

**КАЗАНСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**С.А. ДУБРОВНАЯ  
Л.З. ХУСНЕТДИНОВА**

**ОСНОВЫ ЛЕКАРСТВЕННОГО  
РАСТЕНИЕВОДСТВА**

**Учебное пособие**

**КАЗАНЬ  
2022**

**УДК 615.19: 631**

**ББК 42.14**

**Д 79**

*Рекомендовано к изданию Учебно-методической комиссией  
Института фундаментальной медицины и биологии  
(протокол № 4 от 16.03.2022 г.)*

**Рецензенты:**

доктор фармацевтических наук, профессор КФУ **Д.Х. Шакирова**,  
кандидат биологических наук, доцент Мар. ГУ **Л.В. Рыжова**

**Дубровная С.А.**

**Д79 Основы лекарственного растениеводства:** учебное пособие /  
С.А. Дубровная, Л.З. Хуснетдинова. – Казань: Издательство Казанского  
университета, 2022. – 96 с.

Данное пособие составлено в соответствии с рабочей программой «Основы лекарственного растениеводства», которая включена в Блок Б1.В.01 основной профессиональной образовательной программы 33.05.01 – Фармация (Фармация). В работе представлен теоретический материал, дополняющий лекционный курс и необходимый для выполнения практических заданий на лабораторных занятиях, материал собственных исследований. Достаточно подробно изложена методика проведения опытов и экспериментов на занятиях, что позволяет оптимизировать работу студентов в ходе проведения учебно-исследовательской деятельности.

Учебное пособие предназначено для студентов вузов, аспирантов и преподавателей, учителей средней школы при организации проектной и научно-исследовательской деятельности учащихся.

**УДК 615.19: 631**

**ББК 42.14**

© Дубровная С.А., Хуснетдинова Л.З., 2022  
© Издательство Казанского университета, 2022

## Введение

Лекарственное растениеводство – отрасль, которая лежит на стыке двух наук, – сельскохозяйственного производства и фармации. В рамках данного направления основное внимание направлено на выращивание в регулируемых условиях лекарственных растений, которые служат сырьем для производства лекарственных препаратов, фармацевтических субстанций, нутрицевтиков и космецевтиков.

Увеличение спроса на препараты, созданные на основе лекарственного сырья, определяется осознанием неоправданности широкого использования химических препаратов при лечении хронических заболеваний у людей различного возраста.

В России отрасль лекарственного растениеводства в настоящий момент находится на стадии восстановления. Реализуется Проект «Возрождение отрасли лекарственного растениеводства в РФ» в направлении «Превентивная медицина», Дорожная карта «ХелсНет» Национальной-технологической инициативы (НТИ). Согласно Дорожной карте к 2035 году в России планируется запустить не менее 25 научно-образовательных агротехнопарков по производству концентрированных жидких, сухих и гранулированных растительных лекарственных субстанций и препаратов и создать до 300 тыс. фермерских хозяйств, объединенных в сельскохозяйственные производственные кооперативы, которые займутся выращиванием, первичной переработкой и хранением лекарственного сырья. Также предусмотрено создание «международной сетевой платформы по координации выращивания экологически чистых лекарственных растений и производства концентрированных жидких, сухих и гранулированных растительных лекарственных субстанций и препаратов». Для выхода на международный рынок торговли культивируемым лекарственным растительным сырьем (ЛРС) необходимо разработать и принять национальные практики культивирования лекарственных растений применительно к условиям нашей страны и заготовки их сырья в природе – GACP (Good Agricultural and Collection Practice for medicinal plants).

Исследования лекарственных растений в Республике Татарстан проводились в 40-х годах прошлого столетия. Профессоры Марков М.В., Баранов В.И. с сотрудниками кафедры ботаники КГУ изучали видовой состав лекарственной флоры ТАССР. Были выделены 70 видов лекарственных растений. В 1967 году под руководством кандидата фармацевтических наук М.А. Кузнецовой были проведены ресурсоисследовательские исследования запасов лекарственных растений республики. В 1987 году инвентаризация лекарственных ресурсов была проведена доцентом кафедры фармакогнозии КГМУ Соболевой Л.С. Данные исследования показали, что всего 30 видов растений обладали достаточным запасом сырья для заготовки. В основном это рудеральные виды, которые приспособились жить на нарушенных территориях.

В настоящее время в Татарстане отмечается восстановление популяций лекарственных растений за счет снижения антропогенного прессинга, регулирования сбора сырья. С 2018 года кафедрой ботаники и физиологии КФУ в рамках Гранта РФФИ и Правительства РТ проводится комплексный анализ по учету запасов сырья, структуры популяции лекарственных растений, особенности накопления биологически активных веществ (БАВ) (Тимофеева и др., 2018).

Природное или синтетическое вещество называется лекарственным, если оно обладает определенным фармакотерапевтическим действием. Растения считаются лекарственными, если они содержат БАВ, оказывающие тот или иной вид воздействия на живой организм. Лекарственные растения – обширная группа растений, органы или части которых являются сырьем для получения средств, используемых в народной, медицинской или ветеринарной практике с лечебными или профилактическими целями.

Выделяют следующие категории лекарственных растений.

**Официальные лекарственные растения.** Растения, сырье которых разрешено для производства лекарственных средств в стране. Эти виды лекарственного растительного сырья указаны в Государственном реестре лекарственных средств Российской Федерации.

**Фармакопейные лекарственные растения.** Официальные растения, требования к качеству лекарственного растительного сырья которых изложены в соответствующей статье Государственной Фармакопеи или международных фармакопей.

**Лекарственные растения народной медицины.** Наиболее широкая категория, большинство растений в ней относительно плохо описаны, и сведения о эффективности их применения не прошли необходимой проверки средствами современной фармакологии.

Сырье лекарственных растений – части растений, в которых накапливаются БАВ. БАВ – химические вещества, необходимые для поддержания жизнедеятельности живых организмов, обладающие высокой физиологической активностью при небольших концентрациях по отношению к определенным группам живых организмов или их клеткам, злокачественным опухолям, избирательно задерживающие или ускоряющие их рост или полностью подавляющие их развитие. В лекарственных растениях, как правило, содержится целый комплекс биологически активных веществ и, естественно, среди них следует различать основное биологически активное вещество, ради которого данное растение применяется в медицине. Это основное вещество называют действующим веществом. Получение некоторых видов лекарственного растительного сырья в процессе возделывания лекарственных культур в сравнении с заготовкой аналогичного сырья от дикорастущих растений во многом более рационально, поскольку отмечается:

- достижение высокой урожайности и качества сырья, гарантируется возможность получения высокого и однородного качества сырья при использовании удобрений, орошения и других приемов ухода за плантацией. Можно использовать районированный и селекционный посевной материал, дающий лучшее качество и более высокий урожай сырья культуры;
- возможность защиты растений от болезней и вредителей;
- возможность использования средств механизации на различных этапах возделывания;

- интенсификация процесса уборки урожая в сжатые сроки в определенной стадии вегетации растения;

- организация быстрой сушки больших количеств сырья;
- гарантия получения экологически чистого сырья.

Перспективными для возделывания являются растения, отвечающие следующим критериям:

- лекарственные растения, дающие крупнотоннажные виды сырья (виды подорожника, пустырник пятилопастной (*Leonurus quinquelobatus*), ромашка аптечная (*Matricaria chamomilla*), облепиха крушиновидная (*Hippophae rhamnoides*), наперстянка шерстистая *Digitalis lanata* и др.);

- лекарственные растения с ограниченным ареалом или с небольшими запасами сырья в природе (красавка обыкновенная (*Atropa belladonna*), марена красильная (*Rubia tinctorum*), женьшень (*Panax ginseng*) и др.);

- лекарственные растения с обширным ареалом, но произрастающие спорадически и не образующие массовых зарослей (зверобой продырявленный (*Hypericum perforatum*), синюха голубая (*Polemonium caeruleum*) и др.);

- лекарственные растения для получения лекарственных средств с необеспеченной сырьевой базой (датиска коноплевая (*Datisca*), копеечник альпийский (*Hedysarum alpinum*), расторопша пятнистая (*Silybum marianum*), арника облиственная (*Arnica montana*), арника Шамиссо (*Arnica chamissonis*) и др.);

- лекарственные растения, не произрастающие во флоре нашей страны (алоэ (*Aloe*), каланхоэ перистое (*Kalanchoe pinnata*), календула лекарственная (*Calendula officinalis*), эрва шерстистая (*Aerva lanata*), др.);

- лекарственные растения, не встречающиеся в диком виде и известные только в культуре (мята перечная (*Mentha piperita*)).

Основным показателем качества лекарственного растительного сырья является содержание биологически активных веществ.

## **Тема 1. БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА, ИХ РОЛЬ В ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ РАСТЕНИЙ**

**Цель занятия:** познакомить с многообразием биологически активных веществ лекарственных растений, с ролью БАВ в процессе жизнедеятельности растений.

### **Вопросы для подготовки:**

1. Охарактеризовать роль биологически активных веществ в жизнедеятельности растений.
2. На чем основана классификация терпеноидов, фенольных соединений и алкалоидов.
3. Важнейшие растения, содержащие биологически активные вещества.

В процессе изучения вторичного метаболизма растений было выдвинуто несколько гипотез о функциональной значимости этих соединений. Первой появилась гипотеза об отсутствии этой роли, согласно которой вторичные метаболиты считались «отбросами» жизнедеятельности растений. Вторая гипотеза утверждала запасующую роль вторичных метаболитов. Третья гипотеза заключалась в предположении о том, что все вторичные метаболиты на самом деле являются первичными, просто в силу ограниченности наших знаний пока еще неизвестно, в каких важных процессах они участвуют. Однозначно можно говорить, что роль БАВ заключается в защите и обеспечении адаптации растений.

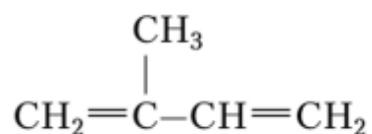
К веществам вторичного обмена в лекарственных растениях относятся многочисленные соединения, среди которых выделяют три класса органических веществ – **терпеноиды, фенольные соединения, алкалоиды.**

## ТЕРПЕНОИДЫ

Терпеноиды – органические соединения, содержащие кислород, углеродный скелет которых образован из изопреновых звеньев. Терпеноиды обычно являются веществами растительного происхождения, реже животного.

Впервые термин «*терпен*» появился в XIX веке при изучении химического состава эфирного масла сосны – скипидара (от немецкого *Terpentin* – скипидар). Так был назван углеводород состава  $C_{10}H_{16}$ , состоящий из двух молекул изопрена. В течение многих лет слово «терпен» связывали с ароматными летучими веществами, содержащимися в высших растениях. Однако по мере развития исследований в этой области, с открытием множества родственных соединений, в том числе и кислородсодержащих, с точки зрения химической номенклатуры окончание -ен стало непригодным и появился более общий термин «терпеноид», что означает терпеноподобный.

Наиболее точное определение терпенов было дано Хааген-Смитом в 1948 году: «Терпены – все соединения, которые имеют определенное архитектурное и химическое отношение к простой молекуле изопрена, т. е.  $C_5H_8$ »:



Изопрен

Терпеноиды – группа вторичных метаболитов высших растений, которая не имеет аналогов по разнообразию структурных типов и биологической роли в регуляции процессов жизнедеятельности живых организмов. Эта многочисленная группа веществ, насчитывающая более 23 тыс. соединений с установленным химическим строением, превосходит по числу представителей все другие классы природных соединений. Образуются во всех частях растений.

## **Функции терпеноидов**

В первичном метаболизме они:

- участвуют в фотосинтезе в качестве фотосинтетических пигментов (фитол, каротиноиды);
- являются гормонами и стимуляторами роста;
- принимают участие в переносе электронов в дыхательной и фотосинтетической электронтранспортных системах (пренильные боковые цепи убихинона и пластохинона);
- используются в качестве переносчиков гликозидов в реакциях гликозилирования (полипренилфосфаты);
- стабилизируют внутриклеточные мембраны (стерины у эукариот).

Однако большая часть известных к настоящему времени терпеноидов относится к веществам специализированного (вторичного) обмена веществ.

Общепризнанной считается роль терпеноидов в качестве веществ экологической адаптации (Пасешниченко, 1987).

– Большинство соединений присутствует в составе латексов, смол, восков и эфирных масел, благодаря токсичным свойствам которых растение защищается от травоядных и вредителей.

– Терпеноиды могут функционировать как антибиотики, предохраняя растение от патогенных микроорганизмов (бактерий, грибов), причем многие из них образуются только в ответ на инфицирование.

– Некоторые растения синтезируют соединения, которые подавляют рост и развитие конкурирующих видов.

– Существуют терпеноиды, которые обеспечивают аромат и яркую окраску цветков и плодов, привлекая распространителей семян и пыльцы.

В работе «Терпеноиды растений» (Кинтя, 1990) было показано, что филогенез подклассов цветковых растений прямо связан с развитием химического потенциала олеанан-лимоноидных тритерпенов. Формирование подклассов цветковых растений так или иначе связано

с освоением химико-биологического потенциала в ряду последовательных модификаций пентациклических тритерпенов в процессе трансформирования олеанановых структур в рамках термодинамических ограничений.

Классификация изопреноидов основана на количестве изопреновых единиц, входящих в состав молекулы.

Различают:

- гемитерпены –  $C_5H_8$ ;
- монотерпены ( $C_{10}$ -соединения), построенные на основе двух молекул изопрена, содержащие 10 углеродных атомов и имеющие общую формулу  $(C_5H_8)_2$ , т. е.  $C_{10}H_{16}$ ;
- сесквитерпены ( $C_{15}$ -соединения) – изопреноиды, содержащие три изопреновые единицы, общая формула –  $C_{15}H_{24}$ . Они составлены из трех изопреновых звеньев и по отношению к монотерпенам являются полуторными (в латинском языке приставка “*sesqui*” означает «в полтора раза»);
- дитерпены ( $C_{20}$ -соединения), построенные из четырех молекул изопрена и содержащие 20 атомов углерода. Их общая химическая формула –  $C_{20}H_{30}$ ;
- тритерпены и стероиды ( $C_{30}$ -соединения), построенные из шести молекул изопрена и содержащие 30 атомов углерода;
- тетратерпены, состоящие из 8 молекул изопрена;
- политерпены (количество атомов углерода – более 40).

В составе эфирных масел наиболее часто встречаются группы моно- и сесквитерпенов. Ди- и тритерпеноиды входят в состав нелетучих камедей и смол. Тритерпеноидное строение имеют агликони сапонинов и сердечных гликозидов, тетратерпены входят в состав каротиноидов, политерпены – это каучук и гутта.

Коротко о наиболее важных терпеноидах (рис. 1).



Рис. 1. Классификация сырья, содержащего терпеноиды

**Эфирные масла (*Olea aetherea*)** – летучие жидкие смеси органических веществ, вырабатываемые растениями и обуславливающие их запах. За летучесть и способность перегоняться с водяным паром эти смеси называются эфирными, а за внешнее сходство с жирными маслами – маслами.

Основными компонентами, определяющими свойства эфирных масел, являются терпеноиды – монотерпеноиды, сесквитерпеноиды, ароматические терпеноиды, реже дитерпеноиды, а также соединения фенилпропановой структуры. Эфирные масла представляют собой сложные многокомпонентные смеси биологически активных веществ, объединенных в общую группу по физическим признакам – летучести и маслообразной консистенции.

**Распространение в растительном мире и роль эфирных масел в растениях.** Эфирномасличные растения встречаются почти в 90 семействах, из них около половины произрастает в тропической зоне, в субтропиках – около 10 %, а в умеренной зоне – около 30 %. В настоящее время известно около 3 000 эфирномасличных растений, из них активно используются в медицинской и хозяйственной практике около 130. Флора СНГ насчитывает около 1 000 видов растений, содержащих эфирные масла, из них используется около 40. Наиболее богаты эфирными маслами следующие семейства: Кипарисовые

(Cupressaceae), Сельдерейные (Apiaceae), Магнолиевые (Magnoliaceae), Астровые (Asteraceae), Лавровые (Lauraceae), Яснотковые (Lamiaceae) (рис. 2), Сосновые (Pinaceae), Миртовые (Myrtaceae) и др. Содержание эфирного масла в растениях колеблется от сотых долей процента до 5 %, а в некоторых видах (бутонах гвоздичного дерева) до 20 %.

Роль эфирных масел:

- для защиты растений от болезней и вредителей (обладают антисептическим действием);

- защищают подземные органы от насекомых и грызунов;

- в коре и древесине оказывают ранозаживляющее действие при повреждениях, действуя как антисептик;



Рис. 2. Цветущее растение *Thymus*

- способствуют опылению, запах цветков служит для привлечения насекомых;

- осуществляют терморегуляцию, являются активными участниками обменных процессов. Испаряясь, эфирные масла предохраняют растения от перегрева.

Эфирные масла образуются во всех частях растений, но количественное распределение их по частям растения обычно неодинаково. Наибольшая концентрация отмечена в следующих органах:

- цветках – роза, жасмин, лаванда;

- плодах – лимон, анис, фенхель, кориандр;

- почках – береза, сосна;

- подземных органах – аир, девясил, валериана;

- древесине – сосна;

- листьях – мята, шалфей, эвкалипт;

- траве – чабрец, душица (рис. 2).

### **Факторы, влияющие на накопление эфирных масел.**

На накопление и качественный состав эфирных масел влияет фаза развития растения и онтогенетическое состояние (в молодых растениях эфирных масел больше, чем в старых), природные и агротехнические факторы: географическая широта, состав почвы, климат, освещенность, влажность, высота над уровнем моря и т. д. Максимальное содержание эфирных масел: в надземных частях – период бутонизации и цветения, в плодах – в период полной зрелости, в побегах багульника – в период плодоношения, в подземных органах – после увядания надземной части осенью или ранней весной, в почках – ранней весной до распускания. В южных районах на открытых местообитаниях, на рыхлой и удобренной почве содержание масел в растениях повышается. Однако при очень высокой температуре ввиду испарения количество их снижается.

**Сапонины** Термин «сапонин» был впервые предложен в 1819 году Мэлоном для вещества, выделенного Шрайдером в 1811 году из мыльнянки. Водные растворы сапонинов образуют при встряхивании обильную стойкую пену (подобно мыльной), в результате чего эти вещества получили название сапонинов (от лат. *Sapo* – мыло).

Сапонины найдены в растениях, относящихся к сорока семействам. Чаще встречаются растения, содержащие **тритерпеновые сапонины**, в следующих семействах: Аралиевые (Araliaceae), Гвоздичные (Caryophyllaceae) (рис. 3), Конскокаштановые (Hippocastanaceae), Бобовые (Fabaceae), Синюховые (Polemoniaceae), Астровые (Asteraceae) и др.

Предположительно, сапонины принимают участие в биохимических процессах в растениях:

- в малых концентрациях они ускоряют прорастание семян, рост и развитие растений, а в больших, наоборот, тормозят, т. е. играют роль гормонов роста растений;
- сапонины оказывают влияние на проницаемость растительных клеток, что связано с их поверхностной активностью;
- повышают стрессоустойчивость растений к неблагоприятным условиям;

- установлена активность тритерпеновых гликозидов и в отношении целого ряда патогенных грибков.

Сапонины по строению их агликонов делятся на две группы: стероидные и тритерпеновые. Стероидные сапонины встречаются значительно реже и обнаружены в растениях сухого и жаркого климата. Они содержатся преимущественно в растениях семейств Лилейные (Liliaceae), Диоскорейные (Dioscoreaceae), Норичниковые (Scrophulariaceae), Лютиковые (Ranunculaceae), Амариллисовые (Amarillidaceae). Стероидные сапонины часто сопровождают в растениях сердечные гликозиды (*Digitalis sp.*, *Convallaria majalis*, *Adonis vernalis*).

Растения, вырабатывающие тритерпеновые сапонины, не содержат стероидные и наоборот.



Рис. 3. Цветущее растение *Saponaria*

**Локализация в растениях.** В растениях сапонины находятся в растворенном виде в клеточном соке. Содержание их в растениях колеблется в широких пределах – от следов до 30 %.

В этом случае сапонины кристаллизуются в виде бесцветных бесформенных глыбок и могут быть видны под микроскопом. Сапонины могут накапливаться в различных органах и частях растений:

- в корнях – солодка голая (*Glycyrrhiza glabra*);
- корневищах с корнями – диоскорея ниппонская (*Dioscorea nipponica*), синюха голубая (*Polemonium caeruleum*), заманиха высокая (*Echynopanax elatum*), солодка голая (*Glycyrrhiza glabra*) и солодка уральская (*G. uralensis*), женьшень (*Panax ginseng*), аралия манчжурская (*Aralia mandshurica*);

- траве – астрагал шерстистоцветковый (*Astragalus dasyantus*), хвощ полевой (*Equisetum arvense*), якорцы стелющиеся (*Tribulus terrestris*);

- листьях – наперстянка пурпурная (*Digitális purpúrea*), почечный чай (*Ortosyphon stamineus*);

- цветках – коровяк скипетровидный (*Verbascum densiflorum*);

- семенах – каштан конский (*Aesculus hyppocastanum*).

Отдельные растения характеризуются высоким содержанием тритерпеновых сапонинов; куколь гигантский, листья березы повислой, кора калины обыкновенной до 7 %, хвощ полевой до 5 %, цветки липы, володушка многожилчатая – 10 %, также отмечается высокой концентрацией володушка золотистая (*Bupleurum aureum*), синяк синий, вероника лекарственная (*Verónica officinalis*).

Высокая концентрация стероидных сапонинов характерна для таких растений, как мыльнянка лекарственная – 20 %, репешок обыкновенный (*Agrimónia eupatória*), лапчатка прямая (*Potentilla recta*), первоцвет весенний (*Primula veris*), синюха голубая (*Polemonium coeruleum*), ветреница лютиковая (*Anemóne ranunculoídes*).

**Влияние факторов внешней среды на накопление сапонинов строго специфично.** Среди них трудно выявить общие закономерности для всех растений. На содержание сапонинов в лекарственном сырье влияет возраст растений и место их произрастания. Максимальное количество сапонинов в сырье содержится в фазе:

- бутонизации и начала цветения (ортосифон тычиночный и астрагал шерстистоцветковый);

- в конце вегетации, когда биомасса лекарственного растительного сырья максимальна (солодка (*Glycyrrhiza glabra*), синюха (*Polemonium coeruleum*), заманиха, аралия, женьшень, диоскорея);

- в период плодоношения (каштан конский).

**Сердечные гликозиды.** Гликозиды – это природные углеводосодержащие вещества органического характера, преимущественно растительного происхождения. В состав молекулы гликозидов входит

сахар и несахаристая часть – агликон. Лечебное действие гликозидов обусловлено главным образом агликоном, но сахар оказывает терапевтический эффект, влияя на растворимость и всасывание агликона.

Классификация гликозидов основана на химическом строении агликонов или сахаров, образующихся при гидролизе гликозидов. Первыми растениями отечественной флоры, в которых были обнаружены кардиологические вещества, явились горицвет весенний и ландыш майский. С момента открытия сердечных гликозидов и по настоящее время ассортимент растений, содержащих и использующихся в медицинской практике, почти не изменился. В то же время сердечные гликозиды, как лекарственные вещества, не имеют себе равных синтетических заменителей, и растения служат единственным источником их получения. Почти в 80 % случаев при лечении сердечно-сосудистых заболеваний используют препараты растительного происхождения. Растения, содержащие сердечные гликозиды, немногочисленны: из 434 семейств цветковых растений, произрастающих на Земле, кардиотонические вещества обнаружены только в 15 семействах. Из 160 семейств флоры СНГ – только в 9 семействах. Преимущественным содержанием сердечных гликозидов отличаются семейства *Liliaceae*, *Ranunculaceae*, *Apocynaceae*, *Scrophulariaceae*.

Гликозиды могут находиться во всех органах растений. В одном и том же растении они накапливаются в различных органах, например, в ландыше майском они содержатся в листьях, цветках, траве. Иногда в одном органе могут накапливаться гликозиды, различные как по химическому строению, так и по физиологическому действию; например, в листьях наперстянки пурпурной встречаются гликозиды кардиотонического действия и сапонины стероидного ряда. В присутствии сапонинов активность гликозидов возрастает. Содержание гликозидов в растениях колеблется от 0,01 до 60–70 %.

**Растения, содержащие сердечные гликозиды:** горицвет весенний (*Adonis vernalis*), ландыш майский (*Convallaria majalis*), наперстянка крупноцветковая (*Digitalis grandiflora*), наперстянка пурпуро-

вая (*Digitalis purpurea*), строфант Комбе (*Strophanthus kombe*), желтушник раскидистый (*Erysimum diffusum*).

#### **Факторы, влияющие на накопление гликозидов:**

- индивидуальная изменчивость (растения одного рода, но разных видов, произрастающие в одинаковых условиях, могут содержать различное количество гликозидов);
- возраст растения;
- фаза вегетации (у наперстянки крупноцветковой наибольшее содержание гликозидов в листьях отмечается перед цветением, а у желтушника – во время цветения);
- время суток (максимальное содержание в полуденные часы);
- экологические условия (освещенность, влажность, почва и др.). На освещенной открытой местности, удобренной почве содержание гликозидов больше, чем в пасмурную погоду и в тени.

## **ФЕНОЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ**

Фенольные соединения являются уникальными природными метаболитами, которые синтезируются практически во всех растительных клетках, обладают высоким биологически активным действием.

Эти соединения характеризуется наличием в молекуле по меньшей мере одного ароматического (бензольного) кольца, содержащего одну или несколько гидроксильных групп. Выяснилось, что растения содержат десятки и сотни тысяч фенольных соединений. В основу классификации природных фенольных соединений положен биогенетический принцип. В соответствии с современными представлениями о биосинтезе и исходя из структурных особенностей углеродного скелета, основные группы расположены в порядке усложнения молекулярной структуры.

Накопление фенольных соединений зависит от видовой принадлежности растений, т. е. видоспецифично. Особенно ими богаты высшие растения, относящиеся к семействам Розоцветные (различ-

ные виды боярышников (*Crataegus*), черноплодная рябина (*Aronia melanocarpa*), Бобовые (софора японская (*Styphnolobium japonicum*), стальник полевой (*Ononis arvensis*), солодка (*Glycyrrhiza*)), Гречишные (различные виды горцев, гречиха), Астровые (бессмертник песчаный (*Helichrysum arenarium*), сушеница топяная (*Gnaphalium uliginosum*), пижма (*Tanacetum*)), Яснотковые (пустырник сердечный (*Leonurus cardiaca*)) и др.

У высших растений фенольные соединения локализуются преимущественно в поверхностных структурах, наиболее подверженных воздействию неблагоприятных факторов, включающих кутикулу, эпидермис и его производные (волоски и трихомы). Внутри клетки фенольные соединения накапливаются преимущественно в вакуолях, где их локальная концентрация достигает весьма высоких значений. Иногда фенольные компоненты присутствуют в биослое мембраны вакуоли, ядерной области, хлорофиллсодержащих клетках палисадной ткани. Они обнаружены также в клетках-вместилищах, в клеточных стенках паренхимных клеток и в межклетниках. Клетки эпидермиса экскретируют разнообразные фенольные соединения, включающие преимущественно фенольные кислоты и флавоноиды, в матрикс стенки и кутикулы.

Способность синтезировать фенольные соединения была приобретена различными растениями в ходе эволюции, позволяя им приспособливаться к постоянно изменяющимся экологическим условиям.

В основу классификации природных фенолов положен биогенетический принцип, согласно которому группы располагают в порядке усложнения молекулярной структуры.

1. С<sub>6</sub>-ряда – простые фенолы;
2. С<sub>6</sub>-С<sub>1</sub>-ряда – производные бензойной кислоты (фенольные кислоты);
3. С<sub>6</sub>-С<sub>2</sub>-ряда – фенолоспирты и фенилуксусные кислоты;
4. С<sub>6</sub>-С<sub>3</sub>-ряда – производные фенилпропана (оксикоричные кислоты и спирты, кумарины);
5. С<sub>6</sub>-С<sub>4</sub>-ряда – нафтохиноны;

6. С<sub>6</sub>-С<sub>1</sub>-С<sub>6</sub>-ряда – бензофеноны, ксантоны;
7. С<sub>6</sub>-С<sub>2</sub>-С<sub>6</sub>-ряда – стильбены и антрахиноны;
8. С<sub>6</sub>-С<sub>3</sub>-С<sub>6</sub>-ряда – флавоноиды и изофлавоноиды;
9. Полимерные фенольные соединения (таннины, лигнины, меланины).

### **Функции фенольных соединений:**

- принимают участие в окислительно-восстановительных процессах. Некоторые являются переносчиками электронов в ЭТЦ фотосинтеза или дыхания;
- оказывают влияние на ростовые процессы, активируя или ингибируя их. При стрессе происходит накопление фенолов, ростовые процессы останавливаются, что повышает устойчивость к неблагоприятным условиям;
- выполняют защитную функцию. Ряд растений, защищаясь от патогенных грибов, выделяют фитоалексины, некоторые из которых имеют фенольную природу. В условиях стресса (УФ-излучение, экстремальные температуры, засуха, дефицит элементов минерального питания, техногенное загрязнение и ряд других факторов) фенольные соединения являются механизмом защиты от обширного повреждения фотосинтетического аппарата. Их защитная функция осуществляется также путем образования барьеров на пути инфекции или механических повреждений (дубильные вещества, лигнины) и при помощи присущей многим из них антибиотической активности;
- являются антиоксидантами (защищают липиды мембран от окислительного разрушения). Антирадикальная (АРА) и антиоксидантная активности (АОА) являются разными характеристиками действия одного и того же вещества – антиоксиданта (АО). Под антиоксидантом понимается любое вещество, которое, присутствуя в низких концентрациях по сравнению с концентрацией окисляемого субстрата, существенно задерживает или ингибирует его;
- участвуют в процессах размножения растений;
- обеспечивают взаимодействие растений в пределах фитоценозов (аллелопатия);

- могут быть активаторами или ингибиторами;
- являются запасными веществами клетки.

Наиболее обширной группой фенольных соединений являются **флавоноиды**. Они широко распространены и имеют большую значимость для растений. Разнообразие флавоноидов огромно и составляет около восьми тысяч веществ. До 20 % фиксируемого при фотосинтезе углерода идет на производство полифенольных соединений, среди которых значительное место занимают флавоноиды (Тараховский и др., 2013). В растениях флавоноиды выполняют ряд важных функций:

- участвуют в процессах клеточного дыхания;
- регулируют рост растений путем транспорта гормона роста ауксина;
- защищают растения от повреждающего действия лучей ультрафиолетового и видимого спектра;
- подавляют рост и уничтожают бактерии, грибы, простейшие, проявляют противовирусную активность, ингибируя транскриптазу и протеазу вирусов;
- в последние годы накапливаются данные о флавоноидах как сигнальных молекулах на разных этапах формирования симбиоза бобовых растений с бактериями или микоризными грибами. Установлено, что низкий уровень азота в культурах бобовых стимулирует накопление флавоноидов, служащих хемоаттрактантами для клубеньковых бактерий. Эти соединения действуют как сигнальные молекулы на ранних стадиях возникновения симбиоза и скапливаются в верхушечных клетках корней в зонах роста волосков. Возможно, эти вещества имеют большое значение для защиты растения от патогенов и неблагоприятных климатических факторов;
- участвуют в процессах репродукции растений и, в частности, в процессах развития и функционирования пыльцы, накопления нектара, в созревании плодов и семян;

- участвуют в процессах экспрессии генов, изменяя активность регуляторных белков;

- участвуют в регуляции клеточного деления;

- в семенах флавоноиды могут быть ингибиторами прорастания.

Значительные количества  $H_2O_2$  диффундируют в вакуоли, где локализуются флавоноиды, которые способны эффективно обезвреживать  $H_2O_2$  и другие активные формы кислорода. Локализуются флавоноиды главным образом в листьях, цветках и плодах, реже в стеблях и подземных органах. В растениях большинство флавоноидов (за исключением катехинов и лейкоцианидинов) присутствует в виде гликозидов, растворенных в клеточном соке.

**Влияние факторов на накопление флавоноидов.** Наиболее богаты ими молодые органы. Накоплению флавоноидов способствует умеренная влажность и умеренная температура, высота над уровнем моря, почва должна быть богата азотом, калием, фосфором и др., т. е. в южных и высокогорных районах, под влиянием света и на почвах, богатых микроэлементами, увеличивается содержание флавоноидов.

**Дубильные вещества** содержатся в коре и листьях многих растений, имеют высокую молекулярную массу и большое количество гидроксильных групп. Встречаются преимущественно в высших растениях, наиболее распространены в представителях двудольных, где они накапливаются в максимальных количествах. Однодольные обычно не содержат дубильные вещества, в папоротниках дубильные вещества встречаются, а у хвощей, мхов, плаунов их почти нет, или они находятся в минимальных количествах. Наиболее богаты дубильными веществами тропические растения. Высоким содержанием дубильных веществ отличаются семейства: Сумаховые (Anacardiaceae) (сумах дубильный (*Rhus coriaria*), скумпия кожевенная (*Cotinus coggygria*), Розоцветные (Rosaceae) (кровохлебка лекарственная (*Sanguisorba officinalis*), лапчатка прямостоячая (*Potentilla erecta*), буковые (Fagaceae) (дуб черешчатый (*Quercus robur*) и скаль-

ный *Q. petraea*), гречишные (Polygonaceae) (горец змеиный (*Bistorta officinalis*) и мясо-красный (*B. carnea*), вересковые (Ericaceae) (толокнянка (*Arctostaphylos*), брусника (*Vaccinium vitis-idaea*)), березовые (Betulaceae) (ольха серая (*Alnus incana*) и клейкая (*A. glutinosa*) и др.

Дубильные вещества обладают бактерицидными свойствами, участвуют в регулировании роста и создании иммунитета у растений. Дубильных веществ нет в зародыше, с началом фотосинтеза в растении синтезируются и они. Биологическая роль для жизни растений до конца не выяснена. Существует несколько гипотез:

- дубильные вещества выполняют защитную функцию, т. к. при повреждении растений они образуют комплексы с белками, которые создают защитную пленку, препятствующую проникновению фитопатогенных организмов. Обладают бактерицидными и фунгицидными свойствами;

- участвуют в окислительно-восстановительных процессах, являются переносчиками кислорода в растениях;

- одна из форм запасных питательных веществ. На это указывает их локализация в подземных органах и коре.

Данные вещества накапливаются, главным образом, в подземных органах многолетних травянистых растений (корневища бадана (*Bergenia crassifolia*), змеевика, лапчатки, корневища и корни кровохлебки (рис. 4), в коре древесины деревьев и кустарников (кора дуба, калины), в плодах (плоды черемухи (*Prunus padus*), черники (*Vaccinium myrtillus*), соплодия ольхи), реже в листьях (листья скумпии, сумаха (*Rhus*), чая (*Camellia sinensis*). В листьях дубильные вещества обнаружены в клетках эпидермы и паренхимы, окружающих проводящие пучки и жилки, накапливаются в клеточном соке вакуолей. Дубильные вещества вытесняются в цитоплазму, где подвергаются ферментативному окислению и превращаются в коричневые и красные аморфные вещества, называемые флобафенами.

Содержание танидов в растениях доходит до 20–30 %, наивысшее содержание дубильных веществ найдено в патологических образованиях – галлах (до 50–70 %).



Рис. 4. Внешний вид *Sanguisorba officinalis*

**Влияние факторов внешней среды на накопление дубильных веществ.** Накопление танидов зависит от генетических факторов, климатических и экологических условий. У травянистых растений, как правило, минимальное количество дубильных веществ отмечается весной в период отрастания, затем их содержание увеличивается и достигает максимума в период бутонизации и цветения (например, корневища лапчатки). К концу вегетации концентрация постепенно снижается. У кровохлебки максимум дубильных веществ накапливается в фазу развития розеточных листьев, в фазу цветения их содержание снижается, а осенью вновь увеличивается. Фаза вегетации влияет не только на количество, но и на качественный состав.

Весной, в период сокодвижения, в коре деревьев и кустарников и в фазу отрастания у травянистых растений преимущественно накапливаются гидролизуемые дубильные вещества. Наиболее благоприятными для накопления танидов являются условия умеренного климата (лесная зона и высокогорный альпийский пояс). Наибольшее содержание дубильных веществ отмечено у растений, произрастающих на плотных известковых почвах, на рыхлых черноземных и песчаных почвах их содержание меньше. Способствуют накоплению дубильных веществ богатые фосфором почвы, богатые азотом почвы снижают содержание танидов.

## АЛКАЛОИДЫ

Алкалоиды – это особая группа органических азотсодержащих соединений основного характера, встречающихся в растительных организмах и обладающих сильным физиологическим действием.

Алкалоиды образуются лишь у 10–15 % сосудистых растений. Причем отдельные представители этого класса синтезируются у очень узкого круга растений. Беталаины обнаружены только у растений одного порядка, а серосодержащие и цианогенные гликозиды встречаются лишь в растениях нескольких семейств.

Алкалоиды встречаются в семействе *Papaveraceae*, *Solanaceae*, *Fabaceae*, *Ranunculaceae*, *Aprocynaceae*, *Nymphaeaceae*, *Liliaceae*.

Алкалоиды чаще всего накапливаются не в тех тканях, в которых синтезируются. Например, никотин синтезируется в корнях табака, а затем переносится и запасается в листьях.



Рис. 5. Внешний вид *Atropa*

Алкалоиды накапливаются в листьях, плодах, семенах, коре, подземных органах. У некоторых растений алкалоиды содержатся во всех частях в значительных количествах (красавка). Но у большинства алкалоиды преобладают только в каком-либо одном органе или части растения. Различные части растения отличаются не только по количественному содержанию алкалоидов, но и по качественному составу. Например, у термопсиса ланцетного в траве преобладает алкалоид термопсин, а в семенах – цитизин.

В клетках алкалоиды содержатся в форме водорастворимых солей органических (яблочная, лимонная, винная и др.) и неорганических кислот клеточного сока, поэтому обнаруживаются только в вакуолизированных клетках и локализуются, главным образом, в активно растущих тканях, эпи- и гиподермальных клетках, обкладке сосудистых пучков, млечниках. Они редко присутствуют в омертвевших тканях, даже в коре хинного дерева находятся в живых клетках паренхимы. Алкалоиды часто накапливаются в специализированных клетках – идиобластах таким образом, что происходит дегенерация протопласта, а клеточная стенка пропитывается веществами как бы «запечатывающими» алкалоиды внутри клеток, концентрация которых может в 70 раз превышать токсичную дозу для фитопатогенных грибов.

#### **Функции алкалоидов:**

- играют роль резерва азота, накапливаясь при усиленном азотном питании;
- могут служить транспортной формой азота;
- синтез алкалоидов в корнях – один из механизмов снижения уровня токсичных аминокислот и аминов и обезвреживания аммиака;
- связывая органические кислоты, осуществляют регуляцию рН клеточного сока;
- участвуют в поддержании ионного баланса в растении (благодаря способности к хелатообразованию);

- могут принимать участие в регуляции активности некоторых ферментов, а, следовательно, оказывать воздействие на скорость метаболических процессов;
- повышают устойчивость растений к патогенным грибам;
- оказывают воздействие на процессы дифференцировки и органогенеза.

**Динамика накопления.** Установлено изменение спектра алкалоидов в онтогенезе. У 2-недельных проростков мака обнаруживается только наркотин, на 2-й месяц произрастания – кодеин, морфин, папаверин, к фазе опийной спелости в зеленых коробочках, когда достигается максимум содержания алкалоидов, появляются тебаин и нарцеин. Изучение чистотела большого (*Chelidonium majus*) показало, что наиболее высокое содержание алкалоидов (2,3 %) наблюдается в самом начале вегетации, после выхода из-под снега, и осенью в конце цветения. При этом их накопление резко возрастает в двулетнем возрасте и в дальнейшем существенно не меняется (Баширова и др., 1998). У белены черной (*Hyoscyamus niger*) и дурмана (*Datura stramonium*) наиболее высокое содержание алкалоидов в семенах, тогда как у мака снотворного (*Papaver somniferum*) и барвинка розового (*Catharanthus roseus*) в зрелых семенах их практически нет.

Количественные и качественные изменения состава алкалоидов наблюдаются в течение всего периода вегетации. Как правило, они накапливаются в тех частях растения, которые наиболее важны на данном этапе развития растения, или необходимы для создания следующего поколения. В естественно отмерших частях растения алкалоидов практически не остается. По мере старения растения количество алкалоидов начинает постепенно уменьшаться в ранее образовавшихся частях (стеблях и листьях) и увеличиваться в зимующих органах, нужных для следующего поколения – в семенах и подземных частях.

## Лабораторная работа

**Задание 1.** Выписать лекарственные растения Ботанического сада КФУ, указать биологически активные вещества, синтезируемые в растениях. Отметить лекарственное сырье данных растений. Заполнить таблицу 1.

Таблица 1

Семейство. Вид	ЛРС	Фенольные соединения			Терпеноиды			Алка- лоиды
		Флавоноиды	Дубильные вещества	Прочие	Эфирные масла	Гликозиды	Сапонины	

**Задание 2.** Выписать ядовитые растения РТ, указать биологически активные вещества, синтезируемые в растениях.

Вопросы для повторения:

1. Как можно объяснить высокую долю травянистых растений сем. Rosaceae, синтезирующих дубильные вещества?

2. Какие БАВ синтезируются и накапливаются у растений сем. Asteraceae?

## **Тема 2. ВНЕШНИЕ ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ КАЧЕСТВО ЛЕКАРСТВЕННОГО СЫРЬЯ**

### **2.1. Экологическая характеристика вида.**

#### **Основные законы земледелия**

**Цель занятия:** сформировать представление об экологической характеристике вида, познакомить с основными законами земледелия.

**Оборудование:** гербарные образцы растений, собранные из различных типов растительности.

#### **Вопросы для подготовки:**

1. Дать определение экологическим факторам и экологическим ресурсам.
2. Каковы принципы классификации экологических факторов?
3. Охарактеризовать законы действия факторов среды на организм. Закон оптимума. Экологический спектр вида. Взаимодействие факторов. Правило ограничивающих факторов.

Для успешного введения в культуру лекарственных растений необходимо выявить экологическую толерантность вида, условия его выживания и процветания, определить соответствие климатических факторов предполагаемой зоны выращивания биологическому потенциалу вида. Влияние и интенсивность экологических факторов могут вызвать различные изменения в морфологии и физиологии особей вида, вплоть до гибели. Фактор или условия действия фактора, вызывающие гибель организма, называются лимитирующими. Для каждого вида характерны определенные пределы толерантности или выносливости, в пределах которых возможно выживание особей. Увеличение воздействия фактора определяет необратимые изменения физиологических процессов и гибель организма. Диапазон действия экологического фактора включает в себя зону оптимума, которая соответствует наилучшим показателям жизнедеятельности растений,

и зону пессимума, выражающую состояние угнетения растения при резком недостатке или избытке фактора (Горышина, 1979) (рис. 6).

Виды растений, распространение которых охватывает довольно широкий спектр действия одного или нескольких экологических факторов, называются эвритопными, а виды, развитие которых определяется действием фактора в узких его пределах – стенотопными. Между этими двумя группами существует множество переходов. Фактор среды, имеющий пессимальное значение, ограничивает действие остальных факторов и определяет конечный результат действия среды на растение. Его называют ограничивающим.

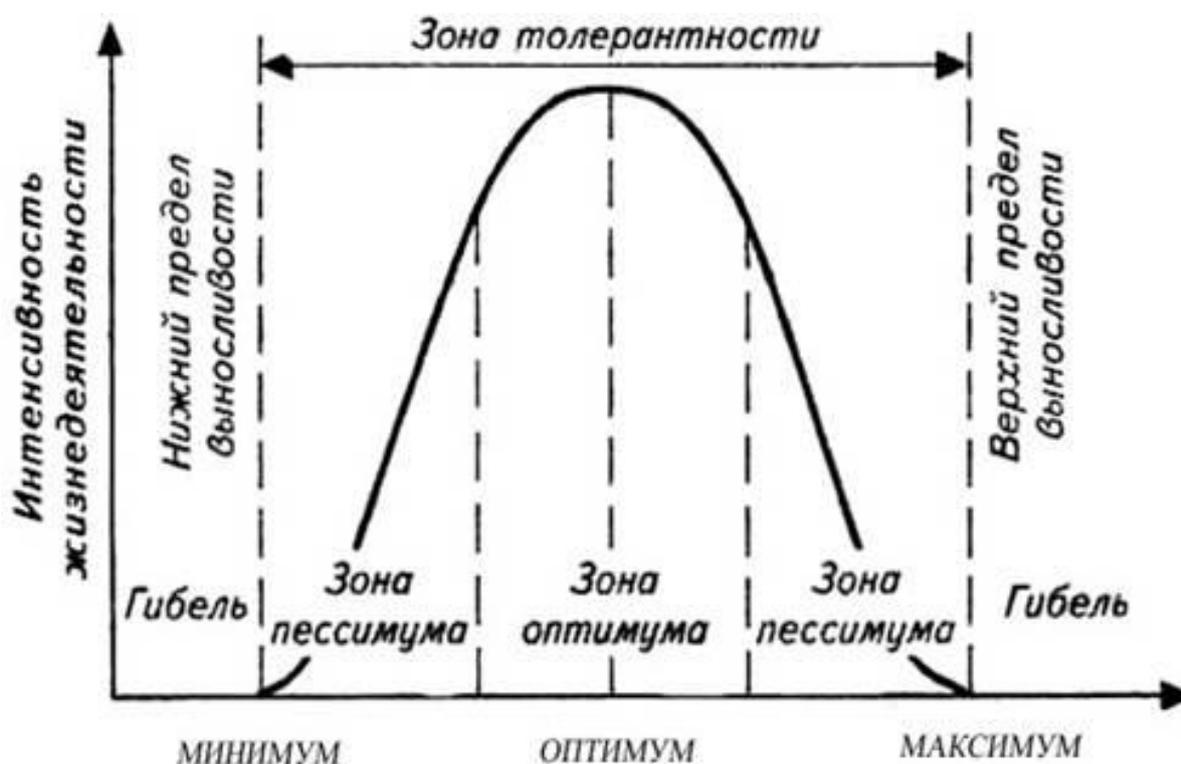


Рис. 6. Влияние экологических факторов на жизнедеятельность растений

Определение диапазона выносливости видов возможно проводить экспериментальным путем. Широкое распространение получили методы индикации с балльной оценкой градиентов среды и оценкой толерантности видов. При этом значения экологических факторов представляются в виде ранжированного ряда баллов – от наименьшего к наибольшему. Каждый вид в своем распространении занимает на

шкале определенное положение (База данных «Флора сосудистых растений Центральной России»).

Таблицы, в которых содержится информация об экологии видов по различным экологическим факторам с указанием их балльных значений, называются экологическими шкалами. В настоящее время известны шкалы более 20 авторов, основанные на оценках, полученных в естественных условиях. Наиболее популярны отечественные шкалы Л.Г. Раменского, Д.Н. Цыганова. Раменский разрабатывал экологические шкалы для южных областей Европейской части России. В шкалах Д.Н. Цыганова преобладают виды, распространенные в подзоне хвойно-широколиственных лесов. На основе шкал Цыганова можно получить характеристики экологических режимов по следующим шкалам: Tm – термоклиматической (17 ступеней), Kn – континентальности климата (15 ступеней), Om – омброклиматической аридности-гумидности (15 ступеней), Cr – криоклиматической (15 ступеней), Hd – увлажнения почвы (23 ступени), Tr – солевого режима почв (19 ступеней), Nt – богатства почв азотом (11 ступеней), Rc – кислотности почв (13 ступеней), fH – переменности увлажнения (11 ступеней), Lc – освещенности-затенения (9 ступеней) (см. приложение).

Большинство экологических факторов определяют существование видов, влияют на качество лекарственного сырья (биомассу, концентрацию БАВ). **Свет** – источник энергии для фотосинтеза и образования органических веществ в организме растений. Влияет на транспирацию и нагревание растений. **Тепло** – требуется в широких пределах, которые определяются кардинальными точками: минимальной, когда начинаются биологические процессы; оптимальной, когда скорость реакции достигает максимума; максимальной, когда высокая скорость реакции начинает падать. Для синтеза и накопления БАВ крайне важна также сумма активных температур. **Вода** – один из факторов плодородия почвы. Она растворяет питательные минеральные вещества, поддерживает тургор в растительных клетках, способствует интенсивности фотосинтеза. **Минеральные и органические**

**вещества** – макро- и микроэлементы, находящиеся в почве, поглощаются корневыми системами (см. тема минеральное питание).

Зная о факторах, которые необходимы растениям в течение всего их вегетационного периода, создается научная основа для возделывания лекарственных растений; размещения искусственных популяций лекарственных растений по природными зонам; система обработки почвы, сроки и посевы семян; система ухода за растениями (применение удобрений, чередование культур в севообороте).

**Определение экологической характеристики видов.** Рассматривая экологическую валентность как меру приспособленности вида к изменению одного экологического фактора, Жукова Л.А. предложила рассчитать ее как отношение числа ступеней конкретной шкалы, занятых данным видом, к общей протяженности этой шкалы.

Для выявления количественной оценки использования каждого экологического фактора тем или иным видом Л.А. Жуковой с соавторами (2010) было предложено понятие «потенциальная экологическая валентность». Потенциальную экологическую валентность (PEV) вида рассматривают как меру приспособленности популяций конкретного вида к изменению только одного экологического фактора. Потенциальная экологическая валентность рассчитывается как отношение числа ступеней конкретной шкалы, занятой данным видом, к общей протяженности шкалы в ступенях.

Величина PEV равна доле диапазона ступеней конкретного вида от всей шкалы:  $PEV = (A_{\max} - A_{\min} + 1) / n$ , где  $A_{\max}$  и  $A_{\min}$  – максимальные и минимальные значения ступеней шкалы, занятых отдельным видом;  $n$  – общее число ступеней в шкале; 1 – добавляется как 1-е деление шкалы, с которого по данному фактору начинается диапазон вида. По значению потенциальной экологической валентности виды можно разделить на 5 фракций: стеновалентная (СВ) 0,01–0,33, гемистеновалентная (ГСВ) 0,34–0,44, мезовалентная (МВ) 0,45–0,55, гемизэввалентная (ГЭВ) 0,56–0,66 и эввалентная (ЭВ) 0,67–1,00). СВ-е виды имеют низкую потенциальную экологическую валентность (PEV) и занимают меньше 1/3 шкалы, а у ЭВ-х PEV занимает

более 2/3 шкалы. Данные экологических шкал можно представить в виде диаграммы (рис. 7).

На основе фундаментальных знаний экологии вида и многовековой практикой были сформированы законы земледелия. В значительной мере, но не абсолютно, они применимы при выращивании лекарственных растений.

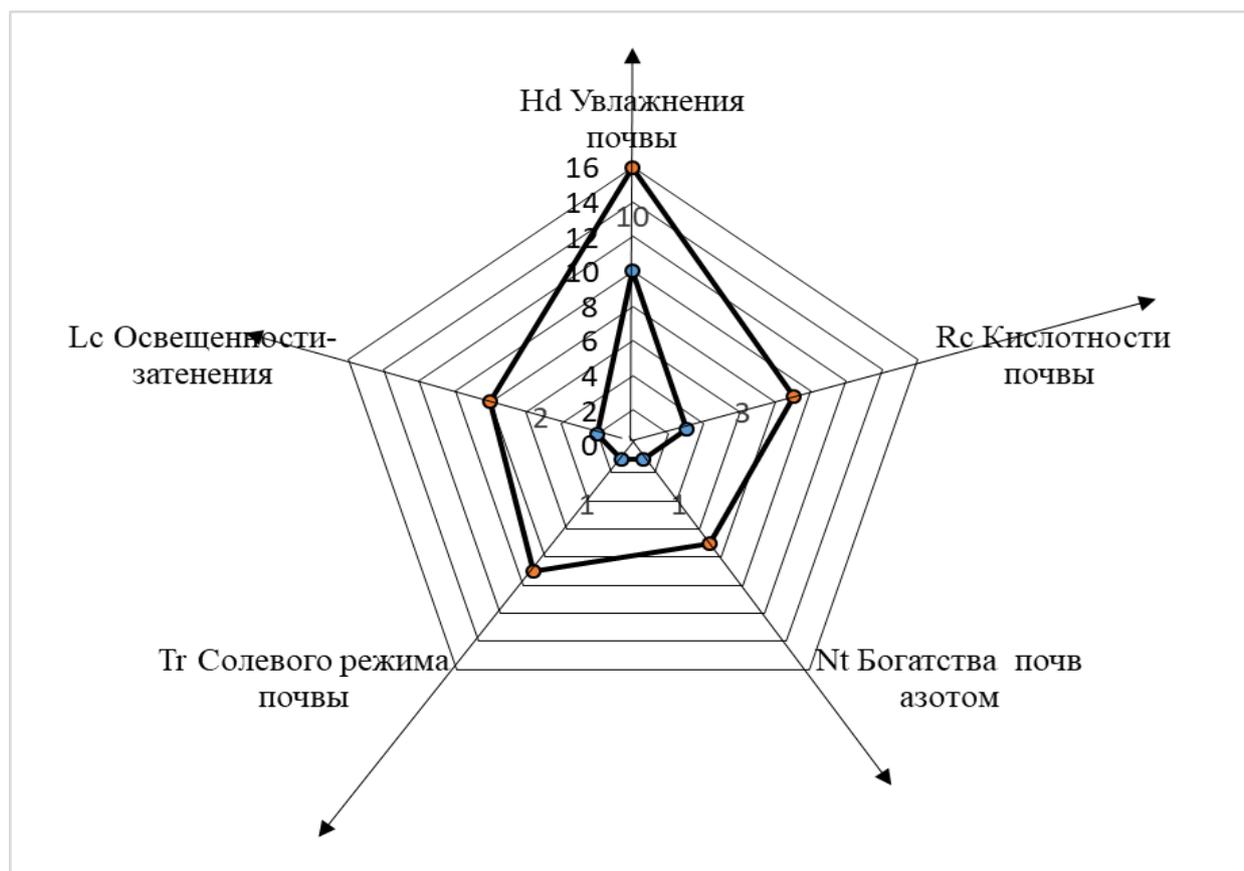


Рис. 7. Графическое изображение экологического спектра вида

Главным фактором, по которому невозможно полное переложение законов земледелия на выращивание лекарственных растений, является факт интенсивного синтеза БАВ в ответ на стрессовые условия существования.

**1. Закон равнозначности и незаменимости факторов жизни растений.** Он гласит: «Все факторы жизни растений абсолютно равнозначимы и незаменимы».

2. **Закон минимума** (минимума, оптимума, максимума). Величина урожая определяется фактором, находящимся в минимуме. При минимальном и максимальном наличии фактора урожай невозможен.

3. **Закон совокупного действия факторов** жизни растений. Для получения высоких урожаев с/х культур необходимо одновременное наличие или приток всех факторов жизни в оптимальном соотношении.

4. **Закон возврата**. Для сохранения плодородия почвы необходимо возвращать все вещества, которые взяты из почвы с урожаем с определенной степенью превышения. Этот закон был открыт Ю. Либихом.

## Лабораторная работа

**Задание 1.** Составить экологическую характеристику клюквы (*Vaccinium oxycoccos*), голубики (*Vaccinium uliginosum*), грушанки круглолистной (*Pýrola rotundifolia*), солодки голой (*Glycyrrhiza glabra*), алтея лекарственного (*Althaéa officinális*), лапчатки белой (*Potentilla alba*), череды трехраздельной (*Bidens tripartíta*), золототысячника обыкновенного (*Centáurium erythraéa*).

**Задание 2.** Определить диапазон толерантности вида по каждому фактору, отразить его графически, определить PEV, выделить лимитирующие факторы существования вида.

Вопросы для повторения:

1. В чем причины высокого содержания БАВ в растительном сырье растений, существующих в экстремальных условиях среды?

2. Возможно ли совпадение высокого содержания БАВ и максимальной биомассы у лекарственных растений в оптимальных условиях существования и условиях пессимума?

## 2.2. Климатическая и географическая характеристика Республики Татарстан. Лекарственные растения РТ

**Цель занятия:** показать гетерогенность почвенно-климатических условий Республики Татарстан, влияние эколого-ценотических условий на накопление БАВ в растительном сырье лекарственных растений.

**Оборудование:** Карты Республики Татарстан, гербарные образцы лекарственных растений, собранные из различных районов РТ.

### Вопросы для подготовки:

1. Какие зональные и аazonальные растительные сообщества характерны для подзоны широколиственных лесов, хвойно-широколиственных лесов Республики Татарстан?

2. Дать краткую характеристику растительности лесостепной подзоны РТ.

Климатические и эколого-ценотические условия естественных сообществ в большинстве случаев определяют специфику синтеза и накопления биологически активных веществ лекарственных растений, что необходимо учитывать при создании высокопродуктивных искусственных популяций лекарственных растений.

Для РТ характерен умеренно-континентальный тип климата с теплым летом и умеренно-холодной зимой. Самым теплым месяцем является июль со средней месячной температурой воздуха по территории 18–20 °С, самым холодным – январь со средними месячными температурами от –13 °С. Продолжительность теплого периода (с устойчивой температурой выше 0 °С) колеблется по территории в пределах 198–209 дней, холодного – 156–167 дней. Осадки по территории распределяются сравнительно равномерно, годовая сумма их составляет 460–540 мм.

Территория республики представляет собой возвышенную ступенчатую равнину, расчлененную густой сетью речных долин (рис. 7). Поверхность республики составляют две крупные возвы-

шенности и одна весьма крупная Заволжская низменность. Низменные территории находятся в центральных частях республики, в особенности в ее южной половине, а по окраинам поднимаются невысокие возвышенности. При средней высоте 170 м над уровнем моря отдельные части территории республики поднимаются до 300–350 м над уровнем моря. В то же время значительные части республики расположены на равнине, где высоты не превышают отметки 100 м. Широкими долинами Волги и Камы равнина разделена на три части: Предволжье, Предкамье и Закамье. Татарстан расположен в пределах двух природных зон – лесной и лесостепной.

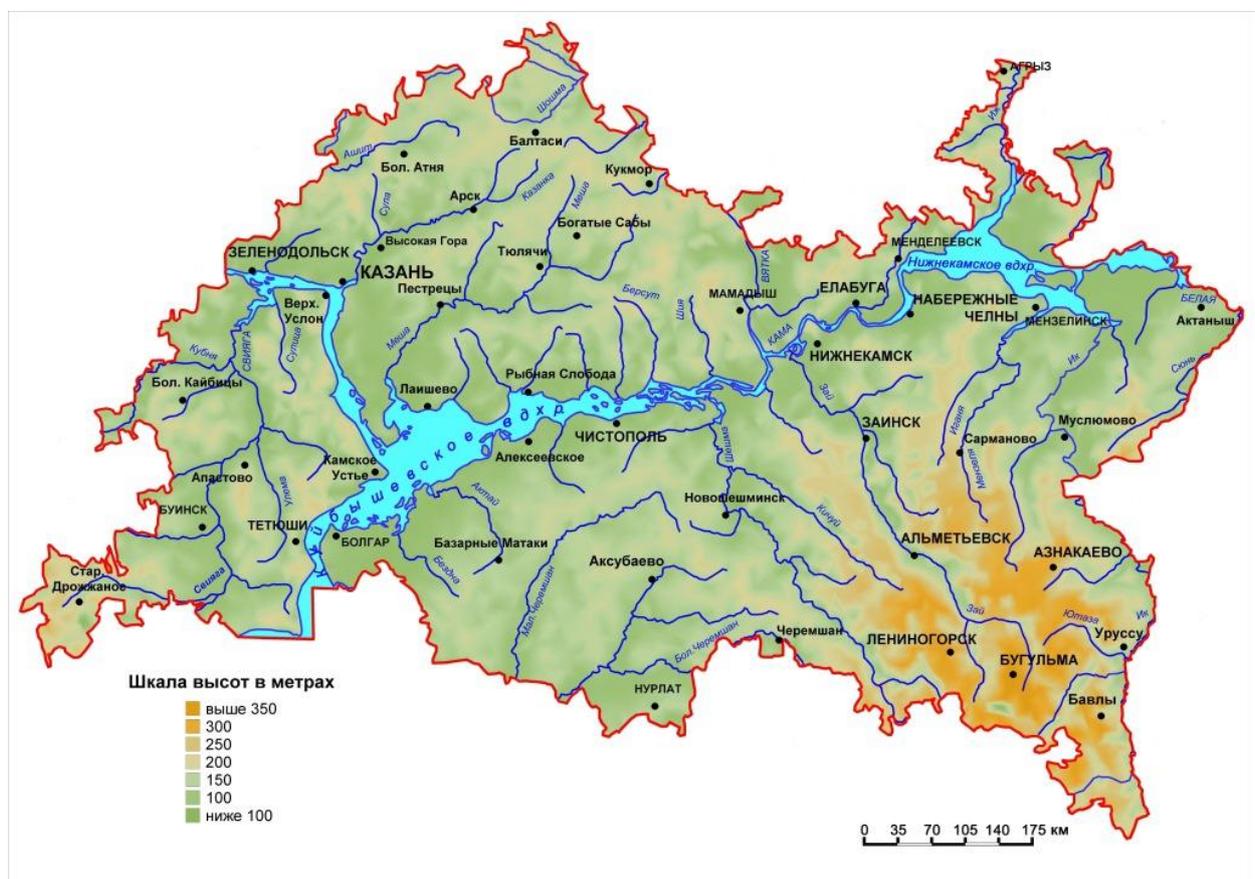


Рис. 7. Карта Республики Татарстан

## Лабораторная работа

**Задание 1.** Провести сравнительную почвенно-климатическую характеристику административных районов РТ на основе данных почвенной карты РТ, климатической карты РТ, физической карты РТ. Данные занести в таблицу 2.

Таблица 2

### Сравнительная характеристика административных районов Республики Татарстан

Административный район	Естественный исторический район РТ	Среднее количество осадков	Средняя температура июля и января	Высота над уровнем моря	Преобладающие типы почв	Материнская порода	Растительность

**Задание 2.** Выписать лекарственные (официальные) растения РТ широколиственных лесов, сосновых лесов, остепененных лугов, болот и водоемов.

**Задание 3.** Изучить особенность накопления БАВ у донника желтого (*Melilotus officinalis*) (табл. 3), володушки золотистой (*Vipleurum aureum*) (рис. 8) в различных районах РТ. Сделать вывод о влиянии факторов на синтез и накопление биологически активных соединений.

Таблица 3

### Содержание аскорбиновой кислоты в *M. officinalis*

Районы исследования	Органы растений (%)			
	Лист	Стебель	Соцветие	Корень
Дрожжановский	3.76	2.22	2.22	0.99
Бавлинский	4.22	0	3.30	0
Лаишевский	0.68	0	1.45	0
Верхнеуслонский	2.53	0	2.22	0

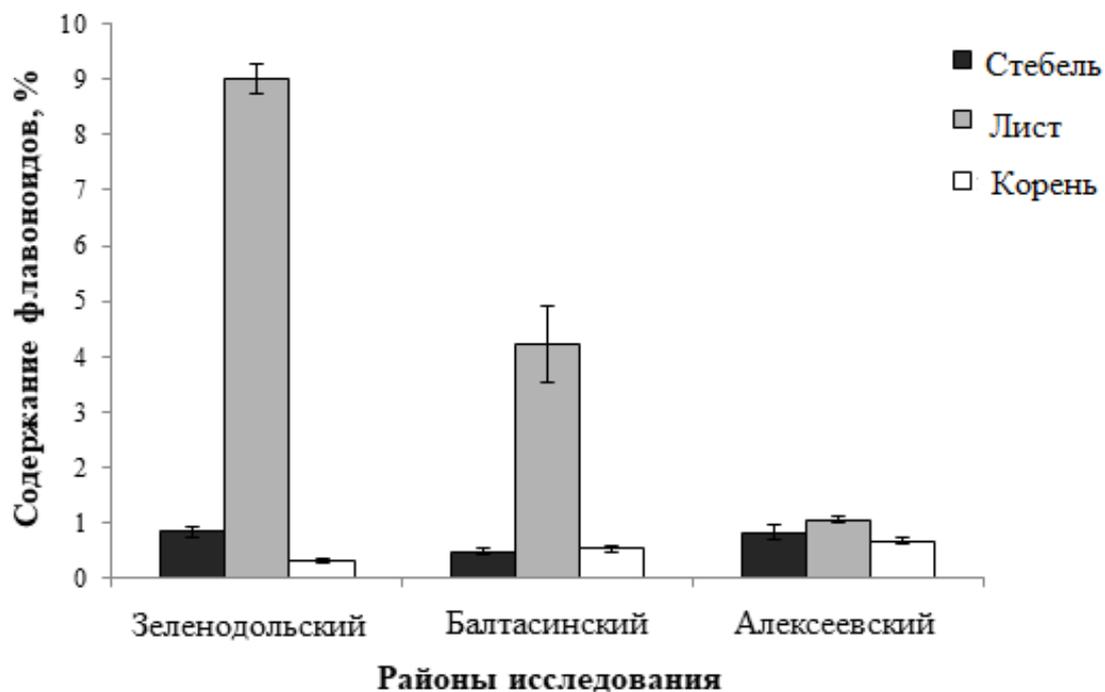


Рис. 8. Накопление флавоноидов в вегетативных органах *V. aureum*, собранной в различных районах РТ

Вопрос для повторения:

1. Какие районы РТ могут быть рекомендованы для создания плантационных посадок степных, таежных, средиземноморских лекарственных растений?

## **2.3. Почва. Морфологическая характеристика почвы.**

### **Структура и свойства почвы. рН почвы**

**Цель занятия:** дать представление о почве, структуре почвы, естественном плодородии почвы. Познакомить студентов с методикой морфологического описания почвенных образцов.

**Оборудование:** почвенные образцы, цветовая шкала Манселла – Munsell Soil Colour Charts.

#### **Вопросы для подготовки:**

1. Перечислить шесть природных факторов почвообразования.
2. Дать характеристику основным типам почв.
3. рН почвы. Влияние рН на почвенное питание растений.
4. Дать определение искусственному плодородию почвы, перечислить агрофизические, биологические и агрохимические показатели почвенного плодородия.

Почва – тонкий верхний поверхностный слой земной коры, обладающий естественным плодородием. Плодородие – способность почвы удовлетворять потребность растений в элементах питания, воде и воздухе, а также обеспечивать условия для нормальной жизнедеятельности растений. Под плодородием нужно понимать весь комплекс почвенных свойств и процессов, определяющих нормальное развитие растений. Почва состоит из перегноя, воды, воздуха, глины и песка. На ее плодородие существенно влияет содержание азота, фосфора, калийных солей и других веществ.

Почва – биокосное вещество, возникающее в результате совместной деятельности организмов и абиогенных процессов в определенных климатических условиях, что определяет структуру и плодородие почвы.

Гумус – органическое вещество почвы, источник почвенного питания растений. Оно является продуктом разложения останков живых существ – растений, животных, микроорганизмов. Гумус состоит из ряда компонентов, каждый из которых играет свою роль в почвообра-

зовании и питании растений. Это гумусовые кислоты, гуминовые кислоты, гумин и другие компоненты. Вещества, составляющие гумус, имеют темный цвет – отсюда и цвет почвы. Чем больше гумуса, тем темнее окрашена земля, тем более она плодородна. В гумусе содержатся питательные вещества, необходимые растениям. Это 99 % всего азота, 60 % фосфора и 80 %, серы, содержащихся в земле. Процессы, протекающие в почве, приводят к тому, что вещества из гумуса становятся наиболее доступны для растений.

Гумус создает саму структуру почвы. Без него почва оставалась бы бесплодным песком или глиной. Гумус склеивает минеральные частички, благодаря чему формируются знакомые нам комки земли. В такой субстанции хорошо удерживается влага, необходимая для того, чтобы питательные элементы всасывались и усваивались растениями.

Максимальным плодородием характеризуются черноземы. Для черноземных почв типично содержание гумуса в количестве 8–10 % в верхнем горизонте и медленное, постепенное уменьшение в нижних горизонтах. Мощность гумусовых горизонтов в черноземных почвах составляет не менее 1–1,5 м, а в черноземах Украины и Кубани достигает иногда 2 м и больше (табл. 4).

Территория Татарстана находится в переходной полосе от зоны подзолистых почв к зоне черноземов. Естественные условия почвообразования здесь неоднородны и весьма сложны, что привело к значительному многообразию почвенного покрова – широкое распространение дерново-подзолистых, серых лесостепных почв и черноземов.

## Характеристика типов почв в России

Типы почв	Условия почвообразования	Содержание гумуса	Свойства почвы	Природная зона
Арктические	Мало тепла и растительности	Нет	Неплодородная	Арктическая пустыня
Тундрово-глеевые	Многолетняя мерзлота, мало тепла, переувлажнение	1,5 %	Маломощные	Тундра
Подзолистые	Влажно, прохладно, растительные остатки – хвоя	1,5–2 %	Мало-плодородные	Тайга
Дерново-подзолистые	Влажно, больше растительных остатков	2–2,5 %	Более плодородные	Смешанные леса
Серые лесные, бурые лесные	Влажно, остатки растительности	2–5 %	Плодородные	Широколиственные леса
Черноземы	Сухо, много тепла и растительных остатков	10–12 %	Самые плодородные	Степи
Каштановые	Засушливо, много тепла	3–5 %	Плодородные	Сухие степи
Бурые буроземы	Засушливо, мало растительности	1 %	Засоление	Полупустыни

На территории РТ выделяют следующие почвенные районы:

1. Северный почвенный район (Предкамье). Основной почвенный фонд – светло-серые лесные (29 %) и дерново-подзолистые (21 %) почвы, занимающие преимущественно водораздельные плато и верхние части склонов, покрытых лессовидными и делювиальными глинами и суглинками. По надпойменным террасам рек встречаются значительные участки (7 %) легких почв (в Зеленодольском, Лаишевском и Агрызском районах – до 40 %). Серые и темно-серые разности лесных почв занимают 18,3 % территории. Дерновые почвы встречаются на возвышенностях и холмах по крутым берегам рек, занимая крутые склоны южных и юго-западных направлений. Значительные площади занимают смытые почвы (22,5 %). В некоторых районах (Балтасинский, Мамадышский, Сабинский, Кукморский) эрозии подвержено до 40 % и более площади. Пойменные почвы составляют здесь 6–7 %. Здесь же встречаются также болотные почвы (около 2 %).

2. Западный почвенный регион (Предволжье). В северной части и на территории, примыкающей к правобережью р. Волги, преобладают лесостепные почвы (51,7 %), преимущественно серые и темно-серые (37,7 %). Значительные площади занимают оподзоленные и выщелоченные черноземы. Высокие, ровные водораздельные участки района заняты дерново-подзолистыми и светло-серыми почвами (12 %). Встречаются пойменные почвы (6,5 %) и болотные (1,2 %).

3. Юго-западная часть Предволжья (81 %) занята черноземами, выщелоченными (76 %) и обыкновенными черноземами (5 %).

4. Юго-восточный почвенный район (Закамье) неоднороден в почвенном отношении. К западу от р. Шешмы – преимущественно выщелоченные и обыкновенные черноземы. Повышенные элементы рельефа, прилегающие к правобережью р. Малый Черемшан, заняты темно-серыми почвами. В треугольнике, ограниченном реками Малый Черемшан – Шешма – Большой Черемшан, доминируют серые лесные почвы, при этом повышенные ровные участки в верхней части склонов заняты дерново-подзолистыми и светло-серыми почвами, к востоку от р. Шешма распространены преимущественно серые лесные и черноземные почвы. В северной части преобладают выщелоченные черноземы. Высокие места и верхние части склонов заняты лесостепными почвами, а низменные участки и пологие склоны – черноземами. Здесь чаще, чем в других районах, встречаются болотные почвы преимущественно низинного типа. В приречных районах доминируют плодородные пойменные почвы. Юго-восточная часть занята преимущественно обыкновенными (типичными) и карбонатными черноземами.

**Морфологические признаки** – внешние признаки почвы, по которым ее можно отличить от горной породы или одну почву от другой, а также приблизительно судить о направлении и степени выраженности почвообразовательного процесса. Морфологический анализ почвы может принести пользу лишь в сочетании с исследованием химического и минералогического состава, с изучением их современных режимов, с исследованием географии почвенного покрова, т. е.

изучение почв начинается с их морфологии, но отнюдь не кончается ею. Главные морфологические признаки почвы: строение почвенного профиля, мощность почвы и ее отдельных горизонтов, окраска, структура, гранулометрический состав, сложение, новообразования и включения.

### **2.3.1. Окраска почвы**

Окраска почвы – важнейший морфологический признак, тесно связанный с ее химическим и минералогическим составом, физическими свойствами. Показатель цвета почвы широко используется в почвоведении для присвоения названий почвам (чернозем, краснозем, желтозем, серозем и др.). Окраска почв зависит от ее химического состава, условий почвообразования и влажности. Наиболее важны для окраски почв три группы веществ.

Гумусовые вещества придают почве черную, темно-серую и серую окраску. В ряде случаев черный цвет обусловлен и другими соединениями окислами марганца (подзолистые почвы) и сернистым железом (болотные почвы). Наличие железа и марганца придает почве бурые, охристые, красные тона, соединения оксида железа в почве также определяют красный, оранжевый и желтый цвет. Синеватые, голубоватые, зеленоватые, оливковые, сизые тона обязаны соединениям двухвалентного железа в условиях избыточного увлажнения и анаэробнозиса; кремнезем, карбонат кальция, каолинит, а также гипс и легкорастворимые соли придают белую и белесую окраску. Белесые, белые тона предполагают наличие процессов оподзоливания (вымывания продуктов разложения минеральной части почв), осолодения, засоления, окарбоначивания.

Указанные окраски существуют в почвах редко в чистом виде, а чаще всего в виде переходных цветов, поэтому указывают ее степень, например, светло-бурая, темно-бурая, или отмечают оттенки, например темно-серая с буроватым оттенком, или называют промежуточные тона, причем название преобладающего цвета ставится на последнем месте.

### 2.3.2. Структура почвы

Под структурой понимают совокупность агрегатов, на которые способна распадаться почва (табл. 5). Основное свойство структуры – водопрочность – способность противостоять разрушению ее водой. В образовании структурных агрегатов большую роль играет гумус. В зависимости от формы структурных отдельностей различают три типа структуры: кубовидную, призмовидную и плитовидную (рис. 9).

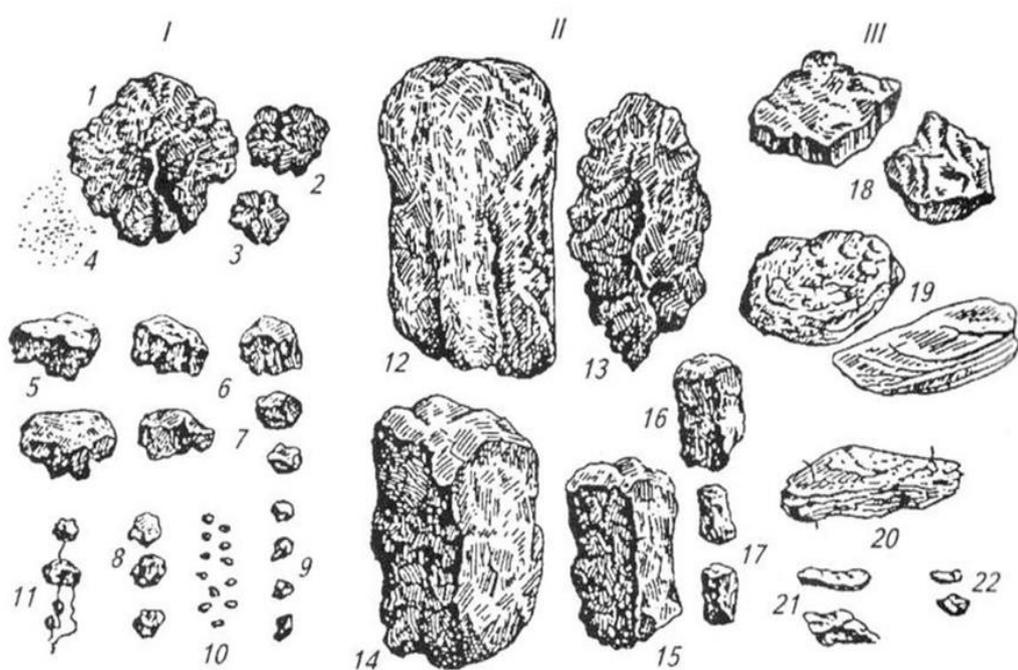


Рис. 9. Типы формы почвенных структур (по С.А. Захарову)

I. Кубовидная: 1 – крупнокомковатая; 2 – среднекомковатая; 3 – мелкокомковатая; 4 – пылеватая; 5 – крупноореховатая; 6 – ореховатая; 7 – мелкоореховатая; 8 – крупнозернистая; 9 – зернистая, 10 – порошистая; 11 – бусы из зерен почвы.

II. Призмовидная: 12 – столбчатая; 13 – столбовидная; 14 – крупнопризматическая; 15 – призматическая; 16 – мелкопризматическая; 17 – тонкопризматическая.

III. Плитовидная: 18 – сланцевая; 19 – пластинчатая; 20 – листоватая; 21 – грубочешуйчатая; 22 – мелкочешуйчатая.

Различным генетическим горизонтам присущи, как правило, определенные виды структуры. Так, зернистая и комковатая структу-

ры характерны для гумусового горизонта черноземов, серых лесных и дерновых почв, призмовидная – для иллювиального горизонта, подзолистых и лесостепных тяжелосуглинистых почв, а также встречается в солонцах и солончаках; ореховатая – для переходного и иллювиального горизонтов серых лесных и дерново-подзолистых почв. Если почва содержит частицы, не связанные в агрегаты, то такая почва называется бесструктурной. Примером таких почв являются песчаные.

Таблица 5

Классификация структурных отдельностей почв

Типы	Роды	Виды	Размеры
<b>Кубовидный</b> (равномерное развитие структуры по трем взаимно перпендикулярным осям)	А. Грани и ребра выражены плохо, агрегаты большей частью сложны и плохо оформлены: 1) глыбистая	Крупноглыбистая	<b>Ребро куба</b> >10 см
		Мелкоглыбистая	10–5 см
	2) комковатая	Крупнокомковатая	5–3 см
		Комковатая	3–1 см
		Мелкокомковатая	1–0,5 см
	3) пылеватая	Пылеватая	< 0,5 мм
	Б. Грани и ребра хорошо выражены агрегаты ясно оформлены: 4) ореховатая	Крупноореховатая	> 10 мм
		Ореховатая	10-7 мм
		Мелкоореховатая	7–5 мм
	5) зернистая	Крупнозернистая	5–3 мм
		Зернистая (крупитчатая)	3–1 мм
		Мелкозернистая (порошистая)	1–0,5 мм

Типы	Роды	Виды	Размеры	
<b>II. Призмовидный</b> (развитие структуры главным образом по вертикальной оси)	А. Грани и ребра плохо выражены, агрегаты сложны и мало оформлены: 6) столбовидная	Крупностолбовидная	<b>Диаметр</b> > 5 см	
		Столбовидная	5–3 см	
		Мелкостолбовидная	< 3 см	
	Б. Грани и ребра хорошо выражены: 7) столбчатая	Крупностолбчатая	> 5 см	
		Столбчатая	5–3 см	
		Мелкостолбчатая	< 3 см	
		Крупнопризматическая	> 5 см	
	8) призматическая	Призматическая	5–3 см	
		Мелкопризматическая	3–1 см	
		Карандашная	< 1 см	
	<b>III. Плитовидный</b> (развитие структуры по горизонтальным осям)	9) плитчатая	Сланцеватая	<b>Толщина</b> > 5 мм
			Плитчатая	5–3 мм
Пластинчатая			3–1 мм	
Листоватая			< 1 мм	
10) чешуйчатая		Скорлуповатая	> 3 мм	
		Грубочешуйчатая	3–1 мм	
		Мелкочешуйчатая	< 1 мм	

### 2.3.3. Гранулометрический состав почвы

Гранулометрическим составом почв и грунтов называется относительное содержание в них частиц различной величины, в весовых

процентах, при высушенной при температуре 105 градусов Цельсия почве (табл. 6).

Механический (гранулометрический) состав оказывает влияние на ряд важных свойств почвы: пористость, водопроницаемость, высоту капиллярного поднятия, величину поглотительной способности, водный, воздушный и тепловой режим почвы, усадку и набухание.

*Таблица 6*

Классификация почв по гранулометрическому составу

Название почвы по гранулометрическому составу	Содержание физической глины (Частиц менее 0,01 мм), %		
	Подзолистый тип почвообразования	Степной тип почвообразования красноземы и желтоземы	Солонцы и солонцеватые почвы
Песок рыхлый	0–5	0–5	0–5
Песок связный	5–10	5–10	5–10
Супесь	10–20	10–20	10–15
Суглинок легкий	20–30	20–30	15–20
Суглинок средний	30–40	30–45	20–30
Суглинок тяжелый	40–50	45–60	30–40
Глина легкая	50–65	60–75	40–50
Глина средняя	65–80	75–85	50–65
Глина тяжелая	Более 80	Более 85	Более 65

В производственном отношении лучшими являются суглинистые почвы (легко и среднесуглинистые). Песчаные почвы бесструктурны, бедны органическим веществом и зольными элементами питания растений, но хорошо водопроницаемы и легко обрабатываются. Глинистые почвы, наоборот, плохо водопроницаемы, слабо аэрируются, с трудом обрабатываются, образуя глинистую корку, однако богаты зольными элементами.

**Диагностика гранулометрического состава почв  
в полевых условиях**

Гранулометрический состав	Ощущение при растирании	Вид в лупу	В сухом состоянии	Во влажном состоянии	При скатывании
Песчаный	Песчаная масса	Состоит почти из песчаных зерен	Сыпучее	Образует текучую массу	Не скатывается
Супесчаный	Неоднородная масса, в основном песок и слабо ощущаемый суглинок	Преобладают песчаные частицы с небольшой примесью глины	Ссыхаются в непрочные комочки, с поверхности которых легко обтирается песок	Непластична	Непрочный шарик
Легкосуглинистый	Неоднородный порошок, при растирании ощущается шероховатость, глинистые частицы втираются в кожу	Преобладают песчаные частицы, глины 20–30 %	Ссыхаются в прочные комки, которые раздавливаются при небольшом усилии	Относительно пластичные	Образуют непрочный шарик, в шнур не раскатываются, образуют отдельные колбаски или цилиндрики, кольцо не образуют
Среднесуглинистый	Не совсем однородный порошок, ощущение тонкой муки со слабо заметной шероховатостью	Глины 50 %, песчаные частицы еще хорошо различимы	Плотные, комки раздавливаются между пальцами при значительном усилении	Пластичные	Образуют шар, сплошной шнур, который при сгибании разламывается, кольцо с переломами

Гранулометрический состав	Ощущение при растирании	Вид в лупу	В сухом состоянии	Во влажном состоянии	При скатывании
Тяжелосуглинистый	Однородный порошок, ощущение тонкой муки, шероховатости нет	Крупные песчаные зерна отсутствуют	Агрегаты плотные, угловатые. Комки с трудом раздавливаются между пальцами	Очень пластичные	Образуют шар, длинный шнур, который при сгибании в кольцо дает несколько трещин
Глинистый	Тонкий однородный порошок	Песчаные частицы отсутствуют	Очень твердые и плотные агрегаты, трудно растираются в порошок	Вязкие, пластичные, сильно мажутся	Дают гладкий шарик и длинный шнур, кольцо без трещин

Содержание почвенных частиц разной величины определяется различными методами гранулометрического анализа. В результате этого выделяются группы частиц определенного размера, так называемые гранулометрические фракции. В зависимости от того, какая фракция преобладает, к основному наименованию почвы добавляют название преобладающей фракции. Например, дерново-подзолистая почва содержит физической глины – 28,1 %, песка – 7,0 %, крупной пыли – 34,9 %, средней – 4 %, мелкой пыли – 16,0 % и ила – 12,0 %. Преобладающая фракция – песок, на II месте – крупная пыль, на III – пыль, ил. Название почвы по гранулометрическому составу – суглинок легкий крупнопылевато-песчаный.

При наличии разных структурных отдельностей в одном горизонте структуре дают двойное название. Например, при наличии комковатых и зернистых агрегатов с преобладанием первых структуру называют зернисто-комковатой.

Методы гранулометрического анализа разделяются на две группы: визуальные (в полевых условиях) (табл. 7) и лабораторные (более точные).

## Лабораторная работа

**Задание 1.** Провести сравнительную характеристику почвенных образцов (окраска почвы, структура почвы, гранулометрический состав). Дать название почвенных образцов по гранулометрическому составу. Данные занести в таблицу 8.

Таблица 8

№ образца	Цвет почвы	Структура почвы	Гранулометрический состав	pH	Название образца

Используя рН-метр определить кислотность почвы (рис. 10).

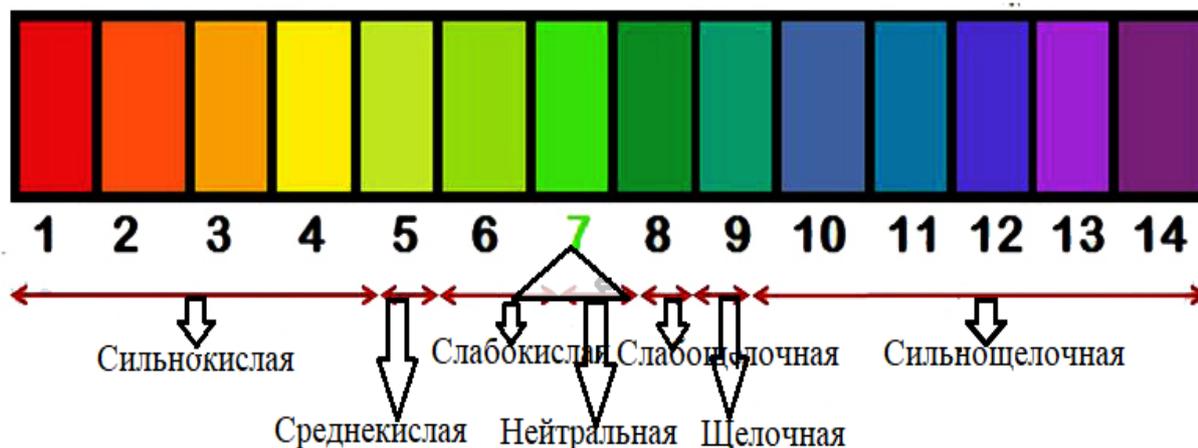


Рис. 10. Цветовая шкала для определения pH почвы

**Задание 2.** На основе анализа потенциальной экологической валентности определить лекарственные растения ацидофилы, олиготорфы, гигрофиты. Используя почвенную и географическую карту РТ, определить районы республики, пригодные для выращивания растений ацидофилов.

Вопросы для повторения:

1. Можно ли на основании окраски почвы определить ее плодородие?

2. Перечислите лекарственные растения ацидофиты, базофиты, нейтрофиты.

### Тема 3. ОНТОГЕНЕЗ И ФАЗЫ РАЗВИТИЯ

**Цель занятия:** дать представление о жизненном цикле растений различных жизненных форм.

**Оборудование:** гербарные образцы растений различных онтогенетических состояний.

**Вопросы для подготовки:**

1. Дать определение терминам: растения монокарпики, растения поликарпики. Составить сопряженную схему классификации растений по длительности жизни и количеству цветения.

2. Дать сравнительную характеристику основным периодам онтогенеза.

На протяжении всей жизни (онтогенеза) в растительном организме осуществляются процессы роста и развития, которые закодированы в геноме, но в значительной степени регулируются внешними условиями среды. Рост растений – необратимое увеличение размера, связанное с новообразованием клеток, тканей и органов. Развитие растений – последовательные изменения качеств, структуры и функций, возникающие в процессе онтогенеза и ведущие в конечном счете к воспроизведению себя в потомстве.

Жизненный цикл (онтогенез) растений делится на ряд этапов (периодов), отличающихся особенностями роста и развития структурных частей организма и, что самое важное, их целевой направленностью. Принято выделять четыре основных онтогенетических периода:

1. *Латентный период* – состояние жизнеспособных семян;
2. *Предгенеративный период* – охватывает состояние от всходов до взрослых вегетативных растений;
3. *Генеративный период* – соответствует цветущим и плодоносящим особям;
4. *Постгенеративный*, на протяжении которого особи утрачивают способность активно расти и размножаться и постепенно отмирают.

Каждый из периодов имеет свои морфологические и физиологические особенности, которые сходны у растений разных видов, базируется на предыдущем этапе и является структурно-биохимической предпосылкой для следующего. В пределах периодов онтогенеза в рамках концепции дискретного описания онтогенеза выделяют следующие состояния:

### **Предгенеративный период**

*Проростки* (р) – молодые растения, сохраняющие связь с семенем и имеющие первичный корешок, семядоли, вынесенные на поверхность, или первичный листок.

*Ювенильное онтогенетическое состояние* (j) – растения отличаются упрощенной морфологической структурой, в частности, имеют ювенильные листья; связь с семенем отсутствует; побег чаще всего не ветвится.

*Имматурное онтогенетическое состояние* (im) – растения по морфологической структуре являются переходными от ювенильных к виргинильным и отличаются наличием ветвления побега.

*Виргинильное онтогенетическое состояние* (v) – растения обладают всеми морфологическими признаками, которые характерны для взрослых особей, но не цветут и не плодоносят.

### **Генеративный период**

В данном периоде онтогенеза растения отличаются способностью к формированию генеративных органов. У многолетних поликарпических растений этот период подразделяют на несколько состояний. У *молодых генеративных растений* ( $g_1$ ) генеративные органы формируются первый раз в онтогенезе, такие растения еще сохраняют активный рост вегетативных органов. У растений *средневозрастного генеративного онтогенетического состояния* ( $g_2$ ) развитие генеративных органов достигает своей максимальной выраженности, процессы новообразования уравнивают процессы отмирания. У растений *старого генеративного онтогенетического состояния* ( $g_3$ ) хотя и сохраняется генеративная функция, но она ослаблена, а в вегетативной сфере начинается отмирание отдельных структур.

## Постгенеративный период

Субсенильное (*ss*) и сенильное (*s*) онтогенетические состояния. Растения отличаются преобладанием процессов отмирания, цветение и плодоношение отсутствуют или имеют рудиментарный характер.

Принадлежность к возрастному состоянию определяется по степени выраженности определенных морфологических (например, степень расчлененности сложного листа) и физиологических признаков.

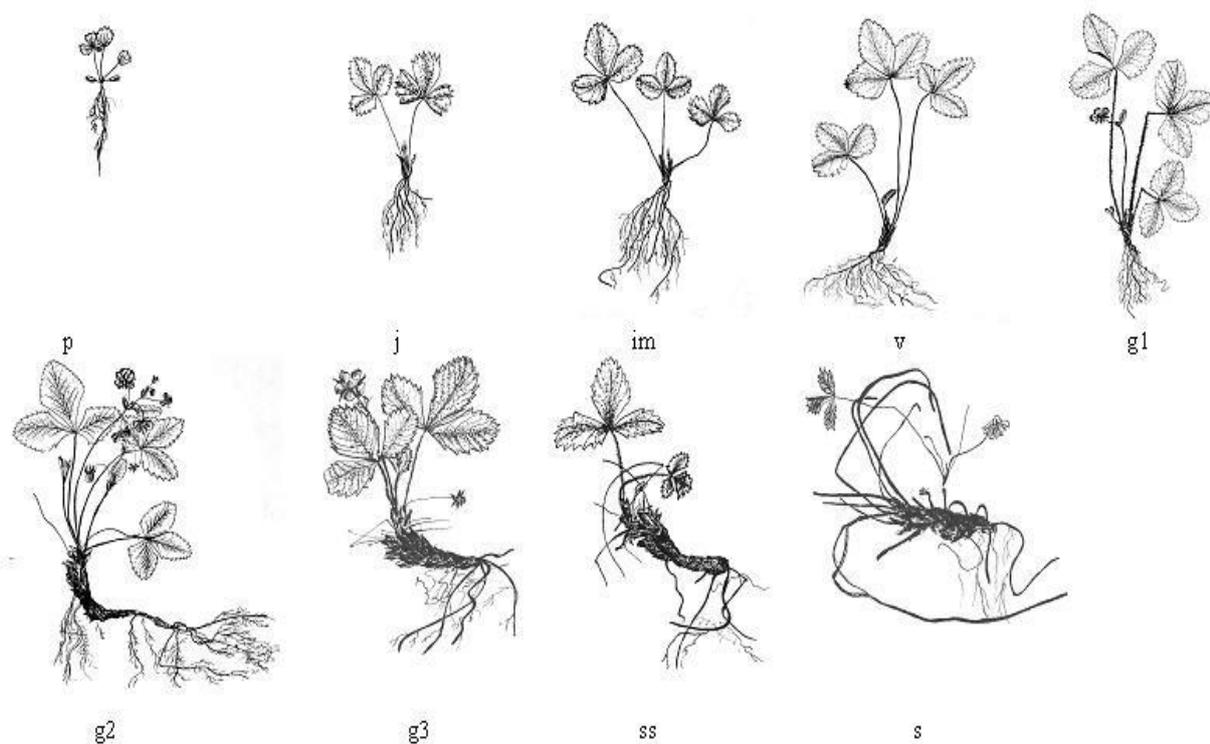


Рис. 11. Онтогенез земляники лесной (*Fragaria vesca*)

На основе концепции дискретного описания онтогенеза представлен жизненный цикл основных видов лекарственных растений (Онтогенетический атлас..., 1997), выделены онтогенетические состояния. Это является крайне важным, поскольку у растений обнаружена зависимость работы ферментативных и не ферментативных компонентов антиоксидантной защиты от биологического возраста растений. Например, у некоторых видов пик активности пероксидазы, полифенолоксидазы, фенольных соединений и каротиноидов отмечается

в средневозрастном генеративном состоянии; в то время как пик активности каталазы, аскорбатоксидазы и содержания аскорбиновой кислоты в вегетативных органах приходится на виргинильное состояние.

У *монокарпических* растений все этапы (периоды) онтогенеза проходят последовательно и осуществляются один раз в течение жизни без повторений независимо от общей продолжительности онтогенеза. У *поликarpических* растений эмбриональный и ювенильный этапы наступают и осуществляются тоже один раз в жизни, хотя они могут продолжаться несколько лет. Этап зрелости наступает один раз, но, как и этап размножения, происходит ежегодно в течение многих лет. Период старости у однолетних монокарпиков протекает очень быстро и по времени совпадает с периодом созревания плодов. Период старости у поликарпиков может продолжаться несколько лет.

### **Фазы развития растений**

Важные изменения в развитии растительного организма, характеризующиеся формированием новых качеств (внешние изменения растений, новые органы, физиологические процессы), выделяют в особые фазы развития (рис. 12). Например, у злаковых обычно выделяют следующие фазы развития: прорастание семени (всходы) – появление третьего листа – кущение – выход в трубку – колошение – цветение – созревание плодов (различают молочную, восковую и полную спелость).

У двудольных растений выделяют; прорастание семян (всходы) – появление листьев – образование боковых побегов – цветение – образование плодов – созревание семян.

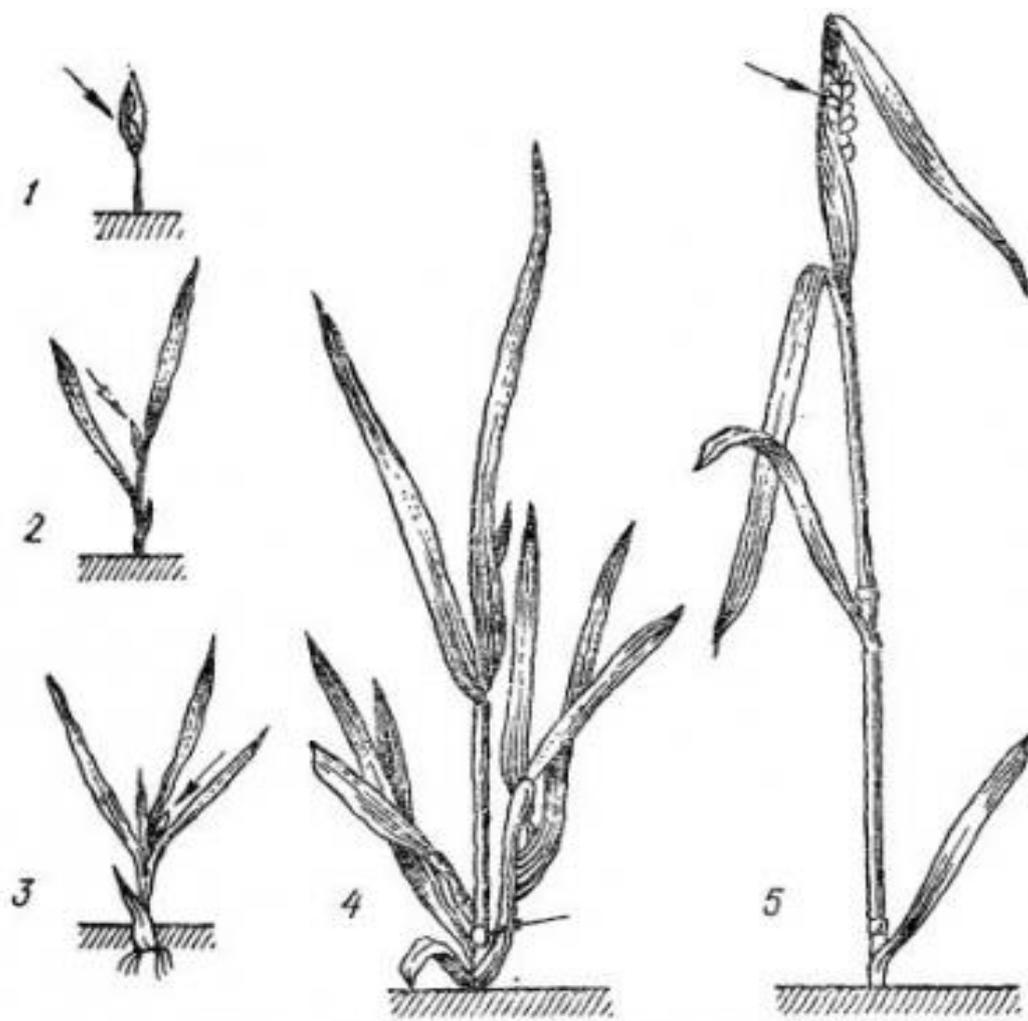


Рис. 12. Фенологические фазы пшеницы:  
1 – всходы; 2 – третий лист; 3 – кущение; 4 – стеблевание;  
5 – колошение

## Лабораторная работа

**Задание 1.** На основе концепции дискретного описания и с учетом морфологических признаков-маркеров выделить и описать онтогенетические стадии: *Plantago major*, *Carum carvi*, *Fragaria vesca*.

**Задание 2.** Выделить и описать фазы развития: *Polemonium caeruleum*, *Pisum sativum*.

### Вопросы для повторения:

1. На основании текста учебника (Тема 1) охарактеризовать динамику синтеза и накопления в онтогенезе терпеноидов, фенольных соединений и алкалоидов.

2. Отметить стадии онтогенеза и фазы развития растений, в течение которых рекомендована заготовка сырья *Adonis vernalis*, *Sanguisorba officinalis*, *Digitalis lanata*, *Calendula officinalis*.

## Тема 4. РАЗМНОЖЕНИЕ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ. СПОСОБЫ РАЗМНОЖЕНИЯ

### 4.1. Понятие о посевном и посадочном материале

**Цель занятия:** дать представление о способах размножения лекарственных растений; о биологической роли покоя семян в сохранении жизнеспособности популяций лекарственных растений.

**Оборудование:** коллекция плодов и семян, бинокляр, миллиметровая бумага.

Вопросы для подготовки:

1. Охарактеризовать строение и значение околоплодника. С какой целью в отдельных случаях при посадке семян отделяют семена от околоплодника.
2. Дать сравнительную характеристику типов покоя семян.

Для семенных растений характерно два способа размножения: половое и вегетативное. Оба эти способа имеют как преимущества, так и недостатки.

Несомненным достоинством полового (семенного) размножения является возможность получения незараженного вирусами и грибами посадочного материала в относительно короткий временной интервал. К недостаткам полового размножения следует отнести в первую очередь генетическую пестроту получаемого посевного материала и длительность ювенильного периода. При вегетативном размножении сохраняется генотип материнского растения и сокращается продолжительность ювенильного периода. В то же время при вегетативном размножении большая вероятность передачи грибковых, вирусных заболеваний от материнского организма вегетативному потомству, ограничено число вегетативного потомства.

#### **Посевной материал**

Под посевным материалом в растениеводстве понимают семена (лен, астрагал, мак), плоды (валериана, тмин, календула), соплодия (свекла) и части сложных плодов (малина), используемых для посева.

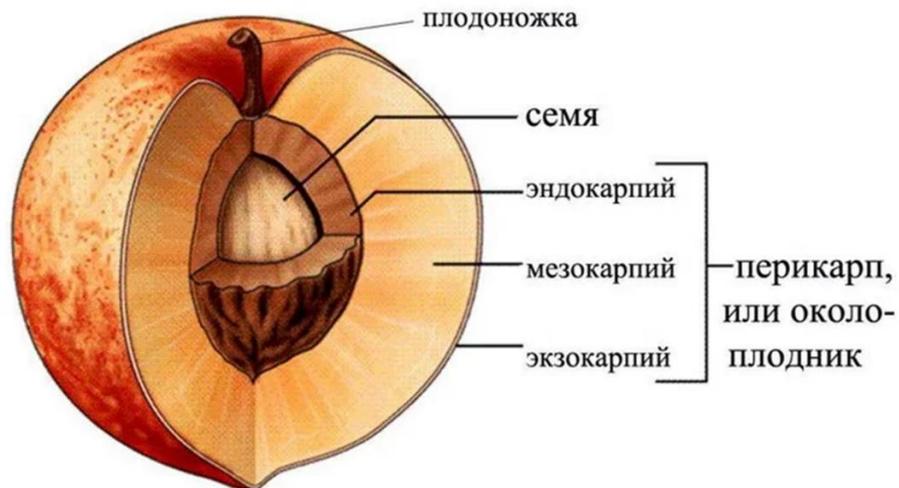


Рис. 13. Строение плода

Плоды предохраняют семена от преждевременного прорастания, механических и химических воздействий, обеспечивают расселение, кроме того сочные плоды обеспечивают проростки питательными веществами.

## Лабораторная работа

**Задание 1.** Провести морфологическое описание посадочного материала по плану.

### **План морфологического описания посевного материала**

**Плоды** исследуют сухими, рассматривая их невооруженным глазом, с помощью лупы (10×) или бинокля (8×, 16×, 24× и другие). Сочные плоды, изменившие во время сушки форму, рассматривают сначала в сухом виде, а затем после размачивания в горячей воде или кипячения в течение 5–10 мин.

Плод состоит из сухого (сухие плоды) или сочного (сочные плоды) околоплодника (перикарпия) и заключенных в него семян. Сухие плоды часто имеют внутри полости – гнезда, число гнезд может быть различно. Иногда ложный плод (шиповник) образован разросшимся гипантием, охватывающим прикрепляющиеся к нему изнутри плодики, формирующие апокарпный плод. Диагностическое значение имеют (для измельченного сырья рассматривают кусочки плодов и характеризуют их) следующие признаки:

#### ***Тип плода*** (морфологический):

- **Монокарпии.** Формируются из монокарпного гинецея – однолистовка, боб, сочная однокостянка, сухая однокостянка;
- **Апокарпии.** Формируются из апокарпного гинецея – сухая многолистовка, сочная многолистовка, фрага, сочная многокостянка, многоорешек, цинародий;
- **Ценокарпии.** Формируются из ценокарпного гинецея – ягода, коробочки разного типа, стручок и стручочек, гесперидий или поморанец, тыква, яблоко, ценобий, вислоплодник, ценокарпная многокостянка или пиренарий, калачик (карцерула);
- **Псевдомонокарпии.** Формируются из псевдомонокарпного гинецея – орех, желудь, семянка, зерновка, псевдомонокарпная костянка.

***Тип околоплодника*** – *сухой* (сухие плоды) или *сочный* (сочные плоды).

Наличие плодоножки, ее длина, цвет и характер поверхности.

Форма и особенности строения околоплодника для сочных плодов определяют после размягчения (яйцевидная, шаровидная, продолговатая, сплюснутая, со слабо выступающими продольными ребрами, с остатками чашечки и др.).

Характер поверхности околоплодника (шероховатая, морщинистая, гладкая, блестящая и др.).

Число гнезд в плоде (если они имеются).

Наличие эфирномасличных каналов или вместилищ.

Размеры (длина, толщина, поперечник плода) определяют с помощью измерительной линейки или миллиметровой бумаги. Для измельченных плодов приводят измельченность – размер отверстий сита, через которое проходит смесь частиц.

Количество семян, их форма, размеры, характер поверхности и т. д. определяют для сочных плодов после их размягчения и отделения семян от мякоти (см. далее).

Наличие плодоножки, *ее длина, цвет и характер поверхности* (гладкая, ребристая, бороздчатая и др.).

Цвет околоплодника определяют при дневном освещении.

Запах определяют при разламывании или растирании.

Вкус определяют, пробуя сухое сырье или водное извлечение (только для неядовитых объектов).

### **Семена**

Семена исследуют сухими или реже размягченными во влажной камере, рассматривая их невооруженным глазом, с помощью лупы (10×) или стереомикроскопа (8×, 16×, 24× и др.). Снаружи семена покрыты семенной кожурой. Под семенной кожурой располагается семенное ядро, состоящее из эндосперма или перисперма (питательных тканей), которые могут отсутствовать, и зародыша. Диагностическое значение имеют (для измельченного сырья рассматривают отдельные фрагменты семян и характеризуют их) следующие признаки:

- форма семени (сплюснутая, яйцевидная, эллиптическая, заостренная, шаровидная и др.);

- размеры семени (длина, толщина или ширина) определяют с помощью измерительной линейки или миллиметровой бумаги, шарообразных семян – просеиванием сквозь сито с круглыми отверстиями;

- характер поверхности (гладкая, шероховатая, блестящая, матовая, голая или опушенная, ребристая или ямчатая и др.);

- особенности семенной кожуры (деревянистая, плотная, твердая, хрупкая, однослойная, состоящая из двух слоев, многослойная и др.);

- наличие и форма рубчика. При необходимости отмечают размеры и окраску рубчика;

- наличие эндосперма или перисперма;

- характеристика зародыша (форма – прямой, дугообразный, кольцевидный, спиральный, подковообразный и др., размеры, его расположение и др.);

- цвет определяют при дневном свете;

- запах определяют при разламывании или растирании;

- вкус определяют, пробуя сырье или водное извлечение (только у неядовитых объектов).

## 4.2. Определение качества посевного материала

**Цель занятия:** познакомить со спецификой прорастания семян лекарственных растений, с основными методами определения качества посевного материала лекарственных растений. Изучить эффект водных растворов стимуляторов роста на энергию прорастания и всхожесть семян.

**Оборудование:** семена лекарственных растений, растения для приготовления зеленых черенков, чашки Петри, чистый речной песок и нарезанная фильтровальная бумага, мерные стаканы, стимулятор прорастания семян Эпин-Экстра, стимулятор корнеобразования.

### **Вопросы для подготовки:**

1. Дать классификацию семян по длительности покоя. Перечислить методы вывода растений из состояния покоя.
2. Охарактеризовать особенность прорастания семян лекарственных дикорастущих растений.
3. Дать характеристику основным показателям качества семян.

### **Семенное размножение**

Семя образуется из семязачатка в результате оплодотворения, а также в процессе апомиксиса. Семя содержит зародыш (новый генотип), снабженный запасом питательных веществ, является единицей расселения и распространения растений и выполняет функцию перенесения неблагоприятных условий.

Во время созревания и в течение некоторого времени после него большинство семян проходят короткий или более длинный период покоя. Это может быть связано с тем, что они снабжены водонепроницаемыми оболочками или содержат незрелые зародыши, или их прорастание задерживают растворимые ингибиторы. Типы семян по скорости прорастания и сохранению всхожести подразделяют на следующие группы:

- отмечается длительный покой, длительное сохранение всхожести;

- прорастают сразу, сохраняют всхожесть долго;
- прорастают сразу, быстро теряют всхожесть;
- прорастают на материнском растении.

Для растений характерно состояние покоя, что проявляется в том, что семена не прорастают даже при создании благоприятных условий. Покой семян бывает *вынужденным* и *органическим*. Причиной *вынужденного* покоя являются различные факторы внешней среды, препятствующие прорастанию, чаще всего неблагоприятная температура или недостаток влаги. При *органическом* покое семена в зрелом состоянии не способны прорасти даже при благоприятных условиях. Все проявления органического покоя делятся на три группы; *эндогенный, экзогенный и комбинированный*.

*Экзогенный покой.* Физический экзогенный покой обусловлен водонепроницаемостью кожуры, имеющей развитую кутикулу и слой палисадных клеток. Такие семена называются твердыми (люпин, люцерна). Механический экзогенный покой связывается с механическим препятствием прорастанию, создаваемым околоплодником или его внутренней частью. Удаление скорлупы ускоряет прорастание семян. Химический экзогенный покой вызывается содержащимися в семенах ингибиторами, предотвращающими их прорастание в неблагоприятных условиях. В числе ингибиторов околоплодника таких семян обнаружены различные фенольные соединения – салициловая, оксibenзойная, коричная, а также абсцизовая кислоты. Для прорастания семян необходимо создать условия для проникновения воды и газов к зародышу, устранения их семенной кожуры ингибиторов, необходим доступ света. Удаление околоплодника или промывание плодов обеспечивает активное прорастание семян.

*Эндогенный покой.* Морфологический эндогенный покой обусловлен недоразвитостью зародыша. Семена могут прорасти только после завершения развития эмбриона. Этому процессу способствует тепловая стратификация, которая может длиться несколько месяцев. Физический эндогенный покой обусловлен активностью зародыша,

которая в сочетании с ухудшением газообмена покровов создает физиологический механизм торможения прорастания семян.

Для прерывания глубокого биологического покоя семена подвергают стратификации (*stratum* – настил, слой, *facio* – делаю). Для этого семена труднопрорастающих растений выдерживают во влажном субстрате для ускорения прорастания. Их переслаивают влажным песком, опилками, торфяной крошкой, мхом (на одну часть семян берут три-четыре части субстрата), а затем выдерживают при температуре +3 – +5 °С и свободном доступе воздуха. Продолжительность стратификации семян различных культур неодинакова и варьируется от 30 дней до 5 месяцев.

Успех будущего урожая в большой степени зависит от посадочного материала. Как правило, используют следующие показатели качества семян; всхожесть, энергия прорастания (дружность появления нормальных проростков за 3–4 суток), не зараженность вредителями и болезнями, однородность по размеру, однородность по цвету и запаху.

Энергия прорастания и лабораторная всхожесть семян.

Число семян, проросших в первые 3–4 дня, показывает **энергию (дружность) прорастания**. Показатель определяется в долях или процентах (%) от общего числа посаженных семян. Семена с высокой энергией прорастания дружнее всходят, лучше используют факторы роста, всходы меньше угнетаются сорняками, более устойчивы к внешним неблагоприятным условиям. Лабораторная **всхожесть** – процент нормально проросших семян в пробе за 7–10 дней. Всхожесть – один из наиболее важных показателей семенного материала, имеющий большое производственное значение.

Для семян лекарственных растений характерен более растянутый во времени процесс прорастания, что определяется их биологическими особенностями (табл. 8). Так, например, всхожесть *Vipleurum aureum* растягивается в условиях естественных сообществ на два месяца. Благодаря этому увеличивается вероятность выживания проростков в изменяющихся условиях сезона. Аналогичные дан-

ные приводятся для других растений. Согласно литературным данным семена *Potentilla erecta* сохраняют всхожесть до 15 лет. Во время опыта семена начали прорасти на 6 день при 25 °С, всхожесть составила 80 %. Семена иссопа лекарственного (*Hyssopus officinalis*) обладают всхожестью 82–92 %. Во время опыта семена проросли на 4 день при 25 °С. Котовник котовниковый (*Nepeta cataria*) прорастает при 25 °С. Проростки появлялись на 8 день и характеризовались низкой всхожестью (2 %).

Таблица 8

Условия прорастания семян некоторых лекарственных растений  
(ГОСТ 12038-84)

Вид	Срок определения		Условие проращивания	
	Энергия прорастания	Лабораторная всхожесть	Отношение к освещенности	Температура
Алтей лекарственный ( <i>Althaea officinalis</i> )	7	12	Темнота	20
Амми большая ( <i>Ammi majus</i> )	5	10	Темнота	
Астрагал шерстистоцветковый ( <i>Astragalus dasyanthus</i> )	4	11	Темнота	25
Арника горная ( <i>Arnica montana</i> )	4	14	Темнота / свет	20
Бессмертник песчаный ( <i>Helichrysum arenarium</i> )	4	8	Свет / темнота	20
Валерьяна лекарственная ( <i>Valeriana officinalis</i> )	6	14	Свет / тень	20
Девясил высокий ( <i>Inula helenium</i> )	7	11	Свет / тень	20–30
Зверобой продырявленный ( <i>Hypericum perforatum</i> )	10	18	Темнота	20
Кассия остролистная ( <i>Cassia acutifolia</i> )	7	14	Свет / тень	–
Маралий корень ( <i>Rhaponticum carthamoides</i> )	8	15	темнота	25
Марена красильная ( <i>Rubia tinctorum</i> )	10	21	Свет / тень	
Наперстянка шерстистая ( <i>Digitalis lanata</i> )	6	19	Темнота	–

Вид	Срок определения		Условие проращивания	
	Энергия прорастания	Лабораторная всхожесть	Отношение к освещенности	Температура
Синюха голубая ( <i>Polemonium caeruleum</i> )	4	10	Свет / темнота	
Стальник полевой ( <i>Ononis arvensis</i> )	5	10	Темнота	30
Тимьян обыкновенный ( <i>Thymus vulgaris</i> )	3	10	Свет / темнота	20
Шалфей лекарственный ( <i>Salvia officinalis</i> )	8	14	Темнота	–

Учитывая вышесказанное, энергию прорастания и всхожесть семян лекарственных растений определяют за более длительный временной интервал.

Всхожесть и энергию прорастания определяют лабораторными методами в оптимальных условиях. Полученные результаты по всхожести семян сравнивают с данными ГОСТа и устанавливают класс всхожести семян. Если семена по всхожести не соответствуют требованиям стандарта, их относят к некондиционным. Семена с низкой всхожестью, но сохранившие жизнеспособность, подвергают воздушно-тепловой обработке стимуляторами, и, если после этого всхожесть повышается незначительно и не достигает норм стандарта, их бракуют. Если количество проросших семян составляет 80 % и более (не менее 8 шт. проросших из 10 шт. отобранных), то качество посевного материала считается высоким, и их можно использовать для получения хорошего урожая. Если же уровень всхожести низкий (от 30 %, но не менее 60 %), то семена использовать можно, но расход на единицу посевной площади следует увеличить в 1,5–2,5 раза. При показателе ниже 30 % высевать семена нецелесообразно.

Для увеличения всхожести семена подвергают различной обработке, направленной на удаление ингибиторов из покровов, созревания семян. Ингибиторы прорастания могут вымываться водой или ад-

сорбироваться почвой. Освещение, холод, химические реагенты могут привести к разрушению ингибиторов.

Высокая всхожесть семян астрагала шерстистоцветкового и жизнеспособные проростки были получены при обработке семян концентрированной соляной кислотой (92 %) и наждачной бумагой (81 %). Всхожесть растений без обработки не превышала 40 %.

## Лабораторная работа

**Задание 1.** Определить энергию прорастания и всхожесть семян лекарственных растений.

Из общей выборки семян основной культуры отобрать четыре пробы по 100 семян в каждой. Песок и нарезанную фильтровальную бумагу увлажняют непосредственно перед раскладкой семян на проращивание. Фильтровальную бумагу смачивают, опуская в воду, и затем, давая стечь избытку воды, укладывают в чашки Петри.

Подготовленные семена раскладывают на влажный песок или 4–5 слоев фильтровальной бумаги.

Проверять состояние увлажненности ложа следует ежедневно, при необходимости смачивать его водой комнатной температуры, не допуская переувлажнения. Необходимо обеспечивать постоянную вентиляцию в термостатах. Ежедневно на несколько секунд следует приоткрывать крышки чашек Петри, данные занести в таблицу 9.

При наблюдении за прорастанием семян заполняется таблица. Энергию прорастания определяют на 3–4 день (или позже), всхожесть на 7–10 день.

Таблица 9

### Динамика прорастания семян

Варианты проращивания семян	Дни наблюдения							Энергия прорастания (%)	Всхожесть (%)
	1	2	3	4	5	6	Другие дни		
Контроль									
Опыт 1									

**Задание 2.** Определить влияние стимуляторов на энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян (Опыт 1).

Подготовленные семена (4×100) для проращивания предварительно замачивают на сутки в водном растворе стимулятора, затем раскладывают на проращивание. Возможна также непосредственная

обработка семян раствором стимулятора при посадке. Для этого ложе для проращивания семян увлажняют водным раствором Эпин-Экстра в концентрации, указанной в руководстве по применению стимулятора.

Результаты эксперимента записывают в таблицу 9.

Опыт 2. Влияние стратификации на прорастание семян.

Выполняется по аналогии, экспериментальная группа подвергается стратификации.

**Задание 3.** Определить степень зараженности семян.

При определении энергии прорастания и всхожести семян учитывают также поражение семян плесневыми грибами. Определяют процент пораженных семян. Степень поражения семенного материала устанавливают в соответствии с таблицей 10.

*Таблица 10*

Определение степени поражения семенного материала

Степень поражения семян	Семена, покрытые плесневыми грибами, %
Слабая	До 5
Средняя	До 25
Сильная	Более 25

При проращивании семян во влажной камере заболевания, вызываемые бактериями, выявляют по размягчению и ослизнению тканей семени. Заболевания, вызываемые грибами на проросших и не проросших семенах, проявляются в виде пятен различной формы и окраски, налета грибницы, пикнид, уродливости, деформации или отмирания частей проростков. Анализ проводят визуально, под биноклем, микроскопом (рис. 14).

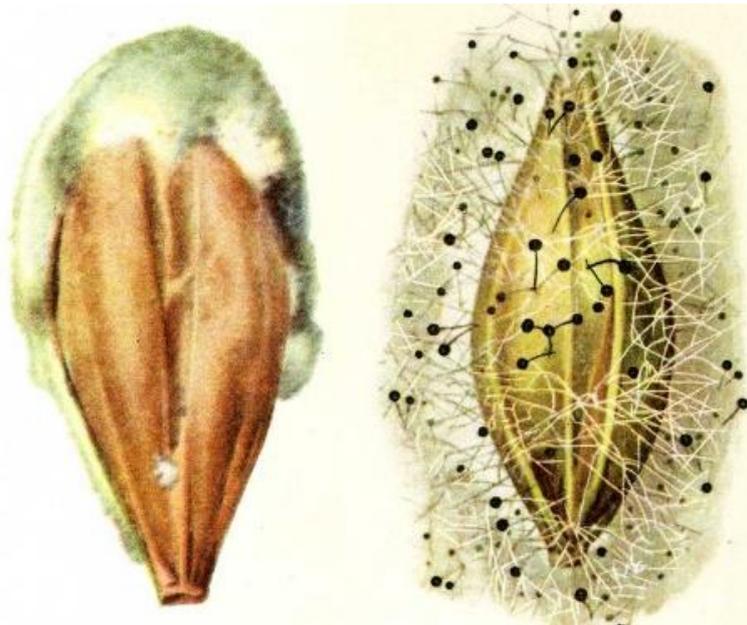


Рис. 14. Внешний вид семян, зараженных грибными инфекциями

Вопросы для повторения:

1. С какой целью семена лекарственных растений необходимо протравливать перед посевом?
2. По каким диагностическим признакам можно отличить грибы класса оомицеты, зигомицеты, аскомицеты?
3. В чем биологический смысл растянутости во времени прорастания семян лекарственных растений естественных сообществ?

### **4.3. Посадочный материал.**

#### **Вегетативное размножение растений.**

#### **Метод размножения зелеными черенками**

**Цель занятия:** дать представление о посадочном материале, технологии размножения лекарственных растений методом зеленого черенкования, изучить влияние стимуляторов роста на корнеобразование.

**Оборудование:** побеги растений, скальпель, стимулятор корнеобразования Корневин, перлит или песок, герметичные емкости для укоренения.

#### **Вопросы для подготовки:**

1. Дать сравнительную характеристику различных способов размножения растений.
2. Охарактеризовать процессы управления ростом и развитием растений. Ингибиторы и стимуляторы. Их роль и классификация.

Посадочный материал – растения или их части, предназначенные для посадки. Посадочный материал может быть семенного происхождения (сеянец, выращенный из семян без пересадки) и вегетативного.

Вегетативное размножение имеет следующие преимущества: а) клоны в значительной степени повторяют качества исходного организма; б) как правило, появившиеся таким путем новые организмы быстрее развиваются; в) вегетативно возникшие растения раньше плодоносят. Серьезным недостатком вегетативного размножения является то, что клонам передаются все болезни (вирусные и другие), которыми страдают (если, конечно, они больны) родительские растения, а также невозможность получить большое число посадочного материала.

Отчасти, устранить проблему недостатка посадочного материала можно методом зеленого черенкования. Термин «зеленое черенкование» подразумевает использование для размножения молодых побегов текущего года у кустарников и отрастающих стеблей у многолет-

них травянистых растений. Традиционно зеленое черенкование проводят в течение десяти дней после цветения.

У многолетников в течение лета на черенки используют выросшие стебли. Благодаря вегетативному размножению зелеными черенками можно достичь значительного увеличения посадочного материала лекарственных растений, получение которого не всегда возможно семенным и специализированными органами вегетативного размножения. Зеленое черенкование позволяет увеличить выход черенков с одного маточного растения до 200–300 шт., способствует оздоровлению посадочного материала: растущие побеги в меньшей степени заражены вредителями (стеклянница, галлица, почковый клещ), чем одревесневшие.

Условия образования придаточных корней подбираются индивидуально для каждого вида. В то же время есть общие биологические закономерности, которые необходимо учитывать:

1. Высокой способностью к формированию корней отличаются черенки, взятые из средней или верхней части побега, размером около 25 см. Черенки самой верхушечной части побега отличаются низкой способностью к образованию придаточных корней.

2. Функциональные почки побегов вырабатывают химические вещества, способствующие корнеобразованию, что означает важность длины черенка в процессе укоренения. Размер черенка подбирается индивидуально для вида и варьирует от 5 до 25 см, а иногда и 2–3 см.

3. Большое значение имеет количество узлов на черенке и число листьев. Синтезируемый листьями ауксин повышает интенсивность корнеобразования. Однако большая площадь листьев увеличивает потерю влаги.

4. Влажный сезон с высокой относительной влажностью (создание влажного микроклимата) благоприятен для быстрого образования каллуса и раннего укоренения.

5. Структура, текстура, пористость, химический состав, вододерживающая способность среды и рН оказывают заметное влияние на способность к укоренению.

## Методика создания зеленых черенков

Размножение многолетних травянистых лекарственных растений методом зеленого черенкования является хорошо апробированным способом. Размер черенка зависит от вида растений. Обычно это часть стебля с 1–3 узлами, взятая с середины или в основании побега. Мягкую верхушку побега срезают и удаляют, поскольку мягкие зеленые ткани практически не укореняются, а быстро загнивают. Косые срезы всегда означают низ черенка, прямые – верх: соблюдение полярности очень важно для успешного укоренения. Кроме того, косой нижний срез обеспечивает максимально большой контакт поверхности черенка с субстратом и образование большего числа корней. В итоге получают небольшой черенок длиной 5–7 см с косым срезом внизу и прямым вверху, с двумя половинками листьев.

Метод зеленых черенков был апробирован при размножении ряда лекарственных растений и показал высокую эффективность (Стрелец, Кроль, 2011). Укореняемость зеленых черенков мяты перечной – 98 %, мяты кудрявой – 100 %, Melissa лекарственной – 92 %, монарды двойчатой – 96 %, алтея лекарственного – 80 %, стальника полевого – 62 %, маклеи сердцевидной – 72 %, лаванды узколистной – 84 %, эстрагона – 76 %, солодки голой – 24 %. Нарезку побегов маточных растений на черенки для первой ротации проводят уже в середине июня в фазу легкого полуодревеснения стеблевой части побега. Через месяц после высадки укоренившихся черенков проводят нарезку черенков второй ротации, а еще примерно через такой же срок – третьей. Сразу же после нарезки черенки высаживают в кассеты с размером ячеек 4×4×8 см, заполненные смесью торфа, перегноя и перлита в соотношении 1:1:1. При этом перед посадкой часть черенков обрабатывают гетероауксином путем обмакивания в него их базальной части.



## Лабораторная работа

**Задание 1.** Выписать лекарственные растения Ботанического сада КФУ, определить жизненную форму, записать методы вегетативного размножения.

**Задание 2.** Изучить влияние морфо-анатомической структуры побега на способность к образованию придаточных корней (эффективность корнеобразования черенков различных участков побега).

Нарезать зеленые черенки из разных частей побега. Укоренение можно проводить в влажном песке (другом субстрате), в емкости с герметично закрытой крышкой для создания влажного микроклимата. Оставить черенки на укоренение на 2 недели. По окончании эксперимента данные занести в таблицу 11.

*Таблица 11*

Характеристика процесса корнеобразования

Варианты опыта	Показатели		
	Число придаточных корней	Суммарная длина корней	Доля удачно укорененных черенков
Черенки, сделанные из верхней части побега			
Черенки, сделанные из срединной части побега			
Черенки, сделанные из нижней части побега			

**Задание 3.** Изучить влияние стимуляторов корнеобразования на процесс образования корней.

Контрольный вариант черенков (любой части побега) поместить во влажный субстрат, опытные экземпляры (черенки той же части побега) предварительно обработать стимулятором корнеобразования. Данные опыта записать в таблицу 12.

## Характеристика процесса корнеобразования

Варианты опыта	Показатели		
	Число придаточных корней	Суммарная длина корней	Доля укорененных черенков
Контроль (черенки во влажном субстрате)			
Опыт (черенки, обработанные стимулятором)			

Вопросы для повторения:

1. Почему при укоренении зеленых черенков нежелательно удалять все зеленые листья?

2. Обоснуйте с биологической точки зрения рекомендованные сроки заготовки черенков для «зеленого черенкования».

## **Тема 5. МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ РАСТЕНИЙ. ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ**

**Цель занятий:** показать влияние минеральных элементов на рост и развитие растений.

**Оборудование:** линейки, ножницы, фильтровальная бумага, аналитические весы, мерные цилиндры на 25 мл, пипетки на 1 и 5 мл, смешанный индикатор, химические реактивы для изготовления питательных растворов, семена растений.

### **Вопросы для подготовки:**

1. Дать определение термину «воздушное и почвенное питание растений».
2. Охарактеризовать роль элементов минерального питания в жизнедеятельности растительных организмов.

В процессе жизнедеятельности растения поглощают минеральные элементы в форме неорганических соединений, ассимилируют их, включая в состав органических веществ. Растения получают углерод и кислород преимущественно из воздуха, а остальные элементы – из почвы. Растения способны поглощать из окружающей среды практически все элементы. Однако для нормальной жизнедеятельности растительному организму необходима лишь их определенная часть. Необходимыми считаются элементы, без которых организм не может завершить свой жизненный цикл. Процесс усвоения минеральных элементов из почвы получил название почвенного или минерального питания растений. Элементы минерального питания – это химические элементы, которые необходимы растению и не могут быть заменены никакими другими. Физиологическая роль элементов минерального питания в общем виде сводится к следующему: 1) входят в состав биологически важных органических веществ; 2) участвуют в создании определенной ионной концентрации, стабилизации макромолекул и коллоидных частиц (электрохимическая роль); 3) участвуют

в каталитических реакциях, входя в состав или активируя отдельные ферменты. Во многих случаях один и тот же элемент может играть разную роль, а некоторые элементы выполняют все три функции.

В 1860 году Ю. Сакс и И. Кноп, выращивая растения в сосудах на водном растворе минеральных солей, установили, что для жизнедеятельности растения, кроме С, О, Н, необходимы следующие 7 элементов: N, P, S (неметаллы), K, Ca, Mg, Fe (металлы). Если полностью исключить какой-либо из этих элементов, то при выращивании в водных культурах нормальных растений получить не удастся. В начале XX века была показана необходимость для растений, кроме перечисленных выше, еще шести элементов: бора, марганца, цинка, меди, молибдена и хлора. Предполагают, что для нормального роста некоторых растений необходимы и такие элементы, как кобальт, натрий и др. Все необходимые элементы корневого питания подчиняются основным правилам, сформулированным еще Ю. Либихом: 1) все перечисленные элементы равнозначны и полное исключение любого из них приводит растение к гибели; 2) ни один из перечисленных элементов не может быть заменен другим, даже близким по химическим свойствам, т. е. каждый элемент имеет свое специфическое физиологическое значение.

Все необходимые для жизни растений элементы в зависимости от их количественного содержания в растении принято разделять на макроэлементы (содержание более 0,01 %) – к ним относят N, P, S, K, Ca, Mg, Fe и микроэлементы (содержание менее 0,01 %) – к ним относят Mn, Si, Zn, B, Mo, O. Однако это деление довольно условно. Растения отдельных видов специфически аккумулируют микроэлементы в масштабах, сравнимых с накоплением в тканях макроэлементов. В частности, растения-галофиты отличаются избыточным концентрированием хлора, а также брома и натрия. Некоторые растения аккумулируют медь, никель, цинк, свинец, кадмий (поэтому их называют металлофиты).

**Макроэлементы. Азот.** Усваивается растением в виде анионов ( $\text{NO}_3^-$   $\text{NO}_2^-$ ), катиона ( $\text{NH}_4^+$ ). Азот входит в состав белков, нуклеино-

вых кислот, пигментов, коферментов, фитогормонов и витаминов. Он не выводится из организма, а используется многократно (реутилизируется), т. е. при старении листьев высвобождается в процессе распада цитоплазматических белков и других азотсодержащих соединений и оттекает в молодые части растения. При недостатке азота тормозится рост растений, ослабляется образование боковых побегов.

**Фосфор.** Усваивается и функционирует в растении в виде окисленных соединений, главным образом остатков ортофосфорной кислоты ( $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ ). Содержание фосфора в растениях составляет около 0,2 % на сухую массу. Фосфор входит в состав нуклеиновых кислот, нуклеотидов, фосфолипидов и витаминов. Многие фосфорсодержащие витамины и их производные являются коферментами. Для фосфора характерна способность к образованию химических макроэргических связей с высоким энергетическим потенциалом.

**Сера.** В почве сера находится в органической и неорганической формах. Органическая сера входит в состав растительных и животных остатков. Основные неорганические соединения серы в почве – сульфаты ( $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ). Содержание серы в растениях составляет около 0,2 %. Однако в растениях семейства крестоцветных ее содержание значительно выше. Сера содержится в растениях в двух основных формах – окисленной в виде неорганического сульфата и восстановленной (аминокислоты, глутатион, белки). Одна из основных функций серы в белках – это участие SH-группы в образовании ковалентных, водородных и дисульфидных связей, поддерживающих трехмерную структуру белка. Сера входит в состав важнейших аминокислот – цистеина и метионина, которые могут находиться в растениях в свободной форме или в составе белков.

**Калий** поглощается растениями в виде катиона. Его содержание в растениях составляет в среднем 0,9 %. В растениях калий больше сосредоточен в молодых растущих тканях. В растении калий находится в основном в свободной, ионной, форме. Около 80 % калия содержится в вакуолях и 1 % калия прочно связан с белками митохондрий и хлоропластов. Калий стабилизирует структуру этих органелл.

Калий не входит ни в одно органическое соединение. Участвует в создании разности электрических потенциалов между клетками. Он нейтрализует отрицательные заряды неорганических и органических анионов. Калий в значительной мере определяет коллоидные свойства цитоплазмы, так как снижает ее вязкость и способствует поддержанию состояния гидратации коллоидов цитоплазмы, повышая ее водоудерживающую способность. Тем самым калий увеличивает устойчивость растений к засухе и морозам. Калий необходим для работы устьичного аппарата. Известно более 60 ферментов, активируемых калием. Он необходим для включения фосфата в органические соединения, реакций переноса фосфатных групп, участвует в синтезе рибофлавина – компонента всех флавиновых дегидрогеназ.

**Кальций** поглощается в форме катиона из его растворимых солей. В почве содержится много кальция и кальциевое голодание встречается редко, например, при сильной кислотности или засоленности почв и на торфяниках. Общее содержание кальция у разных видов растений составляет 5–30 мг на 1 г сухой массы. Кальций накапливается в старых органах и тканях. Это связано с тем, что реутилизация кальция затруднена, так как он из цитоплазмы переходит в вакуоль и откладывается в виде нерастворимых солей щавелевой, лимонной и других кислот. Большое количество кальция связано с пектиновыми веществами срединной пластинки и клеточной стенки. Он содержится также в хлоропластах, митохондриях и ядре в комплексах с биополимерами. Взаимодействуя с отрицательно заряженными группами фосфолипидов, кальций стабилизирует клеточные мембраны. При недостатке кальция увеличивается проницаемость мембран и нарушается их целостность. Кальций активирует ряд ферментов, способствуя агрегации субъединиц, служа мостиком между ферментом и субстратом, влияя на состояние аллостерического центра фермента.

**Магний** поглощается растением в виде иона  $Mg^{2+}$ . Недостаток в магнии растения испытывают на песчаных и подзолистых почвах. У высших растений среднее содержание магния составляет 0,02–3 %.

Много магния в молодых клетках, а также в генеративных органах и запасающих тканях. Около 10–12 % магния находится в составе хлорофилла. Магний необходим для синтеза протопорфирина IX – непосредственного предшественника хлорофиллов. Магний активирует ряд реакций переноса электронов при фотофосфорилировании, он необходим при передаче электронов от фотосистемы I к фотосистеме II. Магний является кофактором почти всех ферментов, катализирующих перенос фосфатных групп. Магний необходим для многих ферментов гликолиза и цикла Кребса. Магний усиливает синтез эфирных масел, каучука, витаминов A и C. Ионы магния необходимы для формирования рибосом и полисом, связывая РНК и белок, для активации аминокислот и синтеза белка. Он активирует ДНК- и РНК-полимеразы, участвует в формировании пространственной структуры нуклеиновых кислот. Недостаток магния приводит к уменьшению содержания фосфора в растении, даже если фосфаты в достаточных количествах имеются в питательном субстрате.

**Железо.** Среднее содержание железа в растениях составляет 20–80 мг на 1 кг сухой массы. Ионы  $Fe^{3+}$  почвенного раствора восстанавливаются редокс-системами плазмалеммы клеток ризодермы до  $Fe^{2+}$  и в такой форме поступают в корень. Железо необходимо для функционирования основных редокс-систем фотосинтеза и дыхания, синтеза хлорофилла, восстановления нитратов и фиксации молекулярного азота клубеньковыми бактериями. Поэтому недостаточное поступление железа в растения приводит к снижению интенсивности дыхания и фотосинтеза и выражается в пожелтении (хлорозе) листьев и быстром их опадении.

Поскольку алкалоиды являются соединениями, содержащими азот, азотные удобрения, несомненно, играют большую роль в биосинтезе и накоплении алкалоидов. Имеется определенная корреляция между количеством алкалоидов и поступлением азота, так, при максимальном поглощении последнего из почвы, как, например, это имеет место во время цветения некоторых видов растений, резко возрастает содержание алкалоидов. Напротив, после цветения, когда по-

ступление азота из почвы в растение снижается, содержание алкалоидов падает. В условиях азотного голодания, когда решается вопрос о жизни и смерти растения, имеет место диссимиляция алкалоидов. Удобрения, содержащие калий, кальций и фосфор оказывают положительное влияние на накопление и концентрацию в тканях растения гликозидов и эфирных масел. Высокие дозы азотных удобрений оказывают отрицательное влияние на накопление этих соединений.

В последнее время установлена тесная взаимосвязь между содержанием в почве отдельных микроэлементов и продуцированием растениями отдельных групп биологически активных веществ:  $\frac{3}{4}$  растений, продуцирующих сердечные гликозиды, избирательно поглощают марганец, молибден, хром;  $\frac{3}{4}$  растений, продуцирующих алкалоиды, – медь, марганец, кобальт;  $\frac{3}{4}$  растений, продуцирующих сапонины, – молибден, ванадий;  $\frac{3}{4}$  растений, продуцирующих терпеноиды, – марганец; кумарины, флавоноиды;  $\frac{3}{4}$  растений, продуцирующих антраценпроизводные, – медь;  $\frac{3}{4}$  растений, продуцирующих витамины, – марганец, медь;  $\frac{3}{4}$  растений, продуцирующих полисахариды, – марганец, хром.

## Лабораторная работа

**Задание 1.** Выращивание растений в питательных средах с исключением отдельных элементов.

Проращивание семян проводится в вермикулите. Строение вермикулита позволяет добиться от субстрата необходимых аэрационных свойств. В вермикулите не заводятся болезнетворные микробы, излишние внесенные удобрения впитываются и постепенно отдаются растениям. Вермикулит рекомендован для выращивания в нем рассады (2–3 месяца), укоренения черенков.

Наклюнувшие семена растений раскладывают на подготовленный субстрат (вермикулит, песок, кокосовая стружка, опилки листовых видов), при посадке на фильтровальную бумагу или слой ваты вновь образованные корешки вырастают в субстрат и отрываются при извлечении их для анализа.

Готовят несколько вариантов опыта. Контрольный вариант поливают питательным раствором, содержащим азот, калий, фосфор. Другие растения (варианты опыта) подкармливают питательными растворами с исключением отдельных элементов.

Полную питательную смесь (NPK), а также смеси с исключением фосфора (NK), азота (PK), калия (NP) готовят согласно таблице 13. Сначала поочередно делают навески всех указанных в таблице солей, затем растворяют каждую соль в отдельном стакане, затем сливают в большую емкость, доводя водой до отметки 3 л.

Из питательных смесей так же используется смесь Чеснокова и Базириной: на 1 000 л воды растворяют 200 г  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , 500 г  $\text{KNO}_3$ , 550 г суперфосфата, 300 г  $\text{MgSO}_4$ , 6 г  $\text{FeCl}_3$ , 0,72 г  $\text{H}_3\text{BO}_3$ , 0,02 г  $\text{CuSO}_4$ , 0,45 г  $\text{MnSO}_4$ , 0,06 г  $\text{ZnSO}_4$ .

Таблица 13

## Полная питательная смесь Кюппа и смеси с исключением N, P, K

NPK		PK		NK		NP	
соли	КОЛ-ВО, г/л	соли	КОЛ-ВО, г/л	соли	КОЛ-ВО, г/л	соли	КОЛ-ВО, г/л
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> безводный	1,0	CaSO <sub>4</sub> × x2H <sub>2</sub> O	1,030	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> безводный	1,0	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> безводный	1,0
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0,25	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0,250	—		NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0,25
KCl	0,125	KCl	0,125	KCl	0,25	NaCl	0,09
MgSO <sub>4</sub> × ×7H <sub>2</sub> O	0,25	MgSO <sub>4</sub> × ×7H <sub>2</sub> O	0,25	MgSO <sub>4</sub> × ×7H <sub>2</sub> O	0,25	MgSO <sub>4</sub> × ×7H <sub>2</sub> O	0,25
FeCl <sub>6</sub>	следы	FeCl <sub>6</sub>	следы	FeCl <sub>6</sub>	следы	FeCl <sub>6</sub>	следы

Через две недели анализируют растения различных вариантов опыта и контроля. У растений измеряют число листьев, размер листовой пластинки, длину корней, число боковых корней, сырой вес надземной части растений (без семян), сырой вес корневой системы (без семян), корни предварительно обсушить фильтровальной бумагой.

Таблица 14

## Влияние исключения N, P, K на рост и развитие растений

Вариант опыта	Длина, см		Масса, г		
	надземной части	корневой системы	надземной части	корневой системы	целого растения
NPK					
NP					
NK					
PK					

Полученные показатели заносят в таблицу, делают выводы по результатам эксперимента.

Вопросы для повторения.

1. Обосновать сроки и способы внесения минеральных и органических удобрений, необходимых для жизнедеятельности растений.
2. Охарактеризовать корреляционную зависимость между концентрацией микроэлементов в почве и накоплением БАВ.

## Тема 6. ПРАВИЛА УХОДА ЗА РАСТЕНИЯМИ

**Цель занятия:** познакомить с последовательными этапами ухода за посадками лекарственных растений. Дать представление о факторах, снижающих урожайность лекарственных растений, качество лекарственного сырья.

**Оборудование:** образцы растений, пораженные паразитическими грибами, насекомыми, не инфекционным хлорозом.

### **Вопросы для подготовки:**

1. В чем биологический смысл ухода за растениями?
2. Дать определение термину «севооборот».

Все физиологические процессы в растении будут идти активно, генотип может реализовать свою потенциальную продуктивность, если параметры среды будут оптимальными. Параметры некоторых из факторов человек пока не может регулировать, хотя они имеют очень важное, иногда решающее значение, другие же контролируются в процессе роста и развития культур. Главная задача заключается в том, чтобы с помощью регулируемых факторов свести к минимуму негативное влияние нерегулируемых и частично регулируемых факторов на рост, развитие растений, урожай и его качество.

К факторам, которые не могут регулироваться, относят: продолжительность безморозного периода, весенне-летний возврат заморозков, напряженность инсоляции по месяцам, сумма активных температур, скорость ветра, относительная влажность воздуха (суховеи), сумма осадков, распределение осадков по месяцам, интенсивность осадков, толщина снежного покрова и продолжительность периода, когда земля покрыта снегом, рельеф, гранулометрический состав почвы.

Частично регулируемые: распределение снега по полю, влажность почвы, влажность воздуха в фитоценозе, водная и ветровая эрозия, гумусированность почвы, реакция почвенного раствора, емкость

поглощения почвенного поглощающего комплекса, микробиологическая активность почвы, уровень обеспеченности элементами питания.

Регулируемые факторы: культура, сорт, засоренность посева, поражение растений болезнями, повреждение вредителями, обеспеченность элементами питания: азотом, фосфором, калием, микроэлементами рН почвы (известкование, гипсование), аэрация почвы (основная, предпосевная обработка, уход).

Таким образом, залогом получения качественного лекарственного растительного сырья является:

1. Выбор культуры для возделывания. Он (выбор) определяется с учетом биологических особенностей растения, т. е. возможности его культивирования в данной местности;

2. Точное соблюдение агротехнических мероприятий.

Среди агрохимических мероприятий важное значение имеет борьба с сорняками и вредителями, севооборот, поддержание оптимального воздушного, водного, минерального состава почвы.

**Посадка семян.** Для получения дружных всходов семена подвергаются предварительной обработке: стратификация, ферментация, замачивание, воздушно-тепловой и солнечный обогрев, скарификация.

Семена лекарственных культур перед посевом необходимо протравливать от возбудителей грибных и вирусных болезней, а также против вредителей.

Возможно использование разных сроков посева: ранневесеннего, летнего, озимого и подзимнего. Выбор срока посева зависит от культуры, географической зоны, севооборота. Глубина заделки и норма высева семян разная и определяется для каждой культуры индивидуально. Как правило, при подзимних посевах глубину заделки семян уменьшают, а норму высева увеличивают примерно на 25–30 %.

**Борьба с сорняками.** Растения, засоряющие сельскохозяйственные угодья и наносящие вред сельскохозяйственным культурам, называют сорняками. Сорная растительность наносит огромный вред производству. Сорняки снижают урожай и его качество, увеличивают

затраты труда и средств на производство продукции. Мировые потери с/х от сорняков оцениваются в 20,5 млрд долларов в год, что составляет 9,5 % потенциального урожая. Убытки от сорняков превосходят потери от вредных насекомых, болезней и градобития вместе взятых. У ряда сорняков корневая система развивается быстрее и глубже проникает в почву, чем у культурных растений. Поэтому сорняки извлекают воду, минеральные элементы или пластические вещества раньше корней культурных растений. Многие сорняки при благоприятных условиях бурно развивают вегетативные органы, опережают в росте культурные растения и затеняют их. Сорняки способствуют массовому развитию болезней и вредителей, поражающих посевы.

**Севооборот.** Научно-обоснованное чередование культур и пара во времени и на территории называется севооборотом. Основными задачами севооборота является: 1) повышение плодородия почвы и рациональное использование ее питательных веществ; 2) увеличение урожайности сельскохозяйственных культур и повышение их качества; 3) уменьшение засоренности посевов, их поражаемости болезнями и вредителями; 4) уменьшение вредного влияния ветровой и водной эрозии. Правильные севообороты для лекарственных культур должны быть построены на том, что лекарственные культуры размещают по лучшим предшественникам.

**Применение удобрений.** Урожай и качество лекарственных растений существенно можно стимулировать посредством регулируемой подкормки. Можно принять следующий принцип: лекарственные растения, выращиваемые с целью получения корней и корневищ, следует подкармливать калийными удобрениями; растения, выращиваемые с целью получения цветов и плодов – фосфорными удобрениями; для подкормки растений, выращиваемых с целью получения травы и листьев, выгодно использовать азотные удобрения. В соответствии с общепринятыми рекомендациями минеральные удобрения под лекарственные культуры вносят дробно: 50 % под вспашку, 25 % под предпосевную культивацию, 5 % при посеве

в рядки, 20 % при подкормке в фазе вегетации. В зависимости от содержания питательных веществ в почве, биологического выноса их растениями и коэффициента использования удобрений общие нормы минеральных удобрений под лекарственные культуры в течение года составляют 90–120 кг NPK. При совместном внесении с органическими удобрениями осеннюю норму минеральных удобрений уменьшают вдвое. На многолетних лекарственных растениях в течение первых 2 лет и в последующие годы вегетации применяют подкормки: 45–60 кг/га NPK в фазе начала отрастания растений и 30–45 кг/га NPK в фазе бутонизации.

## Лабораторная работа

**Задание 1.** Теоретически обосновать выбор растения для введения его в культуру.

**Задание 2.** Разработать технологическую карту выращивания перспективных лекарственных растений.

### Технологическая карта выращивания лекарственных растений

Изучаемый вид

1. Общая характеристика растения.

1.1. Семейство, род.

1.2. Морфологическое описание.

1.3. Лекарственное сырье. Оптимальные сроки сбора сырья (период онтогенеза, фазы развития).

1.4. Фармакотерапевтическая характеристика (с учетом фармакотерапевтической классификации средства растительного происхождения размещены в Государственном реестре лекарственных средств и в других справочниках по фитотерапии и лекарственным растениям).

1.5. Химическая характеристика сырья.

1.6. Биолого-экологическая характеристика растения (характеристика по экологическим шкалам).

1.7. Распространение и местообитание.

2. Особенность возделывания растений. Влияние внешних факторов на накопление БАВ растения.

2.1. Почвенно-климатические условия выращивания.

2.1.1. Географическое расположение предполагаемого района возделывания плантационных культур в пределах РТ.

2.1.2. Климатические условия района.

2.1.3. Почвы района исследования.

3. Агротехника возделывания растений. Влияние минерального питания на синтез и накопление БАВ.

3.1. Способы размножения.

3.1.1. Вегетативный способ размножения.

3.1.2. Семенное размножение.

3.1.2.1. Посадка семян. Сроки посадки.

3.1.2.2. Предпосевная обработка семян.

3.1.2.3. Глубина посадки, плотность посадки.

3.2. Удобрения и стимуляторы. Сроки внесения удобрений, нормы внесения.

3.3. Полив растений. Правила полива изучаемого вида.

3.4. Болезни и вредители растений. Биологические и химические методы защиты растений. Инсектициды, гербициды, фунгициды.

## Список литературы

1. База данных «Флора сосудистых растений Центральной России», «Ценофонд лесов Европейской России». – URL: <https://www.imprb.ru/eco> // Институт математических проблем биологии (ИМПБ РАН) (дата обращения: 29.10.2021).
2. *Горышина Т.К.* Экология растений / Т.К. Горышина. – М.: Высш. школа, 1979. – 368 с.
3. *Докшина А.Ю.* Лабораторная всхожесть лекарственных и пряно-ароматических растений интродуцированных в ЦБС НАН Беларуси / А.Ю. Докшина / Роль ботанических садов и дендрариев в сохранении, изучении и устойчивом использовании разнообразия растительного мира: сб. материалов Международной научной конференции, посвященной 85-летию Центрального Ботанического сада Национальной Академии Наук Беларуси: в 2-х частях. – Минск: Медисонт, 2017 – С. 67–69.
4. *Кинтя П.К.* Терпеноиды растений / П.К. Кинтя, Ю.М. Фадеев, Ю.А. Акимов. – Кишинев: Штиинца, 1990. – 150 с.
5. *Куркин В.А.* Фармакогнозия: учебник / В.А. Куркин. – Самара: «Офорт» СамГМУ, 2004. – 1179 с.
6. Онтогенетический атлас лекарственных растений / под ред. Л.А. Жуковой. – Йошкар-Ола: МарГУ, 1997. – 240 с.
7. Основы биохимии вторичного обмена растений: [учеб.-метод. пособие] / [Г.Г. Борисова, А.А. Ермошин, М.Г. Малева, Н.В. Чукина; под общ. ред. Г.Г. Борисовой]; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург: Издательство Урал. ун-та, 2014. – 128 с.
8. *Пасешниченко В.А.* Биосинтез и биологическая активность растительных терпеноидов и стероидов / В.А. Пасешниченко // Итоги науки и техники. Сер. Биологич. химия. – М.: ВИНТИ, 1987. – Т. 25. – 196 с.
9. Перспективы лекарственного растениеводства: сборник материалов Международной научной конференция / под ред. кол. П.С. Савин, Н.Ю. Свищунова. – М.: ВИЛАР, 2018. – 701 с.
10. Почвы Татарии / под ред. М.А. Винокурова. – Казань: КГУ, 1962. – 419 с.
11. Почвы России // Экологический центр «Экосистема». – URL: <http://ecosystema.ru/08nature/soil/index.htm> (дата обращения: 29.10.2021).
12. Практикум по биологии почв / Г.М. Зенова, А.Л. Степанов, А.А. Лихачева и др. – М.: Издательство МГУ, 2002. – 120 с.
13. *Соболева Л.С.* Зеленая аптека Татарии / Л.С. Соболева, И.Л. Крылова. – Казань: Татарское кн. изд-во, 1990. – 156 с.

14. *Стрелец В.Д.* Интенсификация размножения многолетних травянистых лекарственных растений черенками / В.Д. Стрелец, А.В. Кроль // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2011. – Вып. 1. – С. 124–128.

15. *Тимофеева О.А.* Структурно-функциональный анализ сырьевой базы лекарственных растений во флоре Татарстана / О.А. Тимофеева, Г.В. Демина, С.А. Дубровная, Н.Б. Прохоренко, У.А. Огороднова, Л.З. Хуснетдинова // Научно-техническая конференция по итогам совместного конкурса фундаментальных исследований РФФИ – РТ в 2018 г.: тезисы докладов региональной науч.-практич. конф. – Казань: Изд-во «Фэн» АН РТ, 2018. – С. 121.

16. Флавоноиды: биохимия, биофизика, медицина / Ю.С. Тараховский, Ю.А. Ким, Б.С. Абдрасилов, Е.Н. Музафаров; под ред. Е.И. Маевский. – Пушино: Synchronobook, 2013. – 310 с.

17. Экологические шкалы и методы анализа экологического разнообразия растений / под ред. Л.А. Жукова. – Йошкар-Ола, 2010. – 368 с.

## Содержание

Введение.....	3
Тема 1. Биологически активные вещества, их роль в жизнедеятельности растений.....	7
Тема 2. Внешние факторы, определяющие качество лекарственного сырья.	28
2.1. Экологическая характеристика вида. Основные законы земледелия.....	28
2.2. Климатическая и географическая характеристика Республики Татарстан. Лекарственные растения РТ.....	35
2.3. Почва. Морфологическая характеристика почвы. Структура и свойства почвы. рН почвы.....	39
2.3.1. Окраска почвы.....	43
2.3.2. Структура почвы.....	44
2.3.3. Гранулометрический состав почвы.....	46
Тема 3. Онтогенез и фазы развития.....	51
Тема. 4. Размножение лекарственных растений. Способы размножения.....	57
4.1. Понятие о посевном и посадочном материале.....	57
4.2. Определение качества посевного материала.....	62
4.3. Посадочный материал. Вегетативное размножение растений. Метод размножения зелеными черенками.....	71
Тема 5. Минеральное питание растений. Влияние минерального питания на рост и развитие растений.....	76
Тема 6. Правила ухода за растениями.....	85
Список литературы.....	91

*Учебное издание*

**Дубровная** Светлана Алексеевна  
**Хуснетдинова** Ландыш Завдетовна

**ОСНОВЫ ЛЕКАРСТВЕННОГО РАСТЕНИЕВОДСТВА**  
**Учебное пособие**

Корректор:  
***Е.А. Волошина***

Компьютерная верстка  
***Т.В. Уточкиной***

Подписано в печать 05.04.2022.  
Бумага офсетная. Печать цифровая.  
Формат 60x84 1/16. Гарнитура «Times New Roman». Усл. печ. л. 5,58.  
Уч.-изд. л. 3,18. Тираж 100 экз. Заказ 79/6

Отпечатано в типографии Издательства Казанского университета

420008, г. Казань, ул. Профессора Нужина, 1/37  
Тел. (843) 233-73-59, 233-73-28