

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНТЕНСИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА И ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ

**Тексты лекций
для студентов специальности 6-05-0821-01 «Лесное хозяйство»
профилизации «Лесовосстановление и питомническое
хозяйство» (1-75 01 01 «Лесное хозяйство»
специализации 1-75 01 01 06 «Лесовосстановление
и питомническое хозяйство»)**

Минск 2025

УДК 630*232.32(075.8)

ББК 43.4я73

И73

Рассмотрены и рекомендованы к изданию редакционно-издательским советом Белорусского государственного технологического университета.

Составитель

В. В. Носников

Рецензенты:

доцент кафедры биологии и методики преподавания биологии
УО «Белорусский государственный педагогический университет
имени Максима Танка» кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент *А. В. Деревинский*;

ведущий научный сотрудник лаборатории иммунитета
и биотехнологии растений ГНУ «Институт экспериментальной
ботаники имени В. Ф. Купревича НАН Беларуси»
кандидат биологических наук *В. П. Шуканов*

И73 Интенсивные технологии выращивания посадочного материала и лесовосстановления : тексты лекций для студентов специальности 6-05-0821-01 «Лесное хозяйство» профилизации «Лесовосстановление и питомническое хозяйство» (1-75 01 01 «Лесное хозяйство» специализации 1-75 01 01 06 «Лесовосстановление и питомническое хозяйство») / сост. В. В. Носников. – Минск : БГТУ, 2025. – 108 с.

ISBN 978-985-897-291-2.

В издании приведены исторические предпосылки и дана оценка современного состояния лесовосстановления и перспектив его развития в Республике Беларусь и за рубежом. Рассмотрены современные технологии выращивания посадочного материала основных лесообразующих пород в открытом и закрытом грунте, в том числе с закрытой корневой системой, на основе интенсификации агротехнических приемов. Приведены перспективные технологии создания искусственных насаждений различного целевого назначения с учетом комплексной механизации работ и процессов изменения климата.

УДК 630*232.32(075.8)

ББК 43.4я73

ISBN 978-985-897-291-2

© УО «Белорусский государственный технологический университет», 2025

ПРЕДИСЛОВИЕ

В настоящее время перед лесным хозяйством стоят задачи по повышению продуктивности и устойчивости лесов, комплексному и рациональному использованию лесных ресурсов. Предусмотрены значительные объемы работ по восстановлению лесов в связи с участвовавшими случаями крупномасштабных ветровалов и массовых усыханий насаждений.

Для решения этих задач Государственной программой «Белорусский лес» в 2021–2025 гг. предусмотрено выполнение ряда мероприятий по совершенствованию лесопитомнического хозяйства и лесокультурного производства. В лесных питомниках планируется внедрить современные интенсивные агротехнологии выращивания посадочного материала в открытом и закрытом грунте, в том числе с применением новейших регуляторов роста, пестицидов, микроудобрений и систем полива растений.

На сегодня в лесных питомниках для лесокультурных и озеленительных целей выращивается более 200 видов деревьев и кустарников. Каждый год объем выращивания стандартного посадочного материала превышает 390 млн шт. Неуклонно увеличивается площадь теплиц, где выращивают посадочный материал лесных растений, в том числе с закрытой корневой системой.

Ежегодно лесовосстановительные работы в лесном государственном фонде планируется проводить на площади более 60 тыс. га, среди которых почти половина отводится под искусственное лесовосстановление. Активно в лесокультурное производство внедряются новые технологии и технологические приемы, направленные на повышение качества и продуктивности создаваемых новых лесов.

В связи с этим специалистам лесного хозяйства необходимы не только знания по применяемым в настоящее время технологиям выращивания посадочного материала, лесовосстановления и лесоразведения, но и представления о перспективных направлениях развития лесопитомнического и лесокультурного производства, которые могут быть внедрены в лесном хозяйстве Беларуси в ближайшем будущем.

1. ОСОБЕННОСТИ ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ В БЕЛАРУСИ И ЗА РУБЕЖОМ

1.1. Особенности лесовосстановления и лесоразведения в Беларуси

Лесовосстановление тесно связано с процессами заготовки древесины, рубками леса. И если естественное восстановление может происходить без связи с вырубкой леса, то создание лесных культур производится преимущественно на участках вырубленных древостоев. Причем для правильной оценки современных методов лесовосстановления необходим исторический анализ особенностей лесозаготовки и ее влияния на продуктивность и устойчивость создаваемых насаждений.

Увеличение объемов вырубки леса в Беларуси началось с середины 19 в. одновременно с бурным развитием промышленности, когда повысился спрос на белорусскую древесину, особенно со стороны английских и немецких компаний. При этом наблюдалась интенсивная рубка лесов с заготовкой в первую очередь крупномерной древесины, которая продолжалась практически до начала Первой мировой войны. Проводились, как правило, выборочные рубки, при которых отбирались самые лучшие, самые крупные деревья, имеющие гарантированный сбыт и удовлетворяющие требованиям зарубежных компаний. Лес считался самовозобновляемым бесплатным благом, из-за чего лесовосстановлением целенаправленно практически никто не занимался. Преобладало естественное возобновление лесов, на долю которого приходилось 98–99% от общего объема лесовосстановления.

Однако внимание к созданию лесных культур повышалось. Правительством выплачивалось денежное вознаграждение за посаженные деревья. Но, несмотря на это, только около 8–10% участков вырубленных государственных лесов восстанавливалось искусственно. Лесоразведение проводилось в небольших объемах, однако оно было обязательным в государственных лесах, где посадки проводились на полянах и прогалинах. В целом за период с 1883 до 1914 г. на территории Беларуси было создано только 12,5 тыс. га лесных культур, т. е. около 400 га в год (табл. 1), что привело к сокращению лесистости с 44 до 33%.

Серьезный ущерб лесам Беларуси нанесла Первая мировая война. На оккупированной территории проводились интенсивные вырубki. Только с Беловежской пушчи за 2 года было вывезено около 4,5 млн м³ ценной древесины.

Таблица 1

Динамика создания лесных культур (Багинский В. Ф. (1996), Крук Н. К. (2011))

Годы	Вырубалось в среднем за год, тыс. га	Создано лесных культур в среднем за год, тыс. га	Соотношение объемов созданных лесных культур и вырубленных насаждений, %
1883–1914	25,8	0,4	1,6
1922–1932	41,2	14,9	36,1
1933–1941	66,6	21,2	35,8
1944–1945	34,0	1,7	5,0
1946–1955	49,3	45,3	91,8
1956–1965	41,4	44,6	107,7
1966–1970	41,1	54,0	131,4
1971–1975	30,9	40,7	131,7
1976–1980	29,8	31,0	104,0
1981–1985	30,5	25,3	86,2
1986–1990	29,9	25,6	85,6
1991–1995	23,8	20,1	84,4
1996–2000	25,3	24,3	96,0
2001–2005	33,0	38,0	115,3
2006–2010	24,6	37,9	153,9
2011–2015	29,2	23,1	79,1
2016–2020	55,5	36,6	65,8

На оставшейся территории ситуация была не лучше. Огромное количество леса шло на нужды фронта, кроме того, частным владельцам разрешалось рубить от 5 до 10 годичных лесосек. Увеличились объемы несанкционированных рубок, при которых изымались самые лучшие деревья. Высокая захламленность лесов привела к масштабным пожарам, в результате которых в 1920–1921 гг. было уничтожено около 10% всех лесов республики. Всего за период с 1913 по 1923 г. было уничтожено и вырублено 2 млн га леса, при этом интенсивность ежегодной вырубки составляла 40–50 млн м³. Искусственное восстановление в этот период практически не проводилось. С 1921 по 1925 г. создавалось только от 0,5 до 3 тыс. га лесных культур в год. Лесистость упала до 22%.

В начале 30-х гг. прошлого века принцип равномерности и неистощимости лесопользования был признан антисоветским, а заготовку леса начали вести исходя из нужд народного хозяйства, которые на тот момент

были очень велики. В отдельные годы вырубалось до 25 млн м³. Значительная часть лесоматериалов шла на экспорт. Объемы искусственного лесовосстановления увеличились до 12–20 тыс. га в год, что составляло не более трети от общей площади вырубаемых лесов. Лесные культуры начали создавать и на заброшенных крестьянских наделах, что привело к некоторому повышению лесистости.

Огромный ущерб лесным насаждениям нанесла вторая мировая война. Всего, по данным ученых, от вырубок, военных действий, пожаров было уничтожено около 1,5 млн га покрытых лесом площадей. Лесистость территории упала до рекордно низкого значения 18%.

Интенсивная рубка леса продолжилась и в первую послевоенную пятилетку, что было обусловлено необходимостью восстановления разрушенной промышленности и жилого фонда. Однако уже в 1948 г. Советом Министров БССР было определено 507 тыс. га, на которых необходимо было провести лесовосстановительные работы в течение 1946–1950 гг. Всего с 1946 по 1950 г. было создано 198,4 тыс. га лесных культур, что составляло 68,9% от вырубленных площадей. На долю посева приходилось 26,4% от общего объема. С 1951 по 1955 г. было создано 246,3 тыс. га (118,8% от площади сплошных вырубок). Посев был произведен на 19,4% площадей. В это время к заготовке шишек для последующего извлечения семян активно привлекалось население, причем процесс зачастую не контролировался с точки зрения качественных показателей источника лесосеменного сырья.

За первое послевоенное десятилетие содействие естественному возобновлению было проведено на площади 178,0 тыс. га, что составляло почти 40% от площади созданных лесных культур. Однако около 2/3 уничтоженных и вырубленных в военное и послевоенное время насаждений восстановились практически без участия человека. В результате лесистость территории практически вышла на уровень, существующий до Первой мировой войны.

Интенсивное создание лесных культур наблюдалось до 1975 г. Ежегодно создавалось от 40 до 54 тыс. га искусственных насаждений. Начиная с 60-х гг. 20 в. и до конца 80-х гг. объемы создаваемых лесных культур превышали площади вырубок леса. В значительном объеме создавались насаждения на неплодородных землях колхозов и совхозов, в том числе защитные и на малопродуктивных песчаных землях. Если в начале 60-х гг. такие насаждения составляли около 10% от общего объема лесных культур, то к началу 70-х эти площади увеличились до 25%. Преобладала посадка лесных культур. На ее долю приходилось от 81 до 85%.

Вторая массовая передача малопродуктивных земель колхозов и совхозов произошла в 2004–2009 гг., благодаря чему площадь созданных, например в 2006 г., лесных культур в 1,8 раза превысила площадь сплошных вырубок. Например, в 2007 г. лесоразведение было проведено на площади 26,3 тыс. га, что составило 55% от общего объема созданных лесных культур. При этом объемы передачи земель лесхозам для лесоразведения были велики и в ряде случаев достигали 1000–2000 га. Необходимость мероприятий по созданию лесных культур на таких значительных площадях негативным образом сказалась на качестве проведенных работ.

В 2011–2015 гг. объемы созданных лесных культур колеблются в пределах 21–25 тыс. га (рис. 1). Возрастают в абсолютном выражении площади содействия естественному возобновлению (2010 г. – 4308 га, 2012 г. – 5055 га, 2015 г. – 5839 га), а ежегодные площади, оставляемые под естественное возобновление без мер содействия, остаются практически без изменения на уровне 13,0–15,0 тыс. га. В этот период сложилось соотношение, при котором на долю лесных культур приходилось порядка 52–55% от общего объема лесовосстановления. Оптимальным считается соотношение методов искусственного и естественного восстановления лесов как 50/50%. Содействие естественному возобновлению проводилось в тот период на 12–13% участков, а естественное возобновление без мер содействия – на 33–35%.

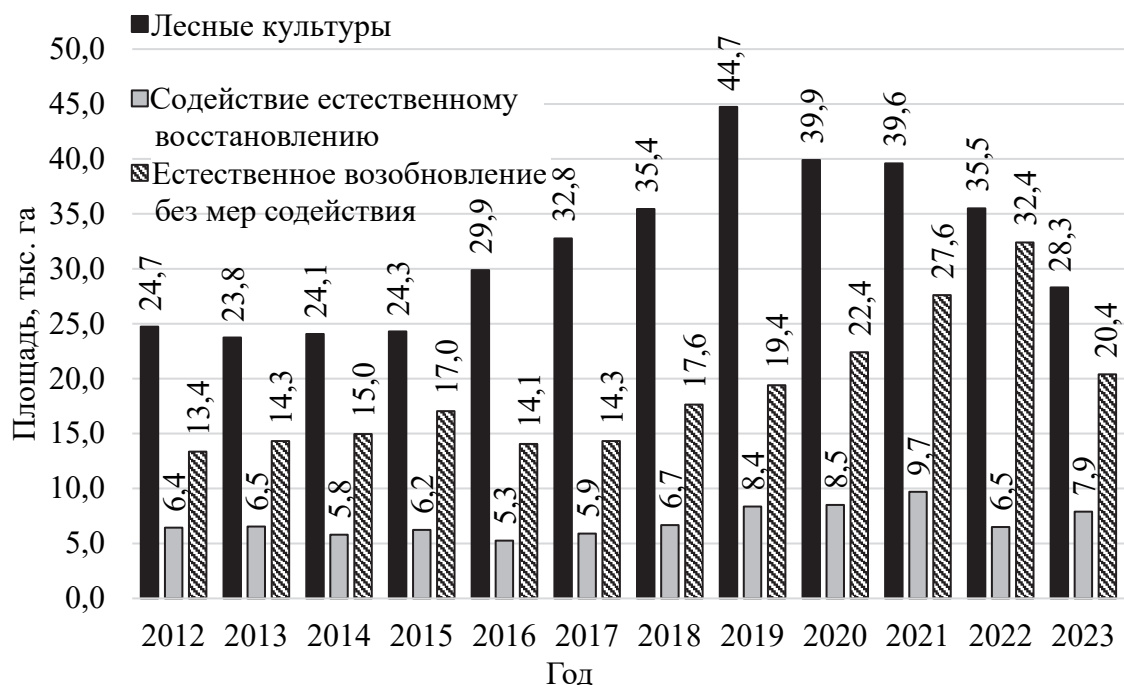


Рис. 1. Соотношение методов лесовосстановления, тыс. га

Увеличение процента естественного возобновления без мер содействия может свидетельствовать о негативных процессах в лесовосстановлении, вызванных недостаточным финансированием и отсутствием должного внимания искусственному восстановлению лесов. Единственным исключением является расширение практики сохранения подроста и внедрения мероприятий, направленных на получение предварительного естественного возобновления.

Однако в 2016 г. в связи с необходимостью восстановления буреломов объем создаваемых лесных культур увеличился до 29,73 тыс. га. Массовое усыхание сосновых, а затем и еловых насаждений привело к резкому увеличению объемов проведения сплошных санитарных рубок леса и, соответственно, объемов лесовосстановления. Площади создания лесных культур увеличились до 40–45 тыс. га, одновременно выросли практически в 1,5 раза площади содействия естественному возобновлению и в 1,3–1,5 раза площади естественного возобновления без мер содействия. В результате доля участия лесных культур повысилась до 61%. Таким образом, неблагоприятные погодные явления, массовые вспышки развития вредителей и болезней могут привести к изменению сложившейся доли участия различных направлений и методов лесовосстановления.

Искусственное лесовосстановление напрямую связано с развитием питомнического хозяйства.

В конце 19 в. в частных лесах, на долю которых приходилось почти 88% от общей площади лесов, преобладало естественное возобновление, при котором потребность в посадочном материале отсутствует. Только крупные лесовладельцы имели у себя питомники и в незначительном объеме выращивали сеянцы для нужд лесовосстановления. В то же время во всех подразделениях государственных лесов с 1849 г. были заложены питомники площадью 2–4 га.

В послевоенный период выращивание посадочного материала в Беларуси осуществлялось преимущественно на временных питомниках. Некоторые лесхозы имели несколько таких небольших по площади питомников в различных лесничествах.

Постепенно с усложнением агротехники выращивания посадочного материала и повышением уровня механизации работ возникла необходимость обустройства постоянных лесных питомников.

На начало 2000-х гг. в Беларуси насчитывалось более 50 постоянных лесных питомников, количество которых продолжало постепенно увеличиваться (рис. 2). Одновременно проводилась работа по реконструкции существующих питомников.

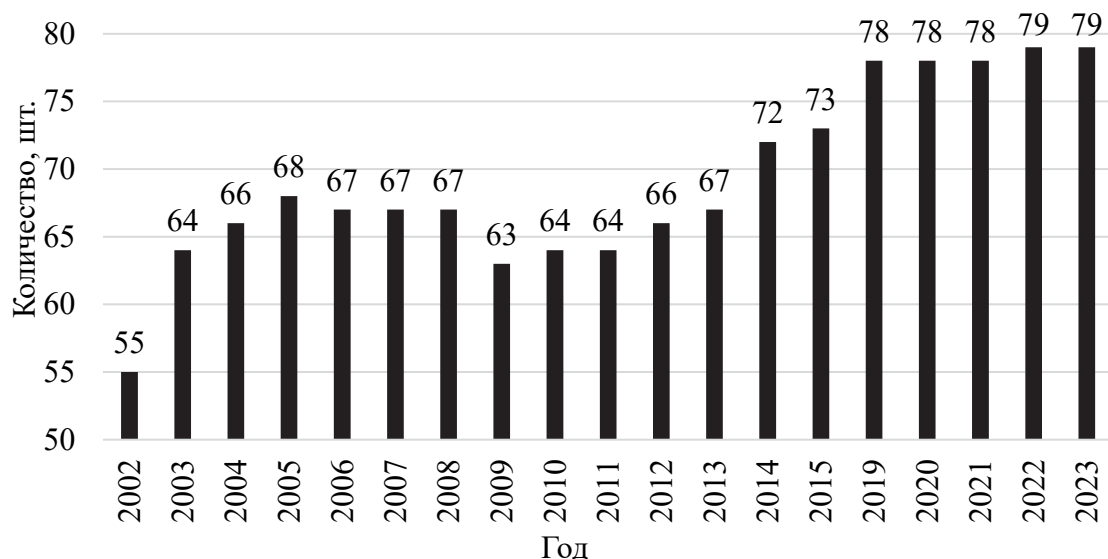


Рис. 2. Изменение количества лесных питомников по годам

Следующим этапом в развитии питомнического хозяйства было принятие в 2010 г. «Программы развития лесных питомников в организациях Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь на 2010–2015 гг.». На момент принятия программы в республике насчитывалось 63 постоянных и 100 временных питомников, что давало обеспеченность лесхозов постоянными лесными питомниками 64,2%. Средняя площадь постоянного питомника составляла 19,4 га, временного 0,76 га.

В Минском ГПЛХО постоянные лесные питомники были в каждом лесхозе. В Могилевском ГПЛХО постоянные питомники функционировали в 12 из 13 лесхозов, в Гродненском ГПЛХО – в 9 из 11 лесхозов. В то же время в Брестском ГПЛХО было только 6 постоянных лесных питомников на 14 лесхозов, в Витебском – 9 на 17 лесхозов, а в Гомельском – 6 на 21 лесхоз.

Анализ состояния лесных питомников, проведенный в это время, показал недостаточное их обеспечение административными и складскими зданиями, системами орошения, комплексом машин и механизмов. Кроме того, значительная часть питомников имела почвы с содержанием гумуса в пахотном горизонте 1,1–2,0%, что явно недостаточно для выращивания качественного посадочного материала.

С целью развития питомнического хозяйства программой предусматривалось строительство 15 новых питомников и реконструкция 26 существующих, значительное сокращение количества временных питомников, расширение тепличного хозяйства, совершенствование инфраструктуры и техническое переоснащение лесных питомников.

Одной из ключевых особенностей программы была ориентация на выращивание лесного посадочного материала в теплицах. В 2009 г. в лесхозах для этой цели имелось 12 теплиц общей площадью 1,45 га. Программой предусматривалось строительство еще 56 теплиц площадью 7,56 га. Также предусмотрено было увеличение количества теплиц для получения декоративного посадочного материала с 89 (3,77 га) до 159 (6,81 га). Тенденции роста площади тепличного хозяйства, заложенные программой, сохранились и по настоящее время (рис. 3).

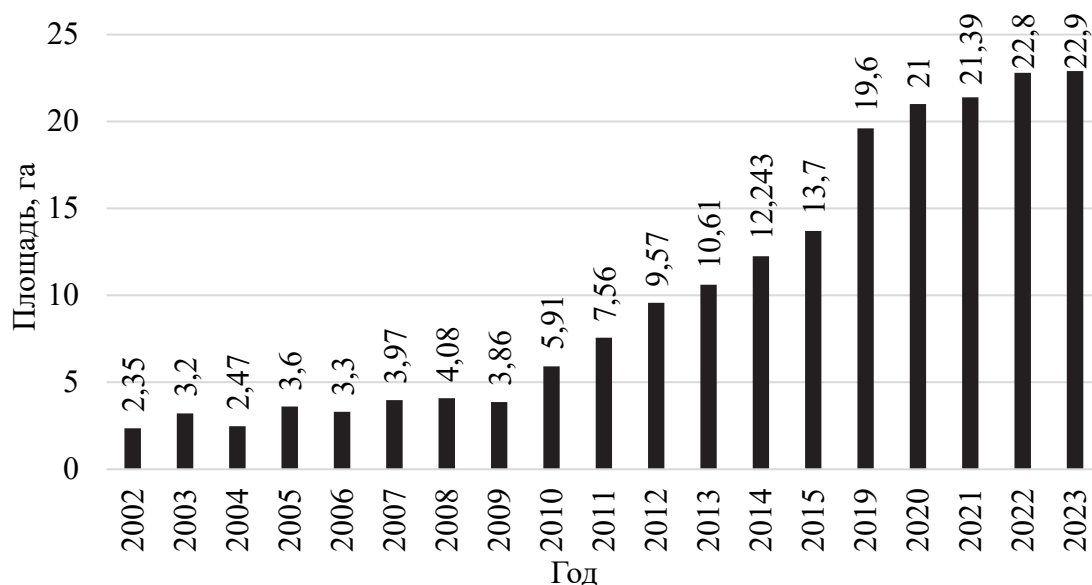


Рис. 3. Изменение площади теплиц по годам

В результате увеличения объемов выращивания лесного посадочного материала в теплицах происходило постепенное уменьшение площади посевных отделений открытого грунта. Распространенной практикой является выращивание в теплице однолетних сеянцев ели европейской с последующей пересадкой в школьное отделение.

В 2015 г. была принята «Отраслевая программа по выращиванию посадочного материала с закрытой корневой системой в организациях Министерства лесного хозяйства до 2020 года», в результате реализации которой было предусмотрено на базе лесхозов строительство и модернизация теплиц для выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой на площади 4,14 га, а также ввод в эксплуатацию четырех комплексов по выращиванию такого посадочного материала и реконструкция Республиканского лесного селекционно-семеноводческого центра с увеличением объемов выращиваемого посадочного материала.

Реализация программы привела к росту объемов выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой и обусловила дальнейший рост количества и площади теплиц в лесных питомниках республики.

1.2. Особенности лесовосстановления и лесоразведения за рубежом

Лесистость территории *Российской Федерации* в среднем составляет 46,4%.

Леса Российской Федерации на 98,4% образованы древесными породами естественного происхождения. Искусственные насаждения созданы посевом семян – 1,1% и посадкой саженцев/сеянцев – 0,5% лесной площади.

В довоенный период на территории России площади вырубок значительно преобладали над площадями лесовосстановления. В послевоенный период за счет организации учета и совершенствования законодательства объемы лесовосстановления начали неуклонно возрастать, достигнув объемов более 1,8 млн га в год в 80-х гг. прошлого века. Однако основным методом лесовосстановления был естественный.

Начиная с 90-х гг. объемы лесовосстановления стали снижаться, и с 2000 по 2018 г. находились на уровне 800–950 тыс. га. С 2019 г. наблюдается их рост, в результате которого площадь лесовосстановления в 2023 г. достигла 1,17 млн га.

Одновременно с падением объемов лесовосстановления уменьшались площади создаваемых лесных культур. В 1992 г. они составляли 447 тыс. га. В 2002 г. объем лесных культур сократился до 254 тыс. га. С 2011 г. лесные культуры создавались на площади 180–200 тыс. га. С 2020 г. площади искусственного лесовосстановления начали увеличиваться, достигнув в 2023 г. 208 тыс. га. В то же время доля лесных культур в общем объеме лесовосстановления постепенно снижалась. В 1992 г. лесные культуры создавались на 32% площади лесовосстановления. В 1995–2005 гг. площади лесных культур составляли в среднем 26,5%, в 2006–2015 гг. – 22%, в 2016–2023 гг. – 19%. В 2023 г. доля создаваемых лесных культур в общем объеме лесовосстановления составила 17,8%, а доля культур, созданных посадкой, превысила 90%.

В качестве метода восстановления лесов в России применяется также комбинированное лесовосстановление, которое ежегодно проводится

на площади около 20 тыс. га, или 1,7% от общего объема лесовосстановления. Лесоразведение ежегодно проводится в объеме 4–5 тыс. га.

В России многие лесохозяйственные операции выполняются за счет арендаторов лесных участков. Например, в 2022 г. ими было выполнено лесовосстановление на 67,3% площадей, в том числе создано лесных культур на 77,9% площадей.

С 1 января 2019 г. в России вступили в силу изменения в Лесном кодексе РФ о компенсационном лесовосстановлении, предусматривающие обязательное восстановление леса лесопользователем в объеме проведенных рубок леса, которое должно проводиться в 3-летний срок с последующими уходами в течение 3 лет после создания лесных культур.

В 2021 г. разработаны Правила лесовосстановления, которые содержат требования о том, что не менее 20% площадей искусственного и комбинированного лесовосстановления выполняется посадкой сеянцев и (или) саженцев с закрытой корневой системой, за исключением степных зон, зон полупустынь и пустынь. С 2025 г. этот показатель увеличится до 30%.

В России, согласно данным реестра лесных питомников Рослесхоза, насчитывается более 1300 лесных питомников, из которых 60% – это крупные постоянные питомники со средней площадью около 12 га. Остальные питомники временные, они располагаются рядом с будущим местом создания лесных культур. Доля питомников, расположенных на землях лесфонда, составляет 74%, остальные расположены на сельскохозяйственных землях и иных категориях земель.

Питомники могут быть как государственные, так и частные. Выращивание посадочного материала в России является коммерческой деятельностью.

Ежегодно выращивается порядка 700 млн шт. лесного посадочного материала. При этом увеличивается количество выращенного посадочного материала с закрытой корневой системой (ЗКС). Например, в 2011 г. посадочного материала с ЗКС было выращено 11 млн шт., в 2012 – 27 млн, в 2013 – 38 млн, в 2014 – 41,7 млн, в 2015 – 43 млн, в 2016 – 43,3 млн, в 2017 – 52 млн, в 2018 – 60 млн, в 2019 – 63,7 млн, в 2020 – 60,3 млн шт. Доля участия посадочного материала с ЗКС составляет около 9% от общего объема выращенного посадочного материала.

На 2023 г. число питомников по выращиванию посадочного материала с закрытой корневой системой составило 277 шт., порядка 41% из них специализируются на выращивании и реализации посадочного материала исключительно с ЗКС.

Леса в *Польше* занимают 9,48 млн га., или 31% от всей территории. Подавляющее большинство из них государственные леса (81%). Почти 77% лесов управляется государственной службой лесного хозяйства (Lasy Państwowe). Как правило, частные леса находятся на землях сельскохозяйственных предприятий и сильно фрагментированы. Средний размер частного владения – 1,3 га.

В 60-х гг. прошлого века лесовосстановление проводилось в объеме 90–95 тыс. га. Затем происходило постепенное снижение площадей лесовосстановления в стране. Период 1996–2010 гг. характеризовался наименьшим объемом лесовосстановления, который в среднем составлял 40–45 тыс. га. В последующем объемы лесовосстановления начали постепенно возрастать и в 2022 г. достигли 65,5 тыс. га.

Основным методом лесовосстановления является искусственный. Ориентировочная густота посадки составляет для сосны обыкновенной 8–10 тыс. шт./га, ели европейской – 3–5 тыс. шт./га, дуба – 6–8 тыс. шт./га. Однако роль естественного возобновления постепенно возрастает. В 90-х гг. прошлого века оно занимало только 4% от общего объема лесовосстановления, в 2000 г. – 7,6%, в 2010 г. – 8,9%, в 2020 г. – 13,7%. В 2022 г. на долю естественного возобновления приходилось уже почти 20%.

Максимальные объемы лесоразведения в Польше приходились на конец 50-х – начало 60-х гг. 20 в., когда ежегодно новые леса создавались на площади 55 тыс. га. В 80-х гг. объемы лесоразведения упали до 7–8 тыс. га. В дальнейшем объемы выросли, достигнув очередного максимума в 2000–2003 гг. (более 20 тыс. га). В последующем объемы лесоразведения постепенно падали, достигнув в 2022 г. исторического минимума в 0,5 тыс. га.

В середине 90-х гг. в Польше насчитывалось 1390 лесных питомников общей продуцирующей площадью 3505 га, при этом более 57% приходилось на питомники площадью менее 1 га. Только 21% питомников имели площадь более 5 га. Общий объем выращиваемого посадочного материала составил 1650 млн шт. Из них на долю лиственных пород приходилось 28–33%. В теплицах выращивалось около 3% сеянцев, а доля посадочного материала с закрытой корневой системой составляла 0,4%.

В последующие годы наблюдалась тенденция в уменьшении общей продуцирующей площади за счет закрытия мелких питомников и интенсификации выращивания посадочного материала в более крупных. В 2010 г. площадь сократилась до 22 563 га, в 2020 г. она составила 1824 га.

В 2022 г. продуцирующая площадь лесных питомников Польши занимала 1774 га. Все они управляются государственными организациями. Ежегодный объем выращивания составляет 670 млн растений. В лесных питомниках выращивается посадочный материал значительного количества древесных пород, причем на долю хвойных видов приходится 48% от общего объема выращиваемого посадочного материала.

В Польше широко применяется посадочный материал с закрытой корневой системой. Функционирует 17 специализированных центров по выращиванию сеянцев с ЗКС. При этом применяют удобрения с длительным сроком высвобождения, а также микоризацию субстрата. Выращивание посадочного материала с ЗКС на своих питомниках также осуществляют около 20 лесхозов.

Общая площадь лесов **Чехии** составляет 2,6 млн га. Лесистость территории – 34,5%. На долю государственных лесов приходится 56%, однако непосредственно частных лесов только около 20%. Остальные леса находятся во владении муниципалитетов, организаций и т. д.

На долю искусственного лесовосстановления приходится 83,6%. Доля лесных культур твердолиственных пород составляет 51,3%. Хвойные почти полностью восстанавливаются искусственно.

В Чехии в начале 1990-х гг. были приватизированы питомники государственных лесов. По состоянию на 31 декабря 2022 г. зарегистрировано 704 обладателя лицензий на выращивание лесного посадочного материала, из них 330 лицензий выданы физическим и 374 – юридическим лицам. Но непосредственно деятельностью по выращиванию посадочного материала занимается только 278 питомников.

По состоянию на 31 декабря 2022 г. общая площадь лесных питомников составляла 1612,81 га, в том числе 1182,09 га – производственная площадь. Из них 1145,99 га предназначались для выращивания посадочного материала в открытом грунте, 2,14 га отводились под стеклянные теплицы, 24,97 га – под пленочные теплицы и 8,99 га – под парники.

Ежегодно выращивается 336 млн шт. лесного посадочного материала, из них 56% приходится на лиственные породы. Преимущественно выращивается ель европейская (74 млн шт.) и бук (80 млн шт.). Доля посадочного материала с ЗКС составляет 35,6%.

В **Литве** площадь лесов составляет 2,1 млн га. Лесистость – 33,5%. Около 50% лесных территорий являются государственными.

Ежегодный объем лесовосстановления составляет около 9,0 тыс. га. Около 50% от площади участков восстанавливаются искусственно, около 25% является частичными лесными культурами, где соединены

посадка или посев с естественным возобновлением. На долю естественного возобновления приходится около 25%. Для сосны обыкновенной лесные культуры создают на 63%, комбинированный метод применяют на 19%, естественное возобновление на 18% участков. Для ели европейской соотношение методов составляет 60, 39 и 1%, а для дуба черешчатого – 80, 19 и 1% соответственно.

Площадь государственных лесных питомников составляет 1,2 тыс. га. Выращивается около 150 млн шт. посадочного материала. На ель приходится 62% от выращенных растений, на сосну – 18%.

Леса в **Латвии** занимают 3,441 млн га, или 53% территории страны. Государству принадлежит около половины (49%) лесов страны, а большая часть остального леса находится в распоряжении примерно 135 000 частных владельцев.

Общие объемы лесовосстановления составляют около 40 тыс. га. На долю лесных культур приходится 45%. При этом восстановление сосны обыкновенной на 92,5%, а ели европейской на 93,8% производится искусственным методом. Лиственные древостои в основном восстанавливаются за счет естественного возобновления.

Посадочный материал лесных деревьев предлагают 32 питомника, в том числе 10 питомников, принадлежащих государственной организации *Latvijas valsts meži (LVM)*. У остальных питомников частные владельцы.

В среднем ежегодно выращивается 14 млн семян сосны и 2,7 млн ели с ЗКС. Все большее распространение получают саженцы с улучшенной корневой системой, которые выращиваются из семян с ЗКС. Ежегодно их количество составляет: ели – 5 млн шт., березы – 2,2 млн шт., ольхи черной – 0,4 млн шт. На долю посадочного материала с закрытой корневой системой и саженцев с улучшенной корневой системой приходится 95% от общего объема выращивания лесного посадочного материала.

На долю лесных земель в **Финляндии** приходится 69% (20,3 млн га) от общей площади. Преимущественно (60%) владение частное. В Финляндии насчитывается 630 тыс. частных лесовладельцев. Государству принадлежит 26% лесов, в основном на севере, где сосредоточены заповедные и охраняемые территории. Оставшаяся часть (14%) находится в собственности компаний, объединений лесоводов и т. п.

Ежегодные объемы лесовосстановления составляют порядка 120 тыс. га, из них около 80% – посадка, примерно 10% – посев и 10% – естественное возобновление, которое, как и посев, приходится в основном на сосну. Доля естественного возобновления постепенно уменьшается.

Для посадки практически полностью, включая березу, используется посадочный материал с закрытой корневой системой. В Финляндии при создании лесных культур сосны обыкновенной полностью перешли на такой посадочный материал с 2007 г., а для ели европейской с 2018 г. Около 5% площадей лесных культур создается механизированной посадкой.

Объем выпуска посадочного материала составляет 174 млн шт., причем с открытой корневой системой выращивается только 1 тыс. растений. На ель европейскую приходится 60%, на сосну – 34%, на березу – 5%, на другие виды – 1%. Выращивание посадочного материала с ЗКС осуществляется преимущественно на крупных и средних по площади питомниках по интенсивным технологиям, которые являются самостоятельными предприятиями.

Покрытие лесами территории *Швеции* составляет 70% (около 27 млн га). Большая часть принадлежит частным собственникам (50%), четверть – крупным компаниям и столько же находится в собственности государства. Ежегодные объемы искусственного лесовосстановления составляют более 220 тыс. га, увеличившись за последние 10 лет почти на 40 тыс. га. Преимущественным методом восстановления лесов является посадка, на долю которой приходится 87%, естественное возобновление занимает 8%, посев – 3% и 2% возобновляется без мер содействия.

В Швеции выращивается около 400 млн шт. посадочного материала лесных растений. На долю посадочного материала сосны обыкновенной с ЗКС приходится 100%, ели европейской – 79%, причем почти половина от посадочного материала с открытой корневой системой приходится на саженцы с улучшенной корневой системой. Посадочный материал, выращенный из заготовленных на семенных плантациях семян, составляет 81%.

Посадочный материал выращивают в частных питомниках или в питомниках, принадлежащих крупным лесовладельцам, в том числе государству. Например, компания Sveaskog принадлежит государству и владеет 14% лесного фонда. В ее составе есть подразделение Svenska Skogsplantor, которое занимается выращиванием лесного посадочного материала. В его состав входит 5 питомников с ежегодным выпуском 125–130 млн растений с закрытой корневой системой.

2. ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА В ПОСТОЯННЫХ ЛЕСНЫХ ПИТОМНИКАХ

2.1. Общие принципы регулирования минерального питания

Внесение удобрений играет важную роль в процессе выращивания посадочного материала для восполнения недостатка питательных элементов.

При выращивании сеянцев сосны обыкновенной однолетнего возраста из почвы выносятся 63 кг/га азота, 18 кг/га P_2O_5 , 30 кг/га K_2O . Для двухлетних сеянцев сосны эти показатели составляют 148 кг/га азота, 38 кг/га P_2O_5 , 58 кг/га K_2O , для ели: 74 кг/га азота, 31 кг/га P_2O_5 , 30 кг/га K_2O , для однолетних сеянцев дуба черешчатого: 55 кг/га азота, 23 кг/га P_2O_5 , 37 кг/га K_2O (по В. С. Победову).

Элементы питания не только выносятся с посадочным материалом, но и вымываются в более глубокие слои грунтового профиля, часть становится недоступной в результате сильной увязки с ионными комплексами почвы или превращается в неусвояемые формы.

При планировании внесения удобрений следует учитывать, что в среднем используется не более 40–50% от внесенных минеральных удобрений. Кроме того, необходимо учитывать несколько фундаментальных законов минерального питания растений.

Согласно закону минимума Либиха, полноценное развитие растения зависит от того элемента питания, который присутствует в минимальном количестве. Недостаток одного элемента питания нельзя заместить избытком другого. Поэтому важно сбалансированное минеральное питание растений, включающее все необходимые элементы.

Второй закон – закон толерантности Шелфорда. Согласно ему, «лимитирующим фактором процветания организма может быть как минимум, так и максимум экологического влияния, диапазон между которыми определяет степень выносливости (толерантности) организма к данному фактору». Основным выводом из данного закона является то,

что переизбыток элементов питания может также являться причиной снижения ростовых процессов посадочного материала и даже их гибели.

Традиционно все элементы питания в зависимости от объема потребления растением и содержания в нем делятся на макроэлементы, или основные (N, P, K, Ca, Mg, S), и микроэлементы (Mn, Cu, Zn, B, Mo, Cl и др.). Также элементы питания для растения можно разделить на необходимые (N, P, S, K, Ca, Mg и Fe) и полезные (Na, Si, Co, Se, Al).

Среди самых важных химических свойств почвы, влияющих на доступность элементов питания, можно выделить уровень pH почвы (кислотность или щелочность).

Дефицит микроэлементов (Cu, Zn, Mn, Fe, B и др.) возникает в основном в почвах с высоким pH. Доступность фосфора снижается при повышенной кислотности или щелочности почвы. Низкий уровень pH увеличивает доступность алюминия и марганца, что может даже привести к токсичным уровням этих элементов.

В минеральных и органических почвах кислотность на потребление элементов питания растением влияет несколько по-разному. Максимальное потребление в минеральных почвах наблюдается при pH 6,0–6,5, а в органических – при pH 5,0–5,5. Однако всегда нужно учитывать оптимальную кислотность, характерную для той или иной породы (табл. 2).

Таблица 2

**Оптимальная кислотность почв для основных древесных пород,
выращиваемых в питомнике**

Порода	pH (KCl)	Порода	pH (KCl)
Сосна обыкновенная	4,5–5,6	Дуб черешчатый	5,5–6,1
Ель европейская	5,0–6,0	Клен остролистный	5,0–6,5
Лиственница европейская	5,2–5,4	Граб обыкновенный	4,7–5,0
Береза повислая	4,8–5,0	Вяз гладкий	5,7–7,1
Береза пушистая	6,5–7,0	Ясень обыкновенный	5,1–5,6
Липа мелколистная	4,7–5,2	Бук лесной	3,7–5,1

В целом кислотность почвы не должна выходить за пределы 4,0–5,5 pH (KCl) для хвойных и 5,0–6,0 pH (KCl) для лиственных древесных пород.

Другим важным фактором, обеспечивающим доступность элементов питания, является увлажнение. Недостаточное и чрезмерное увлажнение ограничивает поступление элементов питания в растения, что вызывает хлороз.

Взаимовлияние элементов также является условием обеспеченности растений доступным питанием. Оно проявляется в том, что избыток одних вызывает дефицит других, тем самым отрицательно влияет на

продуктивность растений (антагонизм элементов). Так, избыток азота вызывает дефицит калия; избыток калия – недостаток азота, кальция, магния; избыток серы способствует появлению дефицита молибдена и калия для растений; избыток кальция провоцирует дефицит калия, серы, бора, марганца, цинка. Медь и цинк, железо и марганец, цинк и железо – являются ионами-антагонистами. Также известен факт, что наличие одних элементов в почве усиливает потребление других (синергизм элементов): кальций – бор, цинк – железо, марганец – магний и др.

Необходимость внесения элементов питания можно определить с помощью различных методов диагностики минерального питания растений.

Визуальный метод основан на осмотре растений и определении изменений в их внешнем виде, характерных для дефицита того или иного элемента. Метод неточный, требует опыта диагностики, не позволяет своевременно определить недостаток элементов питания. Кроме того, для большинства лесных древесных пород сложно найти описание визуальных признаков дефицита того или иного элемента питания, а в ряде случаев эти признаки для разных элементов питания схожи.

Анализ содержания элементов питания в почве в доступной для растения форме является на данный момент наиболее применимым методом. При этом происходит отбор образцов из верхнего горизонта почвы и проводится их анализ в лабораторных условиях. По результатам исследований определяется группа обеспеченности почв элементами питания и в зависимости от группы выбирается доза внесения элемента по действующему веществу. Метод не определяет потребность растения в элементах питания, достаточно продолжителен и дорогостоящ. Кроме того, он дает сильно усредненные данные о почвенном плодородии участков. Точность определения можно повысить, увеличив количество исследованных образцов, однако это также повышает стоимость выполнения анализа.

Наиболее современным и точным является метод, основанный на определении элементов питания в фитомассе посадочного материала. Он позволяет выявить недостаток определенного элемента питания в самом растении и своевременно назначить конкретные мероприятия по устранению дефицита элемента. Однако на данный момент этот метод имеет высокую стоимость, вызванную использованием дорогостоящего оборудования и сложностью приготовления вытяжек растительных образцов. Кроме того, его распространение ограничивается отсутствием в Беларуси данных по «эталонным» сеянцам лесных пород, на основании которых идет сравнение содержания элементов в отобранном образце, а также методики воздействия на содержание элементов питания.

2.2. Особенности применения минеральных удобрений

Распространенными способами внесения минеральных удобрений в питомнике являются основное, припосевное внесение и подкормка.

Основное внесение удобрений производится перед или во время основной обработки почвы в количестве, равном половине от необходимого объема внесения элемента. Заделка удобрений должна проводиться на глубину 10–15 см. При их внесении перед вспашкой глубина заделки основной массы удобрений осуществляется на глубину около 20 см, в результате чего они малоэффективны на начальной стадии роста посадочного материала. При мелкой заделке (до 5 см) верхний слой почвы быстро пересыхает, что также снижает эффективность действия удобрений. Поскольку при внесении гранулированных удобрений вокруг гранулы образуется зона высокой концентрации элементов питания, способная повредить корневые системы всходов, основное внесение проводится или осенью, или не позднее чем за 2 недели до посева в питомнике. При этом азотные удобрения целесообразно вносить весной, фосфорные и калийные – осенью или весной.

Магний и кальций являются антагонистами для фосфора, поэтому нельзя внесение фосфорных удобрений совмещать с известкованием. Промежуток между раскислением почвы и внесением фосфорных удобрений не должен быть менее 2 недель. Двойной суперфосфат следует применять на слабокислых и нейтральных почвах, на кислых почвах необходимо использовать другие фосфорные удобрения. Карбамид и аммиачная селитра нейтрализуют действие суперфосфатов, поэтому между внесением этих удобрений должно пройти 10–14 дней.

При планировании внесения удобрений необходимо учитывать, что сульфат аммония, хлористый аммоний, аммиачная селитра, мочеви́на, бикарбонат аммония, суперфосфат, аммофос, хлорид и сульфат калия подкисляют почву.

Припосевное внесение удобрений производится в посевные строчки вместе с семенами для ускорения их прорастания. Однако, как и в предыдущем случае, возникает риск повреждения всходов высокими концентрациями элементов питания, поэтому таким способом можно использовать только медленно растворяющиеся удобрения.

Подкормки производятся в течение вегетационного периода в связи с изменяющимися потребностями растений в элементах питания. Подкормки бывают внекорневые (опрыскивание растений водными

растворами удобрений) и корневые, когда удобрение вносится в зону корней. Для лиственных пород могут использоваться как внекорневые, так и корневые подкормки, для хвойных растений приоритет следует отдавать корневым. Помимо основных элементов питания в подкормки в обязательном порядке включаются микроэлементы. После внекорневых подкормок не следует проводить полив дождеванием в течение 3 дней, а при использовании фосфора – в течение 5 дней.

Для сеянцев первого года выращивания в первой половине вегетационного периода требуется 2–3-кратная корневая подкормка азотными удобрениями. Первую подкормку однолетних сеянцев проводят через 2–3 недели после появления всходов, вторая и последующие подкормки повторяются с интервалом в 20–30 дней. Желательно, чтобы в азотном удобрении присутствовал и аммонийный (NH_4^+), и нитратный (NO_3^-) азот, однако аммонийного не должно быть более 50%. Для внекорневой подкормки может использоваться 0,5–2,0%-ный раствор карбамида или другого растворимого азотного удобрения в дозировках, рекомендуемых производителем. При этом минимальная дозировка соответствует первой подкормке. Дополнительные подкормки азотом могут проводиться на основании визуального осмотра растений при хлоротической окраске вегетативного аппарата или при отсутствии прироста в высоту. Также вместо подкормок азотным удобрением можно применять удобрения, содержащие все необходимые элементы питания, т. е. полные удобрения. Подкормки азотными удобрениями заканчивают в первой половине июля.

Подкормки фосфорными и калийными удобрениями, как правило, корневые, однако могут использоваться и внекорневые подкормки, например 0,5%-ным раствором суперфосфата и 0,25%-ным раствором сульфата калия.

Одним из наиболее современных видов минеральных удобрений являются удобрения с контролируемым освобождением составляющих частей (от английского: CRF – Controlled Release Fertilizers), или пролонгированные удобрения. Они представляют собой гранулированные удобрения, каждая гранула которых содержит определенный набор макро- и микроудобрений и покрыта органической или неорганической оболочкой. Почвенная влага проникает внутрь оболочки и растворяет содержащиеся там минеральные удобрения (рис. 4). Растворенные элементы питания за счет осмотического давления постепенно проникают в почвенный раствор, обеспечивая необходимый уровень минерального питания.

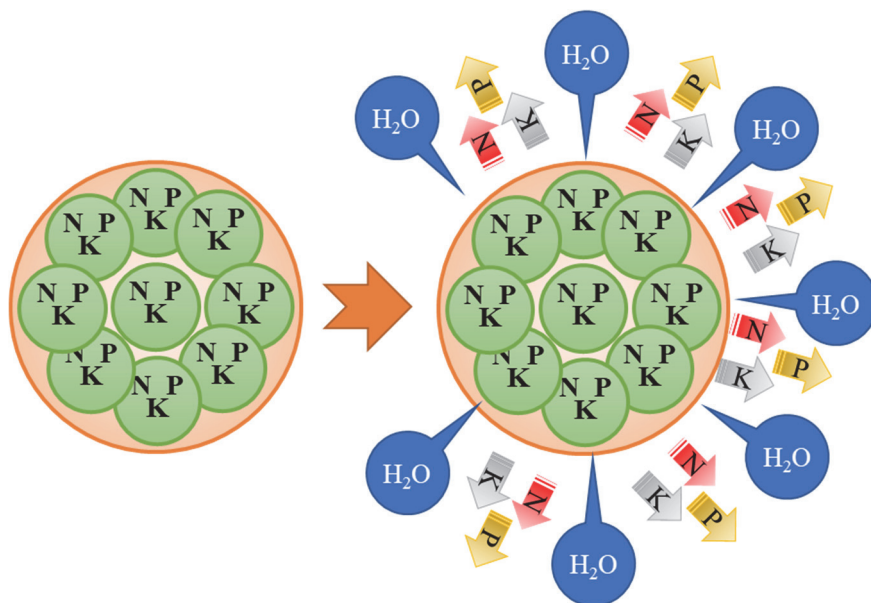


Рис. 4. Принцип действия пролонгированных удобрений

От вида оболочки на грануле удобрения, а также от ее толщины зависит скорость высвобождения элементов питания. Производители определяют ее для температуры почвы, равной 21°C. Чем она выше, тем быстрее наступает освобождение питательных элементов. При температуре ниже 5°C выделение элементов питания практически прекращается.

Пролонгированные удобрения выпускаются со сроком действия от 3 до 18 месяцев и более. Наиболее известной маркой таких удобрений является Osmocote, два вида которого зарегистрированы для применения в лесном хозяйстве Беларуси: Осмокот Экзакт Мини 5-6 М (содержание элементов питания: N – 15%, P₂O₅ – 9%, K₂O – 11%, MgO – 2%, Fe – 0,45%, Mn – 0,06%, Zn – 0,015%, Cu – 0,05%, B – 0,02%, Mo – 0,02%) и Осмокот Про 5-6 М (содержание элементов питания: N – 19%, P₂O₅ – 9%, K₂O – 10%, MgO – 2%, B – 0,01%, Cu – 0,037%, Fe – 0,3%, Mn – 0,04%, Mo – 0,015%, Zn – 0,011%).

Использование пролонгированных удобрений имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционными удобрениями:

- при их использовании растение получает до 90% от количества элементов питания, находящихся в удобрении, при этом у обычных удобрений данный показатель находится на уровне 40–60%;
- их применение исключает необходимость проведения частых подкормок, что облегчает процесс обеспечения соответствующего минерального питания посадочного материала;
- обеспечивают сбалансированный рост посадочного материала за счет постоянного и постепенного поступления элементов питания к растению;

– экологически более безопасны, так как не наблюдается, как в случае с обычными удобрениями, интенсивная миграция элементов питания в нижерасположенные слои почвы, а также в грунтовые воды.

Основным объектом применения таких удобрений является посадочный материал с закрытой корневой системой, однако ввиду постепенного высвобождения элементов питания пролонгированные удобрения могут использоваться для припосевного внесения, что исключает последующее проведение корневых и внекорневых подкормок сеянцев.

Микроэлементы являются необходимыми компонентами физиологических процессов в посадочном материале, поэтому использование их является обязательным условием правильного режима минерального питания растений.

Поскольку микроэлементы необходимы растению в незначительных количествах, чаще всего их применяют при проведении внекорневой подкормки, однако можно проводить и корневые подкормки, используя водорастворимые удобрения.

В обычной форме микроэлементы сложно поглощаются вегетативным аппаратом растений, а при поступлении в почву микроэлементы связываются и образуют недоступные для растений формы. По этой причине наибольшее распространение получили микроудобрения в хелатной форме (хелат в переводе с латыни обозначает «клешня»). В таких удобрениях ион микроэлемента окружен органической оболочкой хелатирующего агента.

Хелатные удобрения выпускаются в водорастворимой форме. Они легко проникают в растение и усваиваются практически на 90%. Их действие не зависит от кислотности почвы. Однако не все микроэлементы могут быть обработаны хелатирующим агентом.

2.3. Применение органических удобрений в питомнике

Органические удобрения, в отличие от минеральных, способны давать прибавку урожая в течение нескольких лет. Они не наносят вреда окружающей среде и не загрязняют продукцию нитратами.

Органические удобрения имеют ряд отличительных особенностей. Они могут быть приготовлены непосредственно в хозяйстве, где планируется их применение. Сырьем для приготовления органических удобрений служат отходы или вторичная продукция животноводства,

сельского хозяйства, пищевой промышленности и т. д. Однако дозы внесения органических удобрений велики и составляют десятки тонн на 1 га, что вызывает определенные сложности в технологическом процессе.

По данным заведующего сектором биорегуляции выращивания лесопосадочного материала Института леса НАН Беларуси доктора сельскохозяйственных наук Копыткова В. В., ежегодная потребность лесного хозяйства в органоминеральных удобрениях составляет 35–40 тыс. т, но она обеспечена только на треть. Поэтому широкое внедрение различных видов органических удобрений является обязательным условием выращивания качественного посадочного материала лесных растений.

Наиболее распространенным сырьем для приготовления органических удобрений служит навоз, который в чистом виде может применяться ограничено, так как содержит в большом количестве семена сорных растений и может содержать патогенную микрофлору. Поэтому основным видом органических удобрений в питомниках должны являться компосты.

Компост (от лат. *compositus* – составной) – органическое удобрение, полученное в результате разложения органических отходов растительного или животного происхождения. Компост получается в результате процесса биодegradации различных органических материалов под влиянием деятельности микроорганизмов, редуцентов и детритофагов. Процесс образования компоста называют компостированием.

Условно сырье для компоста можно разделить на «зеленое», в котором содержится больше азота, и «коричневое», в котором находится много углерода. Так, например, в свежескошенной траве соотношение С : N равно 15 : 1, т. е. они относятся к «зеленому» сырью. В сухих опавших листьях это отношение составляет 50 : 1 («коричневое» сырье). В компостируемом материале соотношение углерода к азоту в смеси «зеленой» и «коричневой» части должно быть (25–30) : 1.

Площадка для компостирования должна иметь хорошие подъездные пути, находиться в затененном месте, иметь подвод воды для увлажнения компоста, быть защищенной от попадания фильтрата в грунтовые воды и источники воды.

Основой компостирования являются аэробные процессы. Наиболее распространенными способами получения компостов является траншейный и буртовой.

При траншейном способе составляющие части компоста укладываются в траншеи различной глубины, ширины и длины. Недостаток данного метода состоит в высоких капитальных затратах на устройство траншей, которые чаще всего закладывают из бетонных материалов.

При буртовом способе компоненты компоста послойно укладываются на площадке, которая может иметь бетонное основание (рис. 5). Для удобства обслуживания высота бурта может составлять около 1,5 м, ширина до 3 м. Перемешивание буртов осуществляют обычно специальные машины. Преимуществом данного метода является простота технологии и низкие начальные затраты. Однако он предусматривает выделение больших по площади территорий по сравнению с траншейным способом, а также имеет повышенный риск распространения неприятных запахов и фильтрата.



Рис. 5. Буртовой способ компостирования в лесном питомнике (Польша)

Выделяют несколько методов компостирования в зависимости от принципа воздействия на компостируемый материал.

Активный метод предусматривает регулярное перемешивание и увлажнение субстрата для активации деятельности аэробных бактерий. Поскольку активные микробиологические процессы идут на глубине до 1 м, перемешивание позволяет увеличить высоту слоя компоста в траншеях или буртах. При правильном соблюдении технологии происходит саморазогревание компоста до температуры 70°C, при которой происходит гибель семян сорных растений и компост обеззараживается. Однако при такой температуре уменьшается активность микроорганизмов, поэтому перемешиванием ее снижают. Срок созревания компоста составляет от нескольких недель до нескольких месяцев в зависимости от правильности технологии и применяемого материала.

Пассивный метод предусматривает минимальные затраты труда. При этом методе компоненты компоста, подобранные в оптимальном

соотношении, укладываются слоями не более 1 м. Поскольку они не перемешиваются, для обеспечения нужной степени аэрации в компост добавляют крупные элементы, такие как щепу, рубленные ветки, солому. Для улучшения микробной деятельности в компост может добавляться плодородная почва или специальные микробиологические препараты. Сверху компост для сохранения влаги может накрываться пленкой или мембранами. Срок созревания составляет от 12 до 24 месяцев.

Химический метод представляет собой компостирование с применением специальных веществ, которые ускоряют разложение отходов и обеззараживают их. Недостатком метода является высокая стоимость химических веществ.

Биологический метод предусматривает внесение биопрепаратов, способствующих развитию аэробных бактерий. При таком методе можно подвергнуть компостированию отходы, которые обычными методами не компостируются. Созревание компоста происходит в течение 3–6 месяцев.

Наиболее технологичным способом компостирования является использование биореакторов, которые могут быть стационарными или мобильными (рис. 6).



Рис. 6. Мобильный биореактор для производства компоста

Биореактор состоит из следующих основных узлов:

- шнекового сепаратора;
- ферментера барабанного типа с теплоизолирующим слоем;
- системы механизированной подачи и распределения сырья по реактору;
- аэрационной установки.

В шнековом сепараторе происходит отделение воды от твердых составляющих, в результате чего отходы получаются достаточно сухими и рассыпчатыми. Затем с помощью шнекового транспортера сырье перемещается в барабан, где перемешивается и обогащается кислородом. После этого компостируемые материалы складываются на открытых площадках, где компост дозревает.

Данная технология требует значительных первоначальных затрат, но позволяет сократить срок созревания компоста до 10–20 дней за счет гомогенизации компостируемых материалов, их первичного разогрева и насыщения кислородом.

Важным условием успешного применения компостов является степень его зрелости. Существуют три критерия для оценки зрелости компоста:

- соотношение $C : N$;
- потребление кислорода;
- прорастание и скорость роста растений.

Компост считается зрелым, если выполняются следующие требования:

- соотношение $C : N < 25$;
- доля поглощенного кислорода меньше $150 \text{ мг } O^2/\text{кг}/\text{ч}$;
- прорастание семян кресс-салата и редиса в компосте должно быть больше 90% по сравнению с контролем, а скорость роста растений в смеси компоста и почвы не должна отличаться от таковой в контроле более чем на 50%.

Визуально зрелый компост представляет собой однородную массу темного цвета с запахом «земли».

Если использовать недозрелый компост, то в нем будет наблюдаться недостаток элементов питания по причине недостаточного компостирования. Передержанный компост также теряет элементы питания в силу химических процессов, происходящих внутри его.

Одним из путей повышения эффективности внесения органических удобрений и снижения их дозы является создание концентрированных органических удобрений (КОУ), к которым относятся биогумус и биоудобрения.

Наиболее перспективным для лесных питомников является производство биогумуса – продукта переработки органических отходов производства красным калифорнийским червем, который способен перерабатывать навоз всех видов животных, помет птицы, пищевые отходы, осадки сточных промышленных вод, рыбной и мясной промышленности.

Биогумус обладает высокой водостойкостью, которая определяет структуру почвы, создает оптимальную реакцию почвенного раствора: питательные вещества биогумуса растворяются медленно и обеспечивают длительное потребление их растениями.

Вторым по значимости органическим удобрением для лесных питомников являются сидераты.

Сидераты (зеленое удобрение) – растения, быстро формирующие зеленую массу, выращиваемые с целью их последующей заделки в почву как источника органических веществ и азота для растений и почвенных микроорганизмов.

Цель посева сидератов:

- обогащение почвы органикой и азотом. Сидераты вполне могут исключить использование навоза в качестве удобрения (3 кг зеленой массы заменяют 1,0–1,5 кг навоза);

- обогащение почвы фосфором, калием, кальцием;

- улучшение структуры почвы. Улучшаются ее физические и физико-химические свойства (снижается кислотность, увеличивается емкость поглощения, влагоемкость и т. п.), за счет перепревания зеленых удобрений почва становится более рыхлой, влагоемкой;

- повышение активности полезной микрофлоры;

- защита поверхности земли от перегрева;

- защита почвы от ветровой и водной эрозии;

- подавление роста сорняков;

- фитосанитарное воздействие. Посев некоторых сидератов может быть профилактикой заболеваний основной культуры;

- уменьшение воздействия вредителей на основную культуру, так как при смешанных посадках часть вредителей отвлекается на сидерат;

- привлечение полезных насекомых за счет имеющихся у некоторых сидератов ярких цветов;

- использование зеленой массы сидератов в компостных кучах, так как они являются ускорителями процесса компостирования, повышают содержание полезных веществ и улучшают структуру готового компоста.

Применение сидератов для повышения плодородия почвы является древнейшим приемом. С точки зрения Е. Е. Борисовой (2015 г.), их начали применять более 3 тыс. лет назад в Древнем Китае и Индии. В Древней Греции и Древнем Риме в качестве сидерата активно использовали люпин белый. В Европе зеленые удобрения начали распространяться в 16 в. в Италии, затем во Франции и Испании и к 18 в. применялись повсеместно. Наиболее популярным сидератом являлся люпин.

В настоящее время наиболее часто используются растения-сидераты следующих семейств:

- бобовые (люпин, фасоль, соя, чечевица, горох посевной и полевой, люцерна, донник, вика яровая и озимая, сераделла, клевер, эспарцет, бобы кормовые и др.);
- крестоцветные (рапс, сурепка, редька масличная, горчица);
- злаковые (пшеница, рожь, овес, ячмень);
- гречишные (гречиха);
- сложноцветные (подсолнечник);
- водолистниковые (фацелия).

Особенно ценные сидераты бобовых растений. Они фиксируют азот из воздуха: люцерна – 200–500 кг/га, клевер – 150–300 кг/га, люпин – 250–400 кг/га, донник – 200–300 кг/га, горох, соя – до 150 кг/га.

Продолжительность вегетационного периода сидератов от 35–40 до 70–80 дней (в зависимости от культуры).

Почва под сидеральные культуры должна быть хорошо подготовлена, так как на уплотненной или грубо вскопанной почве растения не разовьют достаточно зеленой массы и не дадут нужного эффекта.

Сеять сидераты можно как весной, так и осенью: до посадки основной культуры и после уборки. При этом следует учитывать, что ряд сидератов делится на яровые и озимые. В целом же сидеральные культуры можно выращивать в течение всего сезона. При ранних весенних посадках, когда снег только что сошел, подбирают скороспелые холодостойкие растения, такие как горчица, кормовой горох, овес.

Эффективность зеленого удобрения сильно зависит от возраста растений. Молодые и свежие растения очень богаты азотом, быстро разлагаются в почве, поэтому после их заделки основную культуру можно сажать уже через 2–4 недели, однако нельзя заделывать слишком большое количество сырой растительной массы, так как она будет не компостироваться, а гнить. Разложение растений более зрелого возраста происходит медленнее, но они больше обогащают почву органическим веществом.

Заделку сидератов рекомендуется производить в период бутонизации до начала цветения на глубину 6–8 см на тяжелых и 12–15 см на легких почвах. Это обеспечит аэробные процессы при перегнивании зеленой массы, сходные с компостированием.

На зеленое удобрение употребляют или всю синтезированную за время вегетации массу (как зеленые части растения, так и корни),

или только часть. Поэтому различают три основные формы зеленого удобрения:

1) полное – запахивают всю выращенную массу растений;

2) укосное – выращивается зеленая масса на другом участке. Укос после скашивания перевозят на удобряемое поле и запахивают. С этой целью, например, на выводном поле выращивают многолетние травы (чаще всего люпин), которыми после скашивания удобряют соседние поля севооборота: первый укос – под озимые культуры, второй – под зябь. В школьных отделениях укосную массу сидератов, полученную в междурядьях, применяют для удобрения приствольных кругов. По удобрительному действию она не уступает соответствующей дозе навоза. Укосную массу сидератов можно использовать в компостах. Для этого ее послойно укладывают в штабеля с кукурузной соломой, стеблями хлопчатника, речным или прудовым илом, фекалиями и компостируют обычным образом;

3) отавное – получают после скашивания зеленой массы трав на зеленый корм. Запахивают при этом корневые и стерневые остатки с отрастающей отавой.

Следует учитывать, что запахивание большого количества зеленой массы сидератов может привести к активизации патогенных микроорганизмов, таких как, например, возбудители фузариоза, поэтому рекомендуется на участке сидерального пара проводить закладку посевного отделения через год, а участок содержать под черным паром для борьбы с сорной растительностью. Можно также использовать укосную или отавную форму зеленого удобрения с целью снижения объема запахиваемой зеленой массы.

2.4. Использование регуляторов роста

Идея о том, что у высших растений рост и морфогенез часто зависят от химических сигналов от одной части растения к другой, была высказана немецким ботаником Юлиусом фон Саксом (1832–1897 гг.) еще в 19 в. В результате дальнейших научных исследований было установлено, что растения производят сигнальные молекулы, называемые растительными гормонами или фитогормонами (от греческих слов *φυτό* – растение и *ὁρμάω* – двигать, побуждать, приводить в движение). Это органические вещества небольшого молекулярного веса, образуемые в малых количествах в одних частях многоклеточных растений и действующие на другие их части как регуляторы и координаторы роста и развития.

Растительные гормоны вырабатываются естественным путем растениями и имеют важное значение для регулирования ими собственного роста и развития. Они контролируют или изменяют процессы роста растений, такие как образование листьев и цветов, удлинение стеблей, развитие и созревание плодов. Позже было найдено много синтетических соединений, которые работают сходно с природными растительными гормонами. Таким образом регуляторы роста можно разделить на 2 большие группы: природные и синтезированные.

Современная классификация насчитывает 6 классов гормонов:

- ауксины;
- гиббереллины;
- цитокинины;
- брассиностероиды;
- этилен;
- абсцизова кислота.

Ауксины (от греч. αὔξω – расти) – самый первый из открытых классов фитогормонов. Впервые был упомянут Ч. Дарвином в 1880 г., а в 1939 г. Ф. Кегль выделил гетероауксин. Данный класс на разных этапах жизни растения регулирует его рост, дифференцирование органов, ростовые реакции на свет и силу тяжести. Обогащенные ауксином ткани притягивают питательные вещества, что способствует их скорейшему росту. Основной представитель – индолилуксусная кислота. Свойствами ауксина также является способность задерживать опадение листьев и завязей, вызывать партенокарпию. Его применяют для укоренения черенков, повышения приживаемости саженцев и восстановления корневой системы у пересаженных кустарников и деревьев.

Гиббереллины – группа фитогормонов, которые стимулируют рост стебля, способствуют формированию плодов и семян, а также прорастанию семян, клубней и луковиц. Был выделен в середине 30-х гг. прошлого века японскими учеными из паразитического гриба *Gibberella*. Обработка гиббереллином может снять потребность в стратификации у тех семян, которые в ней нуждаются, за счет запуска мобилизации и переработки запасных веществ в семенах в ответ на внешние стимулы (свет, температура). Могут выступать в роли стимуляторов цветения, а также усиливать развитие стержневого корня за счет снижения роста боковых корней.

Цитокинины – группа фитогормонов, необходимых для деления клеток, роста и дифференцирования растений. Были выделены в середине 50-х гг. прошлого века.

Совместно с ауксинами они активируют деление клеток, стимулируют развитие боковых побегов (снижают апикальное доминирование). Цитокинины усиливают способность клеток притягивать питательные вещества и задерживают старение листьев многих растений. Фитопатогенные грибы, вырабатывающие цитокинин, стимулируют разрастание растительных тканей, что ведет к образованию так называемых «ведьминых метел».

Брассиностероиды – группа природных регуляторов роста, которые ускоряют рост растений, однако иным способом, чем ауксины или гиббереллины, усиливают реакцию геотропизма, повышают жизнеспособность пыльцы, задерживают старение листьев у ряда растений, регулируют угол наклона листьев, повышают устойчивость растений к стрессу. Они поддерживают работу иммунной системы растения, особенно в стрессовых ситуациях. Иногда их называют гормонами-протекторами.

Этилен – выполняет в растении функции фитогормона. Его действие описано русским ученым Нелюбовым Д. Н. в начале 20 в. Запускает процессы созревания и старения растений, а также защитные реакции в условиях стресса. Воздействие этилена на растение вызывает так называемый тройной ответ: угнетение роста побега за счет ингибирования продольного растяжения (в высоту), усиление поперечного роста (в толщину), нарушение геотропизмов. Благодаря этому фитогормону растение способно расти горизонтально в условиях недостаточного освещения, чтобы скорее выйти из тени. Он также отвечает за сбрасывание листьев осенью. Вызывает ускоренное созревание плодов.

Абсцизовая кислота (от англ. *abscission* – отделение, опадение) – гормон растений, который тормозит ростовые и метаболические процессы, подавляет транспирацию в условиях засухи, способствует формированию и покою семян, клубней и корнеплодов, а также облегчает опадение цветков и плодов многих растений. Была выделена в начале 60-х гг. прошлого века учеными из США и Великобритании. Она препятствует преждевременному прорастанию семян при их созревании и усиливает состояние покоя зрелых семян, спящих почек, клубней и корнеплодов. Совместно с этиленом абсцизовая кислота усиливает процессы старения и опадения, особенно увядших цветков и плодов. Вызывает закрытие устьиц и опадение листьев при засухе. Отвечает за физиологический и вынужденный покой органов растений.

По своему назначению выделяют также специальные группы регуляторов роста:

1) ретарданты, которые подавляют рост стебля растения. Стебли становятся более укороченными и утолщенными, растение менее подвержено

полеганию. Применение ретардантов способствует образованию боковых побегов и направлено на развитие корневой системы растения;

2) морфактины, замедляющие прорастание семян и препятствующие образованию паростков и побегов;

3) дефолианты, которые отвечают за опадание листового покрова у растений. После опадания листьев растение, если оно многолетнее, вновь восстанавливает свою листву. Дефолианты не останавливают рост растения и не ведут к его гибели. Такие вещества применяют за несколько дней до сбора урожая или при подготовке к зимнему сезону;

4) десиканты, применяющиеся для ускорения процесса высушивания листового покрова растений. Использование в сельском хозяйстве десикантов позволяет производить уборку урожая в короткие сроки;

5) селиканты, которые вызывают ускоренное созревание сельскохозяйственных растений и культур;

6) гербициды, применяющиеся для удаления растительности.

Основными регуляторами роста, зарегистрированными в лесном хозяйстве, являются Стимпо, Оксидат торфа, Эпин Экстра.

2.5. История применения гербицидов в лесном хозяйстве

Первое упоминание об использовании химических средств для борьбы с сорняками при лесовыращивании относится к 1885 г., когда немецкий ученый Бауман небольшим количеством сульфата цинка вызвал отмирание многих видов однодольных и двудольных сорняков, не повредив сеянцы хвойных пород.

По масштабу исследований в области химического метода борьбы с сорняками лесное хозяйство и в настоящее время сильно отстает от сельского. Вплоть до 30-х гг. 20 в. в лесном хозяйстве в качестве гербицидов изучались неорганические вещества: керосин, минеральные масла, мышьяковистые препараты, серная кислота, медный купорос и некоторые другие. Многие неорганические вещества не обладали избирательностью – убивали полностью как сорные, так и культурные растения.

В 40-х гг. прошлого века свойства гербицидов избирательного действия были обнаружены у некоторых органических веществ – хлорзамещенных феноксиуксусных кислот.

В 1944 г. гербицидные свойства были обнаружены у 2,4-Д (2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты) и несколько позже у 2М-4Х (2-метил-4-хлорфеноксиуксусной кислоты), относящихся к ростовым веществам,

которые в малых концентрациях (0,0001–0,001%) стимулируют рост растений, при повышении концентрации до 0,01–0,1% тормозят ростовые процессы, а в более повышенных дозах данные биологически активные вещества вызывают такие нарушения в растительном организме, которые приводят к его гибели.

В лесном хозяйстве зарубежных стран и СССР препараты на основе 2,4-Д широко применялись для ухода в питомниках для обработки сосны и ели как наиболее устойчивых к ним пород, а также на паровых полях в дозах 3–4 кг/га.

По утверждениям специалистов, эффективный гербицид удастся найти в результате испытания 10–20 тыс. новых соединений, из которых биологическую активность проявляют 1–2%.

В 1956 г. затраты на разработку пестицида составляли 1,2 млн долл. США, в 1964 г. – 2,9, в 1970 г. – 5,5, в 1972 г. – 10 млн долл. США.

В 1995 г. фирмы США, работающие с производством пестицидов, на 1 препарат (от его разработки до внедрения) тратили уже 60 млн долларов, а вероятность выявления нового действующего вещества из полученных химических соединений с 1/7000 в 1971 г. достигла 1/29 000 в 1995 г.

Пестицид с момента его открытия в лаборатории проходит длинный путь исследований, прежде чем он попадет в хозяйство для практического использования. На прохождение этого пути, как правило, требуется от 5 до 8 лет.

В БССР до 1954 г. применением гербицидов для борьбы с древесной и кустарниковой растительностью почти никто не занимался. С 1954 г. изучением этого вопроса занялся П. С. Шиманский (младший научный сотрудник БТИ им. С. М. Кирова).

Если проследить за объемом применения пестицидов в Беларуси за последние 30–50 лет, видно, что за каждые 5 лет, особенно за период 1960–1985 гг., объем защитных мероприятий (в пересчете на однократную обработку) удваивался.

В лесных питомниках Беларуси гербициды для борьбы с сорной растительностью широкого распространения не получили и применяются очень ограничено.

Слабое внедрение новых гербицидов при выращивании посадочного материала в питомниках до недавнего времени обуславливали правила сертификации лесов (FSC International Standard FSC-STD-01-001, 2023 г.), которые предусматривают ограничение использования пестицидов. Однако запрещены к применению только высокоопасные препараты.

По принятой в мире классификации токсичности химические препараты подразделяют на следующие группы: особотоксичные ($LD_{50} < 50$ мг/кг), высокотоксичные ($LD_{50} = 50-200$ мг/кг), среднетоксичные ($LD_{50} = 200-1000$ мг/кг), малотоксичные ($LD_{50} > 1000$ мг/кг). Большинство современных гербицидов относится к группе средне- или малотоксичных.

В Беларуси к применению разрешены препараты, содержащиеся в Государственном реестре средств защиты и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь, последняя версия которого находится на сайте государственного учреждения «Главная государственная инспекция по семеноводству, карантину и защите растений». В настоящее время к применению в лесных питомниках разрешено два глифосатсодержащих гербицида (Фрейсорн и Глифос Премиум), почвенный гербицид Террсан и противозлаковый гербицид Скот. До недавнего времени были разрешены к применению гербицид против двудольных сорняков Тамерон и противозлаковый гербицид Фюзилат, однако на 2024 г. они были исключены из реестра.

2.6. Применение гербицидов в питомнике

Паровые поля. При общепринятой системе однократная химическая обработка проводится в середине вегетационного периода. На паровых полях применяются препараты на основе глифосатсодержащих препаратов.

Весной, после прогрева и подсыхания почвы, проводится ее механическая обработка. Затем в течение 30–50 дней сорнякам дают отрасти, не проводя никаких механических обработок почвы. Оптимальная высота покрова сорных растений перед обработкой должна составлять 15–30 см. Пырей должен иметь 3–4 активно ассимилирующих листа (высота 10–20 см), виды осотов – 4–5 листьев (диаметр розетки 10–20 см). В период обработки сорняки должны активно расти и не испытывать недостаток во влаге.

Листовая поверхность при обработке должна быть сухой – наличие росы не допускается. Для эффективного проникновения гербицидов в сорняки период времени от опрыскивания до дождя должен быть не менее 4 ч. Оптимальная температура воздуха при использовании глифосатсодержащих препаратов составляет 15–25°C.

Для устранения злаков и двудольных сорняков достаточно нормы расхода 4 л/га. При распространении таких устойчивых к глифосату

видов, как осоты, бодяки, вьюнок, необходимо дозу внесения увеличить до 6 л/га. При незначительном распространении этих сорняков допускается обработка в дозе 4 л/га всего участка с последующей точечной обработкой появившихся устойчивых сорняков ручным опрыскивателем глифосатом в дозе 6 л/га. Расход рабочей жидкости 100–200 л/га, концентрация препарата не менее 2%.

Последующая механическая обработка почвы должна проводиться только после полного усыхания сорной растительности, которое наблюдается через 25–30 дней в зависимости от погодных условий.

Использование глифосатосодержащих гербицидов на паровых полях не накладывает ограничений на последующие агротехнические приемы при выращивании посадочного материала хвойных и лиственных пород в посевных отделениях лесных питомников и допускает выполнение любых видов основной (вспашка, рыхление, фрезерование) и дополнительной (культивация, боронование, дискование, прикатывание) обработки почвы.

Применение гербицидов в посевных отделениях. При использовании гербицидов необходимо точное соблюдение нормы внесения действующего вещества на единицу площади. При ее уменьшении снижается эффективность, при увеличении – появляется риск возникновения фитотоксичности препарата по отношению к посадочному материалу. Для снижения уровня фитотоксичности гербицидов по отношению к посадочному материалу необходимо проводить обработку регуляторами роста согласно рекомендациям производителей препаратов Стимпо, Экосил, Эпин Плюс, Оксидат торфа и др. Внесение данных веществ возможно как совместно с применением гербицидов, так и отдельно после появления всходов, если иное не оговорено производителем.

В посевном отделении питомника сосны обыкновенной, ели европейской, дуба черешчатого, ясеня обыкновенного, липы мелколистной довсходовое применение гербицидов проводится в течение 7–10 дней с момента посева, обязательно до появления всходов. После всходовое применение гербицидов проводится по появившимся всходам. Оно может проводиться как до начала вегетации в посевах второго и старших лет, так и в процессе вегетации растений.

Для довсходовой обработки посевов применяется Террсан. Довсходовая обработка данным гербицидом не рекомендуется при pH выше 5,5 (слабокислые и близкие к нейтральным почвы), а так же при содержании гумуса ниже 1,5%. При содержании гумуса от 1,5 до 3% норма внесения препарата не должна превышать 10 г/га, при содержании гумуса

более 3% – 15–20 г/га. В посевном отделении, где выращиваются сеянцы второго года, обработка проводится до распускания верхушечной почки. Норма внесения по действующему веществу 15–25 г/га.

При активном развитии сорняков в фазе 2–4 настоящих листьев до появления всходов можно провести обработку глифосатсодержащими препаратами в дозе 2–3 л/га. В этом случае устраняется первая волна сорняков. Период защитного действия не более 1 месяца. Обработка гербицидами должна проводиться до начала распускания верхушечной почки.

Применение гербицидов в течение вегетации. В посевах сосны обыкновенной и ели европейской против двудольных сорных растений, включая бодяк полевой (осот), эффективным является гербицид Тамерон, который можно применять в период активного роста сосны и ели. В посевах первого года, заложенных весной, данный гербицид можно использовать не ранее начала июля, в поздневесенних и летних посевах – не ранее чем через 2–2,5 месяца с момента появления всходов сосны обыкновенной и ели европейской. Норма внесения препарата 15–20 г/га. Наиболее эффективна обработка по сорным растениям в фазу активного роста в стадии 2–4 листьев. Расход рабочей жидкости 200–300 л/га.

Против злаковых сорных растений применяется Фюзилад Супер или Скат, которые являются системными гербицидами узкого спектра действия, эффективными только против злаковых сорняков. Через почву не действуют. Все хвойные породы устойчивы к действию Фюзилада Супер даже в период их активного роста. Максимальный эффект достигается при опрыскивании однолетних злаковых сорных растений в фазе 2–4 листьев, многолетних – 4–6 листьев с высотой 10–15 см. Для обработки однолетних злаковых растений (просо куриное, мятлик однолетний и др.) норма внесения 1–1,5 л/га, для многолетних (пырей и др.) – 1,5–2,0 л/га.

При смешанном типе засорения (наличие как злаковых, так и двудольных сорняков) можно использовать баковую смесь Фюзилада и Тамерона.

Применение глифосатсодержащих препаратов возможно в дозе 2–3 л/га при условии защиты рядов посадочного материала.

Для борьбы с двудольными сорными растениями в посевах лиственных пород (дуб черешчатый, клен остролистный, береза повислая, ольха черная) применяется гербицид Тамерон в дозе 20 г/га по технологии, аналогичной с использованием в посевном отделении хвойных пород. Внесение данного гербицида как в посевах первого года, так и

последующих лет допускается только начиная со второй половины июля. Для борьбы со злаковыми сорными растениями в посевах лиственных пород применяется гербицид Фюзилад или Скат. Обработку следует начинать не ранее конца мая как в посевах первого года, так и в посевах последующих лет.

Применение гербицидов в конце вегетационного периода. В посевах хвойных пород применение гербицидов возможно только после окончания линейного роста и формирования почек (август – сентябрь). В этот период возможна сплошная обработка глифосатами в дозе 2–3 л/га.

В случае выращивания посадочного материала в течение еще одного года очень эффективно осеннее опрыскивание посевов сосны первого года выращивания баковой смесью Террсана (10 г/га) и глифосата (1–2 л/га), ели европейской первого и второго года – смесью Террсана (10–15 г/га) и глифосата (1–2 л/га). При этом защитный период продлевается и на следующий сезон. В посевах лиственных пород обработка может проводиться баковой смесью гербицидов Тамерон и Фюзилад.

Применение гербицидов в школьных отделениях. При активном развитии сорных растений в фазе 2–4 листьев до начала вегетации хвойных и лиственных растений можно провести обработку глифосатсодержащими препаратами в дозе 2–3 л/га.

Для обработки до начала вегетации в школьных отделениях хвойных и лиственных пород применяется Террсан. При содержании гумуса от 1,5 до 3% норма внесения должна составлять 20–30 г/га, при содержании гумуса более 3% – может быть увеличена до 50 г/га.

Против двудольных сорных растений, включая бодяк полевой (осот), можно применять Тамерон, в том числе в период активного роста ели. В школьных отделениях лиственных пород, особенно первого года выращивания, его можно использовать не ранее начала июля, в школьных отделениях старших лет при направленной обработке почвы и контроле попадания на саженцы можно вносить в течение вегетации. Норма внесения препарата 20–25 г/га. При смешанном типе засорения (наличие как злаковых, так и двудольных сорняков) можно применять баковую смесь Тамерона и Фюзилада (Ската).

В школьных отделениях хвойных пород после окончания линейного роста и формирования почек (август – сентябрь) возможна сплошная обработка глифосатами в дозе 2–3 л/га. В случае выращивания посадочного материала еще один год эффективным считается осеннее опрыскивание саженцев ели европейской баковой смесью Террсана (20 г/га) и глифосата (2 л/га). При этом защитный период продлевается и на следующий сезон.

2.7. Поливные системы

Размещение растительных сообществ на поверхности почвы зависит от доступности воды больше, чем от какого-нибудь другого фактора, обуславливающего их рост и развитие.

Рост сеянцев и саженцев, а также всевозможные физиологические процессы в них могут быть в большой степени нарушены недостатком воды. Рост корней и побегов растений в длину и толщину, а также увеличение общей сухой массы очень часто лимитировано водным стрессом. Данный стресс, если он длительный или частый, может привести к значительному ухудшению роста посадочного материала.

В то же время водный стресс умеренной силы является способом для ускорения одревеснения побегов, а это дает повышение устойчивости сеянцев к заморозкам. Водный стресс проявляется тогда, когда величина транспирации растений больше, чем величина абсорбции (поглощения) воды – тогда в клетках происходит уменьшение тургорного давления. Стресс может принимать разные степени проявления – от невидимых невооруженным глазом, что обнаруживается только в условиях лаборатории, до возможного увядания растений и даже их смерти при чрезмерной потере воды.

Таким образом, правильно и своевременно выполненные поливы минимизируют шанс повреждения растений в результате засухи или высокой температуры, а также от заморозков.

В оптимальных условиях вода, транспирируемая растением в атмосферу, заменяется водой, получаемой из почвы через корни. Однако, как правило, имеется определенное отставание в темпе поглощения воды по отношению к величине транспирации. Так происходит особенно в жаркие дни, в обеденное время. За величину транспирации отвечает в основном поверхность и структура листьев, а также степень открытия устьиц.

Для оценки потребности в поливах необходимо знание основных физических характеристик почвы, особенно ее водно-воздушных свойств.

Способность почвы к удержанию воды, называемая адсорбцией, является одной из важнейших характеристик почвы среди тех, которые определяют ее плодородие. Адсорбция воды зависит от структуры почвы, а также органической материи в ней. В более тяжелых почвах вода сильнее связана посредством грунтовых частиц. Легкие песчаные почвы очень хорошо поглощают воду, однако и довольно быстро пересыхают. Способность к удержанию воды в таких почвах очень мала. Во время

засухи недостаток воды быстрее всего почувствуют растения, растущие именно на этих почвах.

Вода, которая поступает из атмосферных осадков или от полива, как правило, задерживается в слое почвы. Когда ее количество превышает адсорбционные возможности почвы, она перемещается внутрь грунтового профиля, становясь недоступной для растений, имеющих неглубокое укоренение. Большая часть воды расходуется посредством «эко-транспирации», т. е. суммы величины испарения с поверхности почвы и транспирации растений.

Следует сказать, что обычное суточное потребление воды на «эко-транспирацию» составляет около 2,5 мм, колеблясь в небольшом пределе в зависимости от годовых осадков и вида почвы. Однако временами достигает 5 мм в солнечные, теплые дни. Происходит такое и весной во время прорастания сорняков, что довольно опасно и требует быстрой реакции со стороны персонала питомника.

Значительную роль в увеличении «эко-транспирации» играют сухие, приземные ветры. Потерю воды в почве значительно увеличивают сильно транспирирующие растения, особенно многолетние растения лиственных пород. Процесс испарения воды может приносить также определенную пользу. Данное явление вызывает значительное охлаждение поверхностей, с которых испаряется вода. Это связано с физическими свойствами воды, которая чтобы превратиться в пар требует значительных затрат энергии. Когда 1 г воды испаряется при температуре 20°C, он абсорбирует из окружения 586 кал, а при 30°C – 580 кал. Орошение поверхности почвы в жаркие дни может снизить температуру ее поверхности на 11°C. При этом температура в окружении растений уменьшается от 5 до 8°C, благодаря чему охлаждается ассимиляционный аппарат и уменьшается термический стресс. За счет такого снижения температуры поверхности почвы и воздуха вокруг растений, они получают выгодное отношение фотосинтеза к дыханию, что дает больший прирост сеянцев.

Чаще всего применяемым на практике методом оценки состояния влажности почвы является ее визуальная оценка и ручная диагностика. Этот метод опирается на наблюдения за поверхностью почвы и ее корнеобитаемым слоем. Метод, к сожалению, субъективен и правильно использовать его может лишь персонал с определенным опытом и хорошим знанием физических характеристик данной почвы. Чтобы достичь наилучших результатов, целесообразно применение других методов оценки влажности почвы:

- гравиметрического;
- тензиометрического;

- измерения электрического сопротивления;
- рефлектометрического.

Гравиметрический метод заключается в оценке влажности почвы высушиванием ее образцов с ненарушенной структурой при температуре 105°C до получения постоянной массы.

Тензиометрический – самый известный метод измерения капиллярной или общей влагоемкости почвы, который базируется на способности последней впитывать воду. Приборы (рис. 7), использующие этот метод, способны фиксировать изменения влагоемкости почвы, что является следствием инфильтрации воды, полива, подъема грунтовых вод, испарения и транспирации.



Рис. 7. Тензиометр

Тензиометр измеряет силу всасывания воды из почвы, т. е. ту силу, с которой вода задерживается в почве, а следовательно, и силу, с которой корни растений могут получить из почвы имеющуюся воду. Данный прибор показывает достоверные данные по истечении 15–30 мин после полива.

Для измерения электрического сопротивления почвы используются влагомеры (рис. 8). Измерение электрического сопротивления почвы влагомерами не является точным методом.

Данные приборы являются достаточно дорогостоящими, требуют подробной калибровки, а электрическое сопротивление зависит от многих факторов, в том числе от плотности, состава, содержания органического вещества и т. д. Однако они позволяют в полевых условиях получить достаточно информации для назначения полива и определения необходимого количества воды для него.

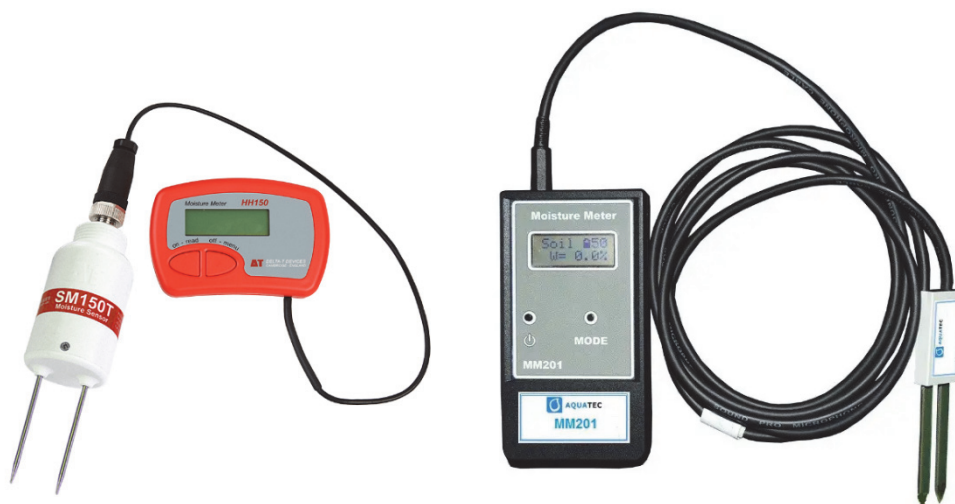


Рис. 8. Влагомеры почв

Рефлектометрический метод является одним из новейших методов измерения влажности почвы. Он заключается в измерении времени прохождения электрического импульса по кабелю, которое зависит от электропроводности, а следовательно, и влажности почвы. Корреляция с гравиметрическим методом измерения влажности превышает 0,9. Точность измерения достигает 2%.

Оборудование для рефлектометрического метода достаточно сложное, зато сам анализ очень прост и может быть проведен менее чем за 5 с. Прибор может удерживать в памяти результаты анализов за длительное время. Метод позволяет достичь высокой точности измерений, но при этом очень дорогой.

Вода в почве может находиться в различных состояниях, и поэтому имеет неодинаковое значение для питания растений. Различают несколько форм воды в почве.

Гравитационная вода занимает в почве крупные поры (некапиллярные), передвигается сверху вниз под собственной тяжестью. Это самая доступная для растений вода. Однако если она заполняет все поры, то наступает переувлажнение почвы. На песчаных почвах гравитационная вода легко уходит вглубь, в зону, недоступную для корней.

Капиллярная вода занимает капилляры почвы. По ним она продвигается от более влажного слоя к более сухому. По мере испарения воды с поверхности почвы такой восходящий ток ее может иссушать почвы. Капиллярная вода в полной мере доступна растениям.

Гигроскопическая вода находится в почве в виде молекул в поглощенном состоянии, удерживается поверхностью почвенных частиц, почти недоступна растениям.

Благодаря возможности восполнения в почве недостатка воды, легко доступной для растений, можно предотвратить следующие неблагоприятные явления: недостаток всходов, их неравномерность, задержка растений в росте, их отпад в связи с засухой и др.

В лесных питомниках поливы можно разделить на следующие виды:

- увлажняющие;
- технологические;
- защитные.

Увлажняющие поливы, называемые также вегетационными, имеют задачу восполнения в почве воды, легко доступной для растений в случае ее дефицита, вызванного недостатком атмосферных осадков.

Производят их чаще всего от апреля, по высеву семян, до конца августа. Более длинный период поливов приводит иногда к слабому одревеснению побегов и тем самым к слабой стойкости сеянцев к морозу.

Технологические поливы выполняются в связи с определенным технологическим приемом для улучшения его качества и достижения определенной технологической задачи. Они могут проводиться:

1) перед пересадкой. Применяется такой полив с целью подготовки почвы к пересадке сеянцев (саженцев). Благодаря ему почва разуплотняется, а корни выкапываемого посадочного материала в меньшей степени повреждаются;

2) после пересадки. Целью данного полива является восполнение недостатка воды, легко доступной для растений с редуцированными корнями, а также подправление соприкосновения корней с почвой;

3) при внесении удобрений. Этот полив сокращает период усвоения минеральных удобрений с 2 до 1 недели.

4) после подрезки корней. При этом дополняют воду, легко доступную растениям в слое взрыхленной почвы, т. е. на глубине минимум 8 см для сосны и 15 см для ели и лиственных пород. С целью повышения качества рыхления уплотненной почвы за 2–3 дня перед подрезкой корней саженцев стоит оросить участки.

Защитные поливы проводят с целью защиты растений прежде всего от неблагоприятных климатических факторов. Они могут проводиться перед заморозками. Выделяют следующие виды таких поливов.

Опережающие поливы применяют за 2–3 дня перед ожидаемым заморозком. На практике такой полив защищает растения только от небольших радиационных заморозков, где-то от -1 до -2°C . Поливная доза подбирается к актуальной влажности почвы и не должна превышать 30 мм. При этом увлажняют площадь, которую хотят защитить.

Влажная почва хранит в себе больше тепла и имеет лучший контакт с глубокими, более теплыми слоями почвы.

Промежуточные, предупредительные поливы заключаются в увлажнении грунтового профиля перед предсказуемыми заморозками, максимально до -3°C . Такая процедура применяется перед приходящими заморозками, при этом увлажняется местность вокруг охраняемых площадей (создание «занавес» тепла).

Непосредственные поливы (в процессе заморозка) начинают, когда температура снизится до $+0,5-0^{\circ}\text{C}$. Дождевание продолжается, пока температура не повысится до $+1^{\circ}\text{C}$. Можно применять, когда ожидаемый заморозок не будет больше чем -8°C и ветер не превысит 5 м/с. Если в процессе орошения температура упадет ниже -6°C или ветер превысит скорость 2,5 м/с, нужно увеличить рабочее давление полива.

Поливы в жаркие дни применяются, когда температура воздуха может превысить $+28^{\circ}\text{C}$. Это очень важно (защищает от солнечных ожогов) в период всходов и развития молодых сеянцев, особенно ценного материала. При этом в предобеденное время увлажняется верхний слой почвы глубиной 2–3 мм.

Для поливов в питомниках чаще всего используются стационарные дождевальные установки, поливающие всегда одно и то же место, а также полустационарные, где полив может осуществляться в разных местах, однако сама установка подключается к стационарной системе водоснабжения.

При выращивании лесного посадочного материала используется полив дождеванием, при зеленом черенковании в теплицах – искусственный туман.

Существует несколько схем организации поливов в лесных питомниках.

В первом случае на поливаемой площади устраивают стационарную систему трубопроводов, к которой в определенных местах подключаются струйные или дефлекторные дождевальные насадки. Эта схема предусматривает постоянное использование данной территории для выращивания растений, нуждающихся в поливе. Она требует высоких капитальных затрат на выращивание, грамотного проектирования и монтажа. Однако дальнейшая эксплуатация такой системы достаточно проста и не требует существенных трудовых ресурсов для запуска и использования. Кроме того, трубопроводы не являются препятствием для проезда техники и использования почвообрабатывающего оборудования. Если трубопроводы располагаются ниже точки промерзания почвы,

то такая система не требует слива воды в конце вегетационного сезона. В противном случае вода сливается для предотвращения замерзания системы зимой.

Вторая схема предусматривает укладку гибких трубопроводов или шлангов на поверхности почвы и подключение к ним дождевальных насадок. В этом случае схема дешевле, достигается возможность использования системы на другом участке, однако такая схема подразумевает высокие трудозатраты на развертывание, перемещение и свертывание в конце сезона системы трубопроводов. Также они препятствуют свободному прохождению техники и проведению ряда операций.

При третьей схеме используют дождевальные установки барабанного типа с дождевальной балкой или струйным распылителем. Они имеют следующие главные рабочие части: шасси, барабан, установленный на поворотный круг, нагнетающую гидротурбину, шланг диаметром 50–150 мм и длиной 200–500 м (давление для подключения минимум 0,5 МПа), дождевальную балку, помещенную на трехколесной тележке и оборудованную 27 струйными распылителями с диаметром 4 мм (ширина балки 25 м, ширина опрыскивания 32 м, эффективное опрыскивание 28–30 м) или 1–2 струйных распылителя.

Интенсивность дождевания в этих установках зависит от скорости свертывания шланга, который подводит воду к поливному устройству, и, соответственно, скорости передвижения балки или распылителя над поверхностью участка.

Для наиболее эффективного использования барабанной дождевальной установки ширина участка должна быть кратна ширине одной ленты орошения, протяженность должна браться из максимально используемой длины шланга. Преимуществами такой схемы является относительная дешевизна, легкость обслуживания, возможность быстрого транспортирования на другое место (даже другой питомник).

К недостаткам можно отнести необходимость применения трактора для переезда, обязательное внесение поливной нормы за один проезд, так как при повторном устройстве скользит по поверхности поля, застревают, колеса облипают землей (можно устранить, если сделать специальные технологические проезды). Кроме того, производительность таких систем ограничена, поскольку в отличие от предыдущих схем, когда поливается вся территория сразу, они поливают единовременно полосу, передвигаясь от одной полосы к другой, что требует больших затрат времени. Однако они могут работать с меньшим давлением воды в системе.

Непосредственно для распределения воды по поверхности участка используют струйные или дефлекторные дождевальные насадки или форсунки с заданным сектором действия, а также дождевальные балки или рампы.

При использовании дождевальных насадок чаще всего происходит круговой полив с образованием зон перекрытий с соседними форсунками. В этом случае наблюдается формирование участков с многократным перекрытием зон полива, что приводит к неравномерному распределению воды, достигающему иногда 30–50%. Это приводит к неодинаковому водному режиму растений на участке и соответственно может сказаться на их развитии. Американские ученые выработали общие рекомендации по расположению дождевальных насадок и их рядов. Считается, что в ряду расстояние между насадками не должно превышать 40% от диаметра поливной зоны одной насадки, а расстояние между рядами не должно быть больше 60% от этого диаметра.

Существует две наиболее распространенные схемы расположения насадок: квадратная и треугольная (рис. 9), которые отличаются расположением форсунок относительно друг друга. Обе схемы широко применяются в питомническом хозяйстве лесохозяйственных учреждений Беларуси на участках открытого грунта, а также в теплицах, где выращивается посадочный материал с открытой корневой системой.

Для снижения неравномерности полива применяются, например, японские распылительные насадки, которые орошают поверхность квадрата со сторонами 15×15 м. Но так как распыление мелкокапельное и возможен снос капель ветром, эти размеры уменьшаются до 12,5×12,5 м. Оптимальное давление для этого устройства 0,25 МПа, а интенсивность орошения составляет 9,3 мм/ч.

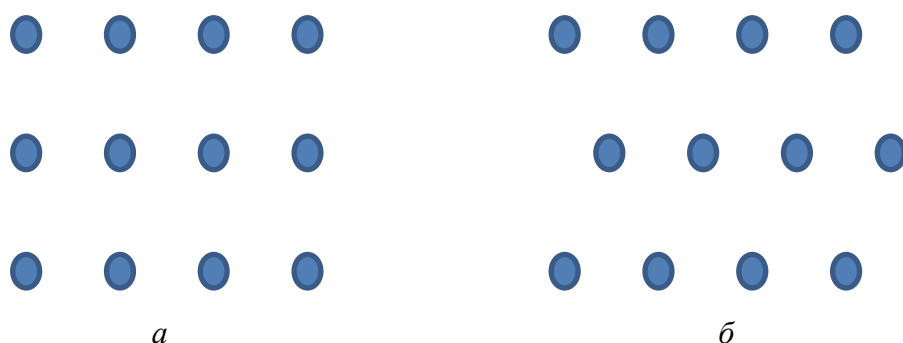


Рис. 9. Схема расположения насадок:
а – квадратная; б – треугольная

Второй вариант чаще всего используется при выращивании посадочного материала с закрытой корневой системой в теплицах и на полях доращивания. Поливная рампа или балка представляет собой расположенные перпендикулярно длине теплицы металлические трубопроводы с закрепленными на них форсунками. Данные трубопроводы имеют возможность перемещаться вдоль теплицы, тем самым поливая всю ее площадь (рис. 10).

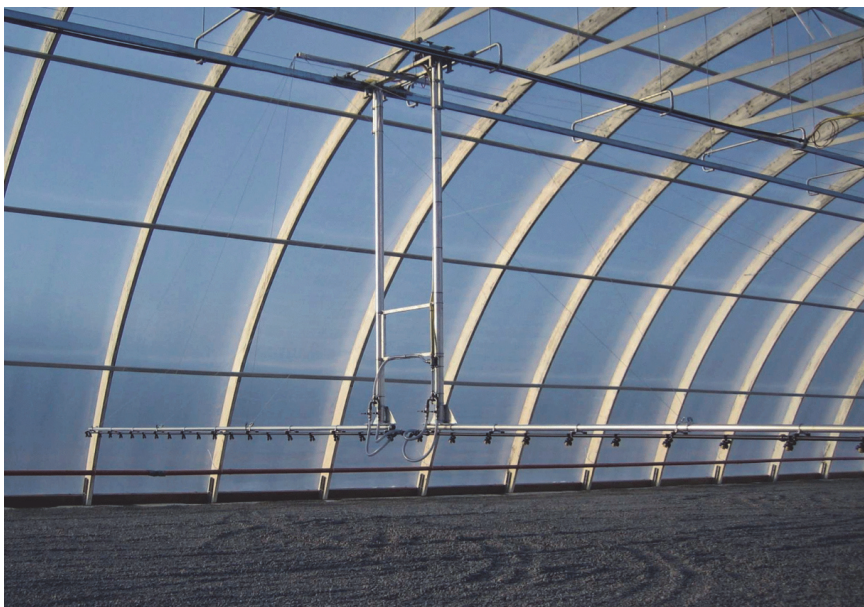


Рис. 10. Поливная рампа или балка

Такой тип поливной системы обеспечивает достаточно высокий уровень равномерности полива при правильной настройке системы. Прежде всего важно соотношение высоты расположения рампы и ширины распыления форсунки. Высота должна быть подобрана так, чтобы обеспечивалось как минимум двукратное перекрытие факела распыла форсунки, т. е. полив каждой точки должен осуществляться как минимум из двух форсунок.

3. КРУГОВЫЕ И ПОДПОЛОВОГОВЫЕ ПИТОМНИКИ

3.1. Методика закладки круговых питомников. Расчет площади зон отенения

Теневыносливость и светолюбие древесных растений зависят от их наследственности. Древесные растения, произрастая в сложном лесном растительном сообществе, в результате длительной эволюции приобрели наследственные признаки большей или меньшей теневыносливости.

Светолюбие и теневыносливость у древесных видов изменяются с возрастом. В молодости растения более теневыносливые, чем в старшем возрасте. Некоторые исследователи рассматривают способность к выживаемости в тени не как теневыносливость, а как приспособляемость древесных растений к комплексу факторов внешней среды.

Листья и хвоя изменяют спектральный состав солнечной энергии, ослабляя общую освещенность. Профессор Л. А. Иванов установил, что освещение мигающим светом, т. е. постоянное чередование прямой и отраженной солнечной радиации, весьма положительно влияет на продуктивность фотосинтеза.

Мигающая световая обстановка может быть создана на большой территории кругового питомника. Даже при безветренной погоде с движением солнца по небесному своду скользящая тень древостоя создает мигающее освещение для лесных семян и саженцев, улучшая использование света в процессе фотосинтеза.

В таких питомниках можно успешно выращивать посадочный материал ели для частичных и подпологовых культур, так как ассимиляционный аппарат семян и саженцев ели подготавливается для более активной физиологической деятельности в подпологовой среде.

В кольцевых питомниках процесс выращивания посадочного материала может быть полностью механизирован, причем с использованием серийно выпускаемых машин и механизмов. Высокая производительность транспортных агрегатов достигается за счет того, что они работают по кольцу, имеющему длину несколько километров.

Идея создания круговых лесопитомников принадлежит чехословацким лесным инженерам Ф. Симанчику и И. Томашко (1955 г.).

В бывшем СССР круговые питомники впервые стали создаваться под руководством А. П. Валавичуса в Друскининкайском лесхозе Литовской ССР (1962–1970 гг.).

Вначале здесь устраивались наиболее простые – кольцевые питомники, а затем были разработаны и внедрены в производство более совершенные – эллипсоидные и ленточные лесные питомники, которые на современном этапе являются более практичными.

В Беларуси лесные кольцевые питомники практически не закладывались. Впервые с опытной целью в Негорельском учебно-опытном лесхозе в 1972 г. создан кольцевой питомник, а в 1975 г. – лесной кулисно-ленточный питомник.

Одной из важнейших биологических особенностей круговых питомников является отенение полезной площади окружающим их древостоем.

С учетом высоты древостоя и характера отенения вычисляются параметры основных частей кругового питомника – радиусы полезной площади, острова (кулисы) леса, а также производится организация территории питомника.

Ф. Симанчик и И. Томашко (1963) рекомендуют вычислять длину тени по положению солнца относительно земли по формуле

$$d = \frac{V}{\operatorname{tg} \lambda},$$

где d – длина тени, м; V – средняя высота насаждения, м; λ – угол падения солнечных лучей на полезную площадь питомника, град.

При выборе участка под круговые питомники необходимо исходить из общих требований, сложившихся в лесокультурной практике при подборе участков под открытые лесные питомники. Кроме этого, следует подобрать и соответствующее насаждение. Насаждение должно быть в приспевающем или спелом возрасте, ветроустойчивым, с высотой деревьев и пологом крон, образующими достаточную теневую обстановку на территории будущего кругового питомника.

За основу организации территории лесного кругового питомника берется средняя высота насаждения, окружающего питомник.

В кольцевом питомнике выделяются такие части, как кольцо (полезная площадь), остров леса и защитная полоса вокруг питомника.

Организация территории лесного кулисно-ленточного питомника заключается в его разбивке в натуре на следующие части: ленту (полезная площадь), лесные кулисы и закрытую полосу леса. В отличие от кольцевого питомника полезная площадь в этом питомнике размещается

не на кольцевой, а на имеющей вид S-образной ленты вырубке. Площадь питомника может быть довольно большой, и, следовательно, на ней создаются условия для выращивания значительного количества посадочного материала различных видов.

Ширина кольца, согласно исследованиям А. П. Валавичюса, может быть от 0,8 до 1,2 средней высоты насаждений. Такие же значения принимаются для радиуса острова леса и ширины защитной полосы.

При проектировании кулисно-ленточного питомника в первую очередь решается вопрос о радиусе закруглений ленты и кулис леса. Кулисы принимают равной от 0,8 до 1,2 средней высоты насаждений, радиус кулис также устанавливают близким к этой величине.

3.2. Выбор места для закладки подпологового питомника и его эксплуатация

Подпологовые питомники – малые питомники до 0,50 га, которые располагаются в лесах с преимущественно плодородными почвами и видимой микоризой. При этом используется полог леса для укрытия продуцирующей площади и появившегося самосева. Такие питомники закладываются обычно как временные в годы обильного урожая древесной породы.

Пихта и ель хорошо возобновляются и растут под пологом сосновых, березовых, лиственничных, еловых лесов или в насаждениях с участием этих пород. В таких условиях почва имеет достаточную влажность, соответствующую световую обстановку с выгодным спектральным составом напоподобие круговых питомников, а тонкий слой гумуса грубого типа способствует прорастанию семян. Появившийся самосев под прикрытием полога леса не повреждается заморозками.

Подпологовые питомники по возможности закладываются вблизи территорий, на которых будут проводиться восстановительные работы, связанные с реконструкцией леса в виде создания подпологовых культур. Участки должны быть близки по экологическим условиям к тем, в которых впоследствии окажутся полученные сеянцы. Закладка подпологовых питомников на участке с небольшим северным уклоном позволяет растянуть период весенних восстановительных работ, так как сеянцы, которые там растут, позже начинают вегетацию.

Участок для подпологового питомника готовят вручную. К подготовительным работам принадлежат: срезание подлеска и подроста,

выкорчевывание мелких пней и выпирающих корней, мелких выступающих веток, устранение кустарника и других растений напочвенного покрова с обтряхиванием корней от почвы. Посев в питомниках подпологовых выполняется осенью в определенные разметчиком или мотыгой посевные строки, вручную, в нормах как для обычного питомника. В таких питомниках получают сеянцы в семенные годы произрастающей в основном пологе древесной породы.

В питомниках подпологовых в принципе не применяют минеральных удобрений. В случае ослабления роста или несвойственного изменения цвета хвои применяются небольшие дозы азотных удобрений. Также посадочный материал не нуждается в применении средств защиты растений.

В случае, когда угроза повреждений от зверей незначительна, эти питомники могут быть не ограждены. В противном случае на этапе подготовительных работ нужно питомник оградить, используя сетку высотой минимум 2 м.

4. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА ХВОЙНЫХ И ЛИСТВЕННЫХ ПОРОД

4.1. Выращивание посадочного материала сосны обыкновенной, ели европейской

Совершенствование технологии выращивания сеянцев в лесных питомниках Республики Беларусь осуществляется за счет включения новых или изменения и уточнения существующих агротехнических приемов. Среди всего процесса выращивания сеянцев хвойных пород в лесном питомнике первостепенное значение имеют агроприемы, которые обеспечивают повышение грунтовой всхожести семян, усиление интенсивности роста, повышение устойчивости всходов и сеянцев.

Грунтовая всхожесть семян зависит от многих факторов. Для успешного прорастания семян необходимо обеспечить соответствующие условия по влажности и температуре, что достигается выбором оптимального времени высева. Оно зависит от среднесуточных температур и влажности почвы. Весной очень важно сохранить почвенную влагу, поскольку малая мощность снежного покрова, раннее его таяние, дефицит осадков и повышенные температуры весной приводят к пересыханию верхнего слоя почвы. Успех раннего посева в оптимальную по влажности почву практически всегда ограничивается недостаточными температурами, вследствие чего семена длительное время не прорастают. Посев в подходящие по температуре сроки в большинстве случаев осуществляется в почву, потерявшую в значительной степени почвенную за весенне-осенний период влагу, что делает необходимым послепосевной полив.

Эффективным приемом сохранения почвенной влаги является раннее рыхление почвы на глубину не более 5 см для прерывания капилляров, по которым происходит испарение влаги. Посев осуществляется по свежевспаханной почве за 1,5–2 недели до наступления дневных температур, достаточных для прорастания семян.

Немаловажным условием повышения грунтовой всхожести семян является использование инсектицидов и фунгицидов для борьбы с вредителями и болезнями. Для этого используются препараты для предпосевной

подготовки семян, включенные в «Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь», согласно рекомендациям производителя.

Повышения грунтовой всхожести семян можно добиться путем проведения их предпосевной подготовки. Для этого можно использовать различного рода регуляторы роста, а также проводить физическое и химическое воздействие.

Для сосны обыкновенной и ели европейской наиболее распространенным приемом является снегование семян. Для этого за 1–2 месяца до посева семена замачивают в воде комнатной температуры в течение суток. Затем извлеченные из воды семена помещают в мешки из редкой ткани, после чего мешки с семенами раскладывают на площадку с утрамбованным снегом и сверху засыпают слоем снега толщиной 60–80 см. Снежные кучи накрывают лапником, стружками или опилками во избежание быстрого таяния их весной. При бесснежных зимах следует использовать ледник.

Перед посевом мешки с семенами извлекают из-под снега, семена замачивают в растворе регуляторов роста, средств защиты растений, затем просушивают, доводя до состояния сыпучести.

Обязательным условием для хвойных пород является протравливание семян против инфекционного полегания. Наиболее эффективным решением является применение специальных препаратов. При одновременном использовании с регуляторами роста фунгициды следует проверить на совместимость. При недоступности фунгицидов можно семена замачивать в 0,5%-ном растворе марганцовокислого калия в течение 2 ч.

Посев проводят за 1,5–2 недели до достижения почвой температуры 10–12°C.

Нормы высева семян сосны обыкновенной 1-го класса качества составляют 1,5 г на 1 м посевной строки, или 50 кг/га. Глубина заделки семян 0,5–1,5 см. Посев производится 4–5-строчными лентами сеялкой Egedal или аналогичными.

Норма высева для семян ели 1-го класса на 1 м посевной строки 1,8 г, а на 1 га – 60 кг. Глубина заделки семян 0,5–1,0 см.

Посевы мульчируют торфокрошкой или опилками с помощью сетчатого мульчирователя МСН-0,75. Предпочтение следует отдавать опилкам, поскольку они хорошо сохраняют влагу, предохраняют всходы от ожога и не засоряют почву сорняками, однако в этом случае необходимо учитывать, что свежие опилки закисляют почву. Поэтому обязательно контролируют кислотность и при необходимости производят известкование.

В течение вегетационного периода проводят 4–6 культиваций с одновременной подкормкой минеральными удобрениями NPK. Культивация проводится культиватором Egedal. Выполняют многократные поливы, при засушливой погоде до 10 раз. По мере необходимости проводится ручная или химическая прополка.

В течение сезона проводят несколько обработок против болезней хвой в соответствии с рекомендациями производителей средств защиты растений.

Для сеянцев ели, выращиваемых на открытых участках, необходимо проводить отенение всходов и молодых сеянцев, потом укрытия можно снимать. Посевное отделение ели можно также располагать на участке с естественным затенением от стены леса или насаждений на территории питомника.

Выкопку сеянцев производят весной, выкопочной скобой ВС-1,2. Норма выхода стандартных сеянцев сосны обыкновенной в лесных питомниках 2,2 млн шт./га, ели европейской 1,8 млн шт./га.

Для сосны обыкновенной может применяться технология осеннего посева, апробированная в Ганцевичском лесхозе.

Семена протравливают фунгицидами и при возможности обрабатывают против грызунов. Посев производится в 3-й декаде октября – 1-й декаде ноября, перед началом устойчивых заморозков. Перед посевом внесются удобрения (калийные и фосфорные).

Глубина заделки семян 1 см, подкормка весной через 10 календарных дней после появления дружных всходов. Первая подкормка производится нитрофоской, через 3 недели выполняется вторая подкормка этим же удобрением. С 15 июня по 15 июля проводятся две подкормки азотными удобрениями для выгонки растений.

Первая профилактическая обработка сосны против болезней производится через 2 недели после появления всходов разрешенными препаратами, вторая профилактическая обработка – через 10 дней после первой, третья обработка – в июле, четвертая двукратная обработка против шютте – в октябре.

4.2. Выращивание посадочного материала лиственных пород

Дуб черешчатый является одной из ценных древесных пород. Лесные культуры его создаются во всех трех лесорастительных подзонах Беларуси, но преимущественно в лесхозах подзоны грабовых дубрав.

Свыше 90% желудей заготавливается вне объектов ПЛСБ, при этом существующие плантации дуба черешчатого только начали входить в стадию интенсивного плодоношения. Соответственно объемы ежегодной заготовки желудей и их низкое качество не позволяют в полной мере обеспечить питомники семенным материалом.

Желуди дуба не сохраняют всхожесть при высушивании и длительном хранении при комнатной температуре. Поэтому надо или сеять их осенью до выпадения снега и промерзания почвы, или обеспечивать им специальные условия хранения. Осенний посев является наиболее простым, но при нем существует серьезный риск повреждения части желудей болезнями и грызунами. Поэтому все большее распространение получает весенний посев после хранения в специальных условиях.

Перед хранением желуди подвергают жидкостной сепарации в холодной воде для удаления мусора и некачественных желудей. Затем в специальных или приспособленных устройствах (рис. 11, а) производится гидротермическая обработка для уничтожения поверхностной инфекции. Для этого желуди помещают в воду с температурой $41 \pm 1^\circ\text{C}$ на 2,5 ч, после чего их подсушивают до влажности 45–50%. Перед закладкой на хранение желуди обязательно охлаждают в течение 4 ч при температуре $1-2^\circ\text{C}$ для остановки дыхания. Также проводят полусухую обработку фунгицидами.

Для хранения желуди дуба черешчатого помещают в бочку емкостью до 20 л (рис. 11, б).



а



б

Рис. 11. Устройство гидротермической обработки (а) и хранение желудей в бочке (б)

На дно засыпают опилки толщиной 5 см. Влажность опилок определяется на ощупь: опилки при сильном сжатии в руке не должны давать ощущения влаги, но вместе с тем и не должны рассыпаться, как сухой порошок. По центру бочки, на всю ее высоту, устанавливают вентиляционный воздуховод из пластиковой перфорированной дренажной трубы диаметром около 60 мм. Бочки закрываются крышкой не плотно, а желуди покрываются мешковиной или спанбондом для уменьшения потерь воды и дополнительной вентиляции. Подготовленные бочки помещаются в холодильную камеру с температурой от 0 до -2°C .

Вспашку почвы на участке под посев желудей производят на глубину 30 см, чтобы сеянцы в однолетнем возрасте могли сформировать хорошо развитые корни. Рекомендуется внесение в почву лесной подстилки из дубовых насаждений для микоризации корней сеянцев.

Желуди высевают преимущественно весной, так как в этом случае всходы бывают более дружными. При этом хорошие результаты дает посев наклюнувшимися желудями. Также для ускорения прорастания желудей можно проводить их обрезку со стороны шляпки на 20–25%. Для защиты от поедания птицами можно накрыть посевы спанбондом.

Для формирования мочковатой корневой системы у сеянцев после образования двух настоящих листьев производят подрезку стержневого корня на глубине 10–15 см.

Норма высева желудей 1-го класса качества – 125 г на 1 м посевной строчки, или 3300 кг/га. Глубина заделки желудей 5–7 см. Одновременно с желудями целесообразно вносить гранулированный суперфосфат (20–30 кг/га по д. в.). Посев проводят трехстрочными лентами (40–40–70 см) в узкие строчки (3–5 см).

Стандартных размеров сеянцы дуба черешчатого обычно достигают к концу первого года выращивания (высота 12 см, толщина корневой шейки 3 мм). Норма выхода – 600 тыс. шт./га.

Летом сеянцы дуба часто поражаются мучнистой росой. Мучнистая роса обычно не приводит к засыханию сеянцев дуба, но может существенно снизить их прирост и задержать процесс одревеснения побегов. Поэтому при первых признаках поражения сеянцев мучнистой росой (появление на листьях белого налета) их обрабатывают растворами фунгицидов, рекомендованных для борьбы с данным заболеванием. Опрыскивание проводят в течение вегетации с интервалом 2–3 недели.

Ясень обыкновенный используется при создании лесных культур и в защитном лесоразведении. Относится к числу тех пород, у которых зародыш при созревании семени находится в недозрелом состоянии

и ему требуется для достижения стадии зрелости определенный период хранения при благоприятных условиях.

Если их посеять в конце осени, они могут взойти только на вторую весну после посева. Одним из возможных способов предотвращения этого является сбор и посев семян ясеня в стадии «восковой спелости» – когда сами семена еще не успели окончательно затвердеть и высохнуть, но их крылатки уже пожелтели.

В связи с такой особенностью семена ясеня нуждаются в длительной стратификации перед посевом. Для семян, хранившихся в холодильнике, при подготовке к посеву сначала проводится теплая фаза стратификации. Семена смешиваются с влажным торфяно-песчаным субстратом (1 : 3). Емкости со смесью семян и субстрата помещают на 16 недель в помещение при температуре +22°C. Тепловая фаза необходима для дозревания зародышей. Состояние готовности считается достигнутым, когда длина зародыша составляет 80–90% длины семени. Контроль состояния зародыша может проводиться при помощи рентгеноскопического метода. По истечении этого времени для прохождения холодной фазы стратификации семена должны были быть перемещены с субстратом в холодильную камеру на следующие 16 недель и храниться при температуре от 0 до +2°C.

Семена ясеня обыкновенного могут быть стратифицированы под снегом. Для этого они смешиваются в соотношении 1 : 3 с влажным торфяно-песчаным субстратом и помещаются под снег на срок 12 недель.

Перед посевом семена протравливают фунгицидами для предотвращения их поражения грибными инфекциями.

Посев производят по ленточной трехстрочной схеме с шириной посевной бороздки 15 см. Норма высева на погонный метр – 8 г для семян 1-го класса качества. Глубина заделки семян 3–4 см. Норму высева при осеннем посеве можно увеличить с учетом возможной невысокой всхожести, а если реальная всхожесть окажется высокой – то излишки всходов или выдернуть, или отсадить.

Для хорошего роста сеянцев следует провести двухкратную корневую подкормку в весенний период.

Первую проводят в самом начале весны азотным удобрением из расчета 20–30 кг/га по д. в. При второй подкормке вносят комплексное (20–30 кг/га по д. в. по фосфору) или только азотное удобрение в той же дозе, что и при первой подкормке. Обязательное условие таких подкормок – внесение удобрения во влажную почву.

В начальный период роста, пока корневая система недостаточно развита, эффективны внекорневые подкормки путем опрыскивания посевов растворами минеральных удобрений. Для этого применяют 2–3%-ный раствор фосфорных удобрений, который смешивают с 0,5% раствором азотных и калийных удобрений из расчета общего рабочего раствора 400–600 л/га. Проводят 2–3-кратную обработку с интервалом 10–15 дней.

Клен остролистный хорошо размножается как семенным, так и вегетативным путем: летними и зимними черенками, отводками, прививкой. В лесокультурной практике республики наиболее широкое применение получил семенной способ размножения.

Производить посев плодов клена остролистного можно как осенью, так и весной. Однако необходимо учитывать, что зародыш семени клена остролистного находится в глубоком семенном покое, который обусловлен тем, что необходимые для питания вещества пребывают в недоступной форме. Поэтому крылатки клена остролистного при весеннем посеве подвергаются стратификации. Стратификацию необходимо проводить с влажным торфяно-песчаным субстратом в соотношении 1 : 3, с последующим хранением в холодильной камере при температуре от 0 до +2°C сроком на 12 недель.

В лесном хозяйстве наиболее часто применяют осенний посев плодов, преимущественно в сентябре или октябре. При этом плоды клена проходят стратификацию в почве и длительность ее зависит от сроков посева.

Исследованиями в Негорельском учебно-опытном лесхозе выявлено, что наилучшими показателями роста характеризуются сеянцы, выращенные при посеве плодов во второй декаде октября.

Срок и периодичность внесения отдельных элементов питания во многом зависят от потребности в них растений. Вносить азот следует в период формирования у молодых растений листьев, что способствует резкому, в 2–2,5 раза, увеличению высоты, диаметра у корневой шейки и фитомассы сеянцев.

Фосфор вносят с первых дней жизни растения, т. е. с момента прорастания семени и формирования проростка, или в конце вегетационного периода (июль – август).

Калийные и фосфорные удобрения можно вносить под перепахку пара.

Положительное влияние на жизнедеятельность растения оказывает также использование регуляторов роста. Лучшее действие на рост однолетних сеянцев клена оказывает обработка 0,1%-ным раствором экосила.

Сеянцы достигают стандартных размеров в 1–2 года.

Береза повислая относится к лесообразующим породам, входя в состав насаждений в смеси с другими лиственными и хвойными породами, а также в состав лесных и защитных насаждений. В связи с недостатком посадочного материала этой породы при создании смешанных лесных культур в 2023 г. Министерством лесного хозяйства Республики Беларусь была принята «Программа по выращиванию стандартного посадочного материала основных лесообразующих пород, в том числе березы повислой, в постоянных лесных питомниках и тепличных хозяйствах».

Так как семена березы после созревания сразу осыпаются, их необходимо собирать несколько недозрелыми. Сразу после сбора таких семян (сережек) их рассыпают тонким слоем на полотно или брезент (агроткань) под навесом и периодически ворошат. Запрещается хранить свежесобранные семена в мешках, после сбора необходимо в срочном порядке привезти их в место приемки. На питомнике из подсушенных сережек семена отделяют и очищают путем просеивания и перетирания на решетках.

Производить посев семян березы можно в различное время – ранней весной, летом, осенью и зимой. Зрелые семена березы повислой не нуждаются в стратификации, хранить их длительное время нецелесообразно, так как снижаются посевные качества. Поэтому наиболее оптимальным является посев семян березы повислой сразу после их заготовки, т. е. в конце июля. В этом случае отмечается более высокая грунтовая всхожесть семян – на уровне 90–95%. Для защиты посевов от высыхания и выдувания гряды можно укрывать агротканью. При этом всходы появляются уже в текущем году, в то время как при более поздних посевах – весной следующего года.

При осеннем посеве очищенные семена хранятся в проветриваемом помещении слоем до 30 см и периодически перемешиваются до глубокой осени (октябрь – ноябрь). Посев семян производится вразброс по всей поверхности ленты без заделки почвой с 20 октября по 1 декабря (зависит от погодных условий – при теплой осени более поздние сроки посева) сеялкой Egedal. Обязательное условие при посеве: безветренная погода, достаточная влажность верхнего слоя почвы. Сразу же после посева производится мульчирование опилками слоем около 0,5 см мульчирователем МС-1,5. Если после зимнего периода опилки не сохранились, необходимо весной повторить мульчирование, что позволит сохранить влагу в почве, исключить образование почвенной корки,

ожоги корневой шейки, а также замедлить прорастание сорной растительности.

Посев семян зимой следует проводить на тщательно перекопанной и выровненной почве только после наступления устойчивых заморозков, – иначе значительная часть семян может быть смыта или перемешана с почвой дождями.

Семена березы наилучшим образом прорастают на поверхности почвы. Во-первых, потому что их всходы очень слабы и не могут пробиться даже с небольшой глубины и, во-вторых, потому что солнечный свет стимулирует их прорастание.

Поверхность почвы до появления всходов необходимо все время поддерживать влажной – иначе или семена не прорастут, или появившиеся всходы высохнут и погибнут. Нужно также учитывать, что процесс прорастания части семян будет наблюдаться и в последующие годы.

В первые недели жизни всходы растут довольно медленно. Месячные всходы березы достигают высоты лишь в 1–2 см, и только потом начинается период довольно быстрого роста. К осени же они могут достигнуть высоты 20–40 см, а в идеальных условиях – 1,5 м и более.

Всходы березы уже видны во второй декаде мая. В этот период внесим азотные удобрения в качестве внекорневой подкормки (0,5 кг карбамида/100 л воды). Количество подкормок может достигать 3–4. Интервал – 2 недели. При появлении 1–2 настоящих листьев можно производить корневые подкормки азотными удобрениями и древесной золой путем разбрасывания по ленте. Подкормки производим под дождь или совмещаем с поливом, если он необходим. Это повышает их эффективность. Со второй половины июля – начала августа подкормку азотом прекращаем, но производим 1–2 подкормки золой, фосфорными и калийными удобрениями.

За вегетационный сезон производим 4–6 прополок от сорняков и рыхление почвы. Очень важны первые 2 прополки, пока сеянцы еще не окрепли. Гербициды при выращивании сеянцев березы не применяются. Можно производить 2-кратную профилактическую обработку сеянцев от болезней путем опрыскивания водным раствором препарата Раёк (0,5 л на 1 га).

При густых всходах березы проводят прореживание сеянцев, чтобы на 1 п. м посевной строчки их оставалось не более 70 шт. Прореживать посеvy нужно после дождя или после обильного полива.

Срок выращивания сеянцев березы повислой в питомнике составляет от 1 до 2 лет. При этом норма выхода стандартного посадочного

материала березы равна 450–500 тыс. шт./га. В лентах, имеющих стандартные и нестандартные сеянцы, выкопку производим только в весенний период, чтобы исключить гибель нестандартных сеянцев. Выкопка сеянцев производится вручную после их выпаживания скобой, т. е. осуществляется изреживание посевов путем удаления с ленты стандартных сеянцев. При достаточном количестве нестандартных сеянцев на лентах они остаются на дорастивание на второй год. Во второй год выращивания подкормку и полив не производим. Прополку делаем по необходимости, а выкопку – в осенний или весенний период.

Липа мелколистная относится к породам, имеющим важное хозяйственное значение: производство резных изделий, фанеры, кухонного инвентаря, токарных изделий, музыкальных инструментов и др. Кроме того, липа является хорошим медоносом.

Плоды срезают секаторами, ручным инструментом срезающего или счесывающего типа, обрывают руками. Возможна заготовка плодов липы с поверхности земли в зимний период путем их сметания в кучи и последующего сбора. Семена липы сохраняют всхожесть в течение 3 лет.

При посеве весной необходима обязательная стратификация семян липы. Поэтому оптимальным является осенний посев липы, обеспечивающий наилучшую их всхожесть весной. При раннем осеннем посеве семян, собранных и посеянных в состоянии восковой зрелости, всхожесть в первый год может достигать 40–50%. Остальные семена, а также все семена при их подсыхании или более позднем высеве дают всходы только через год.

Семена липы, посеянные весной без предварительной стратификации, в год посева не всходят, но обычно они неплохо сохраняют всхожесть и дружно прорастают на следующую весну.

У семян липы мелколистной, хранившихся в холодильнике, при подготовке к посеву теплая фаза стратификации заменяется химической скарификацией. Химическая скарификация – частичное нарушение целостности твердых (плотных) оболочек семян кислотами, в результате чего оболочка семени становится воздухо- и водопроницаемой. В качестве химических реагентов используются концентрированная серная (93,6%) и азотная (67%) кислоты. Концентрированная серная кислота добавляется к семенам в соотношении 1 : 2, время обработки составляет 10 мин. Азотную кислоту добавляют к семенам в соотношении по объему 1 : 2 и обрабатывают их 3 мин. Семена извлекаются из азотной кислоты. Далее добавляется концентрированная серная кислота к семенам в соотношении 1 : 2, время обработки семян – 3 мин.

В процессе замачивания в кислотах семена липы мелколистной перемешиваются для предотвращения их слипания. После скарификации семена необходимо тщательно промыть. Для этого их заливают водой на 10–15 мин в соотношении 1 : 5, затем воду меняют и так 20–25 раз. Затем семена заливают водой в соотношении 1 : 5 и оставляют на сутки. По истечении суток повторяют промывку 20–25 раз.

Для прохождения холодной фазы стратификации семена липы мелколистной помещаются в пластиковых контейнерах в холодильник с температурой от 0 до +2°C на 14–16 недель. Они всегда должны быть в этой фазе полностью набухшими, что достигается путем погружения семян в воду температурой +3°C на один час каждую неделю.

Норма высева семян 1-го класса качества составляет 6–7 г на 1 п. м посевной строки, или 240 кг/га.

При посеве используются широкострочные 3-строчные ленточные схемы с расстоянием между рядками 40–50 см и шириной строки до 20 см. Глубина заделки семян липы составляет 5–7 мм. В отдельных случаях посевы мульчируют мхом, опилками, соломой. Рекомендуется внесение суперфосфата одновременно с посевом.

Липа уязвима для поздних заморозков, поэтому весной после появления первых всходов полезно укрыть посевы покрытием из нетканого укрывного материала, но так, чтобы сохранить вентиляцию.

В засушливую погоду посевы необходимо поливать. В хороших условиях высота сеянцев к осени может достигнуть 15–50 см.

Срок выращивания липы мелколистной в посевном отделении составляет 2–3 года. Норма выхода стандартного посадочного материала равна 450 тыс. шт./га. Стандартные сеянцы липы должны иметь толщину стволика у корневой шейки не менее 3,0 мм, высоту надземной части не менее 12 см.

4.3. Выращивание крупномерного посадочного материала в школьном отделении

В настоящее время саженцы все шире используются для создания лесных культур, защитных насаждений и озеленения. Чем крупнее посадочный материал и чем старше он по возрасту, тем тщательнее он должен быть сформирован. Поэтому в задачу школьного отделения входит также выращивание таких саженцев, которые лучше приживаются при пересадке на постоянное место.

Наиболее важно правильное соответствие между корневой системой и надземной частью саженца, что может обеспечить лучшую приживаемость на новом месте после пересадки при соблюдении всех остальных требований агротехники.

Продолжительность выращивания саженцев в школьном отделении определяется их целевым назначением.

Для лесокультурных целей выращивают саженцы в течение 2–4 лет, древесные породы для озеленения 6–12 лет, а кустарники 2–3 года. С этой целью организуют узкорядную, комбинированную, уплотненную, плодovou школы.

В узкорядной (простой) школе при выращивании саженцев применяют от одной до трех пересадок растений с постепенным увеличением площади питания. Для этого организуют школы первого, второго и третьего порядка. Для перехода от школы одного порядка к более высокому можно производить разреживание вместо пересадки.

В первую школу высаживают одно-двулетние сеянцы (реже укорененные черенки) с расстоянием между рядами 0,8 м, размещением в ряду через 0,5 м. Во вторую школу высаживают трех-четырёхлетние саженцы с размещением 1×1 или 1,5×1,5 м, а в третью школу – шестивосьмилетние саженцы с размещением 3×2 м.

Перед посадкой в школу посадочный материал сортируют, обрезают поврежденные корни, укорачивают корневую систему до 15–25 см для условий с нормальным увлажнением и до 20–30 см – с недостаточным увлажнением. Корни обмакивают в болтушку, состоящую из жидкой смеси перегноя или торфа с землей. В болтушку добавляют гетероауксин или другие ростовые вещества.

Регенерация корневых систем улучшается при их обработке веществами, защищающими от иссушения и одновременно стимулирующими рост корней после посадки. Хорошие результаты дает использование экологически чистых биопрепаратов: активатора почвенной микрофлоры, азотовита и бактофосфина.

Способы закладки уплотненных школ для выращивания посадочного материала для лесокультурного производства различаются по следующим направлениям.

В зависимости от применяемых схем посадки:

- рядовой способ – узкорядное, равномерное размещение рядов по площади;

- ленточные схемы – 3–5-рядные ленты с межленточным пространством;

– комбинированные схемы – одна или несколько лент уплотненной школы со сроком выращивания 2–3 года размещаются в междурядьях крупных деревьев.

В зависимости от применяемого оборудования, механизмов:

- ручная посадка с помощью меча Колесова или лопаты;
- использование щелевателей различной конструкции;
- с помощью школьных посадочных машин.

В зависимости от сроков посадки:

- весенняя;
- осенняя;
- позднелетняя (начиная с 1 августа);

Уплотнение достигается за счет применения узких междурядий и небольшого шага посадки. Схема посадки зависит от вида древесных растений и сроков их выращивания, но в основном рекомендуется применять 3–5-рядную ленточную посадку с расстоянием между рядами 0,2–0,4 м, а в ряду 0,1–0,2 м, межленточное пространство 0,5 м.

Преимущественно в уплотненных школах выращивают саженцы ели европейской. Оптимальная густота их посадки на дерново-подзолистых суглинистых почвах составляет 100–250 тыс. шт./га.

Используются следующие варианты выращивания ели в уплотненных школах:

- 1) посадка двухлетних сеянцев с открытой корневой системой и выращивание в течение 2–3 лет;
- 2) посадка однолетних сеянцев с открытой корневой системой, полученных в закрытом грунте, и выращивание в течение 2–3 лет;
- 3) посадка однолетних сеянцев с закрытой корневой системой (ЗКС) и выращивание 1 год.

Для выращивания саженцев ели европейской целесообразно использовать связносупесчаные или легкосуглинистые почвы с кислотностью, не превышающей 5,5 pH. При большем значении pH происходит угнетение роста растений за счет нарушения минерального питания саженцев.

При создании школьного отделения ели европейской необходимо использовать позднелетнюю (август, первая декада сентября) посадку сеянцев двухлетнего возраста с открытого грунта или однолетнего возраста с закрытого грунта. Позднелетняя посадка ели приводит к накоплению биомассы корней с формированием большого количества мелких корешков, поскольку в сентябре и начале октября у ели наблюдается второй пик роста корневых систем. В результате растения укореняются в год посадки и весной следующего года начинают активно расти.

При использовании щелевателя, а на суглинистых почвах также посадочной машины происходит формирование посадочной щели с уплотненными стенками, в результате чего наблюдается развитие и переплетение корневых систем вдоль ряда со слабым проникновением их в междурядья. Такая ситуация приводит к формированию сплюснутых корневых систем с односторонним или двухсторонним развитием горизонтальных корней (флагообразная корневая система), затрудняющих разделение саженцев при выкопке и их качественную заделку корневых систем при посадке (рис. 12, *а*). На супесчаных почвах, а также на почвах с высоким содержанием органического вещества уплотнение проявляется в меньшей степени.



а



б

Рис. 12. Корневая система саженцев ели:
а – флагообразная; б – улучшенная

При ручной посадке после щелевателя важно располагать корневые системы сеянцев максимально вертикально. При механизированной посадке глубина посадочной щели должна обеспечивать вертикальное расположение корневых систем и быть на 2–5 см больше длины корневых систем сеянцев, используемых для посадки.

Формирование корневых систем саженцев осуществляется за счет подрезки корней в вертикальном (в междурядьях) и горизонтальном направлении. Для этой цели целесообразно использовать специализированные подрезные скобы, например Egedal тип Prune Master. Подрезку корневых систем необходимо проводить после окончания периода роста ели в высоту (конец июля – начало августа). В результате до окончания

вегетации произойдет формирование мелких корней в области зоны обрезки, что увеличит мочковатость корневых систем. Кроме того, обрезка корневых систем снизит вероятность образования второго прироста у саженцев ели европейской, что повысит однородность посадочного материала по высоте. Глубина подрезки в этом случае должна быть на 3–5 см меньше глубины выкопки посадочного материала. Проведение подрезки перед началом или во время активного роста приведет к значительному уменьшению прироста в высоту.

На формирование компактной корневой системы направлено также использование саженцев с улучшенной корневой системой (рис. 12, б). Для их получения первоначально в течение 2–3 месяцев в теплице выращиваются сеянцы с закрытой корневой системой в контейнерах объемом около 50 см³. После достижения необходимой высоты растений и закрепления кома субстрата корнями сеянцы высаживают в открытый грунт, где доращивают еще в течение этого и следующего года.

Допускается использовать для закладки школьного отделения нестандартные сеянцы ели европейской с закрытой корневой системой.

Глубина выкопки саженцев ели европейской не должна превышать 20–25 см.

4.4. Выращивание сеянцев лиственницы, дуба красного, сосны кедровой сибирской, пихты, псевдотсуги

Лиственница. Сеянцы этой породы выращивают на легких суглинках, слабооподзоленных супесях, подстилаемых суглинками, и черноземовидных супесях.

Для ускорения прорастания семян и роста сеянцев семена лиственницы до высева хранят зимой под снегом или намачивают в чистой воде, стратифицируют или обрабатывают слабым раствором извести или микроэлементов. Положительное влияние оказывают на прорастание семян различные регуляторы роста.

Семена, прошедшие 30–40-дневное снегование, высевают ранней весной, а без предпосевной подготовки – осенью. Можно также применять и зимние посевы. Однако более удачны ранневесенние.

Семена лиственницы необходимо высевать в хорошо обработанную почву, не содержащую семян и корневищ сорняков, лучше по черному пару или после занятого пара.

Глубина заделки семян 0,5–1,5 см. Посев ленточный 4-строчный, на 1 м посевной строчки высевают 3 г семян 1-го класса качества. Одновременно с семенами в посевные строчки вносят гранулированный суперфосфат (20–30 кг/га д. в.). Посевы лиственницы мульчируют, при жаркой солнечной погоде отеняют.

Лиственницы, как и сосны, нуждаются во взаимосвязи корней с грибами – микоризе. Наиболее подходят для образования такой микоризы некоторые виды маслят, подосиновиков и белых грибов.

Сосна кедровая сибирская, или кедр сибирский. При выращивании сеянцев кедра сибирского встречаются определенные трудности: проведение длительной стратификации семян при весенних посевах, расхищение семян грызунами, повреждение всходов птицами, а также медленный рост сеянцев в первые годы. Только в возрасте 3 лет они достигают размеров 2-летних сеянцев сосны обыкновенной.

В питомнике кедр высевают весной стратифицированными семенами или осенью. Стратификацию проводят в траншеях с песком (6–7 месяцев) или под снегом в течение не менее 2–4 месяцев. Перед стратификацией семена замачивают 3–4 суток в воде, плавающие на поверхности семена удаляют, так как они, как правило, пустые и недоразвитые. Ускорению прорастания способствует замачивание семян кедра перед стратификацией в растворах регуляторов роста. Хорошие результаты получаются при осеннем посеве семян. Для этого в конце октября – начале ноября, т. е. за месяц до замерзания почвы, семена высевают в подготовленные гряды и для защиты от мышевидных грызунов накрывают еловыми ветками или металлической сеткой.

Посев проводят ленточный с нормой высева семян 1-го класса качества 45 г на 1 м посевной строчки и глубиной заделки семян 2–4 см. Отенение всходов необязательно, но необходимо защищать посевы от повреждения их птицами. Для этой цели используют репелленты – вещества, раздражающие слизистые оболочки птиц, животных, а также отпугивающие их сетки и т. п. Хорошие результаты дает покрытие посевов нетканым материалом. В этом случае посевы не только защищаются от птиц, но и имеют благоприятный микроклимат. Сеянцы чаще всего выращивают до 3-летнего возраста.

Весьма перспективно выращивание сеянцев кедра сибирского под полиэтиленовым покрытием. Под пленкой выход сеянцев по сравнению с открытым грунтом увеличивается почти в 1,5 раза, а срок выращивания стандартных сеянцев сокращается на год.

При выращивании кедра систематически проводят рыхление почвы и прополку сорняков механическим и химическим способами.

Псевдотсуга Мензиса (лжетсуга). Данная порода используется в озеленении давно и успешно. Издали она напоминает голубую ель, но по шишкам с характерными язычками псевдотсугу легко отличить от ели.

Псевдотсуга среднетребовательна к условиям содержания: теневынослива, засухоустойчива, непритязательна к почвенному плодородию.

Самый надежный способ размножения псевдотсуги – семенной. Выход семян из шишек псевдотсуги составляет около 2,5%. Однако в наших условиях для данной породы характерно большое количество пустых семян, которые легко отделяются флотацией. После такого разделения получается около 19% полнозернистых семян по массе. Всхожесть таких семян составляет около 85–90%.

Семена лучше высевать под зиму сразу после сбора (конец сентября – октябрь) на глубину 2–3 см. Сеянцы в первый год не отличаются высокой энергией роста, но начиная со второго растут гораздо энергичней одновозрастных елей, сосен, пихт. При этом рост деревьев в высоту сохраняется до конца жизни.

Норма выхода посадочного материала 1200 тыс. шт./га. Посевы 4–5-строчные с узкой посевной строчкой.

Дуб красный. Морозоустойчив, среднесветолюбив, легко переносит боковое затенение, но предпочитает полное освещение верхушки кроны. Ветроустойчив, не очень требователен к плодородию почвы, выдерживает даже кислую реакцию, однако не выносит известковых и влажных почв.

Применяется для изготовления пиломатериалов, шпона, в мебельном производстве, производстве напольных покрытий.

В настоящий момент не является инвазивным видом, однако его использование в лесных культурах, как и других интродуцентов, ограничено. Может применяться для посадок в рекреационных лесах и озеленения. Технология выращивания схожа с выращиванием дуба черешчатого.

Норма выхода с 1 га 600 тыс. шт.

Орех грецкий. Для выращивания посадочного материала требует плодородных глубоких почв. Обычно применяют ранневесенние посевы, возможны осенние посевы свежесобранными семенами, но требуется защита от мышей. Весной посев проводится во второй половине апреля стратифицированными семенами. За месяц до посева орехи смешивают с чистым промытым крупнозернистым песком в пропорции 1 : 3, периодически увлажняют, перемешивают и содержат в теплом помещении (около 20°C).

Затем после растрескивания скорлупы орехи освобождают от песка, раскладывают тонким слоем (4–5 см) на солнечном и защищенном

от ветра месте, укрывают слоем чистой соломы (около 5 см) и периодически увлажняют.

Орехи высевают вручную по 20–25 шт. на 1 п. м строки на глубину 6–10 см. Если предполагается проводить прививку грецкого ореха культурными сортами в посевном отделении без пересадки в школу, посев производится более редкий – 10–15 шт. на 1 м. Выращиваются сеянцы при рядовых и двухстрочных ленточных посевах.

Поливы до всходов применяют редко. Через 5–7 дней после массовых всходов необходима подрезка корней на глубине 10 см с обязательным последующим поливом и отенением на 10–12 дней. Дальнейший уход заключается в поливах, прополках и рыхлении. Выкопку сеянцев проводят в 1–2-летнем возрасте. Норма выхода сеянцев 200 тыс. шт.

4.5. Посадочный материал тополей

Посадочный материал тополей преимущественно выращивают в школах черенковых саженцев.

Данные школы служат для укоренения черенков и выращивания из них саженцев. Черенковые саженцы представляют собой сформированные молодые растения. Поэтому они дают лучшие результаты, чем черенки, использующиеся при создании лесных культур и других искусственных насаждений.

Проводят примерно такие же агротехнические мероприятия, как и в древесных школах. Здесь севообороты включают чистые или занятые (сидеральные) пары, глубокую вспашку, уход заключается в обрезке побегов и формировании одного наиболее сильно растущего побега (стволика).

Создание культур тополей зимними одревесневшими черенками не всегда надежно. В жестких условиях лесокультурных площадей без полива и при недостаточных уходах за почвой корнеобразовательная способность их становится слабее и приживаемость ниже. Поэтому целесообразнее использовать укорененные черенки, образовавшие уже развитую корневую систему.

В связи с этим посадочный материал тополей преимущественно выращивают в школах черенковых саженцев. Черенковые саженцы представляют собой сформированные молодые растения. Они дают лучшие результаты, чем черенки, использующиеся при создании лесных культур и других искусственных насаждений.

Черенки выращиваются в питомнике в течение одного года. Севооборот, как правило, паровой, с содержанием чистого или сидерального

пара. Обработка почвы производится на меньшую глубину в отличие от школы – 27–30 см, чтобы корневая система не развивалась слишком длинной. В качестве посадочного материала используются одревесневшие черенки длиной 20–22 см, диаметром 1,5–2 см, с тремя и более хорошо развитыми почками. При заготовке черенков верхний срез делается на 1–1,5 см выше почки под прямым углом к его оси, а нижний – под нижней почкой с обратной стороны, под острым углом, без задигов и расщепления. Можно заготавливать черенки и с косыми срезами на обоих концах.

При осенней заготовке черенков для осенней посадки резка побегов на черенки производится вслед за их заготовкой. При весенней посадке побеги, заготовленные осенью, зимой хранят в траншеях, погребах, накрывая соломой, или закапывают в снег, который тоже накрывают соломой. При хранении в траншеях возможны два варианта:

- 1) на дно траншеи, выстланное соломой, горизонтально укладывают черенки, затем укрывают опять соломой и слоем земли;

- 2) пучки черенков устанавливают вертикально, пространство между ними заполняют землей.

Перед посадкой нижние срезы черенков подновляют острым ножом и замачивают в воде в течение 4–6 ч. Для усиления корнеобразовательной способности черенки подвергаются различным стимулирующим воздействиям – кильчеванию и обработке химическими веществами.

Кильчевание заключается в следующем: за 2–3 недели до посадки связанные в пучки черенки устанавливают в холодные парники нижними концами вверх к солнечным лучам. Между пучками черенков и поверх их насыпают песок слоем 5–7 см. Парники закрываются сверху застекленными рамами так, чтобы пространство от стекол до песка составляло 8–10 см. В дальнейшем парники проветривают и увлажняют песок, не допуская его пересыхания.

Хорошие результаты дает обработка черенков стимуляторами роста, в частности раствором гетероауксина в концентрации 0,010–0,025%.

Время посадки – ранняя весна или осень после листопада. Размещение посадочных мест можно сильно уплотнить, поскольку в однолетнем возрасте черенкам не требуется большой площади питания.

Возможно рядовое размещение с шириной междурядий 70–80 см и шагом посадки 20 см или по схеме уплотненной школы с 2–3-рядными лентами и шагом посадки 20 см. Посадка проводится под меч Колесова, под металлический прут диаметром 0,5 см или посадочными машинами. Глубина посадки – до верхушечной почки или вровень с почвой (в сухих местообитаниях). Лучшие результаты дает вертикальная посадка черенков.

5. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА В ЗАКРЫТОМ ГРУНТЕ

5.1. Современные конструкции теплиц

Основным фактором, определяющим начало роста сеянцев, является температура. Ускорение появления всходов в теплицах обусловлено более ранним наступлением минимально необходимой для прорастания семян температуры, что на 30–40 дней увеличивает продолжительность роста по сравнению с открытым грунтом. При этом увеличивается грунтовая всхожесть, биометрические показатели посадочного материала и на 1 год сокращается срок его выращивания.

В качестве закрытого грунта могут использоваться парники, закрываемые застекленными или обтянутыми полиэтиленовой пленкой рамами; переносные малогабаритные укрытия; стационарные полиэтиленовые укрытия; теплицы с автоматизированным управлением микроклимата в них. Наиболее эффективным является использование автоматизированных тепличных комплексов.

Площадка для строительства теплиц подбирается на несколько возвышенном, ровном участке питомника вблизи источника водоснабжения. Почвы должны быть легкого механического состава и хорошо дренированы. При отсутствии таких почв, под теплицей создается дренажная подушка из песка или гравия толщиной 15–20 см, может устраиваться закрытый дренаж. Уровень грунтовых вод должен находиться не выше 1,5 м. Не допускается строительство теплицы на низких местах. Участок должен быть защищен от сильных ветров стеной леса или искусственно созданной лесной полосой. В то же время препятствия, расположенные ближе 15 м от торцов теплиц, будут мешать нормальной продольной вентиляции через открытые дверные проемы. Для обеспечения равномерного освещения посадочного материала теплицы должны располагаться в направлении с юга на север.

Современные теплицы, предназначенные для массового получения посадочного материала, устанавливаются на ленточный железобетонный фундамент, железобетонные или винтовые металлические сваи и имеют значительные размеры для возможности проведения механизированных работ в них.

Теплицы состоят из оцинкованных стальных арок, покрытых специальной двойной полиэтиленовой пленкой, которая характеризуется высокой прочностью и многолетним сроком службы. Толщина наружного слоя пленки 0,2 мм, внутреннего 0,1 мм. Пленка покрыта слоем, препятствующим разрушению ее под воздействием ультрафиолета. Расстояние между арками около 3 м. Они должны обеспечивать жесткость конструкции и формировать такой угол, при котором снег будет скатываться с их поверхности.

Воздушное пространство между слоями пленки служит хорошей теплоизоляцией. В обоих торцах теплицы устанавливаются двухстворчатые двери (для проезда техники) размером 3×4 или 3×3 м, в которых есть также входные двери для сотрудников.

В качестве покрытия может использоваться прозрачный или молочный сотовый поликорбанат, который значительно дороже пленки и рекомендуется использовать на участках со значительной снеговой нагрузкой.

В последнее время в Скандинавских странах стали использовать стекло для покрытия теплиц, поскольку оно обладает наибольшей светопропускающей способностью и высокой экологичностью по сравнению с другими покрытиями.

На гребне по всей длине теплицы размещаются форточки для проветривания. Теплица может иметь и боковые форточки. Также для контроля уровня освещенности и температурного режима устраивается система затенения из сетки с определенной степенью светопропускной способности. Управление проветриванием и системой затенения осуществляется автоматически на основании данных метеостанции, которая контролирует параметры микроклимата в теплице и на улице.

В обоих торцах теплицы могут быть установлены генераторы горячего воздуха, работающие на газу, солярке или пеллетах, и устройство для смешивания воздуха, включающее систему вентиляторов. Равномерность прогрева регулируется автоматически регулятором температуры и термостатом. Смесителем воздуха осуществляется его циркуляция внутри теплицы и частичное или полное поступление свежего воздуха снаружи.

Внутри теплица оборудуется специальным оросительным устройством, оснащенным насадками, через которые осуществляется распыление воды для полива и подкормок. В теплицах, где выращивается посадочный материал с открытой корневой системой допускается установка стационарных дождевальных насадок кругового радиуса действия. В теплицах для получения посадочного материала с закрытой корневой

системой необходимо использовать только поливные балки или рампы. В маленьких теплицах, благодаря небольшой ширине колеи, может быть использована аккумуляторная поливочная рампа.

Через систему полива также осуществляется внесение минеральных удобрений, для чего используются дозаторы в каждой теплице или растворные узлы при обслуживании нескольких теплиц.

5.2. Выращивание посадочного материала в закрытом грунте

В закрытом грунте выращивают преимущественно посадочный материал с открытой корневой системой сосны обыкновенной, ели европейской, в ряде случаев березы повислой и ольхи черной.

Основой для приготовления субстрата служит торф фрезерной заготовки. Для лиственных пород используют смесь из верхового торфа – 60% и низинного торфа – 40%. Для хвойных можно использовать только верховой торф. К смеси добавляют агроперлит в количестве 10–20% от общего объема торфа с размером фракции 1,25–5,00 мм. Чистый низинный торф не пригоден для использования в теплицах.

Для приготовления субстрата используют комплексное водорастворимое удобрение с микроэлементами (например КМУС-1) в дозировке 1,0–1,2 кг/м³. Допускается вместо комплексного водорастворимого удобрения с микроэлементами использовать длительно действующее гранулированное удобрение пролонгированного действия (например, Осмокот Экзакт Мини 5–6 М, Г) с дозой внесения 2,0–3,0 кг/м³. В этом случае подкормки в течение вегетационного сезона проводятся по необходимости.

Торфяной субстрат в теплицу завозят осенью или весной с последующим устройством гряд. Толщина слоя гряды 15–20 см. Срок использования торфа – 2 ротации, так как под действием частых поливов субстрат уплотняется. Это вызывает застой влаги, создает неблагоприятные условия для дыхания корней и отрицательно сказывается на росте и развитии сеянцев. При выборке сеянцев часть субстрата выносится вместе с корнями растений, корнеобитаемый слой субстрата уменьшается, поэтому необходимо дополнительное его внесение.

Норма высева семян 1-го класса качества составляет для сосны обыкновенной 12 г/м², ели европейской – 14, лиственницы европейской – 20, березы повислой – 6, дуба черешчатого – 2150, ольхи черной – 26 г/м².

Глубина заделки семян хвойных пород должна быть близкой к 0,5 см, дуба черешчатого – 3–4 см. Семена березы повислой и ольхи черной мульчируют перлитом или слегка присыпают субстратом. После посева проводят обильный полив.

Во время прорастания семян и появления всходов посевы ежедневно поливают, в июне – июле – через 2–3 дня, а в последующем – по мере необходимости. Поливать посевы лучше в утренние или вечерние часы. Влажность субстрата должна составлять 60–70% от полной влагоемкости.

Подкормки в теплицах проводят одновременно с проведением полива водорастворимыми удобрениями с концентрацией удобрений в рабочем растворе 0,15–0,20%.

Первая подкормка для хвойных и лиственных пород проводится в фазе распускания зародышевой почки растворами удобрений с большим содержанием фосфора. Проводится 1–2 подкормки для стимулирования роста корневых систем растений, после этого 1–2 подкормки удобрениями с повышенным содержанием азота, необходимого для развития ассимиляционного аппарата растений. Затем производится подкормка удобрениями, содержащими примерно равное количество азота, фосфора, калия. Начиная с третьей декады августа – первой декады сентября проводится внекорневая подкормка удобрениями с повышенным содержанием калия для увеличения интенсивности водного обмена в сеянцах и повышения устойчивости к болезням, вредителям и неблагоприятным условиям окружающей среды. Расход воды при подкормках должен соответствовать расходу воды при поливе и обеспечивать промачивание корнеобитаемой зоны.

5.3. Посадочный материал с закрытой корневой системой

Посадочный материал с закрытой корневой системой (ПМЗКС) или контейнеризированный посадочный материал можно назвать наиболее современным и высокотехнологичным видом лесного посадочного материала, получившим развитие практически во всех странах мира благодаря уникальным возможностям, недоступным для растений, выращенным по другим технологическим схемам.

Прежде всего, это возможность создавать лесные культуры в течение всего вегетационного периода, что позволяет растянуть период работ по созданию искусственных насаждений, традиционно выполняемых

за достаточно короткий промежуток времени весной и осенью. При соблюдении всех требований к посадке сеянцы ЗКС показывают высокую приживаемость, приближающуюся к 100%. За счет сохранения корневых систем от повреждения высаженные растения отличаются высокой энергией роста и в первый год могут сформировать прирост в высоту, фактически равный высоте надземной части посадочного материала. Использование посадочного материала с ЗКС делает возможным быстрое восстановление лесов после крупномасштабных ветровалов, усыханий и пожаров, что, к сожалению, приобретает все большую актуальность в связи с процессами изменения климата.

Самым существенным недостатком посадочного материала с закрытой корневой системой является его более высокая стоимость по сравнению с посадочным материалом, выращенным с открытой корневой системой. Однако для экономической оценки технологии неправильным будет сравнивать только затраты на получение посадочного материала. Необходимо учитывать все положительные моменты от использования контейнеризированных сеянцев, такие как, например, снижение исходной густоты, существенное уменьшение объемов дополнения, снижение повреждаемости высаженных растений при уходах, удобство и скорость посадки и т. д. Только оценив всесторонне все положительные и отрицательные стороны, можно говорить об экономической эффективности технологии в лесном хозяйстве Беларуси. Например, по результатам проведенного в Польше анализа затрат на создание и выращивание 1 га лесных культур сосны обыкновенной, созданных посадочным материалом с открытой и закрытой корневой системой, использование сеянцев с ЗКС за пять лет дало экономию в 2263 злотых, или 23%.

Первоначально технология выращивания лесного посадочного материала получила свое развитие в середине 40-х гг. прошлого века в лесных питомниках США и Канады, а оттуда быстро распространилась по всему миру.

Несомненными лидерами в этой области являются скандинавские страны. В Швеции в 2023 г. на долю посадочного материала сосны обыкновенной с ЗКС приходилось 100%, ели европейской – 79%, причем почти половина от посадочного материала с открытой корневой системой приходилась на саженцы с улучшенной корневой системой, которые выращивались из сеянцев с ЗКС. В Финляндии в 2022 г. посадочный материал как сосны обыкновенной, так и ели европейской выращивался только с закрытой корневой системой. В США на долю контейнеризированных сеянцев в 2022 г. приходилось 29%.

В Польше также широко применяется посадочный материал с закрытой корневой системой. Функционирует 17 специализированных центров по выращиванию сеянцев с ЗКС с объемом выращивания от 1 до 10 млн шт.

В СССР исследования по разработке способа выращивания растений с закрытыми корневыми системами проводились начиная с конца 60-х гг. 20 в. в ЛенНИИЛХе, ДальНИИЛХе и ЛатНИИЛХе. В частности, в Латвии разработана технология выращивания саженцев по методу «Брика». Метод оригинален тем, что саженцы выпускают в рулонах по 50 шт. Такие саженцы можно долго хранить и высаживать в необходимые для производства сроки. Однако на длительное время использование данного вида посадочного материала было прекращено.

В настоящее время выращиванием посадочного материала с ЗКС активно занимаются в России. Например, с 2011 по 2020 г. объем выращивания контейнеризированных сеянцев увеличился с 11 до 60 млн шт.

В Беларуси данный вид посадочного материала начал применяться с 1977 г., когда на базе Глубокского опытного лесхоза была установлена линия по производству сеянцев с ЗКС по технологии Raperpot производительностью до 1 млн сеянцев в год. На тот момент таких линий было только три на весь СССР. Однако в 1990 г. от технологии отказались, и только в 2002 г. выращиванием такого посадочного материала стал заниматься Республиканский лесной селекционно-семеноводческий центр (РЛССЦ). В 2018 г. при содействии Всемирного банка были открыты также центры в Ивацевичском лесхозе (ежегодная производительность 2,4 млн сеянцев) и Глубокском опытном лесхозе (3,2 млн сеянцев), а также проведена модернизация РЛССЦ с целью увеличения производственных мощностей до 5,3 млн сеянцев. Запущен в эксплуатацию центр и в Могилевском лесхозе. Часть посадочного материала после высева в центрах доращивается в лесохозяйственных учреждениях, оснащенных современными автоматизированными теплицами.

За период развития выращивания сеянцев с ЗКС было разработано более 100 различных видов ячеек и кассет – от торфяных до пластмассовых. В мировой практике используются следующие виды контейнеров:

- трубка – это кассеты типа Ontario (трубка из полиэтиленовой пленки с открытыми концами);
- Walter (пластиковые капсулы – пуля Вальтера);
- Raperpot (бумажные блоки с различными сроками разложения);
- Ecorot (блоки из ламинированной бумаги),
- Combicell – блоки из бумаги и пластика.

Метод Paperpot изобретен в Японии в начале 80-х гг. прошлого века, но развился и получил распространение в середине 80-х гг. как метод Ecorot.

Ecorot – разборные пластмассовые кассеты с ячейкой из одноразовой бумаги. Выпускают ячейки разной высоты (до 15 см) и диаметра, что зависит от выращиваемой породы и продолжительности выращивания. Использовались во многих питомниках Финляндии.

BSS, Panth, Agro, Plantek – жесткие пластмассовые кассеты, которые выдерживают не менее 10 ротаций, незначительно отличаются размерами ячеек, конструкцией их и плотностью пластмассы.

Контейнеры Styrobloc, Cellpot, TA, TAL, KF Metsa-Serla, Тоотси-24, 40, 84, 135, НАТИ, ВНИЭКИТУ изготовлены из вспенивающегося полистирола; Hiko, Enso, Spenser-Lamaire, Planta-80, Cota, Enso, Осинки, Ардатов-40, Whitcome-3500, Polymos-700 – из полиэтилена низкого давления.

Enso – кассеты из тонкой пластмассы, легко гнутся и не выдерживают более двух ротаций. Большого распространения не получили, хотя имеют интересную форму ячейки в виде капли для развития не закручивающейся в спираль корневой системы.

Блоки Kys-Tree-Starts и Varo – смесь торфа (торфяные пластины) с вермикулитом и целлюлозными волокнами. Торфяные пластины проходят через высеивающее устройство с точечным посевом. После завершения периода выращивания их разрезают на специальном станке и получают торфяные кубики с одним сеянцем. Корневая система при развитии не ограничивается размерами ячеек.

В настоящее время наибольшее распространение получили кассеты, условно разделенные на две группы: французский тип из вспененного полистирола и скандинавский тип из полиэтилена низкого давления. Последние применяются в Беларуси.

Индивидуальные ячейки повторно используемых контейнеров должны иметь конусообразную форму, дренажные отверстия на дне, прорези и внутренние грани в стенках для воздушной подрезки корней, внутреннее химическое покрытие из CuSO_4 , что позволяет предотвращать первичную деформацию корневых систем.

Вертикальные щели и направляющие ребра в стенках ячейки способствуют наиболее естественному и правильному развитию корневой системы. Корни сильно разветвляются и, доходя до щелей в стенках ячеек, подвергаются воздушной обрезке, которая способствует образованию активных корневых кончиков, готовых к росту при высадке сеянцев

в лес. Боковые щели также предотвращают образование недостатка кислорода в торфяном коме и одновременно играют роль дренажа при чрезмерном поливе.

Перед повторным использованием кассеты промывают и дезинфицируют горячей водой, озоном и др.

Выделяют сеянцы и саженцы с закрытой корневой системой.

Сеянец лесной с закрытой корневой системой – посадочный материал лесных растений с корневой системой, находящейся внутри кома почвы, брикета или емкости с субстратом, выращенный из семени.

Саженец лесной с закрытой корневой системой – посадочный материал лесных растений с корневой системой, находящейся внутри кома почвы, брикета или емкости с субстратом, выращенный из пересаженного сеянца или путем укоренения частей древесного растения.

Саженцы с закрытой корневой системой используются для получения крупномерного посадочного материала хвойных пород при одновременной экономии места в теплице. Первоначально в теплице в течение 1–2 месяцев выращивают сеянцы в контейнерах или в кассетах с объемом ячейки менее 50 см³, что позволяет значительно увеличить выход растений с единицы площади теплицы. Затем на специальной линии или вручную сеянцы пересаживаются в кассеты с ячейками большего объема и выставляются в теплицы или сразу на поля доращивания. Дальше выращивание происходит также, как и у сеянцев с закрытой корневой системой. При использовании частей древесных растений они первоначально высаживаются в кассеты с небольшим объемом ячейки для укоренения. После укоренения и закрепления корневой системой кома субстрата в ячейке они пересаживаются в кассеты большего объема и переносятся на поля доращивания.

В зависимости от целей и заданных биометрических показателей выращиваемого посадочного материала за вегетационный период может применяться от 1 до 4 ротационных схем. Использование многоротационных схем позволяет получить большее количество сеянцев с единицы площади теплицы. Следует учитывать, что биометрические показатели посадочного материала с закрытой корневой системой у сеянцев первой ротации будут наибольшими при одинаковом сроке нахождения в теплице.

Субстрат для получения посадочного материала с ЗКС готовится согласно ТУ ВУ 100061961.002–2015 «Субстраты торфяно-перлитные» или индивидуальному техническому заданию. В качестве основы для субстрата используется верховой торф фрезерной заготовки. Размер фракции составляет 0–15 мм. Для лиственных пород допускается внесение

низинного торфа в объеме до 40% от общего объема торфа. Для повышения аэрации добавляется перлит, стартовая доза удобрений, нейтрализующий материал для снижения кислотности верхового торфа до необходимого уровня. Вместо стартового удобрения может добавляться пролонгированное удобрение (Осмокот Экзакт Мини 5–6 М, Осмокот Про 5–6 М).

Для посева необходимо использовать семена с максимальными значениями всхожести и чистоты. В этом случае сосна обыкновенная и ель европейская высеваются по одному семени в ячейку, лиственница европейская по 3 семени. У дуба черешчатого высевается один желудь в ячейку, предварительно целесообразно его обрезать на 20–25% со стороны шляпки для ускорения прорастания. Для посева ясеня, липы и клена используют только стратифицированные семена, наклюнувшиеся или проросшие семена высевают по одному семени в ячейку, остальные – по два. Березу повислую высевают по 3–5 семян, ольху черную по 2–3 семени.

После посева кассеты размещаются в теплицах на подставках высотой не менее 15 см для обеспечения воздушной обрезки корней и вентиляции нижних частей кассет. Внешние боковые части кассет, расположенные в торцах теплиц и вдоль проходов, следует защищать от чрезмерного высыхания воздухопроницаемым материалом.

При высеве первой ротации ели европейской до середины апреля необходимо использовать ночную досветку. При длине светового дня менее 13 ч у ели европейской останавливается рост и она закладывает верхушечную почку, у сосны обыкновенной наблюдается снижение ростовых процессов. Для ускорения прорастания семян температура в теплице должна быть не ниже 15°C, для чего воздух в теплице подогревается.

Влажность воздуха в теплице при прорастании семян и укоренении всходов рекомендуется поддерживать на уровне 90–100%. При наступлении фазы быстрого роста влажность целесообразно снизить до 70–80%. Оптимальной температурой является диапазон от 20 до 25°C.

Эффективным способом снижения температуры является затенение сетками. Следует учитывать, что использование сеток вместе с матовой пленкой теплицы может снижать интенсивность светового потока, что негативно скажется на росте сеянцев. Кроме того, специальные компоненты используемых полиэтиленовых покрытий снижают долю участия синей части спектра и увеличивают красной.

Для снижения температуры, особенно в прикорневой зоне, целесообразно проводить полив небольшой интенсивности.

Полив является одной из самых важных операций при выращивании посадочного материала с закрытой корневой системой. Недостаток

влаги, также как и ее переизбыток, приводит к негативному результату. При длительном недостатке влаги происходит увядание растения, снижаются физиологические процессы и, соответственно, энергия роста. При чрезмерном поливе в субстрате необходимый корневым системам воздух замещается водой, возникают корневые гнили, угнетается рост растений. При поливе должно обеспечиваться промачивание всего кома.

Наиболее равномерный полив обеспечивают полустационарные поливные ramпы или балки, настроенные на постоянное многократное перекрытие. Оптимальным является четырехкратное перекрытие, но допускается трех- и двухкратное. Сохранение многократного перекрытия зависит от расстояния между форсунками, высоты их расположения над поверхностью кассет, давления воды в системе полива, угла распыла форсунок.

Контроль влажности субстрата может проводиться визуально и весовым методом (основной метод).

Визуальный метод заключается в осмотре кассет с нижней стороны. Субстрат должен быть влажным, но не мокрым (не должны на поверхности субстрата появляться капли). Весовой метод требует периодического взвешивания кассет.

При проведении подкормок важным является равномерность внесения удобрения, поэтому будет оптимальным использование ramповых поливных систем. Для точного дозирования раствора удобрений используются системы фертигации (инжекторные насосы или дозаторы, растворные узлы).

Для подкормок используются растворы комплексных водорастворимых удобрений, готовых жидких удобрений, содержащие как макроэлементы – азот, фосфор, калий, магний, серу, так и ряд микроэлементов – медь, бор, цинк, железо и др.

Если для приготовления субстрата применялись пролонгированные удобрения, то подкормки используются только в случае заметного отставания в росте посадочного материала или изменения его цвета. Первая подкормка проводится после того, как настоящая хвоя будет по длине равна семядольной. Для лиственных пород первая подкормка проводится в фазе распускания зародышевой почки. При этом используется раствор удобрений с большим содержанием фосфора. Осуществляется 1–2 подкормки для стимулирования развития корневых систем с интервалом 3–5 дней. Расход рабочей жидкости на 1 м² должен соответствовать расходу воды при обычном поливе.

После может проводиться подкормка удобрением с повышенным содержанием азота, а затем до середины августа комплексным удобрением, содержащим примерно равное количество азота, фосфора, калия.

С сентября или по достижении посадочным материалом заданных размеров осуществляется подкормка комплексным удобрением с преобладанием в составе фосфора и калия.

При многоротационной схеме выращивания сеянцев первые четыре подкормки производятся в период выращивания в теплице (около 40 дней), а остальные – при выращивании на поле доращивания. Концентрация удобрений составляет 0,05–0,15% на выходе из форсунки.

Контроль за общим содержанием элементов питания в субстрате в течение всего периода выращивания и определение электропроводности (концентрации) раствора удобрений при проведении подкормок осуществляется с использованием методов кондуктометрии. Наиболее оптимальным является использование метода разбавления субстрата дистиллированной водой в соотношении 1 : 5. Значение электропроводности водной вытяжки субстрата должно находиться в диапазоне 0,17–0,31 мСм/см.

Более точным и перспективным методом определения потребности посадочного материала в элементах питания является анализ надземной части растений, по результатам которого разрабатываются удобрительные составы с различным соотношением элементов питания. Такой метод широко применяется в странах, выращивающих посадочный материал в больших количествах, например в Финляндии.

После нахождения в теплице примерно 40–60 дней посадочный материал перемещают на поля для доращивания и устанавливают на подставки. Участки для доращивания посадочного материала с ЗКС в открытом грунте должны располагаться в непосредственной близости от теплицы для снижения затрат по перемещению посадочного материала. На полях проводят полив и подкормки. При поливах следует учитывать погодные условия, поскольку осадки, высокая влажность воздуха, облачность, ветер, инсоляция будут влиять на влажность субстрата в кассетах.

Закаливание сеянцев проводится в конце августа – начале сентября с целью подготовки их к зимнему периоду, ускорения процессов одревеснения и заложения верхушечной почки. При этом уменьшается количество поливов. В качестве подкормки используются удобрения, содержащие незначительное количество азота. Для стимулирования одревеснения побегов и заложения верхушечных почек в конце августа – начале сентября может проводиться короткодневная обработка путем сокращения продолжительности светового дня до 8–10 ч в течение 2–4 недель.

Хранение посадочного материала с закрытой корневой системой может осуществляться на полях доращивания, в холодильных и морозильных камерах.

При хранении на полях доращивания кассеты с посадочным материалом опускают на землю не ранее конца октября. Их составляют плотно друг к другу. Следует учитывать, что при зимнем хранении на открытых площадках возможно иссушение растений и вымерзание корней.

Хранение в холодильных камерах осуществляется при температуре 0–3°C. Такой режим хранения считается кратковременным со сроком хранения до 2 месяцев. Посадочный материал помещают в ящики или другие открытые емкости. Для предотвращения пересыхания растений в холодильных камерах должна поддерживаться относительная влажность воздуха на уровне не менее 90%.

Хранение в морозильных камерах осуществляется при температуре от –2 до –5°C. Влажность воздуха не нормируется. Срок хранения увеличивается до 8 месяцев. На хранение помещают только посадочный материал с полностью одревесневшими стволиками и заложившейся верхушечной почкой. Для предотвращения пересыхания растения герметично упаковывают, помещая в закрытые емкости (картонные коробки, ящики, пакеты) или обматывают полиэтиленовой пленкой открытые емкости.

5.4. Зеленое черенкование в питомнике

Данный вид посадочного материала получают в отделении зеленого черенкования. В этом отделении питомника проводят окоренение зеленых черенков (зеленое черенкование) и их доращивание до стандартных размеров. Зеленое черенкование возможно только в условиях закрытого грунта.

В качестве закрытого грунта могут использоваться: парники, закрываемые застекленными или обтянутыми полиэтиленовой пленкой рамами; переносные малогабаритные укрытия; стационарные полиэтиленовые укрытия, а также теплицы с автоматизированным управлением микроклимата в них.

Для успешного корнеобразования необходимы:

- высокая влажность и стерильность субстрата;
- высокая относительная влажность окружающего воздуха;
- оптимальная температура (в пределах 20–30°C);
- рассеянный свет в парнике (путем отенения парников мешковиной, щитами или забеливанием рам).

Первая операция при зеленом черенковании – заготовка черенков. Ее проводят в ранние утренние часы, когда листья обладают наибольшим

запасом воды. Черенки нарезают из побегов, растущих по периферии средней части кроны. Для многих древесных пород приживаемость черенков, взятых с молодых растений, значительно выше, чем у черенков со старых деревьев.

При зеленом черенковании, если используют прирост прошлого года, черенки следует не срезать, а отрывать от побегов, чтобы на конце осталась так называемая пятка с куском заусеницы, которую отсекают острым ножом или бритвой. Нижнюю часть от хвои не очищают.

Сроки черенкования для различных пород отличаются. Одни культуры успешно укореняются при заготовке черенков в период интенсивного роста побегов (сирень, чубушник, роза), другие – в период затухания роста (лещина, яблоня), третьи – в течение всего вегетационного периода (смородина, жимолость, бирючина).

Черенки режут очень острыми окулировочными или прививочными ножами, чтобы не допустить сдавливания и повреждения тканей. Длина их определяется 1–2 междоузлиями и составляет 7–10 см, а толщина – 3–7 мм. Верхний срез делается прямо над подушечкой листа (почкой) с отступом 0,5–1,0 см, а нижний – под углом 45°, ниже листовой подушечки на 1 см.

Листовые пластинки на черенках укорачиваются на половину для уменьшения транспирации. Заготовленные черенки нужно сразу высадить, а в случае крайней необходимости их следует хранить во влажной чистой среде в течение 1, максимум 2 дней.

Для успешного укоренения перед посадкой зеленые черенки обрабатывают ростовыми веществами – гетероауксином (150–200 мг на 1 л воды). Срок обработки составляет 10–12 ч. Для этого черенки связывают в пучки по 25 шт. и помещают нижними концами в раствор на глубину 2,5–3,0 см. Нижние срезы хвойных черенков лучше обрабатывать ростовой пудрой (300 мг индолилмасляной кислоты на 100 г талька).

При посадке черенки размещают на расстоянии 5×5 или 7×10 см на глубину 1,5–2,0 см. Чем мельче посажен черенок, тем свободнее доступ воздуха и успешнее идет укоренение.

Важным этапом в укоренении черенков является их закаливание и подготовка к зимовке. По мере укоренения сокращают число поливов, теплицы чаще проветривают, а к осени сначала снимают часть, а затем полностью пленочное укрытие.

Зимуют черенки без пленки, но укрываются при этом слоем опилок или опавшими осенними листьями. Весной черенки высаживают в школу доращивания или оставляют в местах укоренения в течение 1–2 лет.

6. ПЛАНТАЦИОННОЕ ВЫРАЩИВАНИЕ КРУПНОМЕРНОЙ, БАЛАНСОВОЙ И ТОПЛИВНОЙ ДРЕВЕСИНЫ

6.1. Предпосылки для развития плантационного лесовыращивания

Баланс лесных массивов в мире отрицательный. Ежегодно безвозвратно теряется более 13 млн га лесных площадей.

Воспроизводство же лесов благодаря естественному и искусственному лесовосстановлению дает ежегодный прирост лесных угодий в количестве 7,8 млн га.

Наибольшие объемы по воспроизводству лесов принадлежат Китаю (подавляющее большинство искусственных лесопосадок – 77 млн га), а также США и России (17 млн га). Финляндия в этом списке находится на 10-м месте. Особую роль в искусственном лесовосстановлении и лесоразведении занимает плантационное лесовыращивание.

Традиционно высокая доля плантаций приходится на страны с малым уровнем лесистости территории для восполнения собственных нужд в древесном сырье, но последнее время и страны с развитыми лесными ресурсами все активнее прибегают к этому инструменту получения высококачественной древесной продукции в кратчайшие сроки. По данным А. И. Писаренко, В. В. Страхова, к началу 21 в. доля сырьевых плантаций составляла около 7% от общей площади лесного покрова и почти 35% в мировом ежегодном объеме заготовленной древесины. В дальнейшем прогнозируется рост до 44%.

Кроме решения сырьевых задач плантационное выращивание выполняет достаточно важные экологические функции, особое место среди которых занимает вопрос сохранения естественных лесных экосистем за счет переноса лесозаготовок в лесные плантации. В последнее время также набирает популярность создание углеродных ферм – специальных лесных плантаций, предназначенных для накопления и сохранения углерода, поглощенного из воздуха.

В Беларуси эксперименты в области плантационного лесовыращивания начались с 70-х гг. прошлого века. Производственные лесные плантации начали создавать во второй половине 80-х гг. для

Светлогорского ЦКК, а в последующем и для Шкловского комбината по производству газетной бумаги. Также стали выращиваться энергетические плантации, которые в последнее время очень актуальны в связи с процессами изменения климата и активным использованием альтернатив ископаемому топливу.

В качестве энергокультур на таких плантациях используются специальные генотипы разных видов растений (ива, тополь, ольха, сосна, слоновая трава (мискантус), тритикале, рапс, лен, подсолнечник, картофель, люпин, кукуруза и др.).

Сравнение ряда растений по выходу с 1 га чистой энергии (энергия биомассы минус энергия, затраченная на ее выращивание) показало, что наиболее выгодными для этих целей являются слоновая трава, ива, тритикале, кукуруза, люпин, которые по данному показателю значительно превосходят подсолнечник, рапс, лен, картофель.

По удельной теплоте сгорания (МДж/кг) биомасса слоновой травы (17,2), ивы (16,1), тритикале (14,3), узколистного люпина (15,8) превосходит таковую торфа (8,1), дров (10,2) и приближается к каменному углю (22,0).

На современном этапе развития наиболее распространенными в Европе, Северной Америке являются энергоплантации на основе ивы и слоновой травы. Ивовые энергоплантации дают энергию с третьего года их жизни, и ежегодно этот показатель составляет 10–12 т/га сухой биомассы, что эквивалентно 7–9 т каменного угля. Проектная жизнь ивовой плантации составляет 25–30 лет. Энергоплантации на основе слоновой травы также используются для получения энергии с третьего года жизни и ежегодно на протяжении 15–20 лет обеспечивают урожай сухой биомассы 10–14 т/га, что эквивалентно 8–11 т каменного угля.

Основная часть биотоплива – это древесно-топливные ресурсы «чистых» лесных территорий. Однако в лесном хозяйстве Беларуси ежегодно накапливаются большие запасы неликвидной древесины и отходов деревообрабатывающих производств. Для эффективного использования такой древесины в Беларуси построено 67 пеллетных производств, из которых 60% – государственной формы собственности (находятся в ведении Минлесхоза и Беллесбумпрома). Мощности предприятий позволяют производить около 1 млн т древесных гранул в год.

Такая ситуация сильно ограничивает целесообразность создания энергетических плантаций в Беларуси, хотя определенный потенциал с точки зрения использования территорий, не пригодных для выращивания ценных древесных пород, присутствует. В Западной Европе общая площадь таких посадок превышает 1 млн га.

6.2. Технология выращивания плантационных насаждений

Согласно Лесному кодексу, в Беларуси существует термин «плантационные лесные культуры» – лесные насаждения, созданные искусственным путем в целях получения древесины с особыми заданными характеристиками. На такие участки не распространяется ряд требований, в том числе касающихся порядка лесопользования, возрастов рубки и определения расчетной лесосеки.

Технология выращивания плантационных лесных насаждений в Беларуси регламентируется СТБ 2515–2017 «Культуры лесные плантационные сосны и ели. Требования к технологиям создания» и ТКП 659–2021 (33090) «Технические требования к технологиям создания и выращивания сырьевых промышленных плантаций мягколиственных древесных пород».

Лесные плантации создаются в радиусе 100 км вокруг перерабатывающих древесину предприятий. Для Беларуси выделяют три зоны создания лесных плантаций:

- центральная (ОАО «Борисовский ДОК» и РУП «Завод газетной бумаги» в г. Шклове);
- западная (ОАО «Ивацевичи» и ОАО «Мостовдрев»);
- юго-восточная (ОАО «Светлогорский ЦКК»).

Земельные участки площадью не менее 10 га с удаленностью один от другого не более 1 км должны быть объединены в рабочие блоки не менее 50 га. Это необходимо для концентрации и интенсификации выполняемых мероприятий по сокращению сроков выращивания древесины сосны и ели с заранее заданными параметрами.

Для закладки должны быть подобраны участки с ровным рельефом или уклоном до 6°. Почвенное плодородие должно обеспечивать произрастание сосны I–II и ели I–Ia классов бонитета.

При создании плантационных культур необходимо достигать максимальной прямолинейности рядов, для чего может потребоваться частичное или полное удаление или измельчение пней.

На относительно бедных почвах (орляковая и частично мшистая серия типов леса), а также на землях, выведенных из сельскохозяйственного пользования, лесные плантации сосны создаются 2-рядными кулисами с узкими (1,5–1,8 м) междурядьями, которые чередуются с широкими (3,0–3,6 м). В широкие междурядья вводятся почвоулучшающие и азотофиксирующие растения, такие как аморфа обыкновенная, бузина

красная, ирга круглолистная и др. Шаг посадки сеянцев сосны составляет 0,6–0,8 м, густота посадки – 4,8–6,5 тыс. шт. на 1 га.

На более богатых почвах, соответствующих кисличной и черничной сериям типов леса, плантации сосны создаются 3-рядными кулисами с узкими (1,5–1,8 м) междурядьями, которые чередуются с широким (3,0–3,6 м) междурядьем. Шаг посадки сеянцев сосны составляет 0,6–0,8 м, густота посадки – 5,0–7,0 тыс. шт. на 1 га.

На землях со связно-песчаными, супесчаными и суглинистыми почвами (лесорастительные условия В₂, В₃, С₂) плантации сосны создают с размещением сеянцев на лесокультурной площади (2,0–2,5)×(0,6–0,8) м и густотой посадки 5,0–7,0 тыс. шт. на 1 га.

Лесные плантации ели на землях, представленных супесями на суглинках, а также на суглинках и глинах, приравненных к орляковой, кисличной, снытевой и черничной сериям типов леса, создают 2–5-рядными кулисами с узкими (1,8–2,2 м) междурядьями, чередующимися с широкими (3,6–4,4 м). При этом шаг посадки саженцев составляет 0,8–1,2 м, густота их посадки – 2,5–4,0 м. В этих же лесорастительных условиях допускается посадка саженцев ели рядами с размещением (2,5–3,0)×(0,8–1,2) м.

Внесение минеральных удобрений выполняется с целью ускорения роста культивируемых растений. Оно начинается с 4–5-летнего возраста. Вносят нитроаммофоску или смесь азотных, фосфорных и калийных удобрений в соотношении 2 : 1 : 1 либо 3 : 1 : 1 при расходе азотных удобрений 6–8 г/м². Минеральные удобрения вносят с интервалом 5–7 лет.

Для ускорения роста деревьев-лидеров в древостоях за счет снижения внутривидовой конкуренции в лесных плантациях проводятся рубки ухода (осветления и прочистки), при которых удаляется не только поросль мягколиственных пород, но и отставшие в росте деревья и деревья с пороками формы ствола культивируемых пород. Количество проводимых рубок ухода в лесных плантациях сосны и ели устанавливается в зависимости от получаемой конечной продукции. Так, при выращивании мелкой и средней по крупности древесины проводят рубку осветления 1 раз, а при выращивании крупной древесины – 2 раза за период выращивания. Рубки ухода в лесных плантациях выполняют по низовому методу.

На лесных плантациях сосны обыкновенной осветление проводится в возрасте 8–10 лет, после чего оставляется 1,6–1,8 тыс. деревьев-лидеров на 1 га. На плантациях ели в 11–13-летнем возрасте выполняются прочистки и сохраняется 1,4–1,6 тыс. деревьев-лидеров на 1 га.

В возрасте 17–20 лет проводится рубка ухода – прочистка, после которой сохраняются деревья-лидеры с густотой на лесных плантациях сосны 1,4–1,6 тыс., ели – 1,2–1,4 тыс. шт./га.

Рубки прореживания осуществляются в 30–35-летнем возрасте только при выращивании крупномерной древесины. При этом сохраняется 0,8–1,2 тыс. деревьев-лидеров на 1 га.

При выращивании крупной древесины в лесных плантациях сосны и ели производится обрезка сучьев в возрасте 15–17 лет до высоты ствола 3,0–3,5 м и в возрасте 25–28 лет – до высоты 6,0–6,5 м.

Участки для создания плантационных лесных культур лиственных пород должны иметь площадь не менее 3 га, непосредственно примыкать к другим плантациям или располагаться на расстоянии до 1 км один от другого. Участки объединяют в рабочие блоки общей площадью не менее 20 га.

Почвенные условия площадей земельных участков должны обеспечивать рост насаждений березы не ниже I класса бонитета (кисличная, черничная и мшистая серии типов леса) и осины – не ниже Ia–I класса бонитета (орляковая, кисличная, снытевая, черничная серии типов леса).

Рубки осветления в культурах березы и осины проводятся в возрасте 8–10 лет по низовому методу с сохранением деревьев-лидеров. Рубки прочистки в культурах березы, созданных однолетними сеянцами, выращенными из нормальных или улучшенных семян, проводятся в возрасте 15–17 лет с оставлением деревьев-лидеров в количестве 2,0–2,2 тыс. шт./га.

Для закладки плантационных лесных культур как хвойных, так и лиственных пород необходимо использовать посадочный материал с открытой или закрытой корневой системой, выращенный из селекционно-улучшенных семян. Приоритет следует отдавать крупномерному посадочному материалу.

7. РЕКОНСТРУКЦИЯ МАЛОЦЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ

Реконструкции лесокультурными методами подлежат малоценные молодняки и средневозрастные насаждения, которые по своему составу, полноте, ожидаемой к возрасту спелости продуктивности и выполняемым функциям не соответствуют лесорастительным условиям и целевому назначению лесов.

Особенностями создания реконструктивных культур являются обязательная расчистка площади от малоценных пород, большая длительность цикла работ, высокая конкуренция со стороны реконструируемого насаждения. Исправление состава и структуры малоценных насаждений экономически целесообразно в районах с интенсивным ведением лесного хозяйства.

В фонд реконструкции могут включаться:

- кустарниковые заросли на участках, пригодных для выращивания продуктивных древостоев (за исключением кустарников, эффективно выполняющих защитные функции на землях, подверженных водной и ветровой эрозии, в поймах рек);

- мягколиственные порослевые молодняки при различной полноте, а также средневозрастные порослевые мягколиственные насаждения с полнотой 0,4 и ниже;

- молодняки и средневозрастные насаждения, не соответствующие по своим биологическим особенностям почвенным условиям;

- молодняки и средневозрастные насаждения ольхи серой, ивы, граба, порослевой осины и березы, имеющие низкокачественную (преимущественно дровяную) древесину.

В зависимости от состава и высоты малоценных насаждений, равномерности распределения деревьев главной породы на территории участков используют коридорный, куртинно-групповой или сплошной способ реконструкции насаждений.

Выбор способа реконструкции зависит от назначенного метода рубок реконструкции.

Рубки реконструкции коридорным способом проводятся в лесных насаждениях в возрасте до 10 лет и кустарниках. Ширина коридоров должна быть не менее 15 м, а ширина кулис – не более 15 м. В этом случае назначают коридорный способ реконструкции.

Обработка почвы в коридорах проводится нарезкой плужных борозд, рыхлением (фрезерованием), а на влажных и сырых почвах – напашкой

пластов. При использовании кустарниково-болотных плугов обязательно последующее дискование пластов почвы.

Количество деревьев, высаженных на участке, при коридорном способе должно быть более 50% от нормативов минимального количества высаживаемых лесных растений для сплошных лесных культур в зависимости от типа условий местопроизрастания.

Рубки реконструкции сплошным способом проводятся в насаждениях кустарников; молодняках мягколиственных лесных насаждений порослевого происхождения, а также средневозрастных мягколиственных насаждениях порослевого происхождения с полнотой 0,5 и ниже; молодняках и средневозрастных лесных насаждениях ольхи серой, ивы, граба, тополя, осины, сосны Банкса; средневозрастных хвойных и твердолиственных лесных насаждениях с полнотой 0,4 и ниже, отнесенных ко II и III классам биологической устойчивости. В кустарниках и молодняках мягколиственных лесных насаждений рубки реконструкции сплошным способом могут проводиться с использованием фрез и (или) мульчеров.

В этом случае назначают реконструкцию сплошным способом, которую осуществляют путем создания сплошных лесных культур. Технологические операции при реконструкции сплошным способом соответствуют процессу искусственного лесовосстановления. Ввиду высокой опасности заглушения на таких участках лесных культур нежелательной древесной, кустарниковой и травянистой растительностью необходимо использовать прямолинейное расположение рядов для облегчения последующих уходов. Для борьбы с нежелательной растительностью можно применять частичную или сплошную обработку гербицидами.

Реконструкция куртинно-групповым способом сочетает комбинированное лесовозобновление. При этом создаются частичные лесные культуры посадкой стандартных семян, саженцев или лесных дичков главных пород, а также путем подсева семян в обработанную почву в местах, не имеющих естественного возобновления указанных пород. Количество посадочных мест при частичных лесных культурах должно быть более 40% от принятой минимальной нормы для сплошных культур и не превышать ее.

Подбор культивируемых пород зависит от типов условий местопроизрастания и осуществляется заранее в процессе принятия решения о ширине прорубаемых коридоров. В коридорах при создании смешанных лесных культур теневыносливые виды следует располагать ближе к границам коридоров, светолюбивые – ближе к центру. Предпочтение нужно отдавать созданию культур с использованием саженцев.

8. ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЕ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

8.1. Лесовосстановление на радиоактивно загрязненных территориях

Радиоактивное загрязнение лесных экосистем имеет место в основном при крупных радиационных катастрофах. У $^{2/3}$ общего числа изотопов – продуктов распада урана – период полураспада длится менее одного дня, поэтому они практически не представляют опасности для загрязнения почвенно-растительного покрова.

С течением времени в смеси продуктов деления тяжелых ядер урана и плутония начинают преобладать долгоживущие радионуклиды, в частности стронций-90 и цезий-137. Они отличаются высокой биологической активностью и способностью к миграции по кормовым и пищевым цепочкам. При внекорневом пути поступления наиболее подвижен цезий-137. Стронций-90 легко поступает в древесные растения из почвы по корневому пути.

Самыми устойчивыми к радиации оказались семена растений из регионов с жарким засушливым климатом, а наиболее чувствительны – семена из регионов с влажным и умеренно теплым климатом. У лиственных пород генеративные органы более устойчивы к облучению, чем у хвойных. Полагают, что устойчивость семян к облучению формировалась в процессе эволюции.

Чем шире ареал вида и выше его пластичность, тем больше и радиационная устойчивость. В небольших дозах облучение может вызвать даже стимуляцию грунтовой всхожести семян и роста сеянцев.

После чернобыльской аварии существенное загрязнение получили 3,5 млн га лесов Украины, Беларуси и России. На многие десятилетия осложнилось использование этих площадей. Деревья в «рыжем» лесу к северу от Чернобыля, погибшие вследствие аварии, были срублены и захоронены на месте.

Радиоактивные вещества проникли в почву на глубину 10 см. Самоочищение лесных территорий происходит медленно. На многих площадях радиоактивность превышает допустимые нормативы, поэтому здесь необходим особый долговременный режим хозяйства и землепользования.

Опыт ведения лесного хозяйства на территориях, загрязненных радионуклидами в результате чернобыльской катастрофы, показал, что в лесах, независимо от уровня загрязнения, не может полностью прекращаться лесохозяйственная деятельность.

В зонах отчуждения и отселения необходимо постоянно проводить комплекс профилактических противопожарных мероприятий, в том числе лесоводственными методами, и осуществлять охранно-режимные функции в целях предотвращения несанкционированного доступа граждан и пользования лесным фондом.

У нас в республике проведение работ на данных территориях регламентируется Правилами ведения лесного хозяйства на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС, утвержденными постановлением Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь от 27 декабря 2016 г. № 86.

Выбор мероприятий в лесном фонде базируется на зонировании территорий радиоактивного загрязнения лесного фонда с учетом плотности загрязнения почв цезием-137:

- I зона с плотностью загрязнения от 37 до 185 кБк/м² (от 1 до 5 Ки/км²);
- II зона – от 185 до 555 кБк/м² (от 5 до 15 Ки/км²);
- III зона – от 555 до 1480 кБк/м² (от 15 до 40 Ки/км²);
- IV зона – 1480 кБк/м² (40 Ки/км²) и более.

Все работы, проводимые на территориях радиоактивного загрязнения, должны осуществляться с обязательным радиационным контролем.

В I–III зонах разрешается создание объектов постоянной лесосеменной базы (лесосеменные плантации, участки), заготовка семян лесных растений. В IV зоне объекты постоянной лесосеменной базы используются в научно-экспериментальных целях.

Постоянные и временные лесные питомники создаются в I и II зонах. Посадочный материал лесных растений (сеянцы, саженцы, черенки, посадочный материал с закрытой корневой системой) используется для создания лесных культур на территории лесного фонда во всех зонах радиоактивного загрязнения.

Лесовосстановление на землях лесного фонда, лесоразведение, создание лесных культур осуществляются во всех зонах радиоактивного загрязнения.

Создание лесных культур в IV зоне проводится в соответствии со специальными регламентами (проектами). Однако чаще всего не покрытые лесом и нелесные земли оставляются под естественное возобновление леса. Содействие естественному возобновлению в этой зоне

не проводится, так как при этом происходит нарушение почвы. Содействие естественному возобновлению осуществляется только в I–III зонах.

В III зоне пахотные земли, не пригодные для сельскохозяйственного производства, а также не покрытые лесом земли лесного фонда подлежат лесоразведению или искусственному лесовосстановлению.

В I и II зонах (1–5 и 5–15 Ки/км²) закладка и выращивание лесных культур ведутся в соответствии с действующими нормативными документами. В проектах лесных культур для участков лесного фонда в зонах радиоактивного загрязнения, подлежащих лесовосстановлению и лесоразведению, указываются сведения о радиационной обстановке на участке: плотность загрязнения почв цезием-137, мощность дозы. При создании культур предусматривается необходимый минимум производственных операций, обеспечивающих сокращение затрат труда, времени пребывания работающих на лесокультурных площадях и невозможность повторного переноса радионуклидов почвы с пылью. На лесокультурной площади не разрешается выжигание травяного покрова.

В условиях слабого и среднего задернения почв возможно совмещение посадки с обработкой почвы. Сокращение затрат труда и времени работающих на посадке достигается уменьшением исходной густоты культур за счет использования укрупненного посадочного материала. Рекомендуются крупномерный посадочный материал, применение удобрений, выращивание смешанных по составу хвойно-лиственных насаждений.

Выявлено, что устойчивый снежный покров снижает мощность дозы гамма-излучения на 45%. При увлажнении почвы до уровня полной влагоемкости мощность экспозиционной дозы гамма-излучения уменьшается на 25%.

Работы по облесению зараженных радионуклидами земель должны проводиться ранней весной или поздно осенью по влажной почве, желательно в безветренную погоду. Передвижение рабочих осуществляется по бороздам, так как в них гамма-фон самый низкий. В бороздах производится также прикопка посадочного материала и хранение инструмента.

Работающих подвозят к месту работ специально оборудованным автотранспортом. Перед подачей на посадку в салонах или крытых кузовах должна производиться влажная уборка.

На объекте работ устраивается защищенная от ветра и очищенная от верхнего (5 см) слоя почвы площадка, так как подстилка остается самым радиоактивно-загрязненным компонентом лесных экосистем.

8.2. Создание лесных культур на землях, выведенных из-под сельскохозяйственного пользования, карьерах, осушенных торфяниках

Передаваемые лесному хозяйству земли, бывшие ранее в сельскохозяйственном пользовании, являются в основной своей массе песчаными и супесчаными. Нелесные почвы в результате длительного антропогенного воздействия истощены, наблюдается недостаток питательных веществ, имеются уплотненные подпахотные горизонты. Эти земли в основном представлены условиями произрастания A_2 (свежие песчаные почвы), реже B_2 (свежие супесчаные почвы) и приурочены к равнинным, средневозвышенным и слабоволнистым местоположениям с уровнем грунтовых вод на глубине от 2 до 4 м. На старопахотных землях с уже исчезнувшей глубинной ризосферой корневые системы формируются поверхностными водами и не достигают грунтовых. Созданные в таких условиях густые культуры в стадии жердняка переживают кризис водоснабжения, отмирают в засушливые годы и легко подвергаются воздействию болезней и вредителей.

При создании лесных культур в таких условиях особого внимания заслуживает биологический метод улучшения почв, не требующий значительных затрат труда и средств. Сущность его, как известно, заключается во введении в состав искусственных насаждений почвоулучшающих пород.

Помимо недостаточного плодородия участки, выведенные из-под сельскохозяйственного пользования, отличаются неблагоприятной ситуацией по отношению к корнегрызущим вредителям, поэтому обязательным условием является проведение обследования участков на зараженность вредителями, а при их наличии – проектирование профилактических или истребительных мероприятий.

Главной породой при создании лесных культур на низкобалльных сельскохозяйственных землях является сосна обыкновенная. Улучшение физических свойств почвы, таких как гигроскопичность, влагоемкость, водопроницаемость и ускорение малого биологического круговорота питательных веществ, в данных условиях имеет очень большое значение. Эту роль на песчаных и супесчаных почвах с успехом выполняет береза повислая.

Основным методом лесоразведения на землях бывшего сельскохозяйственного пользования является создание лесных культур.

Но не следует забывать о том, что береза может и отрицательно воздействовать на сосну. Так, в сосново-березовых насаждениях береза обгоняет по высоте сосну до 30–40-летнего возраста. Во втором периоде совместного роста сосна превосходит по высоте березу и не испытывает ее угнетающего влияния. Оптимальная примесь березы должна составлять 20–30%.

При культивировании сосны обыкновенной на старопахотных землях расстояние между центрами борозд или полос составляет 2,0–2,5 м, а для ели, лиственницы, ясеня – 2–3 м; для дуба и ольхи черной – 3–4 м.

При посадке семян или саженцев с открытой корневой системой с целью микоризации их обмакивают в «болтушку», в состав которой включается почва из лесных насаждений или специальный препарат. Шаг посадки при использовании семян составляет, как правило, 0,6–1,0 м, саженцев и дичков – 1,0–1,5 м.

Торфяные фрезерные выработки по способу лесокультурного освоения делятся на четыре категории полей: затопляемые, низкие, средние и высокие. Для искусственного облесения пригодны низкие, средние и высокие поля.

Облесение выработанных торфяников целесообразно проводить в первые 2–3 года после прекращения добычи торфа, пока не задернела почва и не появилось обильное возобновление ивняков и второстепенных древесных пород.

Своевременно незакультивированные и плохо облесившиеся поля, а также возобновившиеся ивняками назначаются к реконструкции путем полной или частичной расчистки площади, подготовки почвы и посадки культур.

Подготовка почвы на низких полях выполняется созданием микроповышений (холмиков или валов). Лучшие результаты по производительности труда и удобству производства культур, их приживаемости и росту дает формирование валов путем вспашки почвы всвал на максимальную глубину. Концы борозд соединяются поперечной канавкой, отводящей избыток воды в мелиоративную канаву.

На средних полях подготовка почвы производится сплошной вспашкой, созданием борозд и валов. Вспашка выполняется обычными сельскохозяйственными плугами с последующим дискованием дернины. Она обеспечивает механизированную посадку и уход. Валы и борозды готовятся двухотвальными плугами. В условиях высоких полей допускается проведение глубоких борозд.

Создание культур на выработанных торфяниках производится, как правило, весенней посадкой. В исключительных случаях на плохо

разложившемся, бедном и незасоренном торфе разрешается посев. Не допускается посадка и дополнение культур осенью.

Посадка производится на валах, холмах, полосах и в глубокие борозды вручную, по сплошной вспашке и целине – лесопосадочными машинами.

В качестве посадочного материала целесообразно использовать однолетние, первосортные сеянцы сосны, двух-трехлетние сеянцы ели и одно-двухлетние сеянцы ольхи черной, березы и осины. Облесение сильно засоренных участков следует вести посадочным материалом этих пород высотой 0,4–0,6 м.

Создавать культуры на низких полях следует из сосны, ели и ольхи черной. Лучше применять порядное смешение: С–Е–С–Е–С–Е–С–Е; Ол–Е–Ол–Е–Ол–Е.

Средние поля целесообразно культивировать сосной, допуская на сильно засоренных участках примесь около $\frac{1}{3}$ ели и ольхи.

На высоких полях возможна посадка только сосны и березы. Допускается порядное смешение в соотношении 3 ряда березы и 7 рядов сосны. На плохо разложившемся бедном не зарастающем сорняками торфе желательно внесение в посадочные щели лесной микоризной земли из насаждений той породы, которая культивируется.

Первоначальная густота культур при посадке обычным посадочным материалом не должна быть менее 3,6 тыс. га, однако лучше использовать культуры повышенной густоты – 7 тыс. шт. сеянцев на 1 га. При посадке саженцев число посадочных мест снижается до 3200 шт. на 1 га. Ширина междурядий при подготовке плугом-канавокопателем и прочими орудиями должна быть 3 м.

Весной следующего после посадки года культуры сосны и ели на низких полях нуждаются в opravке и дополнении. В отдельные годы зимне-весеннее выжимание саженцев морозом достигает 50%. Культуры всех пород на площадях со слабым развитием травянистого покрова (при покрытии почвы до 50%) не нуждаются в агротехническом уходе. При более мощном развитии травянистого покрова (при покрытии более 50%) за культурами сосны и ели обязателен регулярный агротехнический уход. Он может проводиться путем ручной прополки (валы, борозды), механизированного рыхления почвы культиваторами в первый год 2 раза, во второй – 1 раз, химической обработки рядков гербицидами 1 раз весной первого года.

На полях, склонных к интенсивному зарастанию березой и ивняками, за культурами с трех-пятилетнего возраста необходим лесоводственный уход путем осветления сосны и ели.

9. БИОРАЗНООБРАЗИЕ ПРИ ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИИ С УЧЕТОМ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

9.1. Общие вопросы сохранения биоразнообразия при лесовосстановлении

В настоящее время проблема изменения климата является достаточно очевидным фактом, что вызывает необходимость разработки и последующего внедрения на государственном уровне различных предупредительных мер по адаптации окружающей среды к климатическим изменениям. Так, ученые-климатологи отмечают, что в Беларуси за последний 20-летний период зафиксировано превышение среднегодовой температурой климатической нормы на $1,1^{\circ}\text{C}$. Кроме того, в отмеченный период потепления увеличилась неравномерность выпадения осадков как среди года, так и за отдельные годы. Изменения в выпадении осадков в сочетании с повышенным температурным режимом приводят к возникновению засушливых явлений, повторяемость которых за последние 20 лет также участилась. Согласно прогнозным оценкам, сделанным на ближайшие 60 лет, на территории Республики Беларусь ожидается дальнейший рост среднегодовой температуры еще на $1,0\text{--}2,9^{\circ}\text{C}$. При этом прогнозируется, что рост среднегодового количества осадков окажется незначительным и будет приходиться на зимние месяцы, когда их роль как источника влаги для вегетации текущего года не столь велика.

На фоне происходящих климатических изменений лесное хозяйство рассматривается как один из наиболее уязвимых секторов экономики. При этом отмечается, что на территории Республики Беларусь уже происходит сдвиг ареалов произрастания некоторых видов лесной растительности, рост болезней леса и пожаров, а также потери запаса древесины по причине увеличения интенсивности и количества неблагоприятных метеорологических явлений. Из-за значительного роста среднегодовой температуры лесное хозяйство в южных и восточных районах страны сталкивается с проблемой недостаточной почвенной влагообеспеченности, что приводит к ослаблению лесных насаждений, а следовательно, к массовым усыханиям древостоев и их поражению болезнями и вредителями.

Решающую роль в регулировании температурного режима на планете отводят лесам, так как именно они являются одними из главных «поглотителей» углекислого газа, на которые может активно оказываться воздействие. По этой причине во всех странах весьма важным становится вопрос разработки и последующей реализации мер по адаптации лесного хозяйства к климатическим изменениям.

Основными направлениями адаптации лесного хозяйства к изменению климата являются увеличение доли лесов, максимально возможное сохранение их генетического разнообразия, более широкое использование комбинированного и естественного возобновления лесов, пересмотр возрастов спелости и сроков проведения уходов, создание смешанных разновозрастных насаждений, помощь в искусственном расширении экологического диапазона произрастания древесных растений при искусственном лесовосстановлении, работа по интродукции наиболее подходящих к измененному климату пород. Практически во всех направлениях ключевым элементом является сохранение и увеличение биоразнообразия управляемых лесов.

В настоящее время считается, что наибольшим естественным биоразнообразием обладают малонарушенные природные экосистемы. Из этого следует, что угроза биоразнообразию тем сильнее, чем дальше отдалится лесная экосистема от естественного состояния. В то же время природные экосистемы и пути естественного лесовосстановления могут не отвечать потребностям человека, использующего лес как источник разнообразного сырья и функций. Именно поэтому необходимо вести разумное хозяйствование, направленное на обеспечение полезных для человека свойств леса с максимально возможным уровнем сохранения биоразнообразия.

Каждый вид, занимая свою, только ему присущую экологическую нишу, играет уникальную роль в экосистеме. Исчезновение любого вида приводит к разрыву его многочисленных связей с другими видами, вследствие чего нарушается функционирование экосистемы.

Во многих странах Европы в настоящее время предпринимаются меры по сохранению и восстановлению местообитаний, которые ранее были обычны, а в современных условиях не воспроизводятся.

Восстановление (реинтродукция) видов, в историческое время произраставших на данной территории, также можно рассматривать в качестве меры по сохранению естественного биоразнообразия.

В некоторых случаях использование пород деревьев, естественно не произрастающих в данной местности, не несет особой опасности

для местной флоры, особенно при использовании видов из ближайших регионов.

Как пример негативного влияния чужеродных видов можно привести клен ясенелистный, который привлек внимание озеленителей неприхотливостью, быстрым ростом и способностью переносить задымление атмосферы, но теперь он считается инвазивным растением. Так же как и акация белая, которая постепенно внедряется в наши леса на юге республики.

При управлении лесами с точки зрения сохранения биоразнообразия можно руководствоваться принципами предосторожности и адаптивности хозяйственной деятельности.

Первый заключается в том, что при ведении лесохозяйственной деятельности следует избегать действий, которые могут необратимо изменить характер функционирования лесных экосистем.

Принцип адаптивности хозяйственной деятельности требует, чтобы лесное хозяйство велось системно и базировалось на наблюдении и научном знании, а не уповало на метод проб и ошибок. Суть подхода в том, чтобы на основе научного знания скрупулезно подобрать подходящую систему лесохозяйственных мероприятий и отслеживать эффективность применения последних с помощью программы мониторинга.

9.2. Биоразнообразие при искусственном лесовосстановлении

Одним из основных путей сохранения и повышения биоразнообразия при искусственном лесовосстановлении является создание смешанных лесных культур.

Смешанные лесные культуры состоят из двух и более видов деревьев и кустарников. Часто они образуют сложные по строению насаждения, которые в благоприятных условиях местопроизрастания являются более продуктивными и экологически устойчивыми, а также имеют высокие водоохранные и почвозащитные свойства.

Следует отметить, что при подборе пород для смешения необходимо исходить из принципа благоприятного влияния сопутствующих пород на главную. В случае смешения пород с одинаковой энергией роста или при проявлении антагонизма между видами в культурах необходимо между крайними рядами кулис или био группы вводить буферные ряды из кустарника.

При создании смешанных культур необходимо учитывать биологические, экологические и физиологические свойства используемых пород, особенности их взаимодействия в конкретных лесорастительных условиях в разные периоды жизни, а также особенности строения крон и корневых систем, закономерности их роста и развития. Смешанные культуры состоят из главных, сопутствующих пород и кустарников.

При создании смешанных культур чаще всего вводят одну главную породу, иногда – две. Сопутствующие породы образуют второй ярус и призваны улучшать условия для роста главной породы. С этой целью в качестве сопутствующих пород следует выбирать медленнорастущие густокронные теневыносливые виды, которые будут также выполнять роль подгона для главной породы.

При создании смешанных лесных культур важное значение имеют количественное соотношение культивируемых видов и порядок их размещения на площади. В связи с этим применяются различные типы и схемы (способы) смешения.

Наиболее распространенными типами смешения являются: древесный, древесно-теневой, древесно-кустарниковый и древесно-теневой с кустарником.

Схема (способ) смешения представляет собой порядок размещения культивируемых видов деревьев и кустарников. В лесокультурном производстве используются в основном следующие способы смешения: порядный, кулисный, подеревный, звеньевой, шахматный.

Различие климатических условий на территории Беларуси определяет и зональность растительности, которая выражается в том, что в направлении с севера на юг бореальные леса южно-таежного типа сменяются формациями широколиственных лесов.

Изменение границ агроклиматических областей по причине изменения климата в дальнейшем приведет к изменению породного состава лесов Беларуси. Такие бореальные виды, как ель европейская, ольха серая, возможно и сосна, а также влаголюбивые породы (ясень и черная ольха), частично утратят устойчивость, конкурентоспособность и сократят свое участие в составе лесов. Скорее всего, южные области (Брестская и Гомельская) полностью лишатся ели. В Минской, Могилевской и Гродненской областях ареал ели сократится в значительной степени. Ситуация может усугубиться при увеличении количества и продолжительности засух, которые будут способствовать вспышкам массового размножения вредителей леса, что вызовет гибель еловых насаждений на значительных площадях этих областей. Только на северо-востоке страны, где сильнее выражена континентальность климата, ельники будут сохраняться.

Для повышения устойчивости еловых лесов следует создавать смешанные насаждения. При этом на богатых почвах ель должна быть полностью или частично заменена широколиственными породами (дубом, липой) и лиственницей. Для сохранения ели в составе лесов необходимо проводить реконструкцию мелколиственных древостоев и заменять их березово-еловыми и осиново-еловыми насаждениями, а также создавать смешанные елово-сосновые, елово-дубовые и елово-липовые лесные культуры. Это позволит не только сохранить ель, но и увеличить ее долю в составе лесов.

Потепление климата создаст условия для увеличения доли широколиственных лесов, в частности дубрав. В Могилевской и Витебской областях их площадь может быть существенно увеличена путем создания смешанных лесных культур на суглинистых почвах. Хорошим спутником для дуба является липа. В опаде липы содержится много азота, фосфора, кальция. Чем ниже плодородие почвы и хуже ее физические свойства, тем значительнее положительный эффект от липы. Высокой способностью аккумулировать в лесной подстилке запасы питательных элементов в дубравах обладают также черемуха, бузина, лещина, клен – их опад дает наибольшее количество минеральных веществ. Присутствие лиственницы в дубравах повышает влажность верхних слоев почвы, способствует увеличению количества подвижных фосфора и калия.

С потеплением климата возможно введение в состав лесов бука и более широкое использование лиственницы. Примесь бука в сосновых и дубовых культурах на супесчаных почвах повышает их плодородие и способствует улучшению роста главной породы. Выделенный южно-восточный регион ареала распространения данной породы в северной части примыкает к южной части Брестской области (рис. 13).

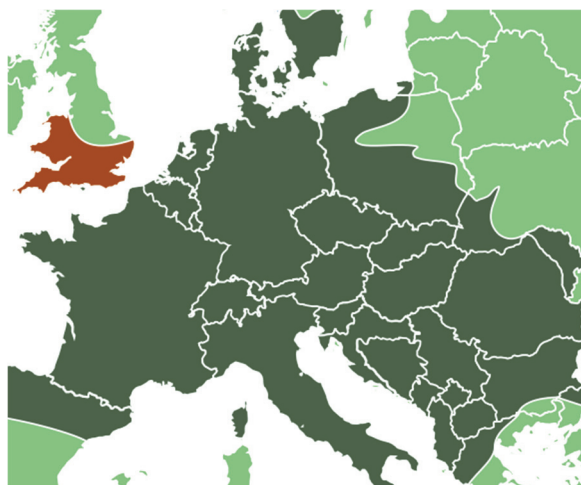


Рис. 13. Ареал распространения бука европейского

Существует также успешный опыт по выращиванию бука на территории надлесничества Сувалки (Польша), что соответствует по широте Логойску, Борисову, Шклову в Беларуси.

Плюсовое насаждение бука в Беларуси произрастает на территории Индурского лесничества Гродненского лесхоза. Состав насаждения – 10Бук. Площадь насаждения составляет 0,3 га. Возраст насаждения 110 лет. Насаждение является искусственно созданным, одноярусным, при этом здесь произрастает 6 плюсовых деревьев. Тип условий местопроизрастания – Д₂. Бонитет – I. Данное насаждение является примером успешной интродукции данной породы в Беларуси.

Возможно расширение насаждений пихты белой в Брестской и Гомельской областях. Ареал распространения данной породы приходится на Карпаты, Центральную и Южную Европу (рис. 14).

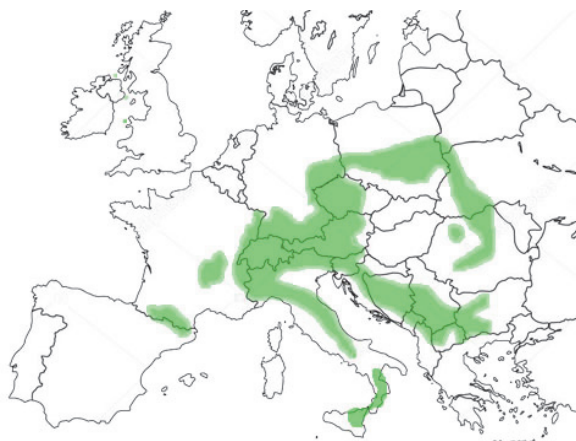


Рис. 14. Ареал распространения пихты белой

Изменение климата Беларуси, вызывающее смещение ареала распространения ели европейской на север, позволяет рассматривать пихту белую как один из вариантов создания смешанных лесных культур с участием сосны обыкновенной, лиственницы европейской, липы мелколистной. Согласно лесному кадастру, в республике выделено всего 11,3 га пихты белой. Основная популяция данной породы произрастает изолированно в Беловежской пуще в урочище «Тисовик». Отдельные деревья этого вида встречаются на территории Пружанского лесхоза в заказнике «Пихтарник» и Клецкого лесхоза. В настоящее время пихта белая считается реликтовым видом, занесенным в Красную книгу из-за постоянного сокращения численности вида. Точное происхождение насаждений с участием пихты белой на территории Беловежской пущи не установлено, однако существует мнение, что это фрагменты некогда более широкого, сплошного ареала распространения данного вида.

С точки зрения возможности появления на территории Беларуси интерес также представляет дуб скальный (*Quercus pétraea*). Данная порода широко распространена практически по всей Европе (рис. 15). Ареал проходит по территории Украины практически по южной границе нашей республики. Эта порода по сравнению с дубом черешчатым отличается большей теплолюбивостью и менее требовательна к плодородию и влажности почвы. Однако древесина дуба скального более мягкая.



Рис. 15. Ареал распространения дуба скального

В Беларуси, согласно лесному кадастру, насчитывается 827,4 га дуба скального. Сейчас он преимущественно произрастает на территории Национального парка «Беловежская пуща», однако встречается в Глубокском лесхозе, а также в нескольких парках. Данный вид занесен в Красную книгу Республики Беларусь.

В то же время необходимо более широкое включение в состав лесных культур таких пород, как вяз шершавый, гладкий, полевой, клен остролистный, липа мелколистная.

Лесные культуры вяза шершавого наиболее целесообразно создавать в условиях свежих и влажных сложных суборей и дубрав C_{2-3} , D_{2-3} , вяза гладкого – в условиях влажных сложных суборей и дубрав C_3 , D_3 , вяза полевого – в условиях свежих суборей B_2 , C_2 .

Искусственные насаждения можно создавать путем посева семян, посадкой сеянцев и саженцев. Однако при производстве лесных культур предпочтение следует отдавать посадке сеянцев и саженцев.

Для посадки рекомендуется использовать сеянцы 1–2-летнего возраста или 3–4-летние саженцы. Шаг посадки при использовании такого посадочного материала должен быть 0,75–1,00 м, а ширина междурядий – 2,5–3,0 м. Вяз шершавый и вяз гладкий рекомендуется вводить в состав смешанных лесных культур в качестве спутника дуба черешчатого

со схемой смешения 2–3 ряда дуба, 1 ряд вяза. Чистые насаждения всех видов вяза рекомендуется создавать прежде всего на участках интенсивно посещаемых населением, расположенных вблизи путей транспорта и мест отдыха, где в максимальной степени могут проявиться декоративно-эстетические свойства этих пород.

Искусственные насаждения клена остролистного наиболее целесообразно создавать в условиях свежих и влажных сложных суборей и дубрав C_{2-3} , D_{2-3} . Возможно создание культур клена и в суборевых условиях местопроизрастания B_{2-3} .

Основным методом создания искусственных насаждений клена остролистного является посадка. При этом рекомендуется использовать саженцы 4–5-летнего возраста. Возможно также использование укрупненных 1–2-летних сеянцев. Шаг посадки при использовании такого посадочного материала должен быть 1,0 м, а ширина междурядий – 3,0–4,0 м. Клен остролистный рекомендуется вводить в состав смешанных лесных культур в качестве спутника дуба черешчатого и ясеня обыкновенного в условиях C_{2-3} , D_{2-3} со схемами смешения 2–3 ряда дуба, 1 ряд клена или 2 ряда ясеня, 1 ряд клена. Возможен одновременный ввод пород, когда клен остролистный высаживается через 2–3 года после закладки культур дуба. Также возможно создание смешанных культур клена остролистного с сосной обыкновенной и елью европейской в условиях B_{2-3} и C_{2-3} со схемами смешения 8 рядов сосны, 2 ряда клена и 7–8 рядов ели, 2–3 ряда клена.

Искусственные насаждения липы целесообразно создавать в условиях свежих и влажных сложных суборей и дубрав C_{2-3} , D_{2-3} , допускается использовать в качестве сопутствующей породы в B_{2-3} .

Основным методом создания искусственных насаждений липы является посадка. Для этого рекомендуется использовать саженцы 4–5-летнего возраста или укрупненные сеянцы 2–3 лет. Шаг посадки при использовании такого посадочного материала принимается равным 1 м. Ширина междурядий в культурах должна быть в пределах 2,5–3,0 м. Липу рекомендуется вводить в состав смешанных лесных культур в качестве спутника дуба черешчатого. Способ смешения – рядами (1 ряд дуба, 1 ряд липы) или кулисами (2 ряда дуба, 1 ряд липы). Возможно также смешение древесных видов в ряду.

Липу можно смешивать с лиственницей европейской, елью европейской и сосной обыкновенной по схемам смешения 1–2 ряда лиственницы (ели, сосны), 1 ряд липы, что обеспечит хорошую очищаемость деревьев главных пород от сучьев. Чистые насаждения липы рекомендуется создавать прежде всего на территориях, интенсивно используемых для пчеловодства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лесной кодекс Республики Беларусь: принят Палатой представителей 3 дек. 2015 г. – Минск: Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь, 2017. – 123 с.
2. Положение о порядке лесовосстановления и лесоразведения по постановлению М-ва лесного хоз-ва Респ. Беларусь, 19 дек. 2016 г., № 80 // Pravo.by [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://law.by/upload/docs/op/W21631578_1484254800.pdf. – Дата доступа: 13.01.2024.
3. О некоторых вопросах воспроизводства лесов в области выращивания посадочного материала лесных растений постановление М-ва лесного хоз-ва Респ. Беларусь, 19 дек. 2016 г., № 76 // Pravo.by [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=3961&p0=W21731712>. – Дата доступа: 13.01.2024.
4. Новосельцева, А. И. Справочник по лесосеменному делу / А. И. Новосельцева. – М.: Лесная пром-сть, 1978. – 335 с.
5. Якимов, Н. И. Лесные культуры и защитное лесоразведение: учеб. пособие. В 2 ч. Ч. 1 / Н. И. Якимов, В. К. Гвоздев, В. В. Носников. – Минск: БГТУ, 2019. – 145 с.
6. Якимов, Н. И. Лесные культуры и защитное лесоразведение : учеб. пособие. В 2 ч. Ч. 2 / Н. И. Якимов, В. К. Гвоздев, В. В. Носников. – Минск: БГТУ, 2019. – 221 с.
7. Родин, А. Р. Лесные культуры / А. Р. Родин. – М.: МГУЛ, 2006. – 318 с.
8. Устойчивое лесоуправление и лесопользование. Наставление по выращиванию посадочного материала древесных и кустарниковых видов в лесных питомниках Республики Беларусь: ТКП 575–2015 (33090). – Введ. 15.12.2015. – Минск: Белгипролес, 2015. – 55 с.
9. Правила лесовосстановления и лесоразведения: ТКП 667–2022 (33090). – Введ. 15.08.2022. – Минск: Минлесхоз, 2022. – 23 с.
10. Крук, Н. К. Лесные культуры и защитное лесоразведение. Лабораторный практикум / Н. К. Крук. – Минск: БГТУ, 2017. – 84 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
1. ОСОБЕННОСТИ ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ В БЕЛАРУСИ И ЗА РУБЕЖОМ.....	4
1.1. Особенности лесовосстановления и лесоразведения в Беларуси	4
1.2. Особенности лесовосстановления и лесоразведения за рубежом	11
2. ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА В ПОСТОЯННЫХ ЛЕСНЫХ ПИТОМНИКАХ	17
2.1. Общие принципы регулирования минерального питания	17
2.2. Особенности применения минеральных удобрений.....	20
2.3. Применение органических удобрений в питомнике.....	23
2.4. Использование регуляторов роста	30
2.5. История применения гербицидов в лесном хозяйстве.....	33
2.6. Применение гербицидов в питомнике.....	35
2.7. Поливные системы.....	39
3. КРУГОВЫЕ И ПОДПОЛОГОВЫЕ ПИТОМНИКИ	48
3.1. Методика закладки круговых питомников. Расчет площади зон отенения.....	48
3.2. Выбор места для закладки подпологового питомника и его эксплуатация	50
4. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА ХВОЙНЫХ И ЛИСТВЕННЫХ ПОРОД	52
4.1. Выращивание посадочного материала сосны обыкновенной, ели европейской.....	52
4.2. Выращивание посадочного материала лиственных пород	54
4.3. Выращивание крупномерного посадочного материала в школьном отделении	62
4.4. Выращивание сеянцев лиственницы, дуба красного, сосны кедровой сибирской, пихты, псевдотсуги.....	66
4.5. Посадочный материал тополей	69

5. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА В ЗАКРЫТОМ ГРУНТЕ	71
5.1. Современные конструкции теплиц	71
5.2. Выращивание посадочного материала в закрытом грунте	73
5.3. Посадочный материал с закрытой корневой системой.....	74
5.4. Зеленое черенкование в питомнике	82
6. ПЛАНТАЦИОННОЕ ВЫРАЩИВАНИЕ КРУПНОМЕРНОЙ, БАЛАНСОВОЙ И ТОПЛИВНОЙ ДРЕВЕСИНЫ	84
6.1. Предпосылки для развития плантационного лесовыращивания.....	84
6.2. Технология выращивания плантационных насаждений	86
7. РЕКОНСТРУКЦИЯ МАЛОЦЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ.....	89
8. ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЕ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ	91
8.1. Лесовосстановление на радиоактивно загрязненных территориях.....	91
8.2. Создание лесных культур на землях, выведенных из-под сельскохозяйственного пользования, карьерах, осушенных торфяниках.....	94
9. БИОРАЗНООБРАЗИЕ ПРИ ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИИ С УЧЕТОМ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА.....	97
9.1. Общие вопросы сохранения биоразнообразия при лесовосстановлении	97
9.2. Биоразнообразие при искусственном лесовосстановлении	99
ЛИТЕРАТУРА	105

Учебное издание

Носников Вадим Валерьевич

**ИНТЕНСИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
ВЫРАЩИВАНИЯ ПОСАДОЧНОГО
МАТЕРИАЛА И ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ**

Тексты лекций

Редактор *Т. Е. Самсанович*
Компьютерная верстка *В. А. Маркушевская*
Корректор *Т. Е. Самсанович*

Издатель и полиграфическое исполнение:
УО «Белорусский государственный технологический университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/227 от 20.03.2014.
Ул. Свердлова, 13а, 220006, г. Минск.