



52 – Нижегородская область

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия»

603137, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, д. 97

Факультет лесного хозяйства

**Изучение хода лигнификации ксилемы и динамики
содержания запасных веществ в центральных побегах
сеянцев сосны обыкновенной при привлечении
интенсивных технологий выращивания**

**The study of the course of xylem lignification and dynamics of
the content of storage substances in the central shoots at
various technologies to tree seedlings of scots pine**

Выполнил

Базанов Эдуард Дмитриевич,
студент 1 курса

Научный руководитель

Бессчётнов Владимир Петрович,
Почётный работник высшего профессионального
образования Российской Федерации,
д.б.н., профессор, зав. кафедрой лесных культур
ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА

г. Нижний Новгород
2019 год

Содержание

Введение	3
1. Материалы и привлеченные методики исследований	4
1.1 Изучение вопроса	4
1.2 Методика исследований	4
1.2.1 Определение лигнина	5
1.2.2 Определение крахмала	7
1.2.3 Определение жиров	8
1.2.4 Определение биометрических показателей семян	9
1.2.5 Определение содержания гумуса по методу И. В. Тюрина в модификации Б. А. Никитина	10
1.2.6 Определение подвижных форм фосфора и калия в почве по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО	12
1.2.7 Определение обменной кислотности	13
2. Результаты исследований	15
3. Экономическая эффективность	24
Выводы	27
Литература	28
Приложения	30

Введение

Лигнификация является одним из главных процессов, сопровождающих развитие клеток ксилемы древесных растений.

Цель нашей работы состояла в изучении хода лигнификации клеток ксилемы и содержания запасных веществ в центральных побегах сосны обыкновенной, выращенных нами при различных технологиях, установлении взаимосвязи динамики накопления питательных веществ с процессом лигнификации, определении эффективности технологий защищенного грунта.

В задачи исследования входило:

1. Проведение гистохимических исследований центральных побегов сеянцев.
2. Определение содержания крахмала и жиров в центральных побегах.
3. Определение биометрических показателей сеянцев в опыте и в контроле, статистическая обработка результатов исследования.

Объектом исследования служили производственные площади питомнического комплекса в государственном бюджетном учреждении Нижегородской области «Семеновский спецсемлесхоз», где реализованы традиционные (экстенсивные) и современные (интенсивные) технологии выращивания посадочного материала в условиях теплиц, в том числе - сеянцев с закрытой корневой системой.

1. Материалы и привлеченные методики исследований

1.1 Изучение вопроса

Гистохимический метод основан на способности древесного волокна давать определенную окраску при взаимодействии специфических химических реагентов с каким-либо компонентом клеточной стенки.

Современные методы гистологических исследований весьма многочисленны и разнообразны. Они позволяют производить структурный и гистохимический анализ гистологических объектов на микроскопическом уровне.

1.2 Методика исследований

Одним из важнейших показателей развития сеянцев, обеспечивающих их устойчивость к неблагоприятным внешним факторам, является уровень развития ксилемы в их центральных побегах. Целлюлоза находится в оболочках уже самых молодых; ее содержание колеблется в пределах насаждения, зависит от местообитания, возраста, части дерева и обусловлено наследственной структурой.

Исследования проводились в 2017 – 2018 г. г. полевым стационарным и лабораторными методами с привлечением общепризнанных методических схем организации работ и построения выборок. Их методологической основой служили всеобщий и общенаучные методы исследований, предусматривающие реализацию принципов единственного логического различия, пригодности и целесообразности опыта. Для этого было предусмотрено сравнительное изучение образцов центральных побегов, одновременно заготовленных на участках открытого грунта и теплиц.

Камеральный этап работы выполнялся в лаборатории лесной селекции и генетики кафедры лесных культур НГСХА. Приготовленные временные препараты исследовались с помощью микроскопа «МИКМЕД-2»; окрашенные срезы фотографировались с помощью микрофотонасадки, адаптированной к

цифровой фотокамере «CANON 60D», соединенной с персональным компьютером.

Степень лигнификации стенок клеток ксилемы (одревеснение клетчатки в стенках клеток ксилемы) оценивали с помощью качественной реакции флороглюцина на лигнин. Морозоустойчивость побегов определяли не только состоянием клеточных оболочек, но также их содержимым, т.е. запасными веществами (накоплением в клетках крахмала). В связи с этим провели простую пробу на крахмал.

Срезы поместили в раствор Люголя (йод в йодистом калии) на 5-10 мин. Через несколько минут крахмал окрасился в цвета от синего до черного.

Для анализа и оценки морфометрических показателей исследовались сеянцы сосны обыкновенной, выращиваемые в условиях открытого грунта в течение 2-х лет и в теплицах с контролируемыми условиями среды - в течение 1-го года, для оценки физиологических параметров сеянцев анализировали только центральные побеги сеянцев с закрытой корневой системой, выращиваемых с применением интенсивных технологий в условиях теплиц.

1.2.1 Определение лигнина

Для изучения процесса лигнификации ксилемы нами заготавливались центральные побеги сосны обыкновенной в количестве 30 штук, что обеспечивало достоверность данных и необходимую точность опыта. Типичные побеги отбирали по принципу случайного отбора. При этом руководствовались существующими методическими разработками. Ход лигнификации ксилемы оценивался по процентному отношению окрасившейся зоны ксилемы ко всей ее радиальной ширине после измерения окуляр-микрометром с точностью до 0,01 мм.

Делали срезы центральных побегов острой бритвой и помещали в воду в чашки Петри.

Далее срезы на 5 мин помещали в насыщенный подкисленный раствор гипохлорита кальция и затем перенесли в 1%-ный раствор сульфита натрия. Лигнин через несколько минут приобрел ярко – вишнево - красную окраску, которая в течение часа сменилась на коричнево - бурую.

Оценка давалась по каждой учетной зоне тканей отдельно, в сумме баллов по всем учетным зонам и в средних значениях бальной оценки для учетной зоны. Степень лигнификации ксилемы устанавливалась по соотношению зон клеток с различной степенью одревеснения. Использовалась предложенная нами шкала бальной оценки учетных зон:

- 0 - лигнификация отсутствует - не наблюдается типичного окрашивания;

- 5 - очень слабая степень лигнификации (начальная фаза процесса) - наблюдается слабозаметное равномерное бледно-розовое окрашивание низкой интенсивности;

- 10 - слабая степень лигнификации - наблюдается уверенно фиксируемое визуально равномерное бледно-розовое окрашивание;

- 15 - средняя степень лигнификации - отчетливо наблюдается равномерное типично-розовое окрашивание средней интенсивности;

- 20 - высокая степень лигнификации - наблюдается равномерное интенсивно-розовое окрашивание;

- 25 - очень высокая (предельная) степень лигнификации - наблюдается наиболее интенсивное розовое окрашивание, соответствующее по интенсивности окрашиванию эталонов полностью одревесневших клеток ксилемы нормально развитых тканей или окрашиванию выделенного лигнина.

В качестве эталона при сравнении степени, интенсивности и характера окрашивания использовались срезы, не обработанные флороглюцином. Окраска их клеток в ксилеме соответствует полному отсутствию лигнификации - 0 баллов. По каждой зоне отдельно велся учет количества рядов клеток в радиальном направлении, начиная от первого ряда в ранней ксилеме и заканчивая последним видимым рядом поздней ксилемы перед камбием, что позволяло

выявить долю клеток с полной лигнификацией, долю клеток с частичной лигнификацией (полуодревесневших) и долю клеток без лигнификации. Параллельно измерение каждой зоны проводилось окуляр-микрометром. Формирование количественной оценки степени лигнификации ксилемы выполнено по соотношению зон с различной степенью одревеснения, при этом все количество рядов клеток ксилемы (ранней и поздней) принималось за 100%.

Степень лигнификации стенок клеток ксилемы (одревеснения клетчатки в стенках клеток ксилемы) оценивали с помощью качественной реакции флороглюцина на лигнин. Она оценивалась по соотношению зон клеток с различной степенью лигнификации: зона клеток, имеющих много лигнина, устанавливается по наличию интенсивного окрашивания в вишнево-красный цвет, что соответствует состоянию полного одревеснения – полной лигнификации; зона клеток, имеющих мало лигнина, устанавливается по наличию розового или бледно-розового окрашивания, что соответствует полуодревесневшим клеткам или клеткам с частичной лигнификацией ксилемы; зона клеток, не содержащих лигнин, устанавливается по отсутствию окраски, что соответствует не одревесневшим клеткам без признаков лигнификации. [1; 14]

1.2.2 Определение крахмала

Наличие в клетках крахмала оценивалось дифференцировано по учетным зонам каждой из тканей, привлеченных для анализа содержания запасных веществ. Оценка давалась по каждой учетной зоне тканей отдельно, а также в сумме баллов по всем учетным зонам и в средних значениях балльных оценок для учетной зоны. В качестве контроля визирования использовались неокрашенные срезы. С ними сравнивались срезы, окрашенные соответствующими реактивами.

Крахмал выявляли цветной реакцией на раствор Люголя. Оценка его содержания давалась по предложенной нами с учетом существующих разработок шкале в баллах. 0 – крахмал отсутствует полностью: не удастся обнаружить ни одного крахмального зерна ни в одной клетке учитываемой ткани. 5 – крахмал в ограниченном количестве присутствует в единичных (до 10 %) клетках учитываемой ткани. 10 – крахмал присутствует в меньшем числе клеток: окрашенные крахмальные зерна удастся зафиксировать примерно в 20 – 30 % клеток; количество клеток, в которых удалось зафиксировать крахмал меньше половины всех учитываемых клеток ткани, но больше, чем в единичных клетках. 15 – крахмал фиксируется примерно в половине всех учитываемых клеток ткани (40 – 60 %): его хорошо заметные окрашенные зерна удастся обнаружить в значительном количестве в клетках, которые составляют примерно половину всего количества учитываемых клеток ткани. 20 – крахмал отмечается в большей части клеток (70 – 90 %): хорошо окрашенные зерна крахмала в большом количестве заметны почти во всех клетках учитываемой ткани, он отсутствует только в единичных клетках (до 10 %). 25 – крахмал присутствует во всех клетках учитываемой ткани. Крахмал в большом количестве и легко обнаруживается во всех клетках учитываемой ткани; клетки, не содержащие крахмала, отсутствуют. [1; 14]

1.2.3 Определение жиров

Жиры фиксировались реакцией на Судан-III; их содержание учитывалось в условных балах по предложенной нами шкале. 0 – жиры отсутствуют полностью: ни в одной из клеток учитываемой ткани не удастся обнаружить изменение окраски в сторону появления розового оттенка; окраска клеток, обработанных препаратом Судан-III, такая же, как у не обработанных (необработанные срезы выступают эталоном окраски для сравнительной качественной оценки в баллах). 5 – клетки тканей, содержащих жиры, окрашиваются в слабо заметный бледно-розовый цвет, что удастся установить

только при сопоставлении их окраски с окраской эталонных срезов и с окраской клеток в тканях, не содержащих жиры. 10 – клетки тканей, содержащих жиры, имеют хорошо заметную бледно-розовую окраску, надежно различимую при сопоставлении с эталонными срезами. 15 – клетки тканей, содержащих жиры, приобретают хорошо устанавливаемую розовую окраску средней интенсивности, при этом окрашенных капель жира в них обнаружить не удастся. 20 – клетки ткани окрашиваются в хорошо заметный розовый цвет, в единичных клетках ткани удается зафиксировать жиры в капельножидком состоянии. 25 – клетки, содержащие жиры, легко обнаруживаются по всей ткани, их окраска выражено розовая или интенсивно розовая; кроме того, во многих клетках ткани обнаруживаются жиры в капельножидком состоянии. Параллельно на каждом срезе учитывалось наличие суберина в корковой зоне: Судан-III дает окрашивание в оранжево-красный цвет. [1; 14]

1.2.4 Определение биометрических показателей сеянцев

Определение биометрических показателей (высота сеянцев, диаметр корневой шейки) проводили в соответствии с методическими рекомендациями А. А. Молчанова, В. В. Смирнова, Л. Е. Родина, Н. П. Ремезова, Н. И. Базилевич [8; 9; 11]. Во всех случаях биометрические показатели определяли после полного прекращения сезонного прироста соответствующих частей дерева. Высоту стволика сеянцев определяли с помощью линейки, а диаметр корневой шейки - штангенциркулем на растущих сеянцах.

Полученные данные обрабатывались по Б.А. Доспехову [8] с использованием пакета программ Microsoft Excel.

Так же нами проведено исследование свойств торфа, используемого в качестве субстрата при выращивании ПМЗК, изучен его ботанический состав, зольность, степень разложения, определена кислотность и количество основных элементов питания.

Гранулометрический состав почвы определяли по методу А. Н. Сабанина (метод двойного отмучивания). Почву изначально разделяли на крупнозем и мелкозем, после чего с помощью специального прибора взмучивали в воде и через определенное время сливали вместе с не успевшими осесть на дно сосуда мелкими частицами, чем было достигнуто отделение крупных частиц от более мелких. Определение подвижной фосфорной кислоты (P_2O_5) проводили по методу Кирсанова с помощью фотометра ФЭК – 56 М. Для извлечения фосфорной кислоты использовали 0,2 н. раствор HCl, который соответствует растворяющей силе корневых выделений растения. Подвижный калий (K_2O) определяли на пламенном фотометре FLAPHO – 4. Калий определяли в 1,0 н. уксусноаммонийной вытяжке при соотношении почвы к раствору 1 : 10. Определена обменная кислотность в водной и солевой вытяжке и содержание в почве гумуса по методу И. В. Тюрина в модификации Б. А. Никитина [5].

1.2.5 Определение содержания гумуса по методу И. В. Тюрина в модификации Б. А. Никитина

Из тщательно перемешанного не растертого образца почвы взяли 5 г, и пинцетом отобрали все видимые корни. После этого почву растерли, и просеяли через сито диаметром 0,25 мм.

Навеску почвы перенесли в колбу на 100 мл и залили 20 мл хромовой смеси из цилиндров. Содержимое колбы осторожно перемешали, чтобы на стенках не остались частицы почвы и нагревали 20 мин. в сушильном шкафу при температуре $t^\circ = 155^\circ C$. Перед постановкой колб шкаф нагрели.

Таблица

Масса навески почвы в зависимости от примерного содержания гумуса в почве

Содержание гумуса, % (визуально)	Навеска почвы, г
До 2	1,0 – 1,5

3,5	0,5 – 0,8
5	0,3 – 0,5
7	0,25 – 0,4
8,5	0,3 – 0,2
10	0,15 – 0,25
13,5	0,12 – 0,2

В шкаф одновременно поставили и колбу “холостой пробой”, т.е. 20 мл хромовой смеси. Время нагревания отсчитывали с момента достижения $t^{\circ} = 155^{\circ}\text{C}$ после простановки колб в шкаф. После окисления колбы вынули, охладили, и содержимое их довели водой до 50 мл, используя для этого мерный цилиндр. Дали отстояться примерно в течении суток, после чего раствор над осадком осторожно слили и отобрали пипеткой в кювету на 3 см и измерили его оптическую плотность на фотоколориметре при длине волны 590 нм. Для сравнения в качестве оптического нуля использовали раствор с холостой пробой.

По графику нашли значение углерода, отвечающего показателю оптической плотности.

Содержимое углерода в почве вычисляли по формуле:

$$C = A/M * 100\%, \text{ где}$$

C – содержание углерода в почве,

A – содержание углерода, найденного по графику (мг),

M – навеска почвы (мг)

Содержание гумуса определяли умножением % углерода на коэффициент 1.724.

1.2.6 Определение подвижных форм фосфора и калия в почве по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО

Для извлечения из почвы подвижного фосфора и обменного калия мы применяли 0,2 н раствора HCL, который соответствует растворяющей силе корневых выделений.

Определение фосфора в вытяжке, основано на способности фосфорной кислоты, давать голубое окрашивание в сернокислом растворе молибденовокислого аммония и сурьмяновокислого калия при восстановлении аскорбиновой кислотой, причем интенсивность окрашивания пропорциональна содержанию в растворе фосфорной кислоты. Для этого используют прибор ФЭК – 56 М.

Определение калия основано на измерении интенсивности излучения элементов в пламени сгорающего газа (пропана или ацетилен в смеси с воздухом). Анализируемый раствор распыляется пульверизатором, и образующийся туман вводится в пламя горелки. В пламени сначала происходит поглощение энергии атома, а затем выделения энергии в виде лучей с определенной длиной волны. Так как температура пламени невысока, то получающиеся спектры сравнительно просты: излучения состоит из немногих спектральных линий с характерной для каждого элемента длиной волны. Одну из этих линий выделяют интерференционным светофильтром на калий, направляют ее на фотоэлемент и, измерив силу тока гальванометром, определяют интенсивность излучения

Интенсивность излучения пропорциональна концентрации вещества в растворе. Содержание калия определяли на пламенном фотометре FLAPHO – 4.

1.2.7 Определение обменной кислотности

Данные анализа солевой вытяжки служат для определения степени кислотности, нуждаемость почв, содержание гумуса, мощности пахотного горизонта, состава культур в севооборотах с помощью справочной литературы можно определить ориентировочные дозы извести.

Принцип метода: концентрацию ионов водорода в водных и солевых вытяжках при электрометрическом определении устанавливали путем измерения электродвижущей силы (ЭДС) в цепи, состоящей из двух полуэлементов:

а) электрода измерения, погруженного в испытуемый раствор. Чаще всего на рН – метрах различных марок электродов измерения служит стеклянный электрод, позволяющий измерить рН в широких интервалах кислотности и температуры. Наибольшее распространение в лабораториях получили рН – метры марки ЛПУ – 0,1, рН – метр милливольтметр, рН – 121 и др.

б) вспомогательного электрода с постоянным значением потенциала.

При определении кислотности в водной и солевой вытяжке приняты следующие соотношения между почвой и раствором:

- почва – 1 : 2,5;
- торфянистые и торфяные почвы - 1 : 25;
- почвенные грунты из теплиц – 1 : 5.

Группировка почв по обменной кислотности.

<u>рН КСl</u>	<u>Реакция почвы</u>
Меньше 4,5	Сильнокислая
4,6 – 5,0	Среднекислая
5,1 – 5,5	Слабокислая

5,6 – 6,0
Более 6,0

Близкая к нейтральной
Нейтральная

2. Результаты исследований

Проведенные исследования позволили установить заметные различия между сеянцами, выращенными с использованием интенсивных и экстенсивных технологий. Прежде всего, образцы различались общим количеством слоев клеток образовавшейся к концу вегетационного периода ксилемы.

В соответствии с существующими разработками, нами были выделены следующие учетные зоны (рис. 1): сердцевина, перимедуллярная зона ксилемы, сердцевинные лучи, ранняя ксилема, поздняя ксилема, смоляные ходы ранней ксилемы, смоляные ходы поздней ксилемы, смоляные ходы флоэмы, прикамбиальная зона флоэмы, прифеллогенная зона флоэмы, средняя зона флоэмы, корковая зона (зона паренхимных клеток, лежащая на периферии побега между феллогеном и внешней границей побега).

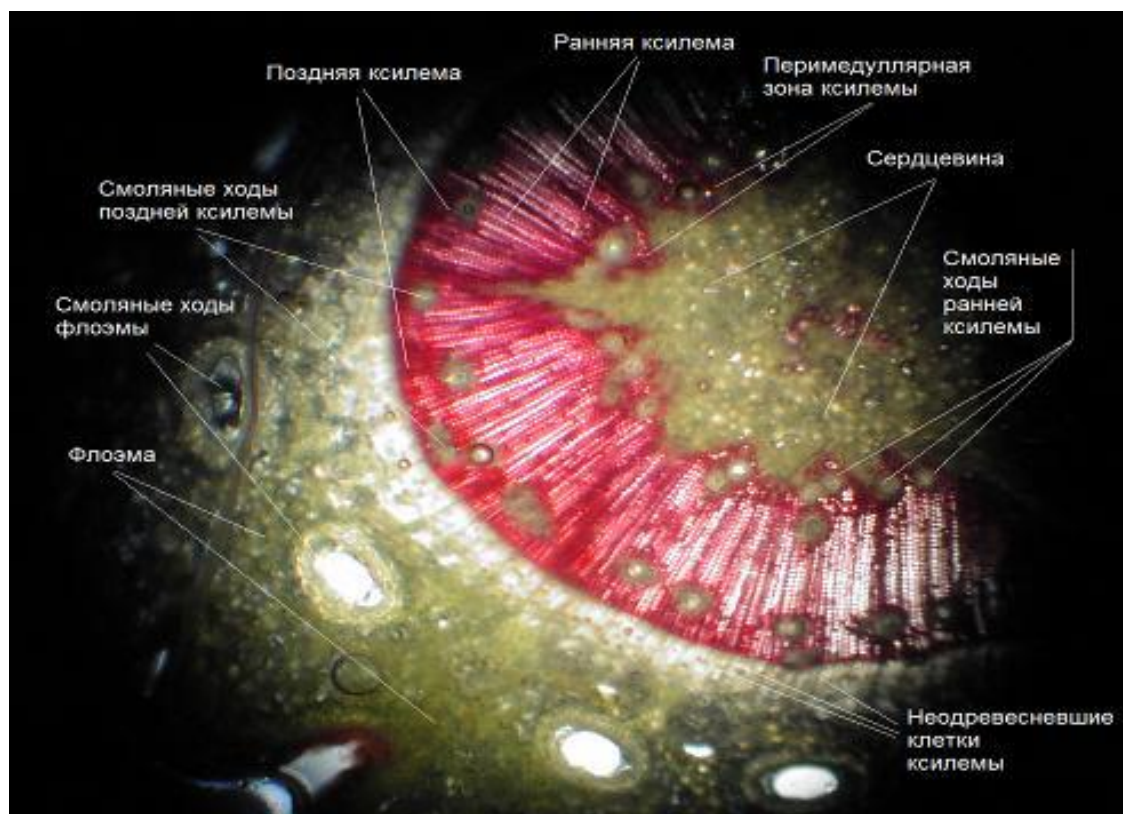


Рис. 1 - Учетные зоны на поперечном срезе годичного побега

Фотография выполнена с помощью микрофотонасадки, адаптированной к цифровой фотокамере «CANON 60D», соединенной с персональным компьютером с помощью микроскопа «МИКМЕД-2».

Анализ баланса в содержании жиров и крахмала в клетках годичных побегов выявил следующие общие тенденции, характерные для всех изученных центральных побегов сосны обыкновенной (рис. 2).

В соответствии с содержанием рисунка 2, общим является взаимно-противоположная направленность процессов изменения содержания жиров и крахмала в течение всего периода наблюдений. Начиная с середины зимы (с состояния крахмального максимума и минимума в содержании жиров), направленность линий графиков встречная, и в конце марта – начале апреля они пересекаются, после чего расходятся, демонстрируя противоположные тенденции. Это соответствует тому, что в период снижения содержания жиров до нулевого значения количество крахмала возрастает практически синхронно.

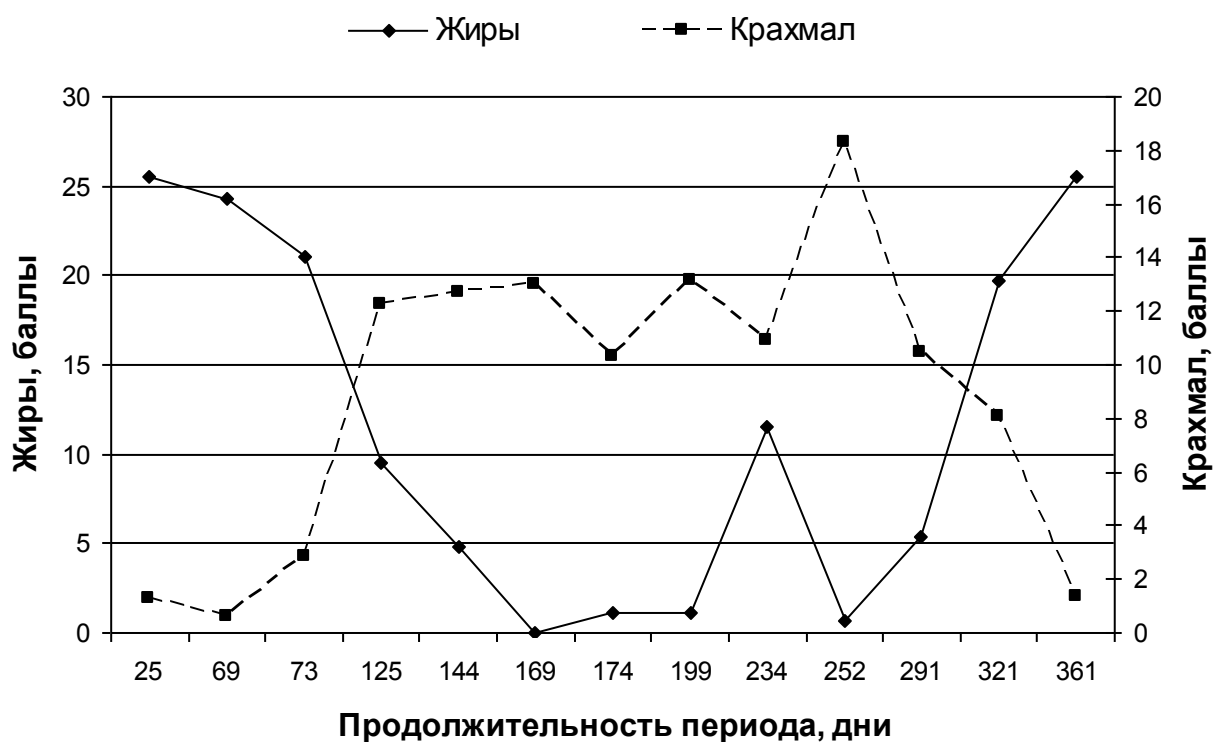


Рис. 2. Динамика содержания жиров и крахмала в клетках центральных побегов сеянцев

Объяснение многих особенностей в динамике запасных веществ в тканях годичных побегов сосны обыкновенной удалось получить в процессе анализа взаимозависимости ритмов изменения содержания крахмала и жиров и хода лигнификации ксилемы (рис.3).

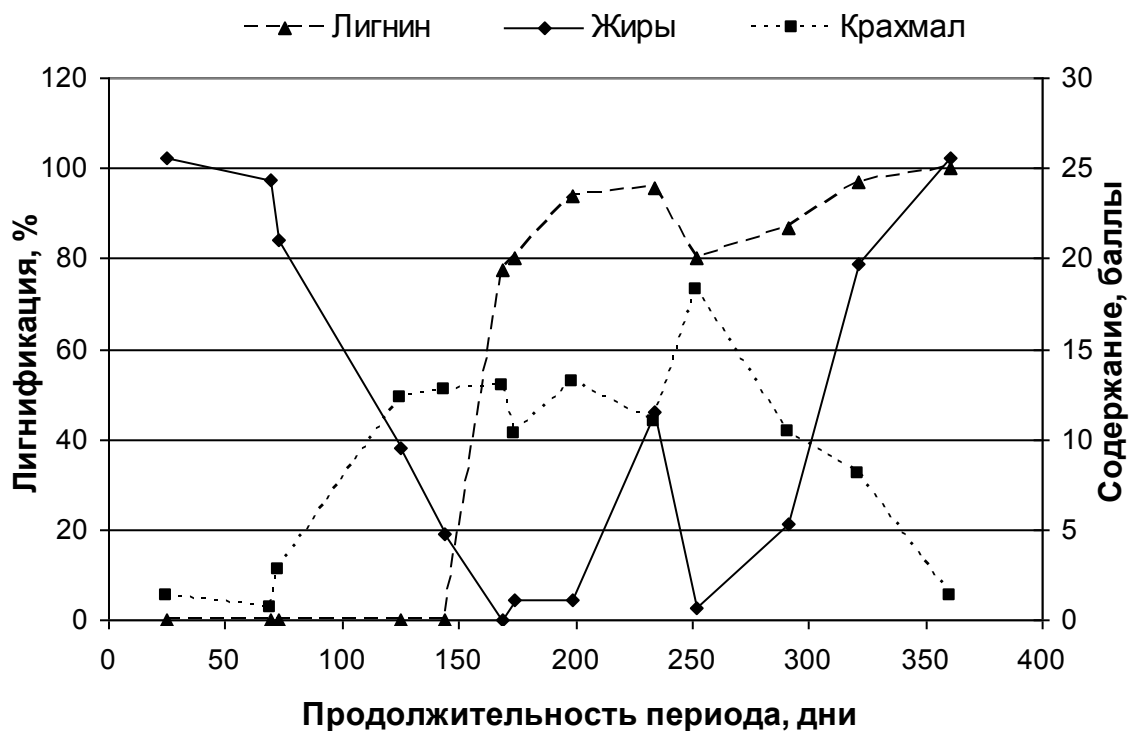


Рис. 3. Динамика жиров и крахмала на фоне хода лигнификации в годичных побегах

Отмеченное на рисунке 3 резкое возрастание летом (234 день учета) количества жиров в клетках побегов текущего года полностью совпадает с моментом завершения формирования ранней ксилемы и достижением в этот момент показателя лигнификации, близкого к 100 %. Одновременно в динамике крахмала синхронно наблюдается некоторое снижение содержания. Начало формирования поздней ксилемы сопровождается накоплением в этот период (252 день наблюдений) значительного количества неодревесневших клеток и как следствие ощутимым снижением показателя лигнификации. Такому состоянию соответствует заметное возрастание количества крахмала и достижение растениями абсолютного максимума в его содержании. Одновременно жиры практически полностью исчезают из клеток годичных побегов, и в это время фиксируется летний минимум в их содержании.

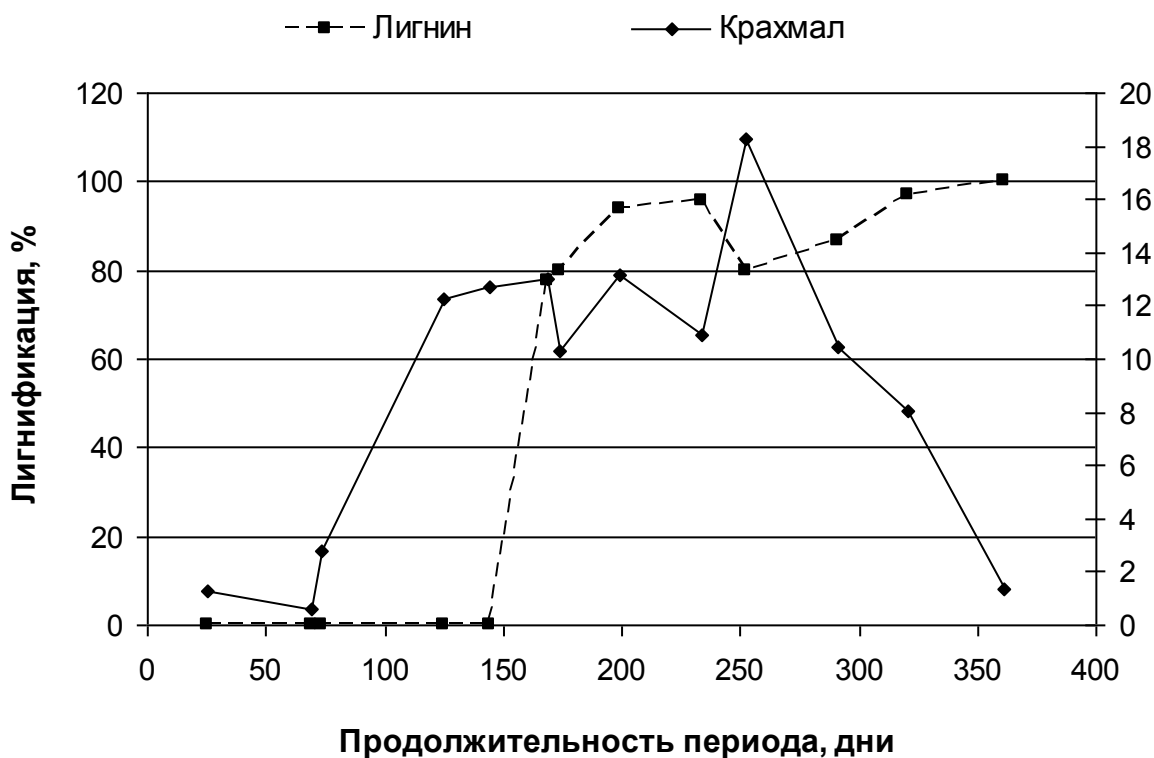


Рис. 4. Ход лигнификации клеток ксилемы и соответствующая ему динамика содержания крахмала в годичных побегах

Как показывает рисунок 4, связь изменений в содержании крахмала с ходом лигнификации клеток ксилемы следующая. Нарастание зоны ранней ксилемы и увеличение степени её одревеснения сопровождается сравнительно высоким содержанием крахмала, которое имеет некоторые флуктуации. К моменту завершения формирования и одревеснения клеток ранней ксилемы в содержании крахмала наблюдается заметный спад, сопровождающийся увеличением количества жиров. Фаза накопления количества недревесневших клеток поздней ксилемы сопровождается дальнейшим ростом количества крахмала, максимум содержания которого соответствует наличию наибольшей доли недревесневших клеток поздней ксилемы. Этому состоянию соответствует и минимум в содержании жиров (рис. 5).

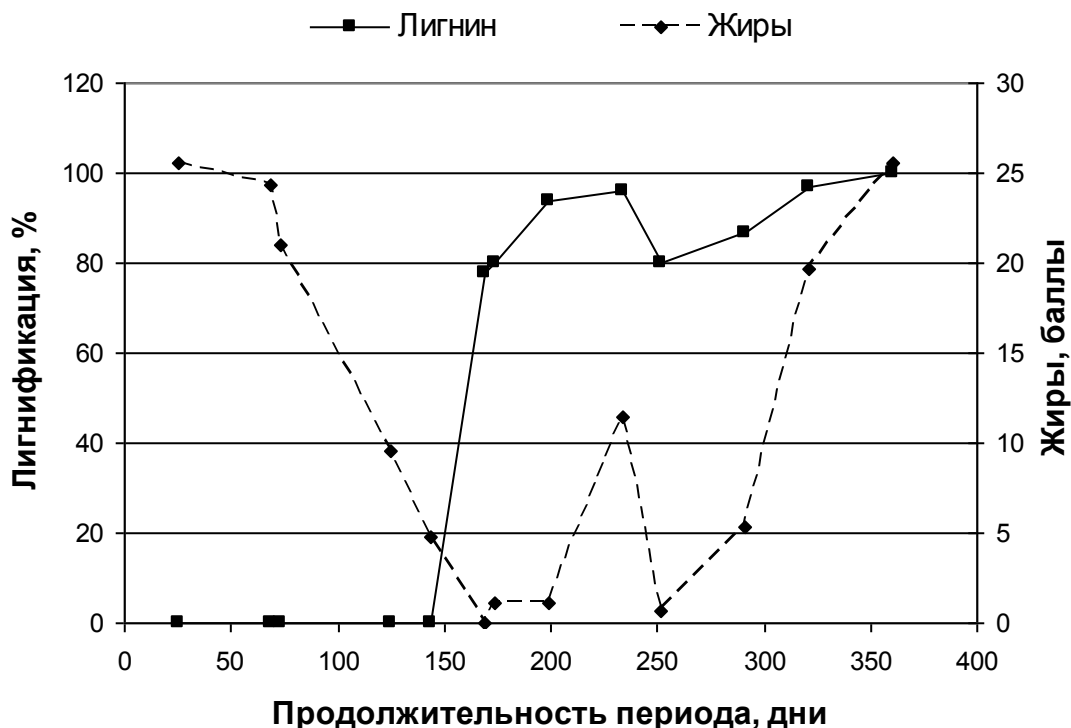


Рис. 5. Ход лигнификации клеток ксилемы и соответствующая ему динамика жиров в годичных побегах сосны

Рисунок 5 демонстрирует выявленную тенденцию взаимосвязи содержания жиров и хода лигнификации ксилемы. К моменту завершения формирования и одревеснения зоны ранней ксилемы в содержании жиров происходят изменения, связанные с переходом от летнего минимума к временному летнему максимуму. Пик значений содержания жиров совпадает по времени с моментом достижения наивысшей степени лигнификации клеток ранней ксилемы. Последующее снижение общего показателя одревеснения клеток ксилемы, вызванное увеличением в процессе развития поздней ксилемы её неодревесневшей зоны, приводит к снижению содержания жиров, которое завершается абсолютным минимумом (0 баллов), приходящимся на момент накопления наибольшего количества неодревесневших клеток. Дальнейшее одревеснение клеток ксилемы и связанный с ним рост доли её одревесневших клеток приводят к увеличению содержания жиров, которое продолжается до достижения растениями состояния зимнего покоя. В декабре фиксируется зимний максимум в

содержании жиров, соответствующий по времени состоянию полного одревеснения клеток ксилемы (или близкому к нему состоянию). В отрастающих побегах содержание жиров изменяется соответственно изменениям степени лигнификации: находится на минимальных отметках в те периоды, когда степень лигнификации минимальна, возрастает по мере роста показателя одревеснения ранней ксилемы, достигает летнего промежуточного максимума к моменту завершения одревеснения ранней ксилемы, снижается при уменьшении степени одревеснения в начале формирования поздней ксилемы, вновь возрастает по мере роста показателей одревеснения ксилемы и достигает зимнего максимума при завершении процесса одревеснения. По мере возрастания степени одревеснения побега содержание жиров увеличивается, а по мере снижения степени одревеснения – уменьшается.

В целом же, как следует из материалов рисунков 4 и 5, в периоды, когда состояние ксилемы относительно стабильно, взаимовлияние в содержании крахмала и жиров наиболее заметно. В течение лета, когда показатели одревеснения динамичны, проявляется преимущественная зависимость содержания жиров и крахмала от степени лигнификации клеток ксилемы. Соответствие между ритмами развития ранней ксилемы с одной стороны и содержанием крахмала или жиров – с другой, выражено в большей степени, чем взаимообусловленность количеств последних. Именно темпы формирования ранней ксилемы определяют в этот период достижение пиковых состояний в накоплении вышеуказанных веществ. Сохраняющиеся же при этом тенденции взаимозависимости содержания крахмала и жиров проявляются в той степени, в какой они соответствуют проявлению влияния на их содержание степени одревеснения ксилемы.

В период перехода растений от зимнего покоя к активному состоянию и до образования в побегах достаточной части одревесневших клеток ранней ксилемы взаимосвязь между содержанием жиров и крахмала прослеживается сравнительно легко и интерпретируется вполне однозначно. Преимущественно она определяется установленной нами общей взаимозависимостью между

содержанием жиров и крахмала и тенденциями их противоположно направленной динамики. То же относится и к периоду с момента активного одревеснения поздней ксилемы и до наступления зимнего покоя.

С целью сравнительной оценки вариантов технологий выращивания посадочного материала проведено также изучение биометрических показателей роста сеянцев, таких как высота, прирост, диаметр корневой шейки, длина хвои последнего года и длина стержневого корня.

Лабораторные исследования по определению биогенных элементов в субстрате и сеянцах проводились осенью 2017 г. и весной 2018 года.

Взятые пробы субстрата и сеянцев анализировались в лаборатории кафедры агрохимии и агроэкологии ФГБОУ ВО «Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии».

Результаты агрохимических анализов питательного субстрата и хвои сеянцев различного возраста представлены в таблицах 1, 2, 3.

Таблица 1

Обменная кислотность субстрата контейнеров и нормы внесения известкового материала

Возраст сеянцев	РН в КСІ	Степень кислотности	Нуждаемость в известковании	Нормы внесения извести, кг/м ³ д.в.
2017 год, осень				
Сеянцы 1-го года	3,7	Очень сильноокислая	Очень сильная	5,4
2018 год, весна				
Сеянцы 1-го года	3,2	Очень сильноокислая	Очень сильная	6,9

Как видно из таблицы 1 во всех пробах субстрат имел очень сильноокислую реакцию, несмотря на то, что в процессе его приготовления к торфу добавлялась известь из расчета 6 кг на 1 м³. Это связано, вероятно, с закислением субстрата минеральными удобрениями, вносимыми в течение всего периода вегетации в виде жидких подкормок.

Таблица 2

Содержание основных элементов питания растений в субстрате и хвое
сеянцев, осень 2017 года

Анализируемый материал	Возраст сеянцев	Содержание, мг / кг	Степень обеспеченности	Потребность в удобрениях
Азот				
субстрат	Сеянцы 1-го года	8,1	Очень низкая	Очень высокая
хвоя	Сеянцы 1-го года	1,38	Низкая	Сильная
Фосфор (P ₂ O ₅)				
субстрат	Сеянцы 1-го года	67, 5	Низкая	Сильная
хвоя	Сеянцы 1-го года	0,19	Средняя	Средняя
Калий (K ₂ O)				
субстрат	Сеянцы 1-го года	471	Очень высокая	Не требуются
хвоя	Сеянцы 1-го года	0,53	Средняя	Средняя

На основании агрохимических анализов субстрата и хвои, проведенных осенью 2017 года можно сделать вывод, что степень обеспеченности субстрата и сеянцев азотом очень низкая, обеспеченность фосфором однолетних сеянцев средняя, субстрата, в котором они росли - низкая. Обеспеченность однолетних сеянцев калием средняя, несмотря на то, что в субстрате содержание этого элемента очень высокое. Исходя из этого, можно сделать вывод, что растения взяли из питательного субстрата именно то количество элемента, которое им было необходимо.

Таблица 3

Содержание основных элементов питания растений в субстрате и хвое
сеянцев, весна 2018 года

Анализируемый материал	Возраст сеянцев	Содержание, мг / кг	Степень обеспеченности	Потребность в удобрениях
Азот				
субстрат	Сеянцы 1-го года	9,3	Очень низкая	Очень высокая
хвоя	Сеянцы 1-го года	0,69	Низкая	Сильная
Фосфор (P ₂ O ₅)				
субстрат	Сеянцы 1-го года	5,0	Очень низкая	Очень сильная
хвоя	Сеянцы 1-го года	0,06	Низкая	Сильная
Калий (K ₂ O)				
субстрат	Сеянцы 1-го года	50	Низкая	Сильная
хвоя	Сеянцы 1-го года	1,25	Высокая	Отсутствует

По результатам анализов 2018 года содержание всех элементов питания в субстрате в конце вегетации оказалось низким. Содержание азота и фосфора в сеянцах также низкое, а содержание калия высокое.

Осенью 2017 года и весной 2018 года определяли основные параметры сеянцев – высота наземной части, диаметр стволиков у корневой шейки в 30 повторностях. Данные были обработаны статистически. Результаты статистической обработки представлены в таблице 4.

Таблица 4

Результаты статистической обработки основных параметров
сеянцев сосны обыкновенной

D, Н	M	m	min	max	Cv	P	t	G
Сосна обыкновенная, посев 2017 г. - Осень 2017 г.								
H, см	15,393	0,183	5,5	16,5	21,575	1,7616	56,765	2,2424
D, мм	4,83	0,1274	3,1	6,9	19,901	2,8144	35,530	0,9015
Сосна обыкновенная, посев 2017 г. - Весна 2018 г.								
H, см	17,432	0,6336	9,2	26,3	25,703	3,635	27,509	4,4806
D, мм	5,877	0,0591	4	7	12,326	1,0064	99,358	0,7244

Из приведенных данных видно, что во всех вариантах коэффициент вариации не превышает 30 %, ошибка опыта - до 5 %, критерий достоверности Стьюдента свидетельствует о высокой достоверности полученных результатов.

Сравнение полученных основных параметров сеянцев приводится в таблице 5.

Таблица 5

Средние параметры сеянцев по возрастам

Год обследо- вания	В о з р а с т			
	Осень 2017 г.		Весна 2018 г.	
	H, см	D, мм	H, см	D, мм
2017	15,393±0,18	4,83±0,13	-	
2018	-		17,432±0,63	5,877±0,06

Таким образом, при выполнении запроектированных агроприемов и поддержании микроклимата в интервалах оптимальных значений сеянцы сосны обыкновенной с закрытой корневой системой в теплицах достигли стандартных размеров за 1 год.

3. Экономическая эффективность

Приступая к выращиванию сеянцев сосны обыкновенной, мы постарались экономически обосновать стоимость их выращивания.

Расчет трудовых и денежных затрат любезно предоставлен бухгалтерией Семёновского спецсемлесхоза.

Затраты на выращивание состоят из таких статей:

- заработной платы с начислениями;
- заработной платы рабочих на ТО и ТР машин;
- стоимости горюче – смазочных материалов;
- себестоимости посадочного материала;
- стоимости химикатов.

Таблица 6

Расчетно-технологическая карта по выращиванию сосны обыкновенной с закрытой корневой системой

Операции	Применяемые механизмы	Ед. изм.	Объем работ	Нормы выработки	Количество	
					чел/дн	маш/см
Снегование семян	Вручную				1,00	
Обработка семян АПС	Вручную				0,25	
Покрывание теплиц п/э пленкой	Вручную	м ²	1040	140	7,40	
Очистка торфа от мусора	Установка	т	46,7	6	7,80	7,80
Создание торфосмеси	НН1-00.000сб	т	46,7	6	7,80	7,80
Завоз торфосмеси и теплицы	Т-16М	км	4	160	0,02	0,02
Заполнение кассет торфом и посев в них семян	СИМУ	шт	5840	1000	5,84	5,84
Мульчирование кассет	Вручную	шт	5840	1000	5,84	
Постановка кассет в теплицы	Вручную	шт	5840	1000	5,84	
Полив, 40 раз	Полив. система				5,00	
Прополка 3-х кратная	Вручную	м ²	1890	160	11,81	
Приготовление раствора и подкормка азотом 2 раза	Полив. система				0,50	
Приготовление раствора и подкормка фосфором и калием	Полив. система				0,30	
Приготовление раствора для опрыскивания	Вручную				0,25	
Опрыскивание против шютте 2 раза	ПОУ Т-40	га	0,126	4,5	0,03	0,03
Раскрытие теплиц от пленки	Вручную	м ²	1040	140	7,40	
Вывоз кассет на площадку закаливания	Вручную на тележке	шт	5840	1000	1,00	

Таблица 7

Структура затрат на выращивание сеянцев сосны обыкновенной

№п.п.	Статьи затрат	Структура затрат	
		рубли	%
1	Заработная плата с начислениями	3942,39	17,6
2	Стоимость горюче - смазочных материалов и электроэнергии	1053,85	4,7
3	Стоимость материалов	17415,7	77,7
4	Общие затраты	22411,94	100

Фонд оплаты труда с начислениями = 1651,91 + 991,15 (60%) + 2643,06 + 264,31 (10%) = 2907,37 + 1035,02 (35,6) = 3942,39 руб.

Структура затрат на выращивание сеянцев сосны обыкновенной с закрытой корневой системой представлена в таблице 7.

Себестоимость выращивания 450 тысяч штук сеянцев составила 22411,94 руб., а 1 тысячи - 49,80 рублей.

Анализируя таблицы 6 и 7 видим, что наибольший удельный вес составляют затраты на покупку материалов, удобрений, ядохимикатов и оплату ручного труда рабочих

Выводы

1. В результате проведенных исследований выявлена отчетливая взаимосвязь динамики крахмала и жиров в годичных побегах с ходом лигнификации клеток ксилемы в них, а также достаточно тесная взаимозависимость показателей содержания указанных веществ на протяжении большей части вегетационного периода.
2. Уменьшение количества жиров в весенний период сопровождается ростом количества крахмала, и состоянию минимума в содержании жиров соответствует максимум накопления крахмала в первую половину вегетационного периода. Рост оценок содержания жиров в конце вегетации и при переходе к периоду зимнего покоя сопровождается пропорциональным падением значений содержания крахмала.
3. Кроме того, удалось зафиксировать тот факт, что абсолютный максимум в содержании крахмала в период накопления наибольшего количества неодревесневших клеток ксилемы соответствует по времени абсолютному минимуму в содержании жиров.

Литература

1. Ахматов, К.А. Методы определения зимостойкости древесных растений [Текст] / К.А. Ахматов. - Фрунзе: Илим, 2015. - 40 с.
2. Барская, Е. И. Изменения хлоропластов и вызревание побегов в связи с морозоустойчивостью древесных растений [Текст] / Е.И. Барская. - М.: Наука, 1997. - 223 с.
3. Белостоцкий, Н.Н. Новое в лесовыращивании [Текст] / Н.Н. Белостоцкий, В.П. Бельков, В. М. Введенский. - М.: Лесная промышленность, 1997. — 200 с.
4. Белостоцкий, Н.Н. О производстве культур саженцами с закрытой корневой системой [Текст] / Н.Н. Белостоцкий // Лесное хозяйство и лесная промышленность. - 1999. - №3. - С. 30 - 32.
5. Бессчетнова, Н.Н. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Селекционный потенциал плюсовых деревьев [Текст] / Н.Н. Бессчетнова. – Нижний Новгород, 2011. - 402 с.
6. Быков, В.В. Методы науки [Текст] / В.В. Быков. - М.: Наука, 1974.- 215 с.
7. Вознесенский В. Л. Первичная обработка экспериментальных данных: Практические приемы и примеры.— Л.: Наука, 1999.- 84 с.
8. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта.- М.: Колос, 1973.- 336 с.
9. Крук Н. К Об опыте разработки и внедрения новых агротехнологий выращивания посадочного материала // Лес. и охотничье хоз-во.— 2009.- № 11.— С. 8—12.
10. Новое в лесовыращивании / Н. Н. Белостоцкий и др.; Под общ. ред. Н. Н. Белостоцкого.- М.: Лес. пром., 1997.- 200 с.
11. Молчанов В. В., Смирнов В. В. Методика изучения прироста древесных растений.- М.: Наука, 1997. - 100 с.
12. Родин Л. Е., Ремезов Н. П., Базилевич Н. И. Методические указания к изучению динамики и биологического круговорота в фитоценозах.- Л.:

Наука, 1998.- 145 с.

13. Сеньков А. О. Адаптация сеянцев сосны обыкновенной с закрытой корневой системой на сплошных вырубках южной подзоны тайги. Архангельск, 2011.- 19 с.
14. Трифонова М.Ф. Основы научных исследований [Текст] / М.Ф. Трифонова, П.М. Заика, А.П. Устюжанин. - М.: Колос, 2013. - 239 с.

Приложения



Рис.1. Теплица арочного типа.



Рис.2. Сеянцы сосны обыкновенной с закрытой корневой системой в теплице арочного типа.



Рис.3. Сеянцы сосны обыкновенной с закрытой корневой системой и система полива в теплице арочного типа.



Рис.4. Сеянец сосны обыкновенной с закрытой корневой системой в контейнере.



Рис.5. Кассета для выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой в условиях защищенного грунта.