

УДК: 674.032.475.442:632.937.31

DOI 10.25684/2712-7788-2024-1-170-34-42

ПОЛУЧЕНИЕ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*PINUS SYLVESTRIS* L.) БЕЗ МИКОРИЗООБРАЗОВАТЕЛЕЙ В УСЛОВИЯХ Г. БРАТСК (ИРКУТСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Киселева Светлана Тимофеевна¹, Калюжный Сергей Сергеевич²

¹ООО «БратскБытСервис»,

665700, Иркутская область, г. Братск, п/р П 27, д. п 27 01 27 01, №27

E-mail: kiseleva.bbs@mail.ru

²Никитский ботанический сад – Национальный научный центр

298648, Республика Крым, г. Ялта, пгт Никита, спуск Никитский, 52

E-mail: fernbaikal@yandex.ru

Лесокультурное производство, на данном этапе возможно интенсифицировать только за счет улучшения цикла, захватывая все ступени производства. Выращивание сосны с открытой корневой системой (ПМОК) в открытом грунте лесопитомников достаточно трудоемкий процесс, на который сильно влияют внешние факторы окружающей среды, неоднократно меняющиеся в течение вегетационного периода.

Переходя к лесокультурному производству посадочного материала с закрытой корневой системой (ПМЗК) данный недостаток практически отсутствует у посадочного материала. Опыты, поставленные многими лесоводами страны, показали, что, микоризные сосны развиваются в разы быстрее не зараженных растений. Исследуя сеянцы сосны в частном лесопитомнике, мы выделили наиболее характерные три формы микоризы: вильчатые, клубеньковые и простые микоризы. Корневая система микотрофных древесных растений существенно отличается от не микотрофных. Это прослеживается как в морфологическом, так и анатомическом отношениях. Мы определили «активную» и общую поверхность корней однолетних сеянцев сосны.

Полученные данные убеждают нас в том, что без дополнительной поглощающей поверхности мицелия гриба-микоризообразователя относительно малая поверхность корней не смогла бы обеспечить передачу к листьям должного количества воды и пластических веществ при двух-ротационном способе выращивания. Увеличение количества ротаций влияет на формирование корневых систем саженцев, и приводит к летальным последствиям – несформированные саженцы не переносят зимний период на площадках закалывания. Ростовые окончания корней обладают в первое время способностью к поглощению воды и пластических веществ, однако, количество этих окончаний очень мало. Поглощают воду и пластические вещества, главным образом, короткие сосущие корни, оплетенные гифами микоризообразователя. Опробковевшие и оплетенные гифами гриба сосущие окончания не отмирают, а остаются живыми в течение ряда вегетационных сезонов. В благоприятных условиях возможен прорыв микоризных чехлов возобновившим рост корнем. В условиях Прибайкалья сеянцы сосны обыкновенной образуют микоризу без использования микоризообразователя, развиваются нормально и соответствуют необходимым параметрам для саженцев с ПМЗК.

Ключевые слова: *саженцы сосны; ПМЗК; Pinus sylvestris* L.; Братск

Введение

Лесокультурное производство, на данном этапе возможно интенсифицировать только за счет улучшения цикла, захватывая все ступени производства. Выращивание сосны с открытой корневой системой (ПМОК) в открытом грунте лесопитомников достаточно трудоемкий процесс, на который сильно влияют внешние факторы окружающей среды, неоднократно меняющиеся в течение вегетационного периода. Существующие питомники ориентированы на механизацию, что необходимо учитывать при использовании посадочных мест, увеличению межгрядковых пространств и т.д., что полностью отсутствует при производстве саженцев с закрытой корневой системой (ПМЗК), кроме того, происходит уменьшение сроков выхода посадочного материала.

В нашей стране зарождение и первые этапы лесокультурного производства начато в XIX веке и освещены в работе Митрофана Кузьмича Турского (1893), затем его идеи были развиты у Степанова Н.Н. (1925), Тольского А.П. (1921). Предложенные ими ротационные схемы и школьное производство ПМОК не утратили актуальности и при действующем культурообороте.

Позднее, рядом авторов были подмечены особенности, которые влияют на развитие саженцев, а именно, соотношение различных частей растения. Прежде всего надо отметить работы В.В. Миронова (1977), Н.А. Смирнова. Усилиями последнего были разработаны рекомендации по соотношению надземной и подземной масс растения, а также разработаны теоритические критерии качества для саженцев (Смирнов, 1981; Маркова 1989).

В целях интенсификации производства по выходу посадочного материала сосны обыкновенной – *Pinus sylvestris* L. Были разработаны новые агроприемы, где учитывалось не только соотношение размеров, но и отношение к возрасту саженца (Калиниченко, Писаренко, Смирнов, 1973; Родин, Грибков, Никитина, 1974; Мойко, Евтух, Огиевский, 1988). Условия закрытого грунта хорошо подходят для производства контейнеризированных саженцев, как по двух ротационной (Kinnunen, Lahde, 1972), так и для многоротационных схем выращивания ПМЗК (Жигунов, Гомельский, Маслаков, 1990; Жигунов, Заика, 1999).

Комплекс мероприятий, рекомендованный для выращивания сосны с ПМЗК, играет важную роль как для быстрого роста, так и для повышенного иммунитета растений. Надо отметить, что происходит не только удлинение сроков высадки растений, но и пропорционально увеличивается приживаемость саженцев с ПМЗК в условиях лесокультурных площадей.

Получение посадочного материала сосны с ПМЗК относится к перспективным направлениям Федерального агентства лесного хозяйства РФ, который создал сеть селекционно-семеноводческих лесных центров, которые будут производить саженцы сосны с ПМЗК для нужд лесовосстановления регионов. В Братском районе этой работой занимаются крупные компании лесозаготовители, которые выращивают сосну для нужд лесовозобновления – группа компаний «ИЛИМ», привлекая частные питомники для этих целей «ООО БратскБытСервис». Однако, наши исследования и опыт работы показал, что перенос технологических процессов для выращивания сосны по голландской технологии не применим к районам в условиях Прибайкалья, приходится использовать дорогие удобрения и микоризообразователи, что приводит к удорожанию цены посадочного материала и не достигаются оптимальные показатели сеянцев/саженцев. Целью нашего исследования стало получение посадочного материала сосны обыкновенной без микоризообразователей.

Объекты и методы исследования

Для фиксации корней сосны, кроме ацетформола, в ряде случаев неплохие результаты дало использование хромово-уксусной смеси следующего состава: хромовый ангидрид – 7 г, CH_3COOH (ледяная) – 3 г, H_2O – 1000 мл. Продолжительность фиксации 12-24 часа, после чего следовала промывка водой и проведение через спирты возрастающей концентрации до 70-80° спирта. Заливка в парафин проводилась обычным способом. Микротомные среды делались толщиной 7 м. Окраска микротомных срезов проводилась основным фуксином.

С этой целью мы осенью 2016 года отпрепарировали с лесопитомника «БратскБытСервис» 40 однолетних саженцев сосны с ПМЗК. Торфосмесь из кассет, легко отделяющаяся от корней и последующая промывка корневых систем теплой водой, обеспечили достаточную тщательность работы.

После доставки образцов во влажной ткани в лабораторию был произведен подсчет количеств и длин всех хвоинок. Образцы фотографировались камерой Sony NEX-5. Длины определяли при помощи программы Microcapche Pro.

Определение поверхности хвои саженцев производилось по формуле $(\pi+2) \times l$ или $2.16 \times l$, так как поперечный разрез хвоинок принимался за полукруг с радиусом в 0.42 мм.

Поверхность корней саженцев вычислялась по формуле $2 \pi \times R \times l$, или $2.51 \times l$ для корней 1-го порядка, $1.57 \times l$ – для корней 2-го порядка и $0.94 \times l$ – для корней 3-го порядка, так как их диаметры оказались равными 0,8; 0,5 и 0,3 мм соответственно. Буквой l во всех приведенных выше формулах обозначались длины хвоинок и корней.

Результаты и обсуждение

Изучение микотрофного типа питания древесной растительности необходимо для решения многих вопросов лесоводства и лесокультурного дела. Уточнение физиологических взаимоотношений между микоризообразующими грибами и различными группами древесных пород поможет теоретическому обоснованию новых более совершенных приемов агролесотехники, систем удобрений и севооборотов в лесопитомниках, приемов повышения эффективности лесовозобновления и озеленительных работ и др.

Микоризы могут быть эндотрофными (внутреннего питания), эктотрофными (наружного питания) и эктоэндотрофными. Микоризы третьего типа (эктоэндотрофные) характерны для хвойных растений, в особенности *Pinus sylvestris*, здесь гифы гриба, кроме того, что проникают внутрь интрацеллюлярного пространства между клетками первичной коры и даже внутрь этих клеток (рис. 1). Опыты, поставленные многими лесоводами страны показали, что, микоризные сосны развиваются в разы быстрее не зараженных растений. Активные, поглощающие корни многих деревьев имеют микоризы. Последние сильно варьируют по характеру ветвления, цвету и внутренней структуре.

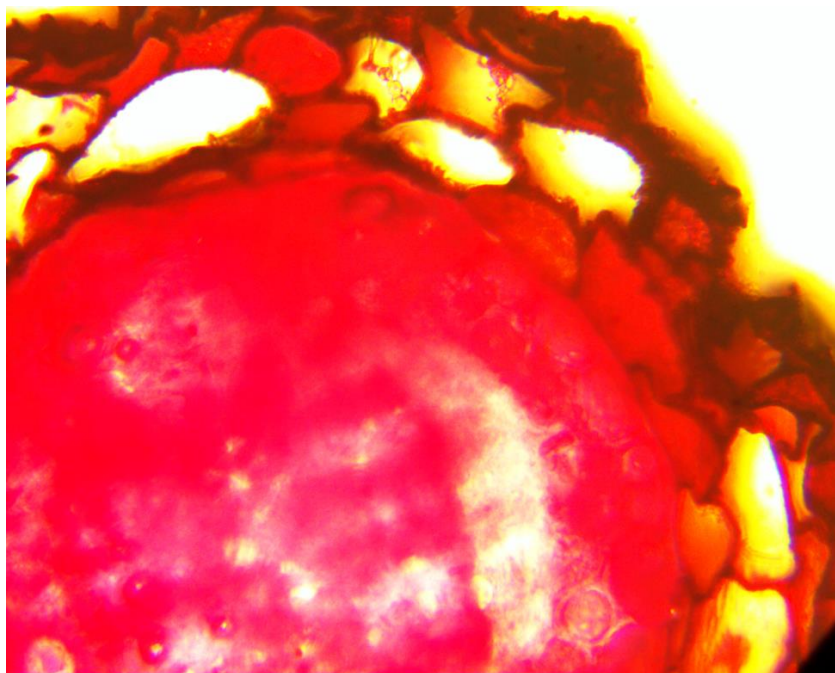


Рис. 1 Плодовые тела в интрацеллюлярном пространстве коры
Fig. 1 Fruiting bodies in the intracellular space of the cortex

Исследуя сеянцы сосны в частном лесопитомнике, по выращиванию саженцев с ПМЗК, мы выделили наиболее характерные три формы микоризы: вильчатые, клубеньковые и простые микоризы (рис. 2). Первый тип микоризы наиболее распространен, как правило на достаточно богатых гумуссированных почвах. Цвет микориз может быть чрезвычайно разнообразным: от золотисто-коричневого до черного с различными оттенками, и как правило зависит от гриба-микоризообразователя.

Клубеньковые микоризы также часто отмечаются на корнях сеянцев. Они представляют собой разнообразного размера небольшие клубеньки, часто срастающиеся вместе, получаются вследствие оплетения корневых ответвлений в одно образование путем спаивания индивидуальных грибных чехлов. Цвет с возрастом изменяется от палевого до серого и коричнево-серого. Поверхность клубеньков шершавая, благодаря отходящим в стороны пучкам мицелия, распадающегося затем на отдельные гифы.



Рис. 2 Три типа микориз на однолетнем ПМЗК сеянце *Pinus sylvestris*
Fig. 2 Three types of mycorrhizae on an annual PMCS seedling of *Pinus sylvestris*

Простые микоризы являются очень молодой стадией того или иного из описанных выше типов. Иногда, однако, они представляют собой особый тип и тогда они длиннее (10 мм по сравнению с обычными 4 мм) и тоньше (0,2 мм по сравнению с обычными 0,4 мм). Данный тип микоризы развивается на грунтах с плотными сильно разложившимися торфами.

При исследовании корней, собранных летом на площадке закаливания у саженцев с ПМЗК (рис. 3), было обнаружено преобладание корневых окончаний «голых» (редко с корневыми волосками), обильно оплетенных гифами. Микроскопической проверкой поперечных срезов корней в большинстве случаев обнаруживаются типичные эктоэндотрофные микоризные чехлы. При исследовании корней, собранных в весенний и осенний период с площадки закаливания, часто обнаруживались корневые окончания, снабженные корневыми волосками, также оплетенные гифами, иногда начинающими проникать в интрацеллюлярные пространства эпibleмы корня или редко без гиф. Следовательно, можно отметить, что *Pinus sylvestris* относится к растениям микотрофным, в сильной степени. Причем, собранные образцы в 2016 году с Восточного Саяна (Окинского района республики Бурятия) в окрестностях горы Мунку-Сардык на верхней границе леса на высоте около 2400 м над уровнем моря однолетние сеянцы имели также эктоэндотрофную микоризу.



Рис. 3 Корневая система сосны обыкновенной. Видны «ростовые» и «сосущие» окончания, представляющие собою простые, вильчатые и коралловидные микоризы

Fig. 3 Root system of Scots pine. "Growing" and "sucking" endings of root system are visible, representing simple, forked and coral-shaped mycorrhizae

Корневая система микотрофных древесных растений существенно отличается от не микотрофных. Это прослеживается как в морфологическом, так и анатомическом отношениях. Мы попытались определить «активную» и общую поверхность корней однолетних сеянцев сосны.

По отношению к корням было проделано следующее. При помощи микрометра было произведено определение среднего диаметра корней, стержневого и боковых 1-го и 2-го порядка, причем все «короткие» микоризные окончания приравнялись к боковым корням 2-го порядка даже и в том случае, если они на самом деле являлись боковыми корнями 1-го порядка.

Таблица 1

Количество корней и хвоинок сосны обыкновенной (в среднем на одно растение)

Table 1

Number of roots and needles of Scots pine (on average per plant)

№ Ротации/ № of rotations	Корни/Roots					Хвоя/Needles	
	длинные/ long roots	короткие/ short roots	стержнекорневые/ taproot	боковые 1-го порядка/ lateral roots of the 1 order	боковые 2-го порядка/ lateral roots of the 2 orders	количество/ quantity	длина одной хвоинки в мм/ length of one needle in mm
1-я ротация /1 rotation	24	141	1	23	141	59	23
2-я ротация /2 rotations	18	128	1	18	131	53	17
3-я ротация /3 rotations	4	7	1	6	0	16	14
4-я ротация /4 rotations	3	5	1	3	0	14	12
5-я ротация /5 rotations	3	4	1	3	0	14	10

Короткими в таблице называются те корневые ответвления, длина которых не превышает 2-3 мм. Они, как правило, в первых двух случаях, представляют собой эктоэндотрофные микоризы.

Определение поверхности хвои саженцев производилось по формуле $(\pi+2) \times l$ или $2.16 \times l$, так как поперечный разрез хвоинок принимался за полукруг с радиусом в 0.42 мм.

Полученные результаты убеждают нас в том, что без дополнительной поглощающей поверхности мицелия гриба-микоризообразователя относительно малая поверхность корней не смогла бы обеспечить передачу к листьям должного количества воды и пластических веществ.

Интересно отметить далее, что поверхность «коротких» сосущих корней, как правило, не принимая во внимание огромной поверхности гиф микоризного чехла и гиф, ответвляющихся от него и пронизывающих окружающую почву, едва составляет четвертую часть всей поверхности корней. Таким образом, подавляющая часть поверхности корней является уже опробковевшей, и если принимает участие в поглощении воды, то это участие не может являться решающим. Поглощают воду и пластические вещества, главным образом, короткие сосущие корни, оплетенные гифами микоризообразователя, густо пронизывающими почву под деревом. Отношение поверхности корней к надземной части у них также не превышает единицы.

Таблица 2

Отношение поглощающей поверхности к испаряющей (в среднем на одно растение)

Table 2

Ratio of absorbing surface to evaporating surface (average per plant)

№ Ротации/ № rotation	Корни/Roots								Хвоя/Needles		
	длина в мм/length in mm				поверхность в см ² / surface in cm ²				длина в мм/length in mm	поверхность см ² / surface in cm ²	отношение поглощающей поверхности к испаряющей/ ratio of absorbing surface to evaporating surface
	стержневые/taproot	боковые 1-го порядка/ lateral roots of the 1 order	боковые 2-го порядка/ lateral roots of the 2 orders	сумма/total	стержневые/taproot	боковые 1-го порядка/ lateral roots of the 1 order	боковые 2-го порядка/ lateral roots of the 2 orders	сумма/total			
1-я ротация /1 rotation	151	255	187	593	3,80	4,00	1,76	9,56	1345	29,1	0,33
2-я ротация /2 rotations	146	250	178	574	3,65	3,80	1,56	9,01	1304	28,2	0,32

Анатомические особенности микоризных ответвлений корней у сосны, в отличие от ростовых нами были рассмотрены нами в камеральный период 2016 – 2017 года. Ростовыми мы называем те главные окончания корневой мочки, которые отличаются большей толщиной, растут прямолинейно и несут основную задачу распространение корневой системы вширь и глубь. К сосущим нами отнесены относительно тонкие, короткие, сильно ветвящиеся боковые корешки последнего порядка, на которых, как правило формируются микоризные чехлы.

Ростовые окончания характеризуются сильно выраженным конусом нарастания, относительно быстрым ростом и отличаются от остальной темно-коричневой части корня желтовато-белым цветом. Первичная кора этой части корня существует недолго, скоро буреет, спадается и обнажает слой эндодермы, к этому времени буреющий и опробковевший. Не опробковевшими остаются лишь относительно немногочисленные пропускные клетки. Таким образом, ростовые окончания обладают в первое время способностью к поглощению воды и пластических веществ, однако, количество этих окончаний очень мало. Следовательно, и всасывающая поверхность их, по сравнению с поверхностью массы сосущих микоризных окончаний, очень мала и роль ее в поглощении веществ из почвы незначительна. Сосущие корневые окончания, наоборот, обладают замедленным ростом. Тронувшись в рост весной, они имеют вид небольшого белого колпачка на черном основании. Меристема, как и меристематическая активность этих окончаний достаточно редуцирована, и успевшие дифференцироваться ткани – эндодерма и спиральные трахеиды – упираются почти в конец корня. Первичная кора отличается их большей долговечностью и опробковевает незначительно. Эндодерма представлена, наряду с утолщенными клетками, обильным количеством пропускных клеток, иногда расположенных в правильном шахматном порядке. Эти окончания бывают оплетены микоризными чехлами.

Быстрое побурение корешков, связанное с накоплением в них дубильных веществ, имеет как правило защитный характер, причем пропускная способность не теряется.

Опробковение коры всех корневых окончаний может наступать не только к зиме, но и в засушливые периоды лета. Закупоривание опробковевшими тканями точки роста в стадиях покоя наблюдается и у сосущих корней, но первичная кора, отступая от кончика корня, в этом случае сохраняется, и через нее и многочисленные пропускные клетки доступ воды и пластических веществ вполне осуществим. Эти отчасти опробковевшие и оплетенные гифами гриба сосущие окончания не отмирают, а остаются живыми в течение ряда вегетационных сезонов. В благоприятных условиях возможен прорыв микоризных чехлов возобновившим рост корнем.

Нами на некоторых сосущих окончаниях было отмечено до 8-9 пробковых мембран, прерывающихся участками неопробковевшей коровой паренхимы корня. Естественно, что опробковевшие и неопробковевшие участки корневого ответвления соответствуют сезонным сменам периодов покоя и роста корня. Многочисленные сосущие окончания, отходящие от корней в виде кистеобразных и коралловидных образований, несут в свою очередь роль всасывающей, поглощающей поверхности корня.

Заключение

Корневая система микотрофных древесных растений существенно отличается от не микотрофных. Это прослеживается как в морфологическом, так и анатомическом отношениях. Полученные результаты убеждают нас в том, что без дополнительной поглощающей поверхности мицелия гриба-микоризообразователя относительно малая поверхность корней не смогла бы обеспечить передачу к листьям должного количества воды и пластических веществ. Таким образом, ростовые окончания обладают в первое время способностью к поглощению воды и пластических веществ, однако, количество этих окончаний очень мало. Поглощают воду и пластические вещества, главным образом, короткие сосущие корни, оплетенные гифами микоризообразователя.

Закупоривание опробковевшими тканями точки роста в стадиях покоя наблюдается и у сосущих корней, но через пропускные клетки доступ воды и пластических веществ вполне осуществим. Опробковевшие и оплетенные гифами гриба сосущие окончания не отмирают, а остаются живыми в течение ряда вегетационных

сезонов. В благоприятных условиях возможен прорыв микоризных чехлов возобновившим рост корнем.

Таким образом необходимо отметить, что в условиях Прибайкалья сеянцы сосны обыкновенной образуют микоризу без использования микоризообразователя, развиваются нормально и соответствуют необходимым параметрам для саженцев с ПМЗК.

Литература / References

Турский М.К. Сборник статей по лесоразведению. М., изд. Лесного департамента, 1893.- 88 с.

[Tursky M.K. Collection of articles on afforestation. M., ed. Forestry Department, 1893.- 88 p.]

Степанов Н.Н. Древесный питомник. М.: 1925.-36 с.

[Stepanov N.N. Tree nursery. M.: 1925.-36 p.]

Тольский А.П. Выращивание сосны в питомниках степной полосы России. -М., 1921.- 64с.

[Tolsky A.P. Pine growing in nurseries within the Russian steppe zone. -M., 1921.- 64 p.]

Миронов В.В. Экология хвойных пород при искусственном лесовозобновлении. М.: Лесн. пром-сть, 1977.-231 с.

[Mironov V.V. Ecology of coniferous species during artificial reforestation. M.: Lesn. prom-st, 1977.-231 p.]

Смирнов Н.А. Выращивание посадочного материала для лесовосстановления. - М.: Лесн. пром-сть, 1981.-169 с.

[Smirnov N.A. Growing planting material for reforestation. - M.: Lesn. prom-st, 1981.-169 p.]

Маркова И.А. Агротехника и технология создания высокопродуктивных культур ели и сосны промышленными методами на Северо-Западе РСФСР: Автореф. дисс. на соиск. учен. степени д-ра с.-х. наук.-Л., ЛТА, 1989. - 40 с.

[Markova I.A. Agricultural technology and technology for creating highly productive spruce and pine culture using industrial methods in the North-West of the RSFSR: Author's abstract. diss. for the job application scientific degree of Post Doctor of Agricultural Sciences.-L., LTA, 1989. - 40 p.]

Калиниченко Н.П., Писаренко А.И., Смирнов Н.А. Лесовосстановление на вырубках. Лесн. пром-сть, 1973.- 326 с.

[Kalinichenko N.P., Pisarenko A.I., Smirnov N.A. Reforestation in felling areas. Lesn. prom-st, 1973.- 326 p.]

Родин А.Р., Грибков В.В., Никитина А.В. Оптимальное соотношение биомассы посадочного материала и корневых систем хвойных пород // Лесохозяйственная информация, 1974. - №17. - С 13-14.

[Rodin A.R., Gribkov V.V., Nikitina A.V. Optimal ratio of biomass from planting material and root systems of coniferous species // Forestry information, 1974.-No. 17.-S 13-14.]

Мойко М. Ф., Евтух В. В., Огиевский Д. В. и др. Влияние вида и возраста саженцев на рост культур сосны при лесной рекультивации// Создание высокопродуктивных лесных культур. Л.: ЛенНИИЛХ, 1988.- С. 30-31.

[Moiko M.F., Evtukh V.V., Ogievsky D.V. et al. The influence of the type and age of seedlings on the growth of pine culture during forest reclamation // Creation of highly productive forest cultures. L.: LenNIILH, 1988.- P. 30-31.]

Жигунов А.В., Гомельский Ю.Н., Маслаков Е.Л. и др. Производство контейнеризированных сеянцев. Л.: ЛенНИИЛХ, 1990.-31 с.

[Zhigunov A.V., Gomelsky Yu.N., Maslakov E.L. et al. Production of containerized seedlings. L.: LenNIILH, 1990. - 31 p.]

Жигунов А.В. Теория и практика выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой. СПб.: СПбНИИЛХ, 2000.-293 с.

[Zhigunov A.V. Theory and practice for growing planting material with a closed root system. SPb.: SPbNIILH, 2000.-293 p.]

Жигунов А.В., Заика И.Б. Многоротационные схемы выращивания контейнеризированных сеянцев// Таежные леса на пороге XXI века. СПб.: СПбНИИЛХ, 1999. - С. 23-27.

[Zhigunov A.V., Zaika I.B. Multi-rotation schemes for growing containerized seedlings // Taiga forests on the threshold of the 21st century. SPb.: SPbNIILH, 1999.-S. 23-27.]

Kinnunen K., Lahde E. The effect of sowing time on development during the first growing season of seedlings grown in paper containers// Folia Forestalia, Helsinki. - 1972.-N 158.-P.1-23.

Статья поступила в редакцию: 15.01.2024 г.

Kiseleva S.T., Kalyuzhny S.S. The inappropriateness of using mycorrhiza-forming agents for growing seedlings of Scots pine – *Pinus sylvestris* L. within the Bratsk conditions (Irkutsk region) // Plant Biology and Horticulture: theory, innovation. 2024. Vol. 1 (170) P. 34-42

The effectiveness of actively increasing the reproduction of forest resources is possible only through the intensification of the entire forest growing cycle, covering every stage of silvicultural production. Today, the time has come to consider technologies for growing pine not only with an open root system (PMOC). Growing coniferous planting material in the open ground of forest nurseries is a rather labor-intensive process, largely dependent on external factors that change during the season. Modern technologies of silviculture production are focused on the mechanized execution of work on planting cultures and caring for them, which leads to certain features when placing planting sites. Moving on to silvicultural production of planting material with a closed root system (PMCS), this drawback is practically absent from planting material. Experiments carried out by many foresters in our country have shown that mycorrhizal pines develop many times faster than uninfected plants. Studying pine seedlings in a private nursery for growing seedlings with PMCS, we identified the most characteristic of three forms for mycorrhizae: forked, nodule and simple mycorrhizae. The root system of mycotrophic woody plants differs significantly from non-mycotrophic ones. This can be seen both morphologically and anatomically. We determined the “active” and total root surface of annual pine seedlings. The data obtained convince us that without the additional absorbing surface of the mycelium of the mycorrhiza-forming fungus, the relatively small surface of the roots system would not be able to ensure the transfer of the required amount of water and plastic substances to the leaves during the two-rotation method of cultivation. An increase in the number of rotations affects to the formation of root systems of seedlings, and leads to lethal consequences - unformed seedlings do not tolerate the winter period in hardening areas. The growth ends of the roots initially have the ability to absorb water and plastic substances, however, the number of these rooting ends is very small. Water and plastic substances are absorbed mainly by short sucking roots entwined with mycorrhiza-forming hyphae. The sucking endings of roots, suberized and entwined with fungal hyphae, do not die off, but remain alive for a number of growing seasons. Under favorable conditions, it is possible for the mycorrhizal covers to break through with renewed growth by the root. In the conditions within the Prebaikalia region, Scots pine seedlings form mycorrhiza without the use of a mycorrhiza-forming agent, develop normally and meet the necessary parameters for seedlings with PMCS.

Key words: pine seedlings; PMCS; *Pinus sylvestris* L.; Bratsk