

УДК 630\*232.42

DOI: 10.17238/issn0536-1036.2017.4.23

## **ФОРМИРОВАНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ В УСЛОВИЯХ КАРЕЛЬСКОЙ ТАЕЖНОЙ ЗОНЫ**

*О.И. Гаврилова<sup>1</sup>, д-р с.-х. наук, проф.*

*К.А. Пак<sup>2</sup>, спец. отдела проектов и программ*

*И.В. Морозова<sup>1</sup>, канд. с.-х. наук, доц.*

*А.Л. Юрьева<sup>1</sup>, канд. с.-х. наук, доц.*

<sup>1</sup>Петрозаводский государственный университет, пр. Ленина, д. 33, г. Петрозаводск, Россия, 185910; e-mail: ogavril@mail.ru, miv@petsu.ru, a\_yureva@mail.ru

<sup>2</sup>Кареллеспроект – Карельский филиал ФГБУ «Рослесинфорг», ул. Дзержинского, д. 9, г. Петрозаводск, Россия, 185035; e-mail: mao-zin@yandex.ru

В работе рассматриваются особенности роста лесных культур сосны, созданных посадочным материалом из брикетированных семян по механически обработанной почве вырубок и без обработки. Опытные культуры были заложены в рамках международного проекта «Тайга – модельный лес» сотрудниками Петрозаводского государственного университета и Института леса Карельского научного центра Российской академии наук. Культуры были созданы на старой заросшей вырубке сосняка брусничного свежего по подзолистым иллювиально-железистым супесчаным почвам, подстилаемым мореной. Каменность почвы высокая. Опытные культуры закладывали однолетними брикетированными сеянцами, стандартными двухлетними сеянцами с открытой корневой системой, также исследовали культуры, созданные посевом. На экспериментальных участках в течение 14 лет изучали приживаемость, сохранность, высоту ствола, диаметр ствола, текущий прирост по высоте, развитие корневых систем. Максимальные значения показателей (приживаемость на первый год – 100 %, сохранность на 14-й год – 82 %, средняя высота насаждений – 5,24 см, средний диаметр ствола – 8,0 см) отмечены для культур из брикетированных семян, созданных по обработанной почве. Раскопки корневых систем лесных культур показали, что у высаженных в неподготовленную почву растений практически отсутствовал явно выраженный стержневой корень, имелось более слабое развитие корней всех порядков. На основании 14-летних наблюдений за ростом культур сосны и анализа полученных результатов были сделаны выводы о более высоких показателях роста культур из этого вида посадочного материала и о необходимости проведения обязательной подготовки почвы при создании культур из брикетированных семян в условиях зеленомошных типов условий местопроизрастания. Посевы сосны после рубки брусничников позже начинали активный рост, но догоняли по показателям роста культуры из стандартного посадочного материала.

*Ключевые слова:* сеянцы, посевы, посадка, сосна, брикетированный посадочный материал, корневая система, рубка, Республика Карелия.

---

*Для цитирования:* Гаврилова О.И., Пак К.А., Морозова И.В., Юрьева А.Л. Формирование искусственных сосновых древостоев в условиях карельской таежной зоны // Лесн. журн. 2017. № 4. С. 23–33. (Изв. высш. учеб. заведений). DOI: 10.17238/issn0536-1036.2017.4.23

*Введение*

Интенсивная вырубка лесов на территории Республики Карелия, приводящая часто к нежелательной смене породного состава и росту периода возобновления хозяйственно ценных хвойных пород, предполагает проведение лесокультурных мероприятий. В практике лесовосстановления наблюдается тенденция снижения площадей посадки с увеличением площадей посевов. На относительно богатых почвах в карельском таежном районе таежной зоны Российской Федерации (приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 18.08.2014 № 367 с изменениями от 23.12.2014 № 569) часто отмечаются заглошение посевов, восстановление на площади вырубок менее ценных лиственных пород. Несоблюдение требований к выкопке, транспортировке и хранению посадочного материала приводит к гибели лесных культур. В связи с этим возникает потребность в создании новых прогрессивных технологий выращивания посадочного материала, что отражено в ряде отечественных [1–19] и зарубежных [20, 21] публикаций. Большое значение при лесовосстановлении отводится качеству посадочного материала и степени обработки почвы.

В Республике Карелия существуют 4 технологические линии по выращиванию посадочного материала с закрытой корневой системой (ПМЗК). Для качественного и с соблюдением сроков воспроизводства лесных ресурсов в республике в год необходимо выращивать около 25 млн стандартных сеянцев. Для этой цели имеются 9 лесных питомников общей площадью 305,9 га, а также 4 тепличных комплекса площадью 1,5 га для выращивания брикетированных сеянцев. Ранее здесь выращивалось до 6 млн брикетированных сеянцев в год. На ряде предприятий процент приживаемости и сохранность лесных культур повысились на 10...15 %. Имеющиеся лесные питомники и тепличные комплексы обеспечивают потребность в посадочном материале.

В связи с высокой каменистостью почвы Карелии и невозможностью использовать стандартную технику появились публикации о перспективах создания лесных культур на неподготовленной почве.

В данной работе рассмотрен опыт создания лесных культур на 10-летней вырубке с механической обработкой почвы покровосдирателем ПДН-1 и без обработки.

*Материалы и методы исследования*

Объекты лесных культур были созданы на старой заросшей вырубке (1991 г.) сосняка брусничного свежего III класса бонитета (по подзолистым иллювиально-железистым супесчаным почвам, подстилаемым мореной) на территории Пряжинского центрального лесничества Республики Карелия (61°45' с.ш., 33°46' в.д.). Культуры были заложены в рамках международного проекта «Тайга – модельный лес» сотрудниками Института леса Карельского научного центра РАН и Петрозаводского государственного университета. Тип вырубки – вейниково-луговиковый [2], рельеф – слабохолмистый, степень

задернения – сильная. Состав напочвенного покрова на изучаемой площади по степени встречаемости: вейник лесной, или тростниковидный (*Calamagrostis arundinacea*) – 31 %; луговик извилистый (*Deschampsia flexuosa*) – 20 %; брусника (*Vaccinium vitis-idaea*) – 19 %; иван-чай (*Chamaenerion angustifolium*) – 7 %; ожика волосистая (*Luzula pilosa*), дудник лесной (*Angelica silvestris*), золотая розга (*Solidago virgaurea*), омалотека лесная (*Gnaphalium silvaticum*), черника (*Vaccinium myrtillosum*), вереск обыкновенный (*Calluna vulgaris*) – единично; сфагновые мхи (*Spagnum*) – в понижениях; кукушкин лен (*Polytrichum commune*) – на уплотненной почве. Естественное возобновление (7580 шт./га) было представлено в основном листовыми породами: 56 % березы, 6 % ольхи серой, 5 % осины. Подлесок: 20 % ивы, 3 % рябины. На сосну приходилось 4, на ель – 6 % общего количества. Средняя высота сосны составляла (0,5±0,07) м, ели – (0,4±0,06) м, березы порослевого происхождения – (1,7±0,11) м, березы семенной – (0,9±0,05) м, осины, ивы, ольхи, рябины – 1,0 м. На участке проходила смена породного состава и вытеснение хвойных пород, в основном сосны.

Обработку почвы выполняли весной 1999 г. с помощью покровосдирателя ПДН-1. Посадку сеянцев и посев семян осуществляли в этот же период. Минерализованные полосы проводили через 3...4 м. Исследуемые варианты закладывали в трехкратной повторности площадью по 0,5 га.

Изучали лесные культуры сосны, заложенные разными способами (вариантами):

посадки 1-летних тепличных брикетированных сеянцев с закрытой корневой системой (ЗКС) с обработкой почвы ПДН-1; ширина борозд – 0,5 м, густота посадки – 3 тыс. шт./га;

посадки 1-летних тепличных брикетированных сеянцев (ЗКС) без обработки почвы; культуры создавали рядами через 3 м под посадочную трубу «Поттипутки», густота – 2 тыс. шт./га;

посевы семенами местного происхождения по обработанной почве, число посевных мест – 2,9 тыс. шт./га; посевы подготовленными семенами (намачивание в 0,5 %-м растворе марганцевокислого калия ( $KMnO_4$ ) в течение 2 ч, в снеговой воде – 24 ч) вручную на площадках размером 20×20 см по 20 шт. в посевное место;

посадки 2-летних сеянцев сосны с открытой корневой системой (ОКС), выращенных в открытом грунте лесного питомника; шаг посадки – 1 м, по почве, обработанной ПДН-1 (контроль), густота посадки – 3 тыс. шт./га.

В связи с рекомендациями по лесовосстановлению не рассматривалось создание культур посевами и сеянцами открытого грунта без обработки почвы.

На 14-й год после создания культур описывали напочвенный покров и почвенные горизонты, проводили сплошной пересчет растений, измеряли высоту, диаметр на уровне груди, диаметр крон. Изучали корневую систему, делали фотографии корней, измеряли прирост по высоте каждого года, выкапывали средние по таксационным показателям модельные деревья, по 3 на каждом варианте.

*Результаты исследования и их обсуждение*

Приживаемость на первом году после создания культур для посевов и посадок ПМЗК по обработанной почве составила 100 %, для посадок ПМЗК по необработанной почве вырубков – 68...72 %, для посадок сеянцами с ОКС – 82 % (см. таблицу).

**Сохранность и приживаемость культур сосны при разных вариантах посадки**

Вариант	Прижи- ваемость в 1999 г.	Сохранность, % от прижившихся в 1999 г., по годам роста								
		2000	2001	2002	2003	2004	2006	2008	2011	2013
Посевы	100	100	98	96	96	96	93	93	85	82
ОКС	82	99	97	96	96	96	96	84	76	73
ПМЗК: с обработкой почвы	100	95	94	94	94	94	93	86	85	82
без обработки почвы (рядо- вая ручная посадка под посадочную трубу)	68	97	89	85	85	82	82	80	65	52

Самая высокая сохранность (в процентах от прижившихся в 1999 г.) по годам роста установлена для посевов и посадок ПМЗК по обработанной почве, посадки по необработанной почве имели минимальную приживаемость. Сохранность посевов к 14-му году с момента посадки составляла 82 %, посадок ОКС и ПМЗК – 73 и 82 %, культур ПМЗК по необработанной почве – 52...59 %.

Высота посадочного материала ПМЗК была в среднем ( $8,5 \pm 0,14$ ) см (колебания от 7,2 до 10,8 см), высота посадочного материала ОКС – ( $7,6 \pm 0,09$ ) см (колебания 5,8...9,2 см). В возрасте 6 лет разные варианты существенно отличались по высоте. Максимальная высота ( $2,06 \pm 0,35$ ) м была отмечена в 2006 г. у варианта ПМЗК по обработанной почве, у посадок, созданных из сеянцев с ОКС, – ( $1,91 \pm 0,28$ ) м, для культур, созданных по необработанной почве вырубки, – ( $1,29 \pm 0,19$ ) м (рис. 1).

Диаметр на уровне корневой шейки культур сосны в 2006 г. для посадок ПМЗК составил ( $5,0 \pm 0,04$ ) см, для ОКС – ( $4,8 \pm 0,05$ ) см, для посевов – ( $2,3 \pm 0,02$ ) см, для посадок без обработки почвы – ( $2,7 \pm 0,02$ ) см.

Средняя высота культур, созданных посевом, на 14-й год составила ( $4,12 \pm 0,81$ ) м, для культур из сеянцев ПМЗК – ( $5,24 \pm 0,67$ ) м, для посадок из сеянцев ОКС – ( $4,21 \pm 0,64$ ) м, для посадок по необработанной почве – ( $4,18 \pm 0,51$ ) м. Точность определения среднего – 7...10 % при сильной изменчивости (коэффициент вариации более 45 %).

Текущий прирост по высоте по годам для 10 модельных средних деревьев по каждому варианту оказался максимальным в возрасте 12...13 лет.

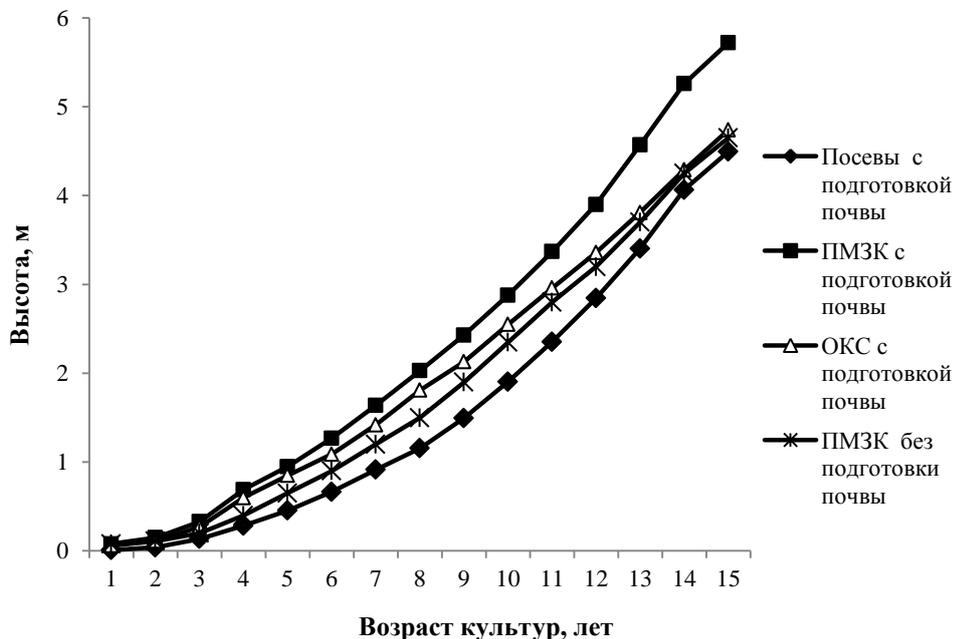


Рис. 1. Средняя высота культур сосны, созданных из разного посадочного материала по обработанной и необработанной почве вырубке

На 2-3-й год после создания культур максимальные средние значения приростов отмечены у культур из брикетированных семян. Эта же тенденция сохранялась на протяжении всего периода роста. Прирост по высоте посевов имел стойкую тенденцию к увеличению и, начиная с 10-го года роста, превышал этот показатель для посадок из семян с ОКС. Минимальные значения текущих приростов имели культуры сосны, созданные по неподготовленной почве (рис. 2.).

Средние диаметры соответственно для культур из посевов семян составляли  $(6,7 \pm 0,8)$  см, для семян ПМЗК –  $(8,0 \pm 0,8)$  см, для культур с ОКС, созданных по обработанной почве, –  $(7,7 \pm 0,7)$  см, для посадок ПМЗК по необработанной почве –  $(4,3 \pm 0,51)$  см.

К 14-му году роста распределение деревьев по ступеням толщины для варианта без подготовки почвы имело явно выраженную левостороннюю асимметрию, что свидетельствует о преобладании в структуре древостоя деревьев минимальных размеров и, соответственно, о большой конкуренции и высоком отпаде (рис. 3). Это характерно для молодняков при естественном лесовосстановлении. Для вариантов лесных культур, созданных по подготовленной почве, левосторонняя асимметрия распределения числа деревьев по ступеням толщины менее выражена и приближается к кривой нормального распределения.

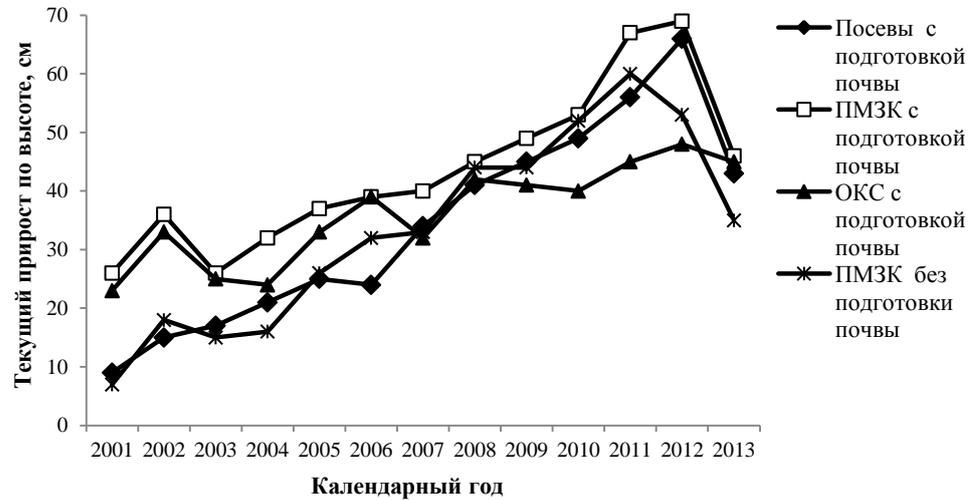


Рис. 2. Текущий прирост по высоте культур сосны, созданных из разного посадочного материала по обработанной и необработанной почве вырубке

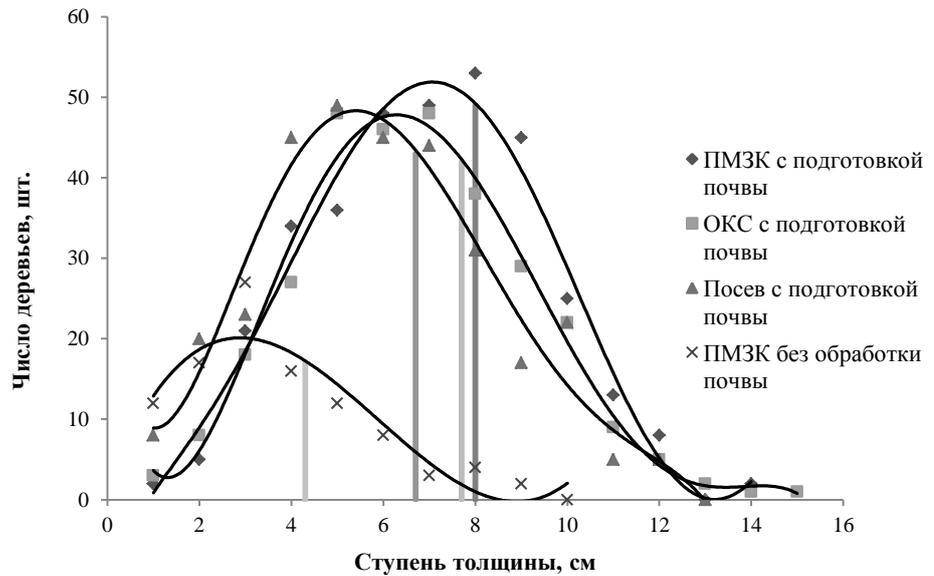


Рис. 3. Распределение деревьев сосны 14-летнего возраста по ступеням толщины для разных вариантов закладки

Сопоставление строения корневых систем посевов и сосны в культурах, созданных посадочным материалом с ЗКС, выявило значительные различия между ними. У посевов и сеянцев с ОКС боковые корни первого порядка, составляющие вместе со стержневым основу корневой системы, направлены в разные стороны и являются дереву надежной опорой.

Создание культур по супесчаным почвам проводилось в достаточно плотное дно борозды, из-за чего наблюдались слабое развитие главного корня и изменение направления роста боковых корней первого порядка к поверхности почвы. У культур, созданных из ПМЗК, после посадки корни первого порядка сначала растут в длину и по диаметру ниже изгиба, который обусловлен влиянием стенок контейнера. По мере роста в толщину изогнутых боковых и главного корней отмечено их постепенное срастание между собой. Наличие «клубка» корней – обычное явление в культурах, заложенных контейнеризированными сеянцами сосны [5, 7, 8]. Особенно это проявилось у лесных культур, выращиваемых без подготовки почвы. У сосны идет формирование новой, вторичной корневой системы, которая, в отличие от ели, формируется из боковых корней второго и следующих порядков, появившихся как до, так и после высадки растений. Новая корневая система имеет неестественное, асимметричное строение. По мере вращивания основания корней в древесину главного корня роль боковых корней в обеспечении механической устойчивости дерева существенно возрастает.

Наиболее значимым условием развития у сосен главного корня является достаточная дренированность почв. Установлено, что на развитие главного корня и корневой системы в целом влияет обработка почвы. В варианте без подготовки почвы главный корень фактически отсутствует: он направлен под прямым углом в сторону. В целом боковые корни менее протяженные, чем у растений, высаженных в обработанную почву.

Корневые системы у посевов и культур, созданных сеянцами ОКС, имеют хорошо развитую систему боковых корней всех порядков, однако главный корень выражен слабо. Культуры, созданные брикетированными сеянцами по обработанной почве, у корневой шейки имеют клубок из сросшихся между собой корней. У растений этого варианта просматриваются как стержневой корень, так и хорошо развитая система корней всех порядков. У сеянцев, высаженных в неподготовленную почву, выражен клубок из корней у основания стволика, стержневой корень под углом отходит в сторону, система боковых корней выражена слабо. По мнению ряда авторов, подобная корневая система может развиться и при подтоплении грунтовыми водами, увеличении плотности почвы или из-за бедности нижележащего почвенного горизонта.

#### *Заключение*

Как показали результаты исследования, на рост лесных культур существенное влияние оказывает не только вид посадочного материала, но и обработка почвы. Несмотря на то, что тип условий произрастания, тип почвы, уровень грунтовых вод для всех участков исследования были приблизительно одинаковыми, культуры сосны, выращенные по подготовленной ПДН-1 почве, имели более развитую корневую систему, лучшие высоту, сохранность и другие показатели.

Корни (главный корень, боковые корни первых порядков) посевов сосны после 14 лет роста были развиты соразмерно. Для культур, созданных посадкой стандартных семян с ОКС, к 14-му году роста также отмечено равномерное развитие вертикальных и горизонтальных корневых структур. Для корневых систем растений, созданных из ПМЗК, на 14-й год роста корни с явно выраженной вертикальной направленностью наблюдались редко, хорошее развитие имели только корни первых порядков, главный корень часто отсутствовал. У корневых систем растений, высаженных в неподготовленную почву, практически полностью отсутствовал главный корень.

На основании проведенных исследований был сделан вывод о необходимости обязательной подготовки почвы при создании культур из ПМЗК в группе зеленомошных типов условий местопроизрастания.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гаврилова О.И., Леонтьева Э.А. О соотношении средних высот культур сосны и примеси березы на вырубках Карелии // Уч. зап. Петрозавод. гос. ун-та. Серия: Естеств. и техн. науки. 2011. № 4(117). С. 64–66.
2. Жигунов А.В. Теория и практика выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой. СПб.: СПбНИИЛХ, 2000. 294 с.
3. Жигунов А.В., Козлова Т.И. О хемотропизме корневых систем при создании лесных культур саженцами «Брикет» // Роль науки в создании лесов будущего. Л.: ЛенНИИЛХ, 1981. С. 77.
4. Извекова И.М. Особенности развития корневой системы сосны в культурах, созданных сеянцами с закрытой корневой системой // Технология создания и экономические аспекты выращивания лесных культур. СПб.: СПбНИИЛХ, 1992. С. 139–143.
5. Колстрем Т., Лейнонен Т. Модельный лес «Тайга» // Модельные леса в России: Опыт и перспективы будущего: материалы междунар. семинара, Петрозаводск, июнь 1999 г. Йоэнсуу: Университет Йоэнсуу, 1999. С. 123–134.
6. Маслаков Е.Л., Мелешин П.И., Извекова И.М., Белостоцкий Н.Н., Иванов Ф.Е., Михайцев Ф.И., Белостоцкая С.Х., Гомельский Ю.Н., Жигунов А.В. Посадочный материал с закрытой корневой системой. М.: Лесн. пром-сть, 1981. 143 с.
7. Морозова И.В., Гаврилова О.И. Закономерности роста лесных культур сосны в течение первых пяти лет после посева семян и посадки сеянцев на вырубках южной Карелии // Уч. зап. Петрозавод. гос. ун-та. Серия: Естеств. и техн. науки. 2011. № 2(115). С. 49–51.
8. Набатов Н.М. Динамика живого напочвенного покрова и его влияние на рост культур сосны // Ботан. журн. 1964. Т. 49, № 5. С. 669–677.
9. Набатов Н.М. Этапы формирования соснового леса после сплошных рубок и лесовосстановления // Динамическая типология леса. М.: Агропромиздат, 1989. С. 144–156.
10. Хлюстов В.К., Гаврилова О.И., Морозова И.В. Лесные культуры Карелии (Этапы раннего возраста): моногр. М.: РГАУ–МСХА им. К.А.Тимирязева, 2007. 223 с.
11. Хлюстов В.К., Гаврилова О.И., Морозова И.В. Рост культур сосны в конкурентных отношениях с живым напочвенным покровом вырубок // Изв. Тимирязев. с.-х. акад. 2010. Вып. 2. С. 27–34.

12. Шубин В.И., Раменская М.Л. Лесные культуры // Лесовосстановление в Карельской АССР и Мурманской области. Петрозаводск, 1975. С. 66–121.
13. Юрьева А.Л. Рост и развитие лесных культур сосны в экосистеме вейниково-луговиковых вырубок Карелии: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петрозаводск, 2007. 23 с.
14. Юрьева А.Л., Гаврилова О.И., Хлюстов В.К. Динамика формирования надземной части культур сосны в период ранней диагностики // Тр. лесоинж. фак-та Петрозав. гос. ун-та. 2008. № 7. С. 149–151.
15. Burdett A.N. New Methods for Measuring Root Growth Capacity: Their Value in Assessing Lodgepole Pine Stock Quality // Canadian J. For. Res. 1979. Vol. 9. Pp. 63–67.
16. Gavrilova O., Yurjeva A. Prospects for Artificial Regeneration in Karelia // Social Suitability of Forestry in Northern Europe: Research and Education. Copenhagen, Denmark, 2001. Pp. 17–24.
17. Heiskanen J., Rikala R. Influence of Different Nursery Container Media on Rooting of Scots pine and Silver birch Seedling after Transplanting // New Forests. 1998. Vol. 16, no. 1. Pp. 27–42.
18. Heiskanen J., Rikala R. Effect of Peat-Based Container Media on Establishment of Scots pine, Norway Spruce and Silver Birch Seedlings After Transplanting in Contrasting Water Conditions // Scand. J. For. Res. 2000. No. 15(1). Pp. 49–57.
19. Mattsson A. Root Growth Capacity and Field Performance of *Pinus sylvestris* and *Picea abies* Seedlings // Scand. J. For. Res. 1991. Vol. 6, no. 1–4. Pp. 105–112.
20. Memisoglu T., Tilki F. Growth of Scots pine and Silver birch Seedlings on Different Nursery Container Media // Notulae Botanicae, Horti Agrobotanici, Cluj-Napoca. 2014. Vol. 42, no. 2. Pp. 565–572.
21. Partanen J., Beuker E. Effects of Photoperiod and Thermal Time on the Growth Rhythm of *Pinus sylvestris* Seedlings // Scand. J. For. Res. 1999. Vol. 14, no. 6. Pp. 487–497.

Поступила 15.03.17

UDC 630\*232.42

DOI: 10.17238/issn0536-1036.2017.4.23

### Formation of Artificial Pine Stands in the Karelian Taiga Zone

*O.I. Gavrilova*<sup>1</sup>, Doctor of Agricultural Sciences, Professor

*K.A. Pak*<sup>2</sup>, Project and Program Development Officer

*I.V. Morozova*<sup>1</sup>, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

*A.L. Yur'eva*<sup>1</sup>, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

<sup>1</sup>Petrozavodsk State University, pr. Lenina, 33, Petrozavodsk, 185910, Russian Federation; e-mail: ogavril@mail.ru, miv@petsu.ru, a\_yureva@mail.ru

<sup>2</sup>Karellesproject – Karelian branch of FSUE “Roslesinforg”, ul. Dzerzhinskogo, 9, Petrozavodsk, 185035, Russian Federation; e-mail: mao-zin@yandex.ru

---

For citation: Gavrilova O.I., Pak K.A., Morozova I.V., Yur'eva A.L. Formation of Artificial Pine Stands in the Karelian Taiga Zone. *Lesnoy zhurnal* [Forestry journal], 2017, no. 4, pp. 23–33. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2017.4.23

The article discusses the growth of pine plantations established by planting material of containerized tree seedlings on mechanically treated soil of cutting and uncultivated soil. The forest trials were established in the framework of the international project “Taiga – Model Forest” by the members of the Petrozavodsk State University and the Forestry Research Institute of Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences. The cultures were created in the old overgrown felling of the vaccinium type pine forest on iron podzol loamy sands underlain by moraine. Soil stoniness was high. The forest trials were established by one-year-old ball-rooted seedlings and standard two-year ball-rooted seedlings. We examined cultures cultivated by sowing. The survival rate, safety, stem height, trunk diameter, current height increment, development of root systems were being studied for 14 years. The maximum values of indicators (survival rate for the 1st year – 100 %, safety for the 14th year – 82 %, average height of plantations – 5.24 cm, average trunk diameter – 8.0 cm) were noted for cultures from ball-rooted seedlings created on the treated soil. Excavations of root systems of forest cultures showed the absence of the express major root as well as the weaker roots development of all orders of plants planted in uncultivated soil. Based on 14-year observations of the pine cultures growth and analysis of the obtained results we concluded about the higher growth rates of crops from this type of planting material and the need for mandatory soil treatment when creating crops from ball-rooted seedlings in the green-moss types of forests. After the cowberry groves cutting, pine seeds started active growth later, but they had the same growth indicators as the crops from the standard planting material.

*Keywords:* seedling, crop, planting, pine, ball-rooted planting material, root system, felling, Republic of Karelia.

#### REFERENCES

1. Gavrilova O.I., Leont'eva E.A. O sootnoshenii srednikh vysot kul'tur sosny i primesi berezy na vyrubkakh Karelii [Correlation for Medium Height Pine Crops and Birch Trees on Clear Cuttings of Karelia]. *Uchenye zapiski Petrozavodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Estestvennye i tekhnicheskie nauki* [Proceedings of Petrozavodsk State University. Natural and Engineering Sciences], 2011, no. 4(117), pp. 64–66.
2. Zhigunov A.V. *Teoriya i praktika vyrashchivaniya posadochnogo materiala s zakrytoy kornevoy sistemoy* [Theory and Practice of Containerized Seedlings Growing]. Saint Petersburg, 2000. 294 p.
3. Zhigunov A.V., Kozlova T.I. O khemotropizme kornevykh sistem pri sozdanii lesnykh kul'tur sazhentsami «Briket» [On Root Systems Chemotropism in the Creation of Forest Plantations by “Planting Block” Seedlings]. *Rol' nauki v sozdanii lesov budushchego* [The Role of Science in Creating the Forests of the Future]. Leningrad, 1981, p. 77.
4. Izvekova I.M. Osobennosti razvitiya kornevoy sistemy sosny v kul'turakh, sozdannykh seyantsami s zakrytoy kornevoy sistemoy [Peculiarities of the Pine Root System Development in Cultures Created by Ball-Rooted Seedlings]. *Tekhnologiya sozdaniya i ekonomicheskie aspekty vyrashchivaniya lesnykh kul'tur* [Technology and Economic Aspects of Forest Crops Cultivation]. Saint Petersburg, 1992, pp. 139–143.
5. Kolström T., Leinonen T., eds. Model'nyy les «Tayga» [“Taiga” Model Forest]. *Model'nye lesa v Rossii: Opyt i perspektivy budushchego: materialy mezhdunar. seminara, Petrozavodsk, iyun' 1999 g.* [Model Forests in Russia: Experience and Prospects of the Future: Proc. Int. Workshop, Petrozavodsk, June 1999]. Finland, Joensuu, 1999, pp. 123–134.
6. Maslakov E.L., Meleshin P.I., Izvekova I.M., Belostotskiy N.N., Ivanov F.E., Mikheyev F.I., Belostotskaya S.Kh., Gomel'skiy Yu.N., Zhigunov A.V. *Posadochnyy material s zakrytoy kornevoy sistemoy* [Ball-Rooted Planting Material]. Moscow, 1981. 143 p.

7. Morozova I.V., Gavrilova O.I. Zakonomernosti rosta lesnykh kul'tur sosny v techenie pervykh pyati let posle poseva semyan i posadki seyantsev na vyrubkakh yuzhnoy Karelii [Growth Regularities of Pine Forest Plantations During the First Five Years After Sowing and Seedlings Planting in Felling in Southern Karelia]. *Uchenye zapiski Petrozavodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Estestvennye i tekhnicheskie nauki* [Proceedings of Petrozavodsk State University. Natural and Engineering Sciences], 2011, no. 2(115), pp. 49–51.
8. Nabatov N.M. Dinamika zhivogo napochvennogo pokrova i ego vliyanie na rost kul'tur sosny [Dynamics of Living Ground Cover and Its Effect on the Pine Growth]. *Botanicheskiy zhurnal*, 1964, vol. 49, no. 5, pp. 669–677.
9. Nabatov N.M. Etapy formirovaniya sosnovogo lesa posle sploshnykh rubok i lesovosstanovleniya [Formation Stages of a Pine Forest after Clear-Cutting and Reforestation]. *Dinamicheskaya tipologiya lesa* [Dynamic Forest Typology], Moscow, 1989, pp. 144–156.
10. Khlyustov V.K., Gavrilova O.I., Morozova I.V. *Lesnye kul'tury Karelii (Etapy rannego vozrasta): monogr.* [Forest Plantations of Karelia (Stages of the Early Age)]. Moscow, 2007. 223 p.
11. Khlyustov V.K., Gavrilova O.I., Morozova I.V. Rost kul'tur sosny v konkurentnykh otноsheniyyakh s zhivym napochvennym pokrovom vyrubok [The Pine Growth in a Competitive Relations with the Live Ground Cover of Cuttings]. *Izvestiya Timiryazevskoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* [Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy], 2010, no. 2, pp. 27–34.
12. Shubin V.I., Ramenskaya M.L. Lesnye kul'tury [Forest Cultures]. *Lesovosstanovlenie v Karel'skoy ASSR i Murmanskoy oblasti* [Reforestation in the Karelian ASSR and the Murmansk Region]. Petrozavodsk, 1975, pp. 66–121.
13. Yur'eva A.L. *Rost i razvitie lesnykh kul'tur sosny v ekosisteme veynikovo-lugovikovykh vyrubok Karelii: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk* [The Growth and Development of Pine Forest Plantations in the Ecosystem of Reed-Grass Meadow Cuttings in Karelia: Cand. Biol. Sci. Diss. Abs.]. Petrozavodsk, 2007. 23 p.
14. Yur'eva A.L., Gavrilova O.I., Khlyustov V.K. Dinamika formirovaniya nadzemnoy chasti kul'tur sosny v period ranney diagnostiki [Dynamics of the Aboveground Part Formation of Scots Pine during the Early Periods of Diagnosis]. *Trudy Lesoinzhenernogo Fakul'teta PETRGU*, 2008, no. 7, pp. 149–151.
15. Burdett A.N. New Methods for Measuring Root Growth Capacity: Their Value in Assessing Lodgepole Pine Stock Quality. *Canadian J. For. Res.*, 1979, vol. 9, pp. 63–67.
16. Gavrilova O., Yurjeva A. Prospects for Artificial Regeneration in Karelia. *Social Suitability of Forestry in Northern Europe: Research and Education*. Copenhagen, Denmark, 2001, pp. 17–24.
17. Heiskanen J., Rikala R. Influence of Different Nursery Container Media on Rooting of Scots Pine and Silver Birch Seedlings after Transplanting. *New Forests*, 1998, vol. 16, no. 1, pp. 27–42.
18. Heiskanen J., Rikala R. Effect of Peat-Based Container Media on Establishment of Scots Pine, Norway Spruce and Silver Birch Seedlings After Transplanting in Contrasting Water Conditions. *Scand. J. Forest Res.*, 2000, no. 15(1), pp. 49–57.
19. Mattsson A. Root Growth Capacity and Field Performance of *Pinus sylvestris* and *Picea abies* Seedlings. *Scand. J. For. Res.*, 1991, vol. 6, no. 1–4, pp. 105–112.
20. Memisoglu T., Tilki F. Growth of Scots Pine and Silver Birch Seedlings on Different Nursery Container Media. *Notulae Botanicae, Horti Agrobotanici, Cluj-Napoca*, 2014, vol. 42, no. 2, pp. 565–572.
21. Partanen J., Beuker E. Effects of Photoperiod and Thermal Time on the Growth Rhythm of *Pinus sylvestris* Seedlings. *Scand. J. For. Res.*, 1999, vol. 14, no. 6, pp. 487–497.

Received on March 15, 2017