

ЛИТЕРАТУРА

1. Вигоров Л.И. Сад лечебных культур, Свердловск, 1976, 1979.
2. Ермаков Б.С. Размножение древесных и кустарниковых растений зелеными черенками, Кишинев, 1981 г.
3. Докучаева М.И. Биологические основы размножения хвойных пород, М. – 1967 г.
4. Крючков В.А., Новоселова Г.Н., Степанова И.П. Химический анализ лесного растительного сырья, Свердловск, 1988 г.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
УГЛТУ
КАФЕДРА БОТАНИКИ И ЗАЩИТЫ ЛЕСА

В.А. Крючков

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Методические указания по проведению учебной практики студентов направления 250200 “Лесное хозяйство и ландшафтное строительство” (специальности: 250201 “Лесное хозяйство”, 250203 “Садово-парковое и ландшафтное строительство”)

Екатеринбург
2005

Печатается по рекомендации методической комиссии лесохозяйственного факультета
Протокол № 2 от 19 сентября 2005 г.

Рецензент Федосеева Г.П., к.б. н., директор Ботанического сада
Уральского государственного университета
им. А.М. Горького

ПРЕДИСЛОВИЕ

Восстановление и воспроизводство высокопродуктивных лесных насаждений предусматривает широкое использование минеральных, органических, бактериальных удобрений, фитогормонов, ретардантов, методов вегетативного размножения, рационального использования леса и изучения генофонда растений, способных накапливать в повышенных количествах биологически активные (защитные) вещества.

В связи с вышеуказанными задачами целью учебной практики по физиологии растений является:

- закрепление теоретических знаний в области физиологии древесных растений путем постановки экспериментов, направленных на повышение продуктивности и качественного состава насаждений;
- приобретение навыков исследовательской работы на опытах, поставленных непосредственно в природных условиях;
- ознакомление с методами проведения опытов, которые могли быть использованы для повышения продуктивности лесов и его комплексного использования.

Студенту предоставляется возможность самому вести соответствующие исследования и находить конкретный результат, который заранее не задан условием задачи.

Длительность практики 3 дня.

УГЛТУ

Абонент учебной литературы

Заказ № 522 Печ.л. 2.04 Цена 72000

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ

Отдел оперативной полиграфии УГЛТУ

научная библиотека
УГЛТУ
Екатеринбург

РАЗДЕЛ I. ИЗУЧЕНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

Регулирование условий минерального питания является одним из мощных факторов управления ростом и развитием древесных растений. Применение удобрений в лесном хозяйстве дает комплексный эффект: увеличивает текущий прирост насаждений, повышает их устойчивость против фито- и энтомовредителей, неблагоприятных климатических факторов и загрязнения воздуха вредными промышленными отходами, стимулирует плодоношение древесных растений.

При использовании удобрений в производственных условиях необходимо учитывать почвенно-климатические и экономические условия различных природных зон, особенности питания древесных растений, а также целевую направленность конкретного лесохозяйственного объекта (выращивание семян и саженцев, удобрение молодых лесных культур: прорастающих и спелых насаждений; специальных культур, семенных и ослабленных участков; повышение урожайности дикорастущих культурных плодово-ягодных культур и др.).

Для характеристики уровня питания насаждений и расчета необходимого количества внесения удобрений применяют следующие методы: 1) вегетационный; 2) почвенной диагностики; 3) растительной диагностики; 4) полевой; 5) расчетный (балансовый).

Цель и задача исследований – освоение и изучение методов определения потребности древесных растений в питательных веществах.

Среди различных методов определения потребности растений в питательных элементах (удобрениях) следует особо отметить прогнозирование потребности растений на основе полевого опыта, почвенной и растительной диагностики (химической, визуальной).

Полевой метод дает возможность оптимальной дозы и формы минеральных и органических соединений, а также совместное их

действие, изучить физиологию растений (скорость развития, продуктивность насаждений, дневной ход фотосинтеза и др.).

Большие затраты средств и времени на проведение полевых опытов вынуждают специалистов дополнить их другими методами изучения потребности растений в удобрениях.

РАБОТА 1. Оценка эффективности внесения удобрений на рост и состояние сосновых молодняков в зоне действия промышленных выбросов.

Схема внесения удобрений на природных площадях:

№1 – $N_2P_2K_2$, №2 – $N_1P_3K_2$, №3 – $N_2P_3K_1$, №4 – P_2K_3 , №5 – N_2P_3 , №6 – N_2K_2 , №7 – $N_2P_3K_2$, №8 – $N_2P_3K_3$, №9 – $N_1P_3K_1$, №10 – $N_3P_3K_2$, №11 – контроль (без удобрений). Цифровые индексы 1, 2 и 3 соответствуют внесению удобрений дозами в 100, 200 и 300 кг/га.

В качестве критериев оценки влияния удобрений использовать следующие показатели: 1) размер и вес хвои; 2) содержание аскорбиновой кислоты и Р-активных веществ; 3) прирост сосновых насаждений по высоте и диаметру.

Методика. Для сравнительного анализа отобрать 600 – 1000 штук хвоинок с 10 деревьев из верхней части крон.

Рассчитать средние размеры хвоинок для каждого варианта опыта (длина, ширина). Размеры хвоинок определять для различных ее возрастов с использованием микроскопа МБС-2 и линейки.

После измерений хвою подвергают фиксации в термостате при температуре $100^{\circ}C$ в течение 20 мин., затем высушивают до воздушно-сухого состояния при температуре $60^{\circ}C$. После этого определяется сухой вес 600 – 1000 штук хвоинок.

Методика определения биологически активных веществ изложена на стр. 31.

Для каждого варианта опыта по 20 деревьям рассчитать средние приросты по высоте центрального и бокового побегов, приросты по диаметрам на высоте груди. Определение приростов центрального и боковых побегов

производить путем непосредственного замера их длины с точностью до 1 см. При определении боковых приростов измерить длину побегов, находящихся непосредственно от мутовки (от ствола дерева). Измерение ширины годичных слоев на образцах древесины производить с помощью микроскопа.

Полученные результаты исследований обработать методом вариационной статистики с определением среднего арифметического и его ошибки, среднего квадратичного отклонения, коэффициента вариации и точности опыта.

РАБОТА 2. Определение потребности древесных растений в питательных веществах методом почвенной диагностики.

Почвенная диагностика – контроль за питанием растений на основе анализа почвы.

В агрохимических лабораториях почвы анализируют и по данным анализа составляют почвенные картограммы. Однако следует отметить, что химический анализ почвы показывает только количество питательных элементов в определенный отрезок времени. Особенности же питания древесных растений заключаются в том, что произрастая в течение многих лет на одном месте, они извлекают из почвы большие количества питательных веществ и потребности их на разных стадиях развития неодинаковы, что следует учитывать при внесении удобрений. Поэтому для производственного массового контроля за питанием растений в онтогенезе и филогенезе и своевременной подкормки особое значение приобретает использование экспресс-методов определения плодородия почвы.

Цель работы: определение биогенных элементов почвы с помощью экспресс-метода.

Методика работы. Для оценки плодородия почвы, т.е. содержания NO_3^- , NH_4^+ , PO_4^{3-} , K^+ , Al^{3+} и реакции почвы в лаборатории БАВ разработан экспресс-метод (метод индикаторных бумаг).

Сущность метода состоит в том, что при нанесении почвенной массы на существующие индикаторные бумаги образуются окрашенные соединения пропорционально содержанию в почве определенных солей или кислот. Методом индикаторных бумаг можно проводить почвенные определения в полевых условиях, что позволяет оперативно решить вопрос о необходимости внесения удобрений, проведения подкормки растений.

Отобрать усредненный образец почвы. 6,5 г нормально влажной почвы смешать в фарфоровой чашечке (тигле) с 1 мл 0,5 н HCl, хорошо перемешать в течение 2 мин до образования тестообразной массы. При анализе сухой почвы берут 5 г почвы и 2 мл 0,5 н HCl. Комочек почвенной массы помещают на полоску индикаторной бумаги на соответствующий ион так, чтобы на середине полоски образовалось пятно размером в 0,5 см².

Режим определения реакции при определении питательных элементов индикаторными бумагами отражен в табл. 1. Одновременно на соответствующую индикаторную бумагу наносят каплю 0,2 н HCl для оценки окраски контрольного пятна, в котором открываемые ионы отсутствуют. Если почвенный отпечаток дает такую же бледную окраску, как контрольно-открываемый, ион полностью отсутствует в почве.

Оценка условий минерального питания растения по полученным окраскам проводится по 3-балльной системе. Это вполне достаточно в практических целях. При низком обеспечении растений вносится по 2 ц/га каждого недостающего удобрения.

При средней обеспеченности вносится 1 ц/га каждого недостающего удобрения и при хорошей обеспеченности удобрения или не вносятся или вносятся в количестве 0,5 ц/га (под такие культуры как малина, черная смородина). Расчет количества вносимого удобрения сделан не по действующему веществу, а сразу же на удобрения.

При оценке уровня азотного питания растений показания для обеих форм азота суммируются, поскольку обе формы минерального почвенного азота, т.е. нитратный (NO_3^- - ион) и аммонийный (NH_4^+ - ион) для растений равноценны.

Таблица 1

Режим проведения реакций при определении питательных элементов индикаторными бумагами

Открываемый ион	Проведение реакции	Окраска пятен	Уровень содержания питательных элементов
NO_3^-	нанести почвенную массу, оценить окраску через 2 мин.	розовая красная ярко-красная	низкий средний высокий
NH_4^+	нанести массу, потереть гранулой КОН с другой стороны индикаторной бумаги. Оценить окраску сразу же.	желтая бледно-оранжевая оранжевая	низкий средний высокий
PO_4^{3-}	нанести массу и потереть с обратной стороны индикаторной бумаги гранулой КОН. Оценить окраску.	голубая ярко-голубая темно-синяя	низкий средний высокий
K^+	нанести массу, через 2 мин смыть водой до тех пор, пока не перестанет стекать желтый раствор. Просушить между кусками фильтрованной бумаги и оценить цвет пятна.	бледно-желтая желтая ярко-желтая	низкий средний высокий

ПРИМЕЧАНИЕ. В полевых условиях удобнее отмеривать почву калиброванием фарфоровым тиглем.

При назначении норм азотных удобрений по цветной шкале имеется в виду NH_4Cl , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ или NaNNO_3 . При использовании удобрений более богатых азотом (мочевина, аммиачная селитра), назначенное количество азотных удобрений уменьшается вдвое, а при комплексных – соответственно учитывается процент содержания элементов. Фосфорное удобрение назначается в виде суперфосфата.

При замене двойным суперфосфатом норма уменьшается вдвое. В случае калийных удобрений имеются в виду KCl и K_2SO_4 .

Рассчитать необходимое количество удобрений для внесения в почву или проведения внекорневой подкормки растений на основе анализов почвы и с учетом конкретных условий (повысить зимостойкость, витаминность плодов, усилить рост, регулировать плодоношение, повысить продуктивность насаждений и др.).

РАБОТА 3. Определение необходимости известкования почвы.

Внесение минерального или органического удобрения не дает положительного эффекта, если почва имеет неблагоприятную кислую реакцию среды для растения. Большинство растений лучше всего развивается при pH, близкой к нейтральной реакции. Для нейтрализации почвенной кислотности применяют известкование, устраняющее вредное действие на растения избытка ядовитого подвижного алюминия, повышающее содержание необходимого для питания растений кальция, улучшающее физико-химические и биологические свойства почв и увеличивающее содержание усвояемых форм азота, фосфора, калия, молибдена. В лесном хозяйстве известкование кислых почв широко проводят в питомниках. Дозы известки зависят от содержания подвижного алюминия, гумуса, механического состава почвы и др.

Цель работы: определить pH почвы и содержание алюминия в почве насаждений.

Методика работы: 6,5 г почвы смешать с 1 мл H_2O и 0,1 г NaCl и тщательно перемешать в течение 2 мин. Почвенные отпечатки делаются

так же, как и в предыдущем случае. Окраска пятна (при определении рН) после внесения почвенной массы: красная - рН - 4,0 - 5,0; желтая - зеленая - рН - 5,5 - 7,0; синяя - рН - 7,5 и выше.

При определении ядовитого алюминия через 2 мин после нанесения почвенного отпечатка полоски индикаторной бумаги отмывают водой. Бледно - кремовая окраска пятна - алюминия нет, красная - 5 мг%, ярко - красная - 10 мг% и более.

Чем ниже величина рН (4,0 - 4,5) и чем больше в почве ионов алюминия, тем более сильным и более срочным должно быть известкование. Зависимость между величиной рН, содержанием подвижного алюминия и количеством извести видна из табл. 2.

Таблица 2

Количество вносимой извести в зависимости от рН

рН	Al, мг/%	CaO, т/га	Необходимость в извести
4,0 - 4,4	8 - 10	4 - 5	Почва сильно нуждается в известковании
4,5 - 5,0	4 - 6	3 - 4	Почва средне нуждается в известковании
5,1 - 5,5	2 - 3	2 - 3	Почва слабо нуждается в известковании
5,6 - 6,0	0 - 1	0 - 1	Почва не нуждается в известковании

ПРИМЕЧАНИЕ. Из двух цифр более высокая - это норма извести для тяжелых суглинистых почв, меньшая - для легких почв.

Значение известкования особенно возрастает в связи с применением больших доз физиологически кислых минеральных удобрений, оказывающих подкисляющее влияние на почву, а также с широким проведением работ по мелиорации и окислению новых земель. Так, для нейтрализации 1 т жидкого аммиака требуется CaCO₃ 1,47т; водного аммиака - 0,36; аммиачной селитры - 0,74; мочевины - 0,83; сульфата аммония - 1,13; хлористого

аммония - 1,39; аммофоса - 0,65ц для нейтрализации 1 т суперфосфата - 0,1ц.

Рассчитайте оптимальную дозу известковых удобрений на основе полученных результатов исследований.

Удобрения: CaCO₃, CaO, Ca(OH)₂.

РАБОТА 4. Определение потребности древесных растений в питательных элементах методом растительной диагностики.

По результатам агрохимических анализов почвы можно судить о ее насыщенности питательными веществами, степени их подвижности и доступности растениям.

Растительная диагностика как агрохимический метод контроля является одной из наиболее перспективных, так как при этом определяется количество питательных веществ, которое растение усвоило, а не то, которое оно предположительно должно усвоить из почвы и внесенных удобрений. Этим методом можно достаточно хорошо контролировать условия питания растений в течение вегетации в соответствии для создания урожая фазы развития, а также в период максимальной потребности растительного организма в питательных элементах.

Диагностический контроль питания растений особенно эффективен при проведении подкормки во время вегетации растений.

Различают несколько методов растительной диагностики: визуальную и химическую диагностику, методы опрыскивания и инъекции.

Химическая диагностика позволяет установить более ранние симптомы нарушения питания, чем визуальная (см. ниже). Она основана на химическом анализе растительных проб. По этой диагностике можно определить общее содержание питательных элементов и содержание их неорганических форм.

При химическом анализе общего содержания питательных элементов (N, P, K, Ca, Mg, S и др.) в листьях и других частях растения используют обычные методы озоления органического вещества.

В практике широко применяется метод кислотного озоления, основанный на использовании смеси H_2SO_4 (уд. вес 1,84) и HCl , $K_2Cr_2O_7$ (60 %) в отношении 10:1. После озоления азот определяют по Кьельдалю, фосфор-колориметрически, калий - на пламенном фотометре, кальций и магний-комплексометрически или с помощью спектрофотометрических, нейтронно-активационных методов. Данные методы используются в агрохимических лабораториях. Экспресс-методы являются самыми быстрыми качественно-количественными или полуколичественными определениями содержания в растениях питательных веществ по реакциям, проводимым на срезах свежих растений или капле сока, выжатого из черешка листа или стебля. В этом случае определяют минеральные формы питательных веществ, т. е. резервы питания, еще не использованные растениями на построение сложных соединений.

Методика работы. Листья для анализа отбирают с одного и того же яруса с южной экспозиции из верхней части нижней трети кроны для сосны, из средней части кроны (2 - 3-я четверть от вершины) для ели, из нижней части кроны для березы. Черешки листьев каждой пробы отбирают ватой и укладывают их в ручной пресс. Анализ сока производят немедленно после его отжатия.

Для определения нитратов пипеткой отбирают 0,1 мл сока и вносят в углубление фарфоровой пластинки и 0,1 мл дифениламина в H_2SO_4 . Тщательно размешивают и через минуту производят определение-сравнение окраски исследуемых соков с окраской шкалы стандартных растворов (табл. 3).

Для определения фосфора в углубление фарфоровой пластинки пипеткой вносят 0,1..0,2 мл сока растений. К соку добавляют 0,1..0,2 мл реактива Кирсанова и перемешивают оловянной палочкой, пока появляющаяся синяя краска не станет устойчивой, для чего обычно достаточно перемешивания в течение 10 с. Окраску сока сравнивают с окраской стандартных растворов и рассчитывают необходимое количество удобрения для некорневой подкормки с учетом результатов визуальной диагностики.

Таблица 3

Оценка содержания элементов питания в соке растений

Растение (вид, форма)	Добавляемый реактив	Открываемый ион	Окраска	Содержание элементов
	Дифениламин в H_2SO_4	NO_3^-	светло-голубая голубая темно - синяя	низкое среднее высокое
	Реактив Кирсанова	PO_4^{3-}	светло - голубая голубая темно - синяя	низкое среднее высокое

РАБОТА 5. Изучение минерального питания древесных растений методом визуальной диагностики.

Об обеспеченности растений минеральным питанием можно судить и по их внешнему виду. Недостаток того или иного питательного элемента проявляется в изменении окраски листьев, появлении на них пятен, отмирании краев листовых пластинок, задерживания роста и развития всего растения или его отдельных органов.

Цель работы: изучить обеспеченность растений питательными элементами методом визуальной диагностики.

Определить потребность древесных растений в питательных элементах методом визуальной диагностики. Собрать коллекцию листьев с признаками недостатка или избытка элементов питания.

Методика определения внешних симптомов нарушения питания древесных растений

Признаки азотного голодания древесных растений. Вначале признаки азотного голодания развиваются не на всем дереве или кустарнике, а локализируются на более старых листьях побегов текущего года и распространяются в направлении к верхушкам побегов. Характерна бледно-зеленая окраска листьев яблони, груши, сливы (листья у них мельчают), хвой, сосны, ели, а для более старых листьев -- оранжевая, красная или пурпурная и от-

мечается раннее начало листопада. Верхушечные почки формируются рано. На дереве закладывается мало плодовых почек и цветков, плоды на таких деревьях бывают сильно окрашены. Плоды у яблони бывают мелкие, твердые, грубые, нетипичной окраски и вкуса, отличаются хорошей лежкостью; побеги становятся короткими и толстыми, цвет их изменяется от коричневого до красного. Участки отмершей ткани появляются только при сильном голодании.

У черной смородины при недостатке азота образуются короткие и тонкие побеги, листья мелкие, бледно-зеленой окраски. Цветение и образование ягод слабое.

Ветвление деревьев недостаточное, соотношение надземной части и корневой системы сдвигается в пользу последней.

Признаки фосфорного голодания древесных растений. При недостатке фосфора у листовых растений весной наблюдается задержка в разворачивании почек, листьев, цветов; помимо уменьшения в размерах, изменяется окраска листьев и хвои: появляется седоватая до синевато-зеленой или фиолетовая до красновато-бронзовой. У более старых листьев эти изменения окраски проявляются более отчетливо, снижается облиственность и часто наблюдается преждевременный опад листьев. У плодовых деревьев уменьшается количество и ухудшается качество плодов. У яблони и красной смородины при недостатке фосфора формируются короткие тонкие побеги. Листья становятся мелкими, редкими, тускло-зеленой окраски с пурпурным оттенком (у смородины – с маленькими пятнышками). Опадение листьев преждевременное, цветов и плодов мало. Ягоды смородины имеют кислый вкус. У малины рост побегов плохой, листья с пурпурным оттенком.

Признаки калийного голодания древесных растений. При недостатке калия опускаются края листьев у листовых растений. Начиная с краев и позднее по всей листовой поверхности, появляются желтоватые, переходящие в коричневые, пятна (некрозы) или крапчатость, а также ожог краев листьев.

Симптомы прежде всего проявляются на нижних листьях побегов текущего года, при этом листья не опадают. У деревьев, испытывающих недостаток калия, отмечается засыхание верхушки, задерживается одревеснение побегов, что может вызвать повреждение морозом.

У яблони листья могут быть слегка хлоротичными (у березы листья с резко очерченными хлоротичными краями). На краях листа образуется каемка из отмершей ткани серой, коричневой или бурой окраски в зависимости от сорта и погодных условий. На деревьях наблюдается усыхание отдельных ветвей. Плоды мелкие, плохо окрашенные.

При недостатке калия у черной смородины междоузлия короткие, побеги кажутся крепкими, потерявшими упругость, листья в начале приобретают красновато-пурпурный оттенок, затем на краях появляется каемка из отмерших тканей коричневого или серо-коричневого цвета. Отмирание тканей частично распространяется и между жилками. Ягоды созревают неравномерно. Такие же симптомы появляются и у малины с той разницей, что в начале голодания ее листья тусклые, зеленые с пурпурным оттенком, с каемкой коричневого цвета.

Признаки магниевое голодания древесных растений. При недостатке магния обнаруживается пятнистый хлороз листьев (подобно мозаичной болезни) желтоватых и пурпурных оттенков, переходящих в некрозы. Это особенно наблюдается у старых листьев; опадают почти все листья, за исключением небольшого количества тонких темно-зеленых листьев на верхушках побегов. У сосен желтеют кончики хвоинок. С этим связано резкое снижение роста.

У яблони на листьях, около основания ростовых побегов текущего года, между жилками появляются светло-зеленые или серо-зеленые пятна. При остром недостатке признаки переходят и на листья плодоносящих побегов. Плоды образуются мелкие невкусные и плохо созревают. Морозостойкость побегов уменьшается.

У растений вишни, черной смородины и некоторых сортов яблони хлороз начинается в середине листа между жилками. Середина старых кус-

тов черной смородины становится пурпурно красной, а жилки и края остаются зелеными. Симптомы голодания появляются чаще во время созревания ягод.

Признаки кальциевого голодания у древесных растений. У листовых растений на кончиках или вдоль средней жилки обнаруживаются пятна отмершей ткани. Края молодых листьев завертываются вверх и отмирают. Вслед за сильным повреждением листьев начинается отмирание верхней части побегов. Недостаточное обеспечение кальцием задерживает развитие корней и образование новых почек. У древесных растений симптомы недостатка серы развиваются обычно медленно и сходны с признаками азотного голодания.

Признаки «железного» и борного голодания у древесных культур. Показателем недостатка железа служит «железный хлороз», при котором листья и хвоя становятся желтоватыми и даже белыми. Наиболее четко это проявляется у молодых листьев. Наиболее чувствительны к недостатку бора в почве яблоня и груша. Недостаток бора у яблони сначала проявляется на молодых побегах, на которых листья становятся желтыми и уродливыми, верхушки у краев листьев отмирают, жилки краснеют. Нормальные по внешнему виду листья почти не развиваются или развиваются медленно и гибнут. Могут образовываться розетки из листьев. Плоды становятся мелкими, внутри и снаружи с опробковевшими, растрескавшимися участками. Недостаток бора уменьшает зимостойкость. Симптомы недостатка бора проявляются, когда в листьях содержится 4 мг/кг сухого веса.

При недостатке марганца у яблони, груши и малины появляется междужилочный хлороз. Он начинается с краев листа и распространяется по направлению к главной жилке листа.

Чаще всего недостаток марганца проявляется у плодово-ягодных культур, растущих на почвах, имеющих рН выше 6,5, на карбонатных, старых садовых почвах, в которые продолжительное время вносили навоз и большое количество извести. Симптомы Mn и Fe голодания очень похожи.

Чтобы их различить, необходимо сделать анализ листьев на содержание Mn. При недостатке Mn в листьях содержится меньше 10 мг/кг сухого веса.

У плодовых растений недостаток меди вызывает подавление роста. На верхних листьях побегов появляется хлороз тканей между жилками. По мере усиления хлороза весь лист становится беловатым. Края листьев могут быть обожжены и порванными. При слабой недостаточности листья становятся очень крупными, темно-зелеными и мягкими. С усилением голодания побеги вырастают сплошными, с маленькими узкими и скрученными листьями. У яблони может наблюдаться розеточность листьев в связи с укороченными междоузлиями. Происходит опадение листьев. У побегов отмирают концы и загибаются книзу (увядание побегов у яблони), на узлах образуются одиночные почки, в результате получают «ведьмины метлы». Недостаток Si в первую очередь проявляется на почвах, сильно удобренных навозом и азотом.

Симптомы недостатка Si проявляются при его содержании меньше 4 мг/кг сухого веса листьев.

Основным признаком «цинкового» голодания является мелколистность или розеточность. При этом листья образуются очень мелкие и узкие, несколько деформированные, и на концах молодых побегов хлоротичные, которые часто приобретают бронзовую окраску и отмирают. Наблюдается укороченный рост и малое образование репродуктивных органов. Обычно у растений, испытывающих недостаток в Zn, в листьях содержится меньше 6 мг/кг сухого веса.

Недостаток молибдена вызывает в листьях пятнистость и некрозы, свертывание листьев по краям, подавление роста растений. Чаще всего от недостатка Mo страдают бобовые растения.

При обнаружении на участке вышеперечисленных признаков недостатка питательных элементов необходимо срочное внесение удобрений, чаще всего методом некорневой подкормки.

ПРИМЕЧАНИЕ. При использовании метода растительной диагностики необходимо прежде всего убедиться хотя бы на основании визуального обследования, что слабый рост растений является следствием недостатка питательных веществ, а не вызван такими факторами, как избыточная или недостаточная влажность, поврежденность деревьев энто- и фитовредителями или вызвана отравлением повышенной концентрации SO_2 .

При отравлении хвоя становится красновато-коричневой, на листьях лиственных пород между главными жилками появляется желтая, коричневая или красно-бурая пятнистость. На основании полученных данных рассчитать необходимое количество удобрений и провести подкормки исследуемых древесных растений.

Удобрения: NH_4NO_3 , NH_4Cl , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, карбонид, суперфосфат, KCl , зола, MgSO_4 , CuSO_4 , FeSO_4 , борная кислота, борнодаломитовое удобрение; MnSO_4 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, ZnSO_4 , NH_4MoO_4 , молибденовый суперфосфат, нитрофоска азото-сульфатная (N: P_2O_5 : K_2O – 12: 12: 12), нитроаммофоска (6 – 18 %), нитроаммофос.

Провести некормовую подкормку растений.

РАЗДЕЛ II. ФИЗИОЛОГИЯ ВЕГЕТАТИВНОГО РАЗМНОЖЕНИЯ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

Вегетативное размножение – это бесполое размножение путем регенерации у растений тканей и органов. Многие растения обладают природным свойством к такому размножению; в других случаях это вызывается в той или иной степени искусственно в зависимости от вмешательства человека и под его контролем.

Преимущества вегетативного размножения: гетерозиготные растения могут быть воспроизведены без изменений. Кроме того, полученные таким способом растения в первые годы жизни отличаются более быстрым ростом по сравнению с семенным и в более короткий срок достигают необходимых стандартных размеров.

Размножение древесных пород черенками важно для развития клонов или групп растений, размножившихся от одного сеянца.

В практике лесоводства все больше внимания уделяется клонам, так как их качество легко сравнимо, что позволяет быстро выбирать лучшие экземпляры для лесовосстановления.

Размножению черенками принадлежит большое будущее в лесоводстве. Веками в Японии размножают так криптомерию, появились многие виды, размножаемые черенками.

Для сохранения ценных хозяйственно-биологических признаков отобраных и сортовых древесно-кустарниковых растений применяют следующие способы вегетативного размножения:

- зелеными и одревесневшими черенками (облепиха, тополь, ель, виноград, жимолость, лимонник, береза и др.);
- размножение корневыми черенками (осина, слива, вишня, яблоня);
- размножение отводками (крыжовник, лещина, чубушник);
- прививками;
- размножение культурами тканей;
- корневыми отпрысками (облепиха, шиповник);
- порослью (вишня, слива).

Наиболее перспективными из них с точки зрения биологии, агротехники и экономики является зеленое черенкование. При этом способе в качестве черенков используют облиственные части однолетних побегов, которые отрезают от ветвей маточных растений без существенного для них ущерба. Наличие на черенках листьев, активная дифференциация меристематических тканей и их высокая жизнедеятельность способствуют регенерационным процессам и восстановлению целостности растения. Выращивание саженцев методом черенкования рентабельно.

РАБОТА 6. Физиологические основы укоренения и методика размножения зелеными черенками.

Цель работы: ознакомиться с физиологией и технологией древесно-кустарниковых растений зеленым черенкованием, исследовать влияние ростовых веществ на образование придаточных корней на черенках или ускорение трудноукореняющихся растений.

ЗАДАНИЕ 1. Изучить размножение древесно - кустарниковых растений Уральского сада лечебных культур зеленым черенкованием. Рассчитать процент черенков, образовавших корни.

Высоковитаминные виды и сорта: облепиха, жимолость, калина, шиповник, барбарис, яблоня, лимонник и др.

Хвойные породы: ель, сосна, кедр, лиственница, пихта.

Фитонцидные растения: черемуха, тополь, сирень, чубушник, береза, дуб и др.

Методика размножения зелеными черенками

Черенкование – наиболее важный способ вегетативного размножения. Зеленым или летним черенком называют часть растущего побега с листьями. На черенки срезают побеги текущего года в фазе начинающегося одревеснения, пока побег еще достаточно гибок. Для различных пород и климатических районов сроки черенкования различны (в нашей зоне с мая до 15 – 20 июля).

Побеги на зеленые черенки лучше срезать рано утром, когда листья обладают большим запасом воды. После срезки побегов листья на них укорачиваются на $1/2 - 2/3$ или удаляют листья для предупреждения чрезмерной транспирации, но этот прием нежелателен, так как присутствие листьев и почек стимулирует корнеобразование (рис. 1) за счет синтеза ауксина и ассимилятов (углеводов, аминокислот). Применение туманообразующей установки и достаточная площадь для высадки черенков позволяет не укорачивать листья. Срезанные побеги нижними концами помещают в ведра с небольшим количеством воды и переносят в защищенное от солнца помещение, где их необходимо резать на черенки. Сроки черенкования



Рис. 1

Летний зеленый черенок с одним междоузлем и двумя почками:
1 – апикальный (образующий побег);
2 – базальный полюс (образующий корни)

для хвойных – май; вишню, сливу, сирень, жимолость черенкуют в фазе интенсивного роста в длину или в фазе цветения; оптимальная зрелость побегов для черенкования облепихи, чубушника, крыжовника приходится на конец фазы интенсивного роста. Разные виды смородины, ивы, тополя, лимонника, актинидии обладают способностью к укоренению в течение всего вегетационного периода. У кустарниковых растений, обладающих сильной побеговосстано-

вительной способностью, с одной стороны побега нарезают до 4 – 5 черенков, у древесных, лиственных растений до 2 – 3, у хвойных – 1 черенок.

У хвойных древесных пород (ель, пихта, сосна, кедр) побеги не срезают, а отдирают. Заготавливают только боковые побеги с ветвей первого, второго и третьего порядков ветвления. Не следует брать побеги или части побегов с цветочными почками, так как такие черенки хуже укореняются, не дают прироста и погибают.

Черенки следует резать минимально-оптимального размера длиной 6 – 15 см с одним, двумя (или больше) узлами. Побег с короткими междоузлиями (облепиха, барбарис, крыжовник, кизильник) режут на черенки с 5 – 8 узлами, побег с длинными междоузлиями (сирень, чубушник, лещина, жимолость, актинидия, виноград) – 2 – 3 узлами. Срезы делают косыми, под углом 45° , нижний срез делают на 4 – 6 мм ниже, а верхний на 2 – 4 мм выше почки. Резку производят остро отточенным окулировочным или прививочным ножом.

При резке черенков побег берут в левую руку верхушкой под левый локоть, обхватывая побег сверху выше того места, где начинают срез. Нож должен находиться в тыльной части правой руки острием лезвия к себе. Его ставят серединой острия лезвия выше почки с листом на 4 – 6 мм под

углом 45° (или менее) к цилиндру побега так, что при срезе острый угол черенка был дальше от почки, чем тупой.

Почка должна находиться с противоположной стороны тупого угла. Срезаемый черенок выступает наружу с правой стороны из сжатой левой руки. Лезвием ножа, зажато в правой руке, легко нажимают на побег и плавно отодвигают в правую сторону, одновременно срезая черенок. Параллельно ножу движется большой палец, находящийся с другой стороны черенка напротив лезвия ножа (он придерживает черенок с противоположной стороны ножа). Таким способом весь побег режется на черенки. При этом получаются косые срезы, но прямые для зеленых черенков лучше, так как у них повреждается меньше ткани. Практически осуществить прямой срез ножом очень сложно, не смяв ткань и не поранив пальцы. При срезе черенков плохо отточенным ножом получаются мятые, рваные срезы, иногда с заусенцами сосудисто-волокнистых пучков или эпидермиса. Такие черенки загнивают и погибают.

Черенки помещают в сосуд с водой и высаживают в тот же день, так как при длительном хранении происходит выщелачивание органических веществ, что ухудшает укоренение, и потери воды не всегда компенсируются медленным всасыванием.

Зеленые черенки укореняются в парниках под рамами или пленкой, в теплицах. Для этой цели используют парники на техническом обогреве (водяном, электрическом) или биотопливе.

ПРИМЕЧАНИЕ. Использование парников, теплиц на биологическом обогреве способствует выделению повышенного количества углекислого газа, который положительно влияет на скорость укоренения и прироста побегов.

На дно теплицы, парника кладут холодный солоmistый навоз или древесный лист слоем 25 – 30 см, на него насыпают ровным слоем (12 – 15 см) рыхлую питательную почву, а сверху насыпают крупнозернистый промытый песок слоем 4 – 5 см.

В настоящее время для укоренения зеленых черенков в качестве субстратов применяют всевозможные пески, торф, шлак, опилки, керамику, пемзу, сфагновый мох и т.п. Их используют как в чистом виде, так и в различных смесях и пропорциях.

Наиболее широко в практике применяют песок или в разных соотношениях смесь песка с торфом, в которой укорененные черенки лучше приживаются. Для черенков трудноукореняемых пород (сирени, лещины, декоративных форм ели и др.) применяют двухслойный субстрат: нижний слой (15 – 20 см) – слой чистого крупнозернистого песка или перлита. Практика показывает, что необходимо ежегодно использовать свежий субстрат. В крайнем случае использованный субстрат можно перекапывать с почвой, но толщина слоя свежего субстрата должна быть такой, чтобы нижние срезы черенков не соприкасались с почвой. Черенки некоторых пород (шиповника) очень чувствительны к гнилостной микрофлоре. И при высаживании в свежий субстрат, который насыпали на почву, перекопанную со старым субстратом, укореняемость заметно снижалась и черенки погибали, загнивая снизу. Смородина черная, облепиха, разные виды ив, тополь, хорошо укореняются даже в необновленном субстрате.

Поверхность субстрата тщательно выравнивают, уплотняют и затем поливают из шланга и при помощи туманообразующей установки. Зеленые черенки сажают в парник под маркер, представляющий собой деревянную доску, равной ширине гряд, с набитыми с одной стороны деревянными зубьями или гвоздями длиной 4 – 5 см. Расстояние между рядами зубьев и в ряду в большинстве случаев делают 5 x 5 см (400 – 500 шт/м²) или в зависимости от величины листьев высаживаемых черенков. Легким надавливанием на маркер сверху в песке делают небольшие отверстия, в которые высаживают черенки на глубину 2 – 3 см; плотно обжимая песок пальцами вокруг черенка или деревянной реечкой, чтобы он не падал. После заполнения теплицы (или парника) черенки опрыскивают водой или включают туманообразующую установку.

Физиологические основы укоренения. Способность черенков к укоренению зависит как от внутренних (наследственных) условий, так и от окружающей среды, в которую их помещают. Процесс корнеобразования находится в прямой зависимости от активности физиологических процессов в образовании меристематических тканей в базальной части черенка и деятельности ассимилирующей и гормональной продуктивности листьев, которые определяются условиями микроклимата. Основными условиями микроклимата, влияющими на укоренение черенков, являются: влажность, температура воздуха и субстрата, аэрация субстрата, освещенность, механический и химический состав субстрата, газовый состав воздуха и почвы и др.

Влажность, освещенность. Отношение черенков к влажности субстрата и воздуха определяется биологическими особенностями растений и степенью одревеснения черенков. Черенки большинства видов и сортов лучше укореняются при влажности субстрата 20 – 25 % от веса сухой почвы. Одним видам высокая влажность субстрата необходима до полного образования у черенков корней, другие при образовании каллуса или небольших корней нуждаются в менее влажном субстрате. Черенки ивы, тополя и других легко переносят переувлажнение, в то время как черенки хвойных пород очень страдают от избыточного увлажнения, даже временного. Для корнеобразования большое значение имеет хорошая аэрация субстрата, которая обеспечивается дренажными устройствами и мелкой посадкой.

Необходимым условием для меристематической активности регенерирующих тканей и особенно камбия является обильное содержание воды в тканях побегов и листьев, которая определяет интенсивность фотосинтеза. Способность к укоренению утрачивается при потере воды черенками барбариса более 37 %. Чувствительными к потере воды являются черенки жимолости, кизильника, желтой акации, бересклета и др. Высаженные сразу после среза черенки скумпии, содержащие большой запас исходной влаги, укоренились на 100 %, через сутки – всего лишь на 18 %, через двое суток

– на 4 %, а через трое суток не укоренились совсем. Важным условием при подготовке к укоренению черенков является поддержание высокой влажности воздушной среды, в которой находятся черенки. Наиболее благоприятна для укоренения черенков относительная влажность воздуха 85–100 %. Высокая влажность воздуха обычно поддерживается частым поливом и герметическим закрытием парника.

В производственных условиях высокая влажность воздуха среды создается с помощью туманообразующих установок. С помощью туманообразующих насадок (форсунок) создается облако тумана, и черенки покрываются водяной пленкой, что приводит к снижению температуры листьев. Это позволяет использовать полное освещение, что очень важно для процесса фотосинтеза у черенков. Оптимальные условия освещения обеспечивают превышение интенсивности фотосинтеза над дыханием, что способствует накоплению продуктов ассимиляции в листе и их дальнейшем оттоку к месту образования корней. В условиях парника или теплицы (без туманообразующей установки) большая интенсивность светового потока вызывает перегрев и даже ожоги листьев, приводящие к их увяданию. Поэтому освещение укореняемых черенков должно производиться рассеянным светом, который получается путем притенения щитами или забеливания рам. В условиях работы туманообразующей установки дно теплицы заполняется дренирующим материалом – керамзитом или мелким гравием, галькой или хворостом, мхом, камышом и др. В этих условиях теплицы делают с электрическим обогревом.

ПРИМЕЧАНИЕ. Укореняемость всех древесно-кустарниковых растений в условиях искусственного тумана составляет от 60 до 100 %; срок укоренения в 2 раза короче, чем в обыкновенных парниках.

Температура. Оптимальная для укоренения черенков большинства видов является дневная температура 20° – 30° С и ночная от 15° до 21° С, что поддерживается за счет подогрева снизу и солнечного тепла сверху. Диф-

ференцирование температуры воздуха и субстрата способствует различной активности физиологических процессов, протекающих в базальной части черенка, листьях и его апикальной части. Различия активности физиологических процессов, переходящих в полярных концах черенка, интенсивнее стимулируют укоренение.

Укорененный черенок требует уже нулевой или отрицательный вертикальный температурный градиент. При несоблюдении этих режимов вначале наблюдается пробуждение почек, рост побегов и потом только у некоторых черенков слабое появление корней, в результате укореняемость черенков снижается.

При укоренении в парниках или наземных пленочных укрытиях с 3 – 4-разовым орошением в день температуру необходимо снижать путем затенения, с использованием искусственного тумана необходимость в затенении отпадает.

Уход. Черенки необходимо регулярно просматривать и своевременно опрыскивать, не допуская просыхания субстрата. Заболевшие и подгнившие черенки выбрасываются при выпалывании в пасмурную погоду или вечером. После укоренения черенков постепенно усиливают проветривание, приучая черенки к температуре наружного воздуха. По окончании закаливания растений рамы снимают, и дальнейший уход заключается в поливе, прополке, рыхлении и борьбе с вредителями. Если черенки остаются в парниках на зиму, их укрывают лапником или листвой. Черенки быстро укореняющихся пород, получившие закалку в парниках, в сентябре можно высаживать школу доращивания, трудноукореняющиеся породы остаются в парнике (теплице) на второй год или весной их пересаживают на гряды.

ЗАДАНИЕ 2. Исследовать:

- а) зависит ли качество черенки от возраста родительского дерева?
- б) в чем причина различного качества черенков, взятых из разных частей кроны?

- в) зависит ли качество от того, из какой части побега приготовлены черенки?

Объекты исследований: облепиха, смородина, сосна, тополь, жимолость, кизильник.

РАБОТА 7. Исследовать физиологическую активность ростовых веществ для укоренения черенков.

Виды и сорта: калина, жимолость, вишня, ель, сосна, чубушник, кизильник и др.

Применение регуляторов роста для обработки черенков позволяет ускорить корнеобразовательный процесс, улучшить развитие корневой и надземной систем и увеличить выход укорененных черенков. Наиболее эффективными и наиболее часто используемыми в производственных условиях средствами стимулирования корнеобразования у зеленых черенков являются гетероауксин – бетаиндолилуксусная кислота (ИУК), альфа-нафтилуксусная кислота (НУК) и их соли, бета-индолилмасляная (ИМК), а также и другие.

Этот препарат высокой физиологической активности: их концентрации можно варьировать в зависимости от степени одревеснения и возраста черенков, срока черенкования, факторов микроклимата, колеблются от 5 до 400 мг/л (табл. 4).

Таблица 4

Концентрация ростовых веществ, используемых для обработки черенков, мг/л

Тип черенков	ИУК	ИМК	НУК
Зеленые	50 – 100	10 – 25	5 – 15
Полудревесневшие	100 – 200	26 – 50	16 – 40
Одревесневшие	200 - 400	51 - 100	41 - 100

Приготовить водные растворы гетероауксина или другого вещества различной концентрации в соответствии с методикой (см. ниже) и обработать

черенки древесно-кустарниковых растений. Физиологическую активность ростовых веществ оценивают по следующим показателям: время проявления корней; их число и длина; длина участка стебля, на котором закладываются корни.

Полученные результаты исследований записываются в форме табл. 5 и обрабатывают методом статистики.

Таблица 5

Влияние гетероауксина на корнеобразование
древесно-кустарниковых растений

Варианты опыта	Укоренение, %	Число дней до укоренения	Число корней первого порядка, шт.	Длина корней первого порядка, см
Контроль (вода)				
0,01 %				
0,001 %				
0,0001 %				
0,00001 %				

Методика работы. Существует несколько способов обработки черенков ростовыми веществами. Наиболее приемлимы из них в условиях производства: 1) водные растворы ростовых веществ – черенки погружают нижними концами на несколько часов (6 – 24 ч);

2) ростовая пудра – срезы нижних концов черенков опускают в пудру, которая пристает к влажной поверхности черенков;

3) ростовая паста – наносится в минимальном количестве на базальную часть черенка.

Для приготовления рабочего раствора взвешивают 100 мг гетероауксина, растворяют в 5 мл спирта и разбавляют горячей водой до 500 мл, после чего добавляют холодной воды до 1 л и получают раствор гетероауксина в концентрации 0,01 %, пригодный для обработки зеленых черенков.

Концентрация водных рабочих растворов зависит от видового состава растений, типа черенков, степени их зрелости и т.д.

Черенки, рыхло связанные в пучки по 25 – 50 шт., погружают нижними концами на 1 – 2 см в раствор и выдерживают в нем 3 – 6 ч при температуре 22° – 23° С. Для одревесневших черенков раствор готовят 0,02 % -ным и выдерживают в нем черенки 18 – 36 ч.

Черенки хвойных пород после нарезки выделяют смолу, что препятствует всасыванию раствора, поэтому перед обработкой их помещают на 2 – 3 ч в воду комнатной температуры, затем обновляют срезы на 1 мм, удаляют смолу и погружают в раствор.

Оставшийся раствор хранят в темном прохладном месте не более 7 дней и его используют еще для одной партии.

При обработке черенков пудрой или пастой на 1 мг гетероауксина берут талька 1 г или толченого древесного угля и смесь тщательно растирают в ступке. Затем свежесрезанные нижние концы черенков смачивают в воде, обмакивают в ростовую пудру, после чего высаживают.

Для приготовления пасты берут 300 мг гетероауксина, растворяют в 20 – 30 мл 96 %-ного спирта, разбавляют горячей водой до 1 л, добавляют 300 г талька или древесного толченого угля. После охлаждения масса готова к употреблению. Для сохранения физиологической активности ростовую пасту хранят в закрытом месте в холодильнике. В полученную сметанообразную массу помещают базальную часть черенка и затем сразу высаживают черенки в субстрат на укоренение. Дальнейший уход за ними в парниках такой же, как за необработанными черенками.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Почему заготовленные черенки высаживают в этот же день?
2. Черенки каких растений лучше укореняются – из влажных или сухих местообитаний? Почему?
3. Какая основная причина гибели черенков при выращивании?
4. Почему необходимо автоматическое регулирование (или периодическое), обеспечивающее прерывистость тумана?

5. Какие побеги по возрасту используются при приготовлении черенков?
6. Какова физиологическая роль почек и листьев в укоренении черенков?
7. Как влияет содержание азота в почве на укореняемость черенков?
8. На какой стадии развития наибольшая способность к укоренению?
9. Каким способом можно повысить укореняемость черенков трудноукореняющихся древесных растений?
10. Можно ли производить укоренение черенков в воде?
11. С каких побегов – вегетативных или репродуктивных – лучше укореняются черенки?
12. В чем причина различного качества черенков, взятых из разной частей кроны?
13. Зависит ли степень укоренения от типа стеблевой ткани?
14. Влияют ли сроки заготовки черенков на их укоренение?

РАЗДЕЛ III. БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

РАБОТА 8. Лекция – экскурсия на тему «Сад лечебных культур Уральского государственного лесотехнического университета – памятник природы» (постановление Свердловского облисполкома от 6 апреля 1977 года №265).

Цель и задачи: знакомство с физиолого–биологическими особенностями генофонда высоковитаминных и фитонцидных древесно–кустарниковых растений Урала.

Первый в стране сад лечебных культур был заложен в 1950 году профессором Л.И. Вигоровым в институте при активном участии студентов лесохозяйственного факультета. В настоящее время на основе изучения лечебных (защитных) веществ отобрано 350 видов, форм сортов (облепиха, жимолость, актинидия, эфедра, лимонник, барбарис, яблоня, вишня и др.),

в том числе и фитонцидных пород, обогащающих биосферу полезными для здоровья человека соединениями. Растения Уральского сада лечебных культур способны накапливать более 50 биологически активных веществ, в том числе в эффективных (действующих) количествах 30 соединений: бетаин (противоязвенное действие), серотонин (противоопухолевое), схизандрин (тонизирующее), арбутин (предупреждающее заболевание почек), берберин (предупреждающее заболевание печени), кумарин (антикоагулирующее средство), тритерпеновые кислоты (кардиотоническое действие), витамины К₁, В₂, В₆, С, Р, В₉ и др. В саду имеется отдел фитонцидных пород, растения которых продуцируют за вегетативный период 150 – 320 кг/га аэрофилинов в атмосферу, повышая адаптационные и регуляторные свойства человека, что особенно необходимо в суровых условиях Урала, Сибири, повышенного радиационного и мутагенного фона.

Уникальная коллекция растений Уральского сада лечебных культур признана памятником природы решением Свердловского облисполкома № 265 от 6 апреля 1977 года.

Изучение биологически активных веществ древесных растений

В процессе фотосинтеза и других метаболических процессов в растениях синтезируются биологически активные вещества: витамины, хлорофилл, терпеноиды, фитогормоны, аэрофилины, которые регулируют жизненные процессы организма, защищают его от фитопатогенных микроорганизмов, образуются также запасные и энергетические вещества – углеводы, жиры, белки. Существенную роль в процессах роста и развития, дыхания и фотосинтеза играют аскорбиновая кислота и фенольные соединения, среди которых наиболее распространены флавоноиды (флавонолы, катехины, флавоны и др.).

Изучение генофонда древесно-кустарниковых растений, характеризующегося способностью синтезировать БАВ в повышенных количествах, играет огромное значение для пищевой промышленности и медицины.

РАБОТА 9. Изучить эндогенную и индивидуальную изменчивость содержания биологически активных веществ популяций сосны, ели, калины, облепихи, лиственницы, березы, яблони.

Определить процент особей популяции с высоким содержанием БАВ. Рассчитать необходимое количество особей популяции для анализа БАВ ($P=0,95$).

РАБОТА 10. Исследовать влияние минеральных удобрений на биосинтез биологически активных веществ древесными растениями.

РАБОТА 11. Изучить содержание БАВ в листьях, коре различных видов растений. Ваши рекомендации по изучению их как источника сырья для пищевой промышленности и медицины.

Методика определения аскорбиновой кислоты в плодах, ягодах и листьях (в неокрашенных вытяжках).

Метод определения аскорбиновой кислоты основан на ее редуцирующих свойствах. Раствор 2,6-дихлорфенолиндофенола синей окраски восстанавливается в бесцветное соединение экстрактами растений, содержащими аскорбиновую кислоту (реакция Тильманса).

Среднюю пробу плодов (хвои) предварительно измельчают ножом из нержавеющей или хромированной стали (следы железа и особенно меди катализируют разрушение аскорбиновой кислоты) на винилпластовой пластинке или эмалированной кювете. Весь процесс измельчения необходимо выполнить возможно быстрее. Навеску исследуемого материала в 1–20 г (хвои берут 1 г, плодов–10 г, ягод–20 г) или больше заливают в ступке соответственно 2; 20; 40 мл смесью HCl и HPO₃ и растирают с хорошо промытым стеклянным песком (размер 2–3 мм) до образования гомогенной массы. Процесс растирания не должен длиться более 5 мин. Полученную массу центрифугируют. Пипеткой отбирают 5–10 мл центрифугата (для высоковитаминных растений), 20 мл (для средневитаминных растений) и 25–50 мл (для низковитаминных по содержанию) и титруют из микробюретки (или бюретки) раствором краски до появления розовой устойчивой окраски.

В окрашенных вытяжках титруют раствором краски в присутствии толуоло-изоамиловой смеси (1:1).

Количество аскорбиновой кислоты (C) в образце вычисляют по формуле:

$$C = \frac{a \cdot T \cdot V}{V_1 \cdot P}, \text{ мг\%}$$

где a – число мл краски, которая пошла на титрование экстракта;

T – титр краски по аскорбиновой кислоте;

V – общий объем вытяжки;

V₁ – число мл экстракта, взятого для титрования;

P – навеска образца.

Приготовление растворов: 1) Краска Тильманса: растворяют 500 мг сухой краски в мерной колбе на 1000 мл, прибавляют 200 – 250 мл теплой дистиллированной воды и после сильного 10-минутного взбалтывания доливают колбу до метки. Устанавливают титр краски Тильмана по аскорбиновой кислоте;

2) Смесью кислот: 20 г метафосфорной кислоты растворяют в 100–150 мл H₂O (можно слегка подогреть на плитке). Раствор охлаждают и приливают 40 мл концентрированной HCl, и объем доводят дистиллированной водой в мерной колбе до 1 л.

Методика определения флавоноидных соединений, обладающих Р-витаминной активностью

Для определения общего количества флавоноидных соединений в растениях используют метод, в основе которого лежит способность флавоновых соединений (производных флавонолов, флавонов) вступать в реакцию с VO₃³⁻. 0,5 г растительного материала, предварительно высушенного при 70° С, исчерпывающе экстрагируют хлороформом и затем абсолютно сухим этиловым спиртом; спиртовой экстракт испаряют, и остаток растворяют в 1 мл этилового спирта, к раствору добавляют 24 мл абсолютно сухого ацетона.

К 2 мл фильтрата добавляют 8 мл лимонно-борного реактива и измеряют величину плотности с помощью фотоколориметра ФЭКН-57 при 470 нм.

НАПИСАНИЕ И ЗАЩИТА ОТЧЕТА

РАЗДЕЛ IV. ТРЕБОВАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

1. Провести со студентами инструктаж по технике безопасности.
2. Все работы в теплице с установкой искусственного тумана, оборудованной электрическим обогревом, следует проводить после отключения электроустановок.
3. При агротехнических работах студенты, занимающиеся черенкованием, должны строго соблюдать правила обращения с ножом, секатором, лопатой и другими орудиями труда: не разбрасывать и не класть острием вверх, не прикрывать острые части орудий.
4. При работах по приготовлению рабочих растворов ростовых веществ, по внесению минеральных удобрений, анализу питательных элементов в почве, листьях, хвое должны соблюдаться правила охраны труда и техника безопасности.
5. Для оказания первой помощи в период практики всегда должны быть: бинты, вата гигроскопическая, 3 %-ный раствор иода, 2 %-ный раствор борной кислоты, 3 – 5 %-ный раствор двууглекислого натрия (питьевой соды), клей БФ-6.

При ожогах химическими веществами (главным образом кислотами и щелочами, в нашем случае дифениламином в серной кислоте и КОН) пораженный участок кожи быстро промывают большим количеством воды. Затем на обожженное место накладывают примочку: при ожогах кислотой – из 2 %-ного содового раствора, при ожогах щелочью – из слабого раствора уксусной кислоты.

При порезах и ранениях стеклом нужно проверить, не осталось ли осколков стекла в ране. Очистив рану, обмывают ее, смачивают иодом и, если нужно, перевязывают. Кровь можно остановить, приложив к порезу тампон из стерильной ваты, пропитанной раствором хлорного железа, серноокислого или хлористого алюминия.