В соответствии с ТКП 575-2015 «Наставление по выращиванию посадочного материала древесных и кустарниковых видов в лесных питомниках республики Беларусь» высота надземной части саженцев ели европейской должна быть не менее 25 см, а толщина стволика у корневой шейки не менее 5 мм [12]. Указанных показателей достигли только саженцы ели, которые выращивались в школе в течение двух или трех лет. Так, саженцы СЖ₂₊₂ имеют среднюю высоту 35,6 см, а саженцы СЖ₂₊₃ – 40,2 см. По толщине корневой шейки саженцы в этих двух вариантах также превышают требования ТКП 575-2015.

Саженцы, срок выращивания которых в уплотненной школе составляет 1 год, еще не достигли стандартных размеров, но имеют различия в биометрических показателях.

Нами проведена оценка достоверности различий показателей роста саженцев ели европейской в уплотненных школах, заложенных разным посадочным материалом (табл. 2).

Таблица 1

Биометрические показатели саженцев ели европейской в уплотненных школах, заложенных разным посадочным материалом

Посадочный материал для закладки школ	Возраст саженцев	Высота надземной части, см				Толщина корневой шейки, мм			
		$M \pm m$	δ	$v, \%$	$P, \%$	$M \pm m$	δ	$v, \%$	$P, \%$
Однолетние сеянцы ели с ЗКС (посадка в апреле)	1 + 1	16,7 ± 0,47	3,28	19,7	2,8	3,2 ± 0,04	0,28	8,8	1,3
Однолетние сеянцы ели, выращенные в теплице (посадка в апреле)	1 + 1	13,0 ± 0,41	2,33	17,9	2,5	2,9 ± 0,04	0,30	13,6	1,8
Двухлетние сеянцы ели открытого грунта (посадка в начале августа)	2 + 1	19,1 ± 0,58	4,1	21,5	3,0	3,9 ± 0,14	0,95	18,6	2,7
Двухлетние сеянцы ели открытого грунта (посадка в начале сентября)	2 + 1	15,8 ± 0,64	4,5	28,4	4,0	3,0 ± 0,06	0,45	15,0	2,0
Двухлетние сеянцы ели открытого грунта	2 + 2	35,6 ± 1,10	7,7	21,6	3,1	8,8 ± 0,26	1,8	20,4	3,0
Двухлетние сеянцы ели открытого грунта	2 + 3	40,2 ± 1,23	8,6	21,4	3,1	11,8 ± 0,31	2,2	18,6	2,6

Таблица 2

Достоверность различий биометрических показателей саженцев ели европейской в уплотненных школах, заложенных разным посадочным материалом

Значение <i>t</i> -критерия Стьюдента при закладке школ посадочным материалом	Высота надземной части, см	Диаметр корневой шейки, мм
Однолетние сеянцы ели с ЗКС (посадка в апреле)	5,96	5,00
Однолетние сеянцы ели, выращенные в теплице (посадка в апреле)		
Однолетние сеянцы ели с ЗКС (посадка в апреле)	1,13	2,70
Двухлетние сеянцы ели открытого грунта (посадка в начале сентября)		
Однолетние сеянцы ели с ЗКС (посадка в апреле)	3,20	3,50
Двухлетние сеянцы ели открытого грунта (посадка в начале августа)		

Таблица 3

Энергия роста саженцев ели европейской в уплотненных школах, заложенных разным посадочным материалом

Посадочный материал для закладки школ	Возраст саженцев	Средняя высота, см	Прирост по высоте, см	Энергия роста, %
Однолетние сеянцы ели с ЗКС (посадка в апреле)	1 + 1	16,7 ± 0,47	8,4 ± 0,30	50,3
Однолетние сеянцы ели, выращенные в теплице (посадка в апреле)	1 + 1	13,0 ± 0,25	2,8 ± 0,09	21,5
Двухлетние сеянцы ели открытого грунта (посадка в начале августа)	2 + 1	19,1 ± 0,58	6,4 ± 0,26	33,5
Двухлетние сеянцы ели открытого грунта (посадка в начале сентября)	2 + 1	15,8 ± 0,64	4,0 ± 0,10	25,3

Наиболее высокие биометрические показатели имеют саженцы в уплотненной школе, созданной посадкой двухлетних сеянцев ели открытого грунта в начале августа. Средняя высота саженцев составляет 19,1 см, а толщина корневой шейки – 5,1 мм. Саженцы в уплотненной школе, заложенной в сентябре, имеют среднюю высоту 15,8 см и с доверительной вероятностью 0,95 уступают по этому показателю саженцам СЖ₂₊₁ с посадкой в августе. Таким образом, уже на первом году выращивания саженцы августовской посадки имеют преимущество в росте по сравнению с саженцами сентябрьской посадки.

Саженцы ели, созданные посадочным материалом с ЗКС, имеют среднюю высоту 16,7 см, что на уровне значимости 0,01 является достоверно более высоким показателем по сравнению с саженцами, выращиваемыми из однолетних сеянцев ели в теплице, средняя высота которых составляет 13,0 см ($t = 5,96$). Саженцы в школе, созданной двухлетними сеянцами ели открытого грунта с посадкой в начале сентября, имеют меньшую высоту по сравнению со школой, созданной материалом с ЗКС, но эта разница не является существенной ($t = 1,13$). При посадке двухлетних сеянцев в августе саженцы СЖ₂₊₁ достоверно превосходят саженцы СЖ₁₊₁, которые выращиваются из однолетних сеянцев с ЗКС ($t = 3,20$).

Нами также проведена оценка роста саженцев ели в зависимости от посадочного материала

для закладки школ, путем расчета показателя энергии роста, которая характеризует быстроту роста саженцев при их пересадке в уплотненную школу (табл. 3).

При пересадке растений с открытой корневой системой часть корней повреждается и поэтому рост пересаженных растений значительно замедляется. Наивысший показатель энергии роста (50,3%) наблюдается у саженцев уплотненной школы, заложенной сеянцами с ЗКС. Это говорит о том, что здесь наиболее успешно происходит адаптация саженцев к новым условиям местопрорастания. При создании школы однолетними сеянцами ели, выращенными в теплице, энергия роста саженцев оказалась 21,5%, что более чем в 2 раза ниже, чем у саженцев, выращенных из сеянцев с ЗКС. Двухлетние сеянцы ели открытого грунта при посадке в школу в августе имеют энергию роста 33,5%, а при посадке в сентябре – 25,3%. Таким образом, сроки посадки также оказывают влияние на энергию роста саженцев в школе. Она более высокая у саженцев при посадке в конце летнего периода.

Известно, что чем выше темп роста в начальном периоде, тем раньше саженцы проходят фазу замедленного роста и достигают стандартных размеров [13]. Это явление имеет тот биологический смысл, что развитие саженцев в лучших условиях внешней среды протекает в ускоренном темпе. Поэтому очень важным яв-

ляется на первых этапах выращивания саженцев свести к минимуму причины замедленного роста. В нашем случае это достигается использованием при закладке школ однолетних сеянцев ели с закрытой корневой системой.

Заключение. Оптимальным временем закладки уплотненной школы является первая декада августа в период интенсивного роста корней. Пересадка сеянцев в более поздние сроки уже не обеспечивает достаточного развития корневой системы. Наиболее высокие биометрические показатели имеют саженцы в уплотненной школе, созданной посадкой двухлетних сеянцев ели открытого грунта в начале августа. Они имеют существенное преимущество в росте по сравнению с саженцами сентябрьской посадки.

Саженцы ели, созданные посадочным материалом с ЗКС, имеют достоверно более высокие биометрические показатели по сравнению с саженцами, которые выращиваются из однолетних сеянцев ели в теплице.

Саженцы в школе, созданной двухлетними сеянцами ели открытого грунта с посадкой в

начале сентября, имеют меньшую высоту по сравнению со школой, созданной материалом с ЗКС, но эта разница не является существенной. При посадке двухлетних сеянцев в августе саженцы достоверно превосходят саженцы, которые выращиваются из однолетних сеянцев с ЗКС.

Наивысший показатель энергии роста наблюдается у саженцев уплотненной школы, заложенной сеянцами с ЗКС. В этом случае наиболее успешно происходит адаптация саженцев к новым условиям местопроизрастания. При создании школы однолетними сеянцами ели, выращенными в теплице, энергия роста саженцев оказалась более чем в 2 раза ниже, чем у саженцев, выращенных из сеянцев с ЗКС. Двухлетние сеянцы ели открытого грунта при посадке в школу в августе имеют более высокую энергию роста по сравнению с посадкой в сентябре. Таким образом, сроки посадки также оказывают влияние на энергию роста саженцев в школе. Она более высокая у саженцев при посадке в конце летнего периода.

Литература

1. Якимов Н. И., Гвоздев В. К., Праходский А. Н. Лесные культуры и защитное лесоразведение. Минск: БГТУ, 2007. 311 с.
2. Крук Н. К., Якимов Н. И., Волкович А. П. Современные технологии выращивания саженцев в уплотненной школе // Труды БГТУ. 2013. № 1: Лесное хоз-во. С. 152–156.
3. Light-induced gradual activation of photosystem II in dark-grown Norway spruce seedlings / Pavlovič A. [et al.] // *Biochimica et Biophysica Acta Bioenergetics*. 2016. Vol. 1857, issue 6. P. 799–809.
4. Огиевский В. В. Энергия и интенсивность роста как показатели состояния культур // Лесовосстановление: материалы науч.-техн. конф., Ленинград, 25 мая 1968 г. / Ленингр. лесотехн. акад. Ленинград, 1968. С. 31.
5. Cultivation of Norway spruce and Scots pine on organic nitrogen improves seedling morphology and field performance / Gruffman L. [et al.] // *Forest Ecology and Management*. 2012. Vol. 276. P. 118–124.
6. Asiegbe F. O., Daniel G., Johansson M. Defence related reactions of seedling roots of Norway spruce to infection by *Heterobasidion annosum* // *Physiological and Molecular Plant Pathology*. 1994. Vol. 45, issue 1. P. 1–19.
7. Родин А. Р. Интенсификация выращивания лесопосадочного материала. М.: Агропромиздат, 1989. 78 с.
8. Копытков В. В. Современные технологии и агротехнические приемы по выращиванию, хранению и транспортировке посадочного материала с использованием композиционных полимерных составов. Минск: Акад. упр. при Президенте Респ. Беларусь, 2007. 147 с.
9. Soil fertility and charcoal as determinants of growth and allocation of secondary plant metabolites in seedlings of European beech and Norway spruce / Kolstad A. L. [et al.] // *Environmental and Experimental Botany*. 2016. Vol. 131. P. 39–46.
10. Зайцев Г. Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М.: Наука, 1984. 424 с.
11. Атрощенко О. А., Машковский В. П. Лесная биометрия. Минск: БГТУ, 2010. 328 с.
12. ТКП 575-2015. Наставление по выращиванию посадочного материала древесных и кустарниковых видов в лесных питомниках Республики Беларусь. Введ. 15.12.2015. Минск: М-во лесного хоз-ва Респ. Беларусь, 2015. 55 с.
13. Загреев В. В. Географические закономерности роста и продуктивности древостоев. М.: Лесная пром-сть, 1978. 240 с.

References

1. Yakimov N. I., Gvozdev V. K., Prakhodskiy A. N. *Lesnye kultury i zashchitnoe lesorazvedeniye*. [Plantations and protective wood cultivation]. Minsk, BG TU Publ., 2007. 311 p.

2. Kruk N. K., Yakimov N. I., Volkovich A. P. Modern technology of growing seedlings in compacted school. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], 2013, no. 1: Forestry, pp. 152–156 (In Russian).
3. Pavlovich A., Stolyarik T., Nosek L., Kouril R., Ilik P. Light-induced gradual activation of photosystem II in dark-grown Norway spruce seedlings. *Biochimica et Biophysica Acta Bioenergetics*, 2016, vol. 1857, issue 6, pp. 799–809.
4. Ogievskiy V. V. Energy and intensity of growth as indicators of plantations condition. *Materialy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii: Lesovosstanovleniye* [Materials of scientific and technical conferences “Reafforestation”]. Leningrad, 1968, p. 31 (In Russian).
5. Gruffman L., Ishida T., Nordin A., Näsholm T. Cultivation of Norway spruce and Scots pine on organic nitrogen improves seedling morphology and field performance. *Forest Ecology and Management*, 2012, vol. 276, pp. 118–124.
6. Asiegbu F. O., Daniel G., Johansson M. Defense related reactions of seedling roots of Norway spruce to infection by *Heterobasidion annosum*. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 1994, vol. 45, issue 1, pp. 1–19.
7. Rodin A. R. *Intensifikatsiya vyrashchivaniya lesoposadochnogo materiala* [Intensification of growing forest planting material]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1989. 78 p.
8. Kopytkov V. V. *Sovremennye tekhnologii i agrotekhnicheskie priyemy po vyrashchivaniyu, khraneniyu i transportirovke posadochnogo materiala s ispol'zovaniyem kompozitsionnykh polimernykh sostavov* [Modern technologies and farming techniques for growing, storage and transport of planting material using composite polymeric compositions]. Minsk, Akademiya upravleniya pri Prezidente Respubliki Belarus' Publ., 2007. 147 p.
9. Kolstad A. L., Asplund J., Nilsson M.-C., Ohlson M., Nybakken L. Soil fertility and charcoal as determinants of growth and allocation of secondary plant metabolites in seedlings of European beech and Norway spruce. *Environmental and Experimental Botany*, 2016, vol. 131, pp. 39–46.
10. Zaytsev G. N. *Matematicheskaya statistika v eksperimental'noy botanike* [Mathematical Statistics in Experimental Botany]. Moscow, Nauka Publ., 1984. 424 p.
11. Atroshchenko O. A., Mashkovskiy V. P. *Lesnaya biometriya* [Forest biometrics]. Minsk, BGTU Publ., 2010. 328 p.
12. ТКР 575-2015. Manual planting stock of tree and shrub species in the forest nurseries of the Republic of Belarus. Minsk, Ministerstvo lesnogo khozyaystva Respubliki Belarus' Publ., 2015. 55 p. (In Russian).
13. Zagreev V. V. *Geograficheskiye zakonomernosti rosta i produktivnosti drevostoev* [Geographic patterns of growth and productivity of forest stands]. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1978. 240 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 Nikolai 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

Yurenja 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 12.10.2016