# **Культивирование лекарственных растений**

# Возделывание человеком растений применяется давно как путь, облегчающий их сбор и использование. Перевод в культуру лекарственных растений имеет еще один не менее важный аспект: необходимость выведения сортов с высоким содержанием в них фармакологически активных веществ. Важно, чтобы одновременно в ней находилось и максимальное количество действующих веществ. Высокое содержание фармакологически активных веществ нужно также и для лекарственного растительного сырья, применяемого в виде суммарных препаратов. Например, для настойки или экстракта валерианы очень существенно, чтобы в сырье было возможно большее количество валепотриатов, свободной валериановой кислоты и эфирного масла. Контроль за биосинтезом биологически активных веществ в лекарственном растении возможен и в условиях естественного произрастания, тем не менее, за этим процессом проще и точнее следить в условиях культуры, можно в какой-то мере управлять биосинтезом, делать его направленным. Воздействовать на продуктивность ЛР в процессе их выращивания можно 2 методами: с помощью агротехнических и агрохимических приемов; 2. Генетико-селекционным путем.

Этапы развития ЛР часто связаны с содержанием фармакологически активных веществ. Установлено, что растения, зацветающей на первом году жизни, содержат меньше действующих веществ, чем растения, зацветающих на второй год. Например, такое явление наблюдается в наперстянке шерстистой. Этот процесс наблюдается также в других растениях.

Широкий спектр действующих веществ в различных растениях открывает большие возможности для получения ценных популяций. В последние годы используются разные формы гибридизации (межвидовая, межсортовая), а также метод искусственной полиплодии, осуществляемый с помощью колхицина.

Под интродукцией понимают введение в культуру не только дикорастущих видов растений в пределах их ареала, но и не встречавшихся ранее в этой местности. Понятие «интродукция» неразрывно связано с понятиями «акклиматизация» и «натурализация». Акклиматизация — это приспособление растения к новым климатическим условиям, отличным от условий ареала.  Под натурализацией понимается высшая степень акклиматизации, при которой растение настолько приспосабливается к новым условиям жизни, что может самостоятельно размножаться, не уступать в фитоценозах другим видам в борьбе за существование.

Интродукция — сложный биологический процесс. При ее проведении необходимо знать пределы выносливости интродуцента, реакцию на температуру, влажность почвы и воздуха, свет; нужно знать его генетические особенности, географическое происхождение. Нужно знать биологические свойства вида, выработанные в результате постоянного взаимодействия со средой. Поскольку интродукция проводится с лекарственными растениями, особое внимание следует уделять важнейшему химическому составу, учитывая его возможную изменчивость в новых условиях произрастания. Только при изучении всего комплекса факторов — термических, биоэкологических, географических и химических, — выявление среди них интегральной и функциональной зависимости дадут возмож ность прогнозировать эффект интродукции.

В результате исследований, проведенных на протяжении многих лет, Институт ботаники Национальной академии наук Азербайджана и другие исследовательские институты осуществили интродукцию многих растений в Азербайджане, такие как чай, фейхоа, лимон, абрикос, апельсин, киви, олеандр, агава, пассифлора, алоэ, магнолия крупноцветковая, эвкалипт, эриоботрия японская и т. д.

**Формирование сырьевой базы лекарственного растительного сырья** Производство и продажа фитопрепаратов, биологически активных добавок и гомеопатических препаратов в последние годы привели к увеличению спроса на лекарственное растительное сырье. В настоящее время сырьевая база лекарственного растительного сырья формируется на основе: 1) заготовок от дикорастущих лекарственных растений; 2) заготовок от культивируемых лекарственных растений; 3) закупок по импорту;; 4) культивирования клеток и тканей лекарственных растений.

Основными источниками лекарственного растительного сырья являются промышленные заготовки от дикорастущих и возделываемых в агрокультуре растений. На территории Азербайджана насчитывается более 4000 видов растений, из которых 135 – дикорастущие лекарственные растения. В то же время во флоре страны много перспективных видов растений, которые могут быть использованы в медицинской практике, а некоторые виды могут быть экспортированы в другие страны. Юридические и физические лица, имеющие специальное согласие (лицензию), выданное Министерством экологии и природных ресурсов Азербайджанской Республики, могут заниматься заготовкой лекарственных растений.

Экспорт составляет небольшую часть лекарственного растительного сырья.

Несмотря на ежегодный рост заготавливаемых и культивируемых лекарственных растений, потребность в ЛС растительного происхождения удовлетворяется в странах СНГ только на 75 %.

В странах СНГ в номенклатуру заготавливаемых дикорастущих растений входит более 250 видов.

Возделываемые виды лекарственных растений являются важным источником лекарственного растительного сырья. Специализированные хозяйства и фермы занимаются выращиванием лекарственных растений. Территория Азербайджана расположена в юго-восточной части Кавказа, которая имеет сложную и красочную геоморфологическую структуру и характеризуется богатым растительным покровом.

Если разделить территорию Азербайджана на десять природно-экономических зон, то становится ясно, что в этих районах можно выращивать большое количество лекарственных растений.

В природно-экономической зоне Гянджа-Газах можно возделывать следующие растения: алоэ, мята, валериана, шафран, алтей, ромашка, секуринега, фасоль, фенхель и другие.

В пустынной зоне Ширвана можно возделывать следующие растения: алоэ, клещевина, герань, солодка, амми, белена, горчица, люцерна, галька, герань, биян, тугурта, сават, горчица, расторопша, кориандр, алтей, календула, малина, рута и др.

В субтропической части зоны Муган-Сальян благоприятные условия для выращивания следующих растений: cолодка, амми, сенна, кутра, кориандр, расторопша, бородатая, зубочистка, сага, веревка, кориандр, скумпия, розмарин, софора, олеандр, мята и др.

В горной местности Карабаха выращивание следующих растений является перспективным: мачок, ромашка, валериана, бузина, мята, красавка, чистотел, шалфей, фиалка, алтей, датиска, белена и др.

На территории Карабаха-Мил-Муганской зоны возможно возделывание следующих растений: алтей, скумпия, аморфа, стефания, унгерния, горчица, мелисса, кутра, фенхель, окопник, марена, сена, псоралея, юкка, клещевина и др.

Природные условия Губа-Хачмазского региона позволяет выращиевание следующих растений: ромашка, каштан, секуринега, тмин, укроп, рута, юкка, эвкоммия, якорцы, чеснок, череда, обвойник, олеандр, алтей, валериана, мята, петрушка, мелисса, шафран, наперстянка и др.

Шеки-Загатальская зона возможно возделывание следующих растений: ромашка, мята, валериана, фенхель, тмин, красавка, алтей, мелисса, облепиха, фитолакка, лаванда, роза и др.

Ленкоранская зона относятся к влажному субтропическому климату. Этой зоне благоприятные условия для возделывания следующих растений: почечный чай, алоэ, чай, кунжут, паслен, обвойник, папйа, мята, эвкалипт, катарантус, секуринега, наперстянка, перец, пассифлора, эрва, цитрусовые и др.

В Абшеронской зоне возможно возделывание следующих растении й: агава, фенхель, кориандр, тмин, клещевина, лавр, олеандр, софора, тмин, дурман и др.

Природные условия Нахичеванской зоны позволяет возделывать следующих растений: мята, эфедра, перец, абрикос, борщевик, амми, клещевина, тмин, ревень, календула, кунжут, барвинок и др.

 В настоящее время в промышленную культуру СНГ взято около 60 видов ЛР. Введение в культуру новых лекарственных растений — длительный и трудоемкий процесс, который осуществляется в несколько этапов: сбор посевного или посадочного материала, изучение биологических, выявление оптимальной зоны размещения новых культур, отбор хозяйственно ценных популяций, разработка эффективных способов возделывания. Для введения в культуру однолетников требуется 3—4года, многолетников —6—10лет. Несмотря на общую тенденцию к увеличению числа интродуцированных видов, этот путь возможен не для всех лекарственных растений.  Многие растения, которые из за своих биоэкологических особенностей ввести в культуру не удается (адонис весенний, аир болотный, горицвет весенний, плауны, багульник болотный).

Культивирование растений проводится в следующих случаях : 1. Лекарственные растения, дающие крупнотоннажное сырье (ромашка аптечная, валериана лекарственная, облепиха крушиновидная и др.); 2. Лекарственные растения с ограниченным ареалом произрастания или ограниченными запасами сырья (марена красильная, женьшень, красавка обыкновенная и др.); 3. растения с обширным ареалом распространения, но не образующие зарослей (зверобой продырявленный, бессмертник песчаный и др.); 4. Источники новых лекарственных средств с необеспеченной сырьевой базой (датиска, копеечник, расторопша и др.); 5. ЛР, не имеющие аналогов во флоре страны (алоэ, эрва шерстистая, почечный чай, сена и др. 6. Растения, не известные в диком виде, а только в культуре (мята перечная).

Сбор сырья от культивируемых лекарственных растений имеет ряд преимуществ перед сбором его от дикорастущих растений. В частности, возможно использование механизированных приемов возделывания, увеличение урожайности путем улучшения агротехники и селекции растений, повышение качества сырья за счет проведения сбора в оптимальные сроки и обеспечение рациональных условий сушки.

Специальные хозяйства для культивирования лекарственных растений были созданы в разных растительных зонах стран СНГ. Такие хозяйства осуществляют свою деятельность в Украине, Молдове, Беларуси, Латвии, Грузии, Казахстане, Киргизии и России.

В перечень импортируемых видов лекарственного растительного сырья входит прежде всего сырье тропических лекарственных растений и видов, не произрастающих на территории страны: чилибухи, корень раувольфии змеиной, клубни стефании гладкой, семена строфанта, галлы турецкие, опий и др.

После того, как спрос страны будет удовлетворен, оставшееся сырье можно экспортировать для удовлетворения потребностей других стран. Количество экспортируемых лекарственных растений определяется востребованностью. Повышенным спросом на внешнем рынке пользуются мать-и-мачеха, солока голая, листья омела белая, облепиха крушиновидная, конский каштан, хвощ полевой, бузина черная, липа широколистная, черника обыкновенная, малина обыкновенная, белена черная, алтей лекарственный, ромашка аптечная и др.

# **КУЛЬТУРА КЛЕТОК И ТКАНЕЙ РАСТЕНИЙ - ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ИСТОЧНИК ПОЛУЧЕНИЯ ЛЕКАРСТВЕННОГО СЫРЬЯ**

Культура клеток и тканей - это искусственное *in vitro* индуцирование деления клеток или выращивание в пересадочной культуре тканей, возникших путем пролиферации клеток изолированных тканей. Основоположниками культуры растительных тканей как новой области биологической науки считают Ф. Уайт и Р. Готре (начало XX в.). В конце 1930-х гг. был разработан метод выращивания растительных клеток в суспензионной культуре и получения биомассы от единичных клеток, что позволило выделять однородный в генетическом и физиологическом отношении материал.

Первоначально разрабатываемый в чисто теоретическом плане метод культуры тканей, начиная с 1960-х гг., входит в арсенал особого направления научно-производственной деятельности, известного под названием «биотехнология». Технологии, основанные на методе культуры тканей, помогают создавать новые формы и сорта сельскохозяйственных растений и получать промышленным путем продукты растительного происхождения.

Все объекты, культивируемые *in vitro,*выращиваются в стерильных условиях. Стерилизуются исходные кусочки ткани растений (экспланты) и питательная среда. Манипуляции по выращиванию объектов проводят антисептически в специальных боксах с использованием стерильных инструментов. Сосуды, в которых культивируются ткани и клетки, закрывают так, чтобы предотвратить инфицирование в течение продолжительного времени.

В культуре тканей лекарственных растений можно выделить 3 главных направления: получение недифференцированной каллусной массы, создание исходного генетического разнообразия форм растений, а также клеточную селекцию и клональное микроразмножение растений.

В природе каллусообразование *-*естественная реакция на повреждение тканей растений. В культуре изолированных тканей при помещении экспланта на питательную среду его клетки дедифференцируются, переходят к делению, образуя однородную недифференцированную массу - каллус.

В асептических условиях каллус отделяют и помещает на поверхность агаризованной питательной среды для дальнейшего роста. В результате получают культуру каллусной ткани, которую можно поддерживать неограниченно долго, периодически разделяя ее на трансплантаты и пересаживая на свежую питательную среду.

Каллусы легко образуются на эксплантах из различных органов и частей растений: частей стебля, листа, корня, проростков семян, клеток паренхимы, тканей клубня, органов цветка, плодов, зародышей и т.д.  Каллус культивируют главным образом двумя способами: на агаризованных питательных средах или различных гелеобразующих подложках (силикагель, биогели, полиакриламидные гели, пенополиуретан и др.) и в жидкой питательной среде.

В разработке клеточных технологий важное место занимают питательные среды. Они должны обеспечить потребности культуры ткани в химических компонентах, необходимых для биосинтеза целевого продукта.  В состав сред входят смеси минеральных солей (макро- и микроэлементов), фитогормоны (регуляторы процессов клеточного деления и дифференцировки), источники углерода в виде сахарозы. Имеют значение температура, освещение, содержание газов и другие условия.

Одна из важных особенностей культуры тканей — сохранение в ряде случаев способности к синтезу продуктов вторичного метаболизма, свойственных интактным растениям данного вида, — алкалоидов, гликозидов, компонентов эфирных масел, стероидов и др.

Переход от научных разработок к промышленному получению продуктов с использованием клеточных культур только начинается. Однако этим методом уже получают некоторые высокоценные вещества и продукты.   В Японии из культивируемых тканей воробейника краснокорневого получают шиконин с широким спектром антисептического действия и убихинон-10 из клеток табака, в Германии — кислоту розмариновую из колеуса.

*Клеточная селекция*— одна из наиболее полезных клеточных технологий для создания сортов не только важнейших сельскохозяйственных, но и лекарственных растений. Работы А.Г. Воллосовича с культурой тканей раувольфии змеиной привели к созданию высокопродуктивных аймалинсодержащих штаммов.

**Полиплоидия**

Полиплоидия- (от греч *polip* – многократный, *eidos* – вид) увеличение числа хромосом в ядрах клеток. Такое явление может возникать в природе естественно.

В последние годы человеком были сделаны попытки искуственного увеличения числа хромосом и в этой области были достигнуты новые достижения.

Различают 2 типа полиплоидии – автополиплоидию и аллополиплоидию.  Автополиплоидия –наследственное изменение, увеличение числа хромосом в клетках организма одного и того же биологического вида.

Аллополиплоидия – увеличение количества хромосом у гибридных организмов.  Возникает при межвидовой и межродовой гибридизации.

Большой интерес представляют искусственно созданные полиплоидные формы лекарственных растений. Например, тетраплоиды мака снотворного содержат вдвое больше морфина, чем исходные диплоидные формы. У тетраплоидов ромашки более толстые стебли и листья. Процент пиретрина выше.

В тетраплоидах тысячелистника обыкновенного содержатся больше азулена. Тетраплоиды лаванды и мускатного шалфея содержат больше эфирного масла, чем диплоидные фомы.

**Заготовка лекарственного растительного сырья и первичная обработка.**

Доброкачественность лекарственного растительного сырья зависит от соблюдения сроков заготовки, правильной технологии сбора и режима сушки При заготовке надо учитывать биологические особенности лекарственного растения, динамику накопления действующих веществ, влияние особенностей сбора на состояние зарослей. Сборщики должны руководствоваться инструкциями по сбору и сушке лекарственного растительного сырья, мерами по охране и рациональному использованию зарослей; уметь отличать лекарственные растения от других растений и т.д.

Заготовка лекарственного растительного сырья является многоэтапным процессом. Заготовка сырья лекарственного растительного сырья следует проводить в период наибольшего накопления фармакологически активных веществ, которое зависит от вида растения, типа развития и климатических условий произрастания. Первичная обработка включает удаление некондиционных частей растений и посторонних примесей непосредственно перед сушкой заготавливаемого сырья.Сбор следует проводить после специальной подготовки сборщиков, составления договора и выдачи удостоверения на право сбора. В случае сбора редких и других охраняемых видов требуется лицензия на право частичного и ограниченного сбора.

Лекарственным сырьем являются различные части растений - листья, травы, цветки, корни, корневища, семена, плоды, почки, луковицы, клубни и др.

Надземные части растений (листья, цветки, плоды, трава) собирают в сухую погоду, после того как обсохнет утренняя роса (8-10часов) и до появления вечерней росы (до 17 часов). Подземные органы (корни, корневища, клубни и др.) - в течение всего дня.. Если прошел дождь, то заготовку сырья начинают только после того, как растения обсохнут. полного осушения. Подземные части, которые после сбора моют, можно заготавливать и при росе или дожде. Собирают сырьё лишь от здоровых, не повреждённых насекомыми или микроорганизмами растений. Чистота сбора — одно из основных требований заготовки.

Если биологически активные вещества в сырье относятся к запасным питательным веществам (напр., слизистые вещества, сахара и др.), то сбор сырья проводят осенью. Если биологически активные вещества относятся в вторичным метаболитам (алкалоиды, флавоноиды, сапонины и др.), сбор сырья проводят не осенью. Например, в корнях красавки алкалоиды накапливаются больше всего в конце периода вегетации, то есть не осенью. Поэтому сбор сырья не рекомендуется проводить осенью.

Иногда количество веществ в растении меняется в течение дня. Например, количество сердечных гликозидов ночью уменьшается, потому что происходит их расщепление, а днем, особенно во второй половине дня – увеличивается. Поэтому сбор сырья, содержащего сердечные гликозиды, следует проводить во второй половине дня.

В свежесобранном сырье продолжаются жизненные процессы, однако характер обмена веществ меняется, происходит в новых условиях. В некоторых случаях ферменты оказывают положительное действие на сырье, напр., количество кумаринов в сырье, содержащем кумарины, увеличивается, а в сырье, содержащем антранолы, эти вещества превращаются в антрахиноны и в результате повышается лечебный эффект.

В большинстве случаев ферментные процессы оказывают отрицательное действие на сырье, расщепляют биологически активные вещества, являются причиной уменьшения или полной потери лечебного эффекта. Например, ферментные процессы расщепляют гликозиды наперстянки и тропановые алкалоиды.

Для инактивации ферментов свежесобранное сырье подвергается воздействию спирта или горячего пара хлороформа в закрытых условиях, а затем сушат.

Заготовка лекарственного растительного сырья не допускается вблизи автомобильных дорог с интенсивным движением, а также в пределах территории крупных городов. Так как растения, произрастающие в этих условиях, могут накапливать различные токсиканты (тяжелые металлы, бензопирен и др.).

Необходимо помнить, что некоторые виды лекарственных растений могут вызывать аллергические реакции, стать причиной воспаления слизистых оболочек глаза, носоглотки. При сборе ядовитых, сильнодействующих растений нужно соблюдать меры предосторожности, и не привлекать к сбору данного сырья детей. Следует соблюдать технику безопасности.

Каждый вид сырья имеет свои календарные сроки и особенности сбора. Кроме того, существуют общие правила и методы по отдельным морфологическим группам, сложившиеся на основе длительного опыта.

Почки собирают в конце зимы или рано весной, когда они набухли, но не тронулись в рост. Березовые почки собирают одновременно с заготовкй метел. Почки сушат на холоду, после подсушивания обдергивают с веток. Перед сушкой удаляют посторонние примеси и почки, тронувшиеся в рост.  Сосновые почки срезают в виде «коронки» с побегом не более 3 мм длиной и сушат.

*Кору*собирают во время сокодвижения до распускания листьев (апрель - начало мая). В это время она легко отделяется от древесины.  Обычно заготовку коры совмещают с лесными рубками. На молодых гладких стволах и ветках надрезы на расстоянии 20-30 см, соединяют продольными надрезами. Кончиком ножа отделяют кору от древесины. Перед сушкой удаляют посторонние примеси, отбрасывают куски коры толще допустимых размеров, с остатками древесины, изменивших окраску, и очищают от лишайников.

*Листья*собирают, когда они полностью сформировались, обычно в фазы бутонизации и цветения. Листья срезают ножами, ножницами, серпами или осторожно обрывают вручную с черешком, без черешка в зависимости от требований нормативной документации.  В «чистых» зарослях и на плантациях растения срезают всю надземную часть, а затем листья обрывают. При заготовке с дикорастущих лекарственных растений нельзя собирать все листья, часть их нужно оставлять, чтобы растения не погибли.

*Цветки*(отдельные цветки или целые соцветия) собирают обычно в начале или во время полного цветения. Обрывают цветки руками (ромашка пахучая, календула), срезают ножницами, серпами, секаторами (боярышник, липа и др.) или счёсывают специальным совком (ромашка аптечная); на плантациях используют специальные уборочные машины. Сразу после сбора удаляют посторонние части растения, поражённые цветки, бутоны.

*Бутоны*(софора японская, полынь цитварная) заготавливают до распускания цветков.

*Траву*собирают во время цветения, некоторые виды — в начале цветения (череда трёхраздельная, полынь горькая, ландыш и др.), другие - в фазу цветения и до осыпания плодов (горицвет весенний), или в период плодоношения (багульник болотный). Срезают побеги ножами, ножницами, серпами, на «чистых» зарослях косят косами или сенокосилками. У одних растений срезается вся надземная часть на уровне 5-10 см от поверхности почвы (ландыш, горицвет весенний, зверобой обыкновенный), у других — только цветущие верхушки (полынь горькая, тысячелистник и др.), или боковые ветви (череда трёхраздельная); иногда (у однолетников, сушеница топяная) выдергивается все растение вместе с корнем. Для возобновления зарослей оставляют на 1 м2 несколько вполне развитых растений. Перед сушкой из собранной надземной части удаляют все посторонние примеси, одревесневшие и толстые стеблевые части и пр. Иногда траву после сушки обмолачивают (чабрец, тимьян, ромашка аптечная).

*Плоды*и *семена*собирают обычно зрелыми, иногда при созревании 60-70 % плодов (зонтичные, клещевина, лён, горчица и др.). При заготовке сухих плодов и семян обычно скашивают надземную часть растения, сушат и обмолачивают (тмин, фенхель, лён). Сочные плоды собирают вручную, без плодоножек, по возможности не нарушая целостности оболочки плодов, иногда специальными машинами. Недопустима срезка ветвей с плодами облепихи, боярышника, шиповника и др. В таких случаях значительный ущерб наносят зарослям.

*Подземные органы (корни, корневища, клубни, луковицы)*заготавливают обычно осенью, реже весной до начала вегетации.  При этом надземную часть растений срезают, подземные органы растений выкапывают лопатами, вилами, на плантациях —картофелекопалками или специальными оборудованиями.  После сбора отделяют остатки стеблей, прикорневых листьев, отмершие гнилые участки корней и корневищ, отряхивают землю. При этом корни обычно промывают, погружая их в проточную воду. Сырьё, содержащее слизи, сапонины, промывают быстро из-за высокой растворимости действующих веществ.  У некоторых видов сырья удаляют пробку (алтей, солодка, аир). После сбора подземных органов для возобновления заросли в образовавшуюся лунку рекомендуется отряхнуть семена с выкопанных растений или положить кусочки корневища.  Для сохранения зарослей не следует выкапывать более одну пятую растений.

Лучшей тарой для переноса сырья к месту сушки являются корзины, деревянные ящики, тканевые мешки и сырьё в таре должно лежать рыхло. Листья, траву, цветки нельзя помещать в полиэтиленовые мешки, рюкзаки, так как в них сырьё быстро самосогревается, что ведет к разрушению действующих веществ.

Сочные плоды собирают в мелкие и широкие корзины, иногда в вёдра. При наполнении тары такие плоды складывают слоями, разделяя травяными или листовыми прокладками.

Собранное сырьё нужно быстро (через 2-3 ч) доставить к месту сушки или разложить в тени на ткани, брезенте.

# **Сушка лекарственного растительного сырья**

Большинство видов лекарственного растительного сырья применяется в медицине в высушенном виде. Лишь отдельные виды непосредственно после сбора перерабатываются в свежем состоянии.

С точки зрения термодинамики сушка - это процесс взаимодействия влажного материала (лекарственного сырья) и теплоносителя (нагретого воздуха). С технологической точки зрения - процесс удаления жидкости (обезвоживания) из лекарственного материала.

Собранное лекарственное сырьё содержит, как правило, 70-90 %, а высушенное — 1-15 (20) % влаги.

Биохимические процессы в собранном сырье в первое время протекают как в живом растении, т.е. преобладает синтез биологически активных веществ. Затем, по мере естественного обезвоживания, в связи с прекращением поступления влаги и питательных веществ, процессы обмена сдвигаются в сторону распада, что приводит к снижению содержания биологически активных веществ в сырье. Если сушка проводится при температуре, не денатурирующей ферменты, то реакции лизиса продолжаются и в ходе сушки до достижения достаточного обезвоживания сырья. Однако в некоторых случаях процессы, протекающие в сохнущем сырье, приводят, напротив, к увеличению содержания действующих веществ. Оптимальный режим сушки должен основываться на экспериментальных данных о влиянии сушки и конкретных её методов на содержание тех или иных групп биологически активных веществ.

В отдельных случаях сушке предшествует подвяливание собранного сырья, т.е. выдерживание сырья при обычной температуре под навесом.  Иногда процедура подвяливания способствует увеличению содержания действующих веществ или убыстряет процесс последующего обезвоживания.

Влага находится в растении в свободном и связанном состоянии. Свободная вода сохраняет все свойства чистой воды: подвижность, активность, способность испаряться и замерзать, растворять различные вещества. Связанная вода (химически, адсорбционно, капиллярно, осмотически) в той или иной степени утрачивает свои свойства, удаляется значительно труднее, чем свободная. На продолжительность процесса сушки оказывают влияние морфологические особенности сырья, его исходная влажность, общая поверхность высушиваемого материала, а также влажность, температура и скорость движения теплоносителя.

Используемые в настоящее время методы сушки лекарственного растительного сырья делят на две группы: 1. Без искусственного нагрева. 2.С искусственным нагревом, или тепловая. Без искусственного нагрева: а) воздушно-теневая, осуществляемая на открытом воздухе, но в тени, под навесами, на чердаках, в специальных сушильных сараях и воздушных сушилках; б) солнечная, под открытым небом или в солнечных сушилках.

Воздушно-теневая сушка используется для сушки листьев, трав и цветков. В простейших случаях сырьё для сушки раскладывают под навесами или в специальных сушильных сараях.  Однако предпочтительнее осуществлять сушку в сушилках или на чердаках.  Воздушные сушилки оборудуют стеллажами. Сушка в воздушных сушилках, сушильных сараях и чердачных помещениях протекает медленнее, но обеспечивает сырьё лучшего качества.

Солнечная сушка применяется в районах с жарким сухим климатом, преимущественно для коры, корней, корневищ и других подземных органов, почти не повреждаются под влиянием солнечной радиации. Особенно показана солнечная сушка для сырья, содержащего дубильные вещества.  Однако следует учесть, что содержание некоторых алкалоидов при сушке на солнце снижается (скополия, крестовник). Из-за повреждающего действия солнечных лучей на пигменты, листья, цветки и травы рекомендуется сушить только в тени. К преимуществам солнечного метода сушки относится более быстрое обезвоживание, чем при воздушно-теневой сушке.

Как при воздушно-теневой, так и при солнечной сушке во избежание увлажнения сырья, на ночь его необходимо убирать в помещение или укрывать тканью.

Тепловую сушку используют для высушивания различных морфологических групп сырья. Она обеспечивает быстрое обезвоживание и может использоваться при любых погодных условиях и в любых районах заготовок. В зависимости от подачи тепла различают конвективную и терморадиационную сушку.

Конвективная сушка осуществляется в сушилках периодического или непрерывного действия.  Многочисленные конструкции сушилок периодического действия могут быть разделены на сушилки стационарного и переносного типов. Стационарные сушилки обычно устанавливаются в хозяйствах, где возделываются лекарственные растения, или на крупных заготовительных пунктах. Они состоят из сушильной камеры, оснащённой стеллажами. Сушилки обогреваются водой, паром или топочными газами. Переносные сушилки предназначены для сушки главным образом дикорастущего лекарственного сырья. Разборные переносные сушилки удобны для транспортировки и позволяют организовать сушку сырья непосредственно в районе заготовки.

*Радиационная сушка*осуществляется с помощью инфракрасных лучей, обладающих большой проникающей способностью и позволяющих значительно сократить процесс обезвоживания. Этот метод применяют в лабораторных условиях.

Оптимальный режим сушки приведён в инструкциях по заготовке и сушке конкретных видов лекарственного растительного сырья.

Общие правила сушки сводятся к следующему:

1. Сырьё, содержащее эфирные масла, сушить при температуре 30-35(40) °С довольно толстым слоем (10-15 см), чтобы предотвратить испарение эфирного масла.

2. Сырьё, содержащее гликозиды, — при температуре 50-60 °С. Такой режим позволяет быстро инактивировать ферменты, разрушающие гликозиды.

3. Сырьё, содержащее алкалоиды, — при температуре до 50 °С. 3.

4. Сырье, содержащее кислоту аскорбиновую, — при температуре 80-90 °С.

При всех методах сушки лекарственное сырьё, за исключением эфирномасличного, раскладывают тонким слоем и регулярно переворачивают, при этом, однако, стремятся не увеличивать степень измельчения.

На основании экспериментальных исследований установлены потери в массе при высушивании для различных морфологических групп лекарственного сырья: цветки, бутоны — 70-80 %; почки — 65-70 %; листья - 55-90 %; травы - 65-90 %; корни и корневища — 60-80 %; кора - 50-70 %; клубни - 50-70 %; плоды - 30-60 %; семена - 20-40 % .

Сушка считается законченной, когда корни, корневища, кора, стебли не гнутся при сгибании, а ломаются; листья и цветки растираются в порошок; сочные плоды не склеиваются в комки, а при нажиме рассыпаются.

**ПРИВЕДЕНИЕ ЛЕКАРСТВЕННОГО СЫРЬЯ В СТАНДАРТНОЕ СОСТОЯНИЕ.**

После сушки из сырья удаляют дефектные объекты и доводят до состояния полного соответствия требованиям нормативно-технических документов. Одновременно с приведением в стандартное состояние составляют однородную партию данного вида сырья. Одновременно с приведением в стандартное состояние составляют однородную партию данного вида сырья.

Устранение дефектов сырья и удаление примесей достигаются очисткой сырья от ошибочно собранных нетоварных частей растения, удалением дефектных частей данного сырья (изменивших естественную окраску, заплесневевших, грубых стеблей, одревесневших частей корней – алтей, побегов - багульник, отсевом излишне измельченной части сырья, очисткой его от посторонних органических и минеральных примесей). Обычно все операции проводят одновременно с использованием различных средств механизации.  Это ручные и механизированные грохоты со сменными ситами (трясунки), веялкисортировки, сепараторы, ленточные транспортеры и специальные сортировочные машины: "горка" – ленточный отбиратель, веялки-сортировкис вентиляторами, рассевы. Для ручной доработки сырья используют сортировочные столы.

При сортировке трав из сырья удаляют необлиственные грубые части стеблей, части, утратившие естественную окраску, из обмолоченных трав отсеивают излишне измельченное сырье и удаляют стеблевые части растений. Используют для сортировки трав грохоты или стойки.

Сортировка цветков заключается в отсеве избытка измельченного сырья, когда это требуется по нормативно-техническому документу, и удалении сырья, изменившего при сушке окраску.

Сортировку ягод проводят на веялках-сортировкахразличной конструкции с набором сит, имеющих отверстия разных размеров. При этом легкие примеси ("щуплые" плоды, листья, веточки) отделяются струей воздуха, создаваемой вентилятором, остальные примеси – ситами по размеру частиц.

Очистку семян производят на специальных сепараторах с соответствующим набором сит. Отделение примесей от сырья происходит в них за счет центробежной силы и потока воздуха.

Сортировку корней, корневищ, коры производят, используя механизированные грохоты или сортировочные ленты (транспортеры).

Сырье, поступающее на заготовительные пункты или склады недосушенным или пересушенным, также нуждается в доработке. Недосушенное сырье доводят до воздушно-сухогосостояния, разложив тонким слоем в хорошо проветриваемом помещении; пересушенное выдерживают в помещении с несколько повышенной влажностью в течение 1–2сут.

Все сортировочные операции проводят в помещениях, имеющих вытяжную вентиляции. Так как пыль, образующаяся при доработке высушенного сырья, может раздражать верхние дыхательные пути. Особую осторожность следует соблюдать при работе с ядовитым и сильнодействующим сырьем (очки, респиратор или марлевая повязка).

**Упаковка, маркировка, транспортирование, хранение** лекарственного растительного сырья.

Требования к упаковке, маркировке, транспортированию и хранению лекарственного растительного сырья и сборов из него регламентированы ГОСТ, а также ГФ.

**Упаковка**. Высушенное растительное сырье занимает большой объем, что усложняет его перевозку и хранение.  Кроме того, в неупакованном виде оно легко увлажняется или пересыхает, изменяет окраску. Для обеспечения сохранности сырья по показателям качества и количеству в процессе транспортирования и хранения его необходимо упаковывать в указанную в нормативно-техническом документе на сырье тару. Упаковочная тара должна быть чистой, без постороннего запаха, однородной для каждой партии сырья.

Для упаковки сырья обычно используют мешки тканевые одинарные или двойные, мешки из бумаги многослойные или двойные, мешки полиэтиленовые, тюки тканевые, кипы, обшитые или не обшитые тканью, ящики из древесных материалов и из картона. Мешки используют для упаковки плодов, семян, измельчённых коры, корней и корневищ. В двойные мешки упаковывают тяжеловесное, гигроскопичное и сыпучее сырьё (корни алтея, корни солодки, соплодия ольхи, сырьё в виде порошка, сборы).

Масса сырья, упакованного в мешки, для тканевых мешков не должна превышать 50 кг, для бумажных и полиэтиленовых — 15 кг, для бумажных пакетов — 5 кг нетто.

В тюки тканевые, продолговатые и имеющие форму ящика, упаковывают такое лекарственное сырьё, которое из-за недостаточной силы сцепления не может подвергаться прессованию (листья толокнянки, трава чабреца, цветки бузины, соплодия ольхи, корневища аира и др.). Масса сырья, упакованного в тюки, должна быть не более 50 кг нетто.

Кипы используются для упаковки коры, корней, корневищ, листьев, трав (кроме мелких видов сырья). Обычно используют кипы, обшитые тканью. Их получают прессованием сырья механическим или ручным прессом и обтягиванием тканью. Масса сырья в кипах должна быть не более 200 кг нетто.

Хрупкие и сыпучие виды лекарственного сырья упаковывают в ящики из древесных материалов. Перед упаковкой ящики внутри выстилают оберточной и мешочной бумагой или же подпергаментом. Масса сырья в ящиках из древесных материалов не должна превышать 30 кг. Для упаковки лекарственного растительного сырья используют следующие виды потребительской тары: пачки картонные для упаковывания продукции на автоматах, пакеты бумажные, пакеты полиэтиленовые, обертки бумажные для упаковки брикетов, фильтр-пакеты. В последние годы было предложено большое количество современных упаковочных материалов, которые применяются в упаковке лекарственного растительного сырья, производимых различными компаниями, и упоминаются в соответствующих статьях фармакопеи.

**Маркировка**. Маркировочные обозначения на таре груза облегчают обращение с сырьем при поступлении на склад и в процессе хранения.  Маркировку наносят на тару несмывающейся краской крупным шрифтом, указывая:

◊  наименование предприятия-отправителя;

◊ наименование лекарственного растительного сырья;

◊ количество сырья (масса нетто и брутто);

◊ время заготовки;

◊ номер партии;

◊ НД на конкретный вид сырья.

В каждую упаковку вкладывают упаковочный лист, указывая:

- наименование предприятия-отправителя;

- наименование лекарственного растительного сырья;

- номер партии;

- фамилию или номер упаковщика.

**Транспортирование.** Лекарственное сырье должно транспортироваться в сухих, чистых, не имеющих постороннего запаха и не зараженных амбарными вредителями транспортных средствах.  Транспортирование ядовитого, сильнодействующего и эфирномасличного сырья должно проводиться отдельно от других видов сырья.

При транспортировании и отпуске сырья каждую партию сопровождают документом о качестве сырья, выданным отправителем.

**Хранение.** Лекарственное растительное сырье должно храниться в сухих, чистых, хорошо вентилируемых складских помещениях, не зараженных амбарными вредителями, защищенных от воздействия прямых солнечных лучей, при температуре 10-12°С. Помещения для хранения могут быть временными (навесы, амбары, чердаки) и постоянными (специально оборудованные складские помещения).

Склад должен иметь ряд помещений: приемное отделение, где производится оформление документов, проверка качества упаковки, маркировки, а также отбор проб для анализа; изолятор для временного хранения сырья, зараженного вредителями; помещение для временного хранения и подработки нестандартного сырья; помещения для раздельного хранения различных групп сырья.

Условия хранения в складских помещениях должны обеспечивать сохранность сырья по внешним признакам и содержанию биологически активных веществ.

Основными факторами, воздействующими на лекарственное растительное сырье при хранении, являются: внешние - гигиенические (влажность, температура, свет) и природно-климатические (время года, зональность); внутренние - физико-химические и биологические процессы, протекающие в лекарственном растительном сырье.

Значительное влияние на качество сырья при хранении оказывает его влажность. Она обычно составляет от 12 до 15%. Недопустимо закладывать на хранение сырье с повышенной влажностью (выше норм), так как это способствует его самосогреванию, заплесневению, слеживанию и гниению. Повышенная влажность воздуха складских помещений также приводит к снижению качества сырья. Особенно это недопустимо для гигроскопичных видов (цветки боярышника, ландыша, листья белены, красавки и др.). Ягоды малины, черники, смородины лучше хранить при частом проветривании.

Основная масса лекарственного сырья хранится в общих помещениях. Ядовитое, сильнодействующее и эфирномасличное сырье, а также плоды и семена содержат раздельно по группам в изолированных помещениях. Ядовитое и сильнодействующее лекарственное сырье хранится в отдельном складском помещении, в сейфах или металлических шкафах под замком.  На окнах должны быть металлические решетки, двери также обивают металлом. Помещение оборудуют световой и звуковой сигнализацией. После окончания работы помещение пломбируют.

В складских помещениях сырье должно храниться на стеллажах, установленных на расстоянии не менее 15 см от пола, с укладкой в штабеля высотой не более 2,5 м для ягод, семян, почек и 4 м для других видов сырья и отстоящих от стен не менее чем на 25 см, расстояние между штабелями не менее 50 см. На каждом штабеле должна быть этикетка с указанием наименования сырья, наименования предприятия-отправителя, времени заготовки, номера партии, даты поступления.

Сырье при хранении необходимо ежегодно перекладывать, проверяя наличие амбарных вредителей и соответствие длительности хранения сроку годности, указанному в нормативной документации на конкретные виды сырья.  Помещение склада и стеллажи во время проверки сырья дезинфицируют.

**Влияние антропогенных факторов на качество лекарственного растительного сырья**

Лекарственные растения не относятся к основным источникам поступления ксенобиотиков в организм человека. Однако специфика объекта требует рассмотрения этой проблемы как фактора риска для здоровья людей.

Следует заметить, что, в отличие от традиционных объектов изучения на присутствие ксенобиотиков, таких как продукты питания, воздух и вода, лекарственные растения и продукты их переработки лишь недавно привлекли в этом плане внимание исследователей. В принятых нормативных документах практически отсутствуют регламентируемые требования по предельному содержанию ксенобиотиков.

Вся цепочка поступления чужеродных веществ в организм человека можно представить в виде следующей схемы.

Антропогенные воздействия – Лекарственное растение---- Сырье----- Лекарственная форма--Человек

(загрязнения путем поглощения газообразных выбросов, через пыль и почву)

При этом каждый переход к следующему этапу сопровождается уменьшением антропогенной нагрузки. Это обусловлено избирательной и ограниченной аккумуляцией растениями токсичных веществ. использованием в качестве лекарственного сырья лишь отдельных частей растений, способных в различной степени подвергаться антропогенным воздействиям; ограниченным извлечением токсикантов из сырья в лекарственные формы; различным способом поступления готовых лекарственных форм в организм человека (наружное, внутривенное, внтуримышечное и т.д.).

Существует несколько аспектов проблемы. Первый аспект *методический*, определяется необходимостью проведения репрезентативных выборок, представительно отражающих состояние объекта на каждом из звеньев исследуемой цепочки. Это чисто фармакогностическая проблема. Следующий аспект может быть назван как чисто экологический - выяснение конкретных путей проникновения токсикантов в растение. Здесь главнейшими, очевидно, будут газообразные выбросы, пыль промышленных предприятий и загрязнённая токсикантами почва.  Каждое из этих основных источников загрязнения подлежит специальному целенаправленному изучению. С этим аспектом тесно связана - исследование реакции отдельных видов на разного рода антропогенные загрязнения и изучение характера накопления токсикантов в различных органах и тканях.

Третий аспект проблемы — аналитический. Он состоит в разработке современных методик анализа содержания токсикантов и в то же время адаптации этих методик для массовых анализов в условиях производственных лабораторий.

Итоговый аспект —  законодательный*.* Введение соответствующих нормативных документов и разработкой рекомендаций, регламентирующих районы и места заготовок растительного сырья в зависимости от антропогенного воздействия.

Существует несколько групп ксенобиотиков, представляющих наибольшую опасность для организма человека. Речь идет о тяжёлых металлах, пестицидах, нитритах и нитратах, нитрозаминах, группе канцерогенных соединений (главным образом, полициклических ароматических углеводородов), радионуклидах, мышьяке и др.

Наибольшую опасность с точки зрения интенсивности антропогенного воздействия представляют первые 2 группы токсикантов и радионуклиды.

**Определение экотоксикантов в лекарственном растительном сырье**

В результате влияния антропогенных факторов на естественную среду экологические условия изменились в регионах промышленной заготовки сырья. В результате воздействия антропогенных факторов на природную среду экологическая ситуация изменилась в промышленных районах заготовки лекарственного растительного сырья. В результате в растительном сырье, собранном в таких регионах, обнаружено достаточное количество экотоксикантов.

Экотоксикантами называют чужеродные для человека и животных соединения, циркулирующие в биосфере в результате хозяйственной деятельности человека и обладающие высокой токсичностью.   
Проблема загрязнения лекарственного растительного сырья экотоксикантами носит комплексный характер и охватывает области, тесно связанные друг с другом (технологические, аналитические, законодательные и др.). С фармакогностической точки зрения качество лекарственного сырья с учетом влияния внутренних и внешних факторов зависит от степени тяжелых металлов и других токсинов в нем и рассматривается как один из ключевых показателей.

Ксенобиотиики чужеродные для организмов соединения(промышленные загрязнения, [пестициды](https://dic.academic.ru/dic.nsf/enc1p/36630), препараты бытовой химии, лекарственные средства и т.п.). Попадая окружающую среду в значительных количествах, ксенобиотики могут служить причиной многих заболеваний, воздействовать на генетический [аппарат](https://dic.academic.ru/dic.nsf/enc1p/5826) организмов, вызывать их гибель, нарушать [равновесие](https://dic.academic.ru/dic.nsf/enc1p/39822) природныхпроцессов в биосфере.

Объективные данные о наличии Pb, Cd и пестицидов в лекарственном растительном сырье впервые были предложены немецкими учеными в 70-х годах XX века. К более опасным экотоксикантам для человеческого организма относятся тяжелые металлы и пестициды. Наличие их в лекарственном растительном сырье и фитопрепаратах является источником реальной угрозы для здоровья человека.

Наличие тяжелых металлов в лекарственном растительном сырье является основным влиянием антропогенных факторов. Наличие тяжелых металлов в лекарственном растительном сырье является воздействием антропогенных факторов. Тяжелые металлы - элементы-металлы с атомной массой более 40 и атомным номером более 20. Лекарственное растительное сырье содержит много элементов-металлов, незаменимых для биологической системы, не связанных с экологическими катастрофами Они поступают в лекарственные растения из природных и антропогенных источников. Естественными источниками загрязнения лекарственных растений солями тяжелых металлов являются промышленность, сжигание топлива, добыча и переработка полезных ископаемых, эрозия почвы, вулканическая деятельность. К природным источникам тяжелых металлов относятся ветровая эрозия почвы и на горных склонах, вулканическая активность, лесные пожары и некоторые другие процессы. Все эти источники загрязняют растения тяжелыми металлами. Большинство тяжелых металлов представляют собой элементы, содержащиеся в горных породах в незначительных количествах. Тяжелые металлы, поступающие в больших количествах в растения, ослабляют обменные процессы, препятствуют развитию растения и снижают урожайность растений.

Антропогенными источниками тяжелых мтеаллов являются сжигание топлива, добыча и переработка полезных ископаемых, черная металлургия, химическая промышленность, обработка металлов, производство строительных материалов, сжигание бытовых отходов и др.

В результате исследований было установлено, то заготовку лекарственного растительного сырья следует проводить 200-300 м от автомобильных магистралей. Хотя количество тяжелых металлов в лекарственном растительном сырье, собранном в радиусе 3,5 км от крупных промышленных объектов, относительно велико, они не представляют реальной угрозы для человеческого организма. Скорее всего, эти показатели также зависят от вида лекарственных растений и от части используемого ими сырья. В последние годы в результате техногенной деятельности человека происходит глобальная эмиссия тяжелых металлов в атмосферу и землю. Поступление тяжелых металлов в состав растений происходит 2 путями- через корень (всасывание) и листья (фолиарное поглощение). Большинство металлов в составе почвы в максимальной концентрации. Большинство металлов в составе почвы в максимальной концентрации. В то же время из-за чрезмерного загрязнения атмосферы растения получают Pb, Cd и Zn из воздуха, а также из загрязненной почвы.

Растения могут накапливать тяжелые металлы на поверхности листьев, цветков и стебля в результате их соединения с кутикулой и клеточной стенкой. Это вид тяжелых металлов может быть вымыта водой. Например, легко происходящее удаление свинца при смывании заставляет предполагать, что этот элемент присутствует в основном в виде осадка на поверхности листьев.. Напротив, малая доля Cu, Zn, и Сd, которая может быть смыта, указывает на значительное проникновение этих металлов в листья.

Корневое поступление химических элементов в растения выражено в различной степени и изменчиво. Cd, Cs, Pb поглощаются легко, Fe слабо поглощаются. Некоторые металлы адсорбируются на поверхности корня. Однако большинство металлов поступают в растения. Наиболее токсичыми металлами для растений являются Hg, Cu, Ni, Pb, Co və Cd.

Накопление тяжелых металлов в растениях зависит от органов растений и вида металла. Zn равномерно распределяется по всем органам растения. Pb, Sn, Cr, Va большее всего накапливаются в корнях. Mn, Mo, Sr, Cu, Ni накапливаются в листьях и стеблях. Fe и Co накапливаются в листьях и стеблях в относительно низких концентрациях. Способность молодых органов растений поглощать элементы весьма изменчива.

Максимальное накопление металлов происходит в листьях и ветвях, в относительно небольших концентрациях в корнях и коре, и в минимальных концентрациях – в древесине. Степень насыщения тяжелыми металлами основных тканей органов растений уменьшается в этой последовательности: корни- листья – семена (плоды). Тяжелые металлы в тканях корня и семян в условиях сильно загрязненной среды может различаться в 500-600 раз, что свидетельствует о больших защитных возможностях этого подземного органа растений.

По абсолютному содержанию в растительном организме тяжелые металлы можно разделить на четыре группы: элементы повышенной концентрации — Sr, Mn и Zn; средней — Cu, Ni, Pb и Cr; низкой — Mo, Cd, Se, Co и Sn и очень низкой — Hg.

Вероятная максимальная концентрация некотрых элементов в листьях растений (мкг /г): Fe 20-30 (750); Mn 15-150 (300); Zn 15-150 (300); Cu 3-40 (150); Co 0,01-0,30 (5); Ni 0,1-1,0 (930); Cr 0,1-0,5 (20); Pb 0,1-5,0 (10); Cd 0,05- 0,2 (,0); Hg 0,001-0,01 (0,04).

С возрастом изменяется химический состав растения: количество золы увеличивается и изменяется состав. Каждая систематическая группа растений в ландшафте имеет свой химический состав и очень требовательна к окружающей среде, в которой она произрастает. Количество Ni и Zn в золе растений может составлять 10 %; Co, Cr, Sr 1-3 %; Cu и Hg -0,1-1,0 %.

Микроэлементы могут быть в разных концентрациях в различных видах растений, и это количество может быть отличительной чертой для определенного рода и вида растения.

Микроэлементы, содержащиеся в лекарственных растениях, обладают способностью усилить фармакологическое действие некоторых биологически активных веществ. Однако следует учитывать, что токсичные металлы, такие как Pb, Cd, Hg и др. могут перейти в состав различных растительных препаратов и в конечном итоге проникнуть в организм человека. В целом наличие тяжелых металлов в растениях обусловлено генетическими и экологическими факторами. По литературным данным, количество тяжелых металлов в растениях и сырье, собранных в разных регионов, варьируется. Эта разница, с одной стороны, зависит от биологических особенностей видов растений, а с другой стороны, от экологического состояния природной среды.

Исследование химического состава растений, собранных на территории с сильным антропогенным загрязнением, указывает на то, что лекарственные растения селективно концентрируют металлы. Например, хвощ полевой концентрирует в 1,5 раза больше кадмия, 2 раза марганца, 1,2 раза свинца, 1,3 раза кобальта на территориях, загрязненных нефтью. Концентрация цинка и никеля практически не изменяется. Однако, количество кадмия уменьшается в 2,7 раза, кобальта- 4,1 раза, никеля – 1,6 раза, а количество свинца и марганца практически не изменяется в тысячелистнике обыкновенном.

С точки зрения экологической чистоты, прежде всего, количество кадмия, свинца и ртути следует определить в лекарственном растительном сырье. Эти элементы являются приоритетными причинами загрязнения биосферы и являются основными объектами контроля пищевых и продуктов и сырья во многих странах мира.

Помимо тяжелых металлов к опасным экотоксинам также относятся пестициды.. **Пестицид** – вещество (или смесь веществ) химического либо биологического происхождения, предназначенное для уничтожения вредных насекомых, грызунов, возбудителей болезней растений и животных, а также используемое в качестве дефолианта и регулятора роста. Ученые с 60-х годов XX века стали обращать внимание на остаточные количества пестицидов в лекарственных растениях. В результате научных исследований, проведенных в Германии, Болгарии, Польше, бывшей Югославии, Венгрии и некоторых других странах, количество пестицидов в лекарственном растительном сырье оказалось выше допустимого уровня для пищевых продуктов (таблица 1).

Таблица. Количество пестицидов, содержащихся в лекарственном растительном сырье, произрастающем в разных регионах мира.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Регион | Годы | Количество, 00 | | | |
| γ-ГХЦГ | ДДТ | DDE | ГХБ |
| Германия | 1979 | 20-40 | 20-40 | 20-30 | 10-100 |
| Бывшая Югославия | 1975-1980 | 10-90 | 20-40 | 20 | 10 |
| Польша | 1976-1978 | 30-200 | 20-1100 | 20-60 | 10 |
| Египет | 1980 | 40-100 | 20-170 | 20 | 10 |
| Китай | 1979 | 110 | 50 | 20 | 10 |
| Тунис | 1980 | 600 | 30-40 | 20 | 40 |
| Алтайский край РФ | 1999-2000 | 0-4,9 | 0-2,1 | 0,1-4,3 | 0,2-7,4 |

γ-ГХЦГ- γ-гексахлорциклогексан

ДДТ –дихлордифенилтрихлорметилметан

DDE -

ГХБ– гексахлорбензол

В настоящее время в СНГ активно используется почти 500 из более чем 1200 пестицидов. Они подразделяются на 3 класса: хлорорганические, фосфорорганические и производные сим-тирозина. Хлорорганические пестициды менее токсичны, чем фосфорорганические пестициды, однако у них есть способность долго оставаться и циркулировать в почве, растениях и живых организмах. Иногда их метаболиты более токсичны, чем исходное вещество. Законы, принятые в 1973 году, которые полностью или частично запрещают использование хлорорганических пестицидов теперь не дают никакого результата. Поэтому такие пестициды могут оставаться в окружающей среде в течение длительного времени, не подвергаясь разложению.  Эти вещества долго сохраняются в почве и характеризуются высокой растворимостью в маслах и органических растворителях и накапливаются в богатых жирами тканях.

Было установлено, что семена тыквы являются источником больших концентраций хлорорганических пестицидов (69% образца несовместимо со стандартами для пищевых продуктов). Это связано с тем, что, поскольку тыква имеет крупные и ветвистые поверхностные корни, корневая система растения в отличие от других растений поглощает больше пестицидов из почвы. Жирорастворимые хлорорганические пестициды аккумулируются в семенах тыквы.

Листья сены обладают большой способностью поглощать изомеров гексахлорциклогексана. В листьях растений установлено 0,24-0,90 мкг/г α-ГХЦГ; 0,10-0,44 мкг/г β-ГХЦГ и 0,10-0,64 мкг/г γ-ГХЦГ.

Полихлорированные бифенилы и гексахлорбензолы особенно токсичны Полихлорированные бифенилы широко применяются в различных отраслях промышленности. По физико-химическим свойствам, а также по распространению в окружающей среде напоминает дихлордифенилтрихлорметилметан. Однако, поскольку полихлорированные бифенилы менее исследованы и поступают в окружающую среду из разных источников, то в настоящее время невозможно определить пути их проникновения в биосферу.

Было установлено, что концентрация полихлорированных бифенилов и хлор-органических пестицидов в лекраственном растительном сырье в 69 раз превышает их содержание в почве. Эти выводы еще раз доказывают, что перечисленные выше токсичные вещества могут накапливаться в растениях, используемых в качестве лекарственного растительного сырья. Следует отметить, что количество полихлорбифенилов и хлор-органических пестицидов в лекарственном растительном сырье зависит от региона заготовки.

Накопление пестицидов в растительном сырье в различных морфологических группах различно. Накопление полихлорированных бифенилов из хлорорганических пестицидов характерно для подземных органов (корень, корневище и т.д.). Наименьшее количество полихлорбифенилов содержится в плодах, а хлорорганические пестициды накапливаются на надземной части - в траве.Концентрация хлорорганических пестицидов в лекарственном растительном сырье в 5-10 раз меньше полихлорированных бифенилов. Концентрация хлорорганических пестицидов в лекарственном растительном сырье в 5-10 раз меньше, чем полихлорированных бифенилов.

Таким образом, было установлено, что наличие тяжелых металлов и пестицидов в лекарственном растительном сырье зависит от многочисленных внутренних и внешних факторов. Внутренние факторы достаточно стабильны и в некоторой степени изучены.. Однако внешние факторы специфичны для каждого региона и различаются по своему разнообразию, поэтому необходим комплексный подход. Именно такой подход позволяет определить уровень экотоксикантов в растительном лекарственном сырье.

Для удовлетворения потребностей фармацевтических компаний и аптек в экологически чистом лекарственном сырье важно определить нормы тяжелых металлов и пестицидов.

**Ресурсоведение лекарственных растений**

Лекарственные растения, используемые людьми в разных целях, занимают важное место в растительном мире. Резкое увеличение интереса к лекарственным растениям в последние годы привело к тому, что рациональное использование сырья дикорастущего растения стало актуальной проблемой. **Ресурсоведение лекарственных растений**— большой и достаточно важный раздел научно-практической деятельности различных специалистов, но их направленность и характер определённым образом отличаются в разных странах. Эти отличия связаны с особенностями экономики страны, демографическими характеристиками, богатством растительных ресурсов, доступностью и др. В целом определение количества биологических, эксплуатационных и годовых запасов дикорастущих растений, картирование зарослей, определение их ареала, а также поиск новых источников биологически активных веществ и разработка более эффективных фитопрепаратов на их основе являются одной из актуальных задач, стоящих перед фармацевтической наукой.

Научно-исследовательскими институтами и соответствующими кафедрами АМУ Азербайджана были изучены запасы сырья дикорастущих растений и выявлены районы их распространения. В результате многолетних исследований были изучены запасы сырья многих видов растений.

Растительные ресурсы относятся к природным ресурсам. Растительными ресурсами принято называть любые объекты растительного происхождения, необходимые людям. Различают пять основных сфер, где прямо или косвенно используют растения: 1) в качестве продуктов питания для человека и корма для жи­вотных; 2) как источник сырья для промышленности и хозяйственной деятельности человека; 3) в декоративном озеленении; 4) в охране и улуч­шении окружающей среды; 4. 5) как лекарственные средства и сырье для получения медицинских препаратов. Под ресурсами лекарственных растений понимают всю совокупность объектов растительного происхождения, которые могут быть использованы в медицинской практике.

Ресурсоведение лекарственных растений – это раздел ботаники и фармакогнозии, посвященный изучению запасов дикорастущих видов, их размещению, вопросам организиции заготовок, рациональному использованию и охраны лекарственных растений. Ресурсоведение лекарственных растений – комплексная наука, тесно связана с ботаникой (особенно с геоботаникой), фармакогнозией, фитохимией и др. научными областями.

Основная цель ресурсоведения лекарственных растений – изучение запасов и рациональное использование дикорастущих лекарственных растений. В настоящее время лекарственные растения входят в состав около 50% всех используемых фитопрепаратов. Дикорастущие лекарственные растения играют очень важную роль в обеспечении сырьем фармацевтическую промышленность. Аптечная сеть и фармацевтическая промышленность испытывает недостаток в сырье многих, в том числе дикорастущих лекарственных растений. Это связано с тем, что большинство территорий Азербайджана не вовлечены в ресурсоведческие исследования, отсутствием заранее спланированных заготовок сырья.

Основные задачи ресурсоведения лекарственных растений:

1. Количественная оценка запасов лекарственных растений для каждого региона, в том числе выявление крупных промысловых массивов широко распространенных видов, а также редких видов и видов, ставших редкими в результате заготовок;

2 Определение возможных ежегодных объемов заготовки лекарственного сырья и палнирование номенклатуры растения

3. Проведение химической таксации с целью выявления популяций с наиболее высоким содержанием биологически активных веществ.

4 Изучение скорости восстановления зарослей лекарственных растений после заготовок, влияния антропогенных и географических факторов на качество сырья, а также выявление экологически чистых зарослей лекарственных растений в промышленно развитых регионах

5. Разработка рекомендаций по рациональному использованию и охране редких видов дикорастущих лекарственных растений.

В ресурсоведении исследуются не только дикорастущие растения, но и другие полезные растения - пищевые, кормовые, технические и др. В странах СНГ используется более 160 лекарственных растений, некоторые из которых уже культивируются. Часть этих видов введена в культуру, поэтому их сбор их в природе не имеет существенного значения. К ним относятся валериана, подорожник большой, пустырник обыкновенный, хмель обыкновенный и др. Малоактуально также изучение запасов видов сырья, объемы возможных заготовок которого в сотни раз превышают потребности. Например, одуванчик лекарственный, двудомная крапива и др. Определение крупных зарослей, выявление экологически чистых крупных зарослей являются более актуальными. Другие растения можно разделить на 3 группы:

1.Дикорастущие лекарственные растения - источники дефицитного сырья (алтей лекарственный, барбарис обыкновенный, бессмертник песчаный, лапчатка прямостоячая)

2. Виды растений с небольшим дефицитом сырья и отсутствием достаточной информации о запасе (различные виды боярышника, бузина черная и др.) Эта группа также включает виды растений, которые требуют больших усилий для заготовки и переработки сырья (почки березы, плоды малины и др.)

3. Виды растений занесенные в Красную книгу или список исчезающих и редких видов

Кроме того, инерес представляют изучение запасов экспортируемых, перспективных видов растений. С географической точки зрения территория Азербайджана разнообразна. Поэтому ресурсоведческие исследования в отдельных регионах должны выполняться с учетом определенных особенностей. Например, в горном хребте Губа, Ленкорань следует использовать различные виды транспорта, учитывая, что местные условия являются горными. Следует учитывать ежегодный запас растений в промышленно - развитых регионах (Баку, Гянджа, Сумгаит, Мингячевир и т. Д.) и прилегающих районах и нельзя допускать чрезмерной заготовке сырья.

Изучение состояния сырьевого запаса дикорастущих растений и их рационального использования связано с 3 этапами: подготовительной, экспедиционной и камеральной.

На первом этапе подготовительных ра­бот определяются задачи исследова­ния. Чаще всего это оценка запасов лекарственного сырья и определение объемов возможных ежегодных заго­товок.  Параллельно с определением задач планируются вероятные сроки и продолжительность экспедиционного обследования.  Не­обходимо составить достаточно пол­ную эколого-ценотическую характе­ристику обследуемых растений. До начала полевых работ необходимо составить возможно более полную эколого-ценотическую характеристику заготавливаемых лекарственных растений, т.е. установить, в каких растительных сообществах (в каких типах леса, на каких болотах и т.д.) встречаются данные виды, где они могут господствовать, какие местообитания наиболее благоприятны для их произрастания.  
С этой целью, в основном используют литературные данные. В отделениях Министерства   
экологии и природных ресурсов необходимо получить данные о лекарственных растениях, подлежащих охране. В организациях, производящих заготовку лекарственного сырья, необходимо получить сведения о фактических объемах заготовки лекарственных растений за последние 5 лет.

Следует подготовить также необ­ходимый картографический материал (1: 600 000; 1: 300 000 или 1: 100 000 масштабные топографические карты). Необходимо приобрести геоботанические карты, а также лесоустроительные и землеустроительные материалы, планы и карты.  Воз­можные местонахождения зарослей нередко устанавливаются в ходе са­мой экспедиции путем опроса лесни­ков, заготовителей и местного населе­ния с последующим уточнением этих сообщений на местности. В качестве вспомогательного материала могут быть использованы почвенные карты и карты торфяных ресурсов. Карты позволяют в ходе выполнения работ прокладывать маршруты, устанавливать площади зарослей или ключевых участков.

Таким образом, в ходе подготовительного этапа решают общие задачи, проводят сбор информации о распространении и экологической приуроченности лекарственных растений, состоянии их заготовок и детально планируют ход экспедиционных исследований. Этот этап является базовым в ресурсоведческих исследованиях, поскольку от него зависит успех проведения экспедиционного этапа и достоверность окончательных выводов.

Экспедиционный этап складывается из организации и проведения экспедиции по ранее разработанному плану, основная цель которой - установление на местности зарослей, пригодных для фактических заготовок лекарственных растений, а также получение конкретных цифровых данных, необходимых для расчетов величин запасов и возможных ежегодных заготовок.

Камеральный этап включает расчеты запасов сырья и определение ежегодного объема заготовок. На этом этапе также осуществляется картирование запасов лекарственных растений.

**Основные понятия и термины, используемые в ресурсоведении лекарственных растений.**

Биологический запас — величина сырьевой фитомассы, об­разованная всеми экземплярами дан­ного вида на любых участках — как пригодных, так и не пригод­ных для заготовки.

Возможная ежегодная заготовка – количество сырья, которое можно заготавливать ежегодно на данной территории без ущерба для сырьевой базы. Определяется как частное от деления величины эксплуатационного запаса сырья на всех участках заготовки на оборот заготовки.

Заросль -– совокупность особей одного вида, произрастающих в растительном сообществе на участке, пригодном для проведения промысловой заготовки.

Ключевой участок – это площадь, которая служит эталоном данного типа угодий по сырьевым запасам лекарственного растения.

Модельный экземпляр – среднестатистический по массе экземпляр или побег, используемый в качестве счетной единицы для определения плотности запаса сырья конкретной заросли или ключевого участка.

Оборот заготовки — период, включающий год заготовки и число лет, необходимых для восстановления запасов сырья.

Популяция – совокупность особей вида, свободно скрещивающихся между собой, произрастающих в данном фитоценозе и занимающих определенную территорию.

Потенциально-продуктивное угодье – совокупность зарослей или промысловых массивов одного вида на однородной территории, где возможны организация и проведение заготовок лекарственного растительного сырья.

Проективное покрытие - процент площади, занятой проекцией надземных органов изучаемого вида.

Промысловый массив - несколько близко расположенных зарослей (популяций) изучаемого вида, пригодных для организации заготовок.

Товарные экземпляры – взрослые, неповрежденные экземпляры, подлежащие сбору. В их число не входят особи, оставляемые для семенного или вегетативного возобновления.

Трансекта – прямоугольная площадка шириной 1-2 м, закладываемая вдоль маршрутного хода, на которой проводится подсчет численности и плотности запаса сырья растений.

Плотность запаса сырья (урожайность) – средняя величина сырьевой части растения, полученная с единицы площади заросли. Выражается в единицах массы на единицу площади (г/м2 , кг/га, т/га).

Учетные площадки – участки размером от 0,25 до 100 м2 , заложенные в пределах заросли или промыслового массива для подсчета численности, проективного покрытия или плотности запаса сырья изучаемого растения.

Ценопопуляция – популяция или ее часть, ограниченная одним фитоценозом.

Эксплуатационный запас — величина сырьевой фитомас­сы, образованной товарными экземплярами на участках.

**Методы определения запаса лекарственного растительного сырья**

Запас сырья лекарственных растений можно определить 2 путями: 1)    Определение запасов на конкретных зарослях; 2)    Определить запас сырья на некоторых характерных областях  и на основании полученных данных определить запасы растительного сырья на территории района или области.

Выбор метода оценки запасов лекарственного растительного сырья зависит от задач работ, наличия картографических материалов, биологических, географических и экологических особенностей изучаемых видов. Если заготовка лекарственного растительного сырья осуществляется в определенном районе или области, а сырье методом бригады, то запас сырья должен определяться методом 1. Как правило, 2-й метод используется для определения запасов сырья в очень крупных административно-географических районах (например, в провинциях, автономных республиках). Более выгодно определить сырьевой запас растений, которые имеют определенный тип растительности и преобладают на пастбищах, урожайность и богатство которых меняются на протяжении многих лет незначительно.  Местонахождение зарослей можно установить путем опроса лесников, заготовителей и местного населения с последующим их уточнением на местности, топографических карт, а также с помощью материалов Фонда гербария Института ботаники Национальной академии наук Азербайджана. *Определение запасов сырья на конкретных зарослях*

Определение запасов сырья этим методом дает очень хорошие результаты. Однако сведения, полученные таким методом, быстро устаревают. Так как выявленные несколько лет тому назад заросли могут быть распаханы, заняты под строительство и т.п.. Поэтому при использовании указанного метода ресурсные обследования через несколько лет необходимо повторять.

Конкретные заросли устанавлиявают по топографическим картам. Напр., обыкновенны чабрец растет на слонах гор, в лесах и лугах.

Для определения запаса лекарственного сырья необходимо знать две величины - площадь заросли и ее урожайность (плотность запаса сырья).

*Определение площади зарослей*

Определение площади зарослей в значительной степени зависит от распространения дикорастущих растений. Площадь заросли определяют, приравнивая ее очертания к какой-либо геометрической фигуре (прямоугольнику, квадрату, трапеции, кругу и т.д.) и измеряют параметры (длину, ширину, диаметр и т.д.). В тех случаях, когда популяции изучаемого вида располагаются неравномерно, образуют отдельные пятна в пределах растительного сообщества сначала определяют площадь всего участка, на котором встречается изучаемый вид, а затем - процент площади этой поймы, занятой изучаемым видом. Для этого пересекают параллельными и перпендикулярными маршрутными ходами, разбивая их на отрезки, а в пределах каждого такого отрезка подсчитывают число шагов. Суммируя показатели, полученные на всех отрезках маршрутного хода, вычисляют процент площади, занятой популяциями изучаемого вида, а затем их общую площадь.  При этом необходимо учесть, что таким образом определяют процент площади, занятой популяциями изучаемого вида.

*Определение урожайности.*

Определение урожайности лекарственного растительного сырья осуществляется с помощью 3 методов.

1. Метод использования учетных площадок. Учетная площадка — участок от 0,25 до 10 м2, заложенный в пределах промысловой заросли или массива для определения массы сырья, числен­ности растений или учета проективного покрытия.

Для некрупных травянистых и кустарничковых растений, у которых в качестве сырья используют надземные органы (ландыш майский, брусника, бессмертник и др.) урожайность определяют на учетных площадках. Этот метод очень прост. Однако трудоемок, и результаты полученные этим методом на определенной области нельзя применить на другие области. В первую очередь закладывают несколько учетных площадок. Учетные площадки следует закладывать в нескольких местах на всей территории распространения растения.

Урожайность сырья проще всего определять на учетных площадках. Размер площадок шалфея, ландыша майского, полыни горького, пустырника сердечного, бессмертника песчаного и др. составляет 1 м2. Для определения урожайности кустраников (малина обыкновенная, различные виды шиповника, калина обыкновенная и др.) следует закладывать площадки размером 10 м2, для крупных кустарников и небольших деревьев (рябина обыкновенная, крушина слабительная и др.) – 10-100 м2. Достаточным размером площадки можно признать такой, при котором на ней помещается не менее 5 взрослых экземпляров изучаемого вида. Форма площадки может быть в виде прямоугольника, квадрата или круга. На заросли учетные площадки закладывают равномерно на ходах через 3, 5, 10 или 20 шагов. Для господствующих в травостое видов при относительно равномерном их распределении обычно достаточно заложить 15—25 площадок, при меньшем обилии и неравномерном распределении число это возрастает до 50.

Число учетных площадок должно быть достаточным, чтобы при статистической обработке материала ошибка средней арифметической составляла не более 15 % от самого среднего арифметического.  Для травянистых растений закладывают учетные площадки размером 1м2, для кустарников малого и среднего размера – 10 м2, для крупных кустарников и мелких древесных растений – от 10 до 100 м2. . После закладки учетных площадок на каждой из них собирают всю сырьевую фитомассу в соответствии с рекомендациями по сбору данного вида и сразу же взвешивается с точностью до ±5%. Не подлежат сбору ювенильные или поврежденные экземпляры растений. Сбор сырья следует проводить в сухую погоду. В первую очередь необходимо заложить 15 площадок. Результаты, полученные на каждой площадке, отмечается отдельно. Ми­нимальное и максимальное количество фитомассы, собранной с 1 площадки, различается не больше, чем в 5—7 раз, можно огра­ничиться этим числом площадок. При большой разнице необходимо заложить дополнительные площадки. Результат по каждой площадке записывают отдельно. Ошибка средней арифметической должна составлять не более 15%.

2. Способ модельных экземпляров. Под термином «модельный экземпляр» подразумевается среднестатистический по массе товарный экземпляр (или иногда побег) лекарственного растения, определенный для конкретной промысловой заросли массива.. При оценке урожайности подземных органов или при работе с крупными растениями, в первую очередь с деревьями и кустарниками, для которых надо закладывать учетные площадки используют этот метод..  Для них надо закладывать учетные площадки очень большого размера, этот способ трудоемок. При оценке урожайности по модельным экземплярам необходимо установить два показателя - численность товарных экземпляров (побегов) на единицу площади и среднюю массу сырья, получаемую с одного экземпляра (побега). Использовать как счетную единицу побег удобно в тех случаях, когда границы экземпляра трудно определить или же когда сбор сырья с целого экземпляра очень трудоемок. Подсчет численности экземпляров проводят на учетных площадках размером от 0,25 до 10 кв.м, заложенных равномерно в пределах заросли или же на маршрутных ходах. Определение численности экземпляров и величины их сырьевой фитомассы 20 необходимо проводить с точностью до 10%.  Если численность экземпляров невелика (на 1 кв.м приходится в среднем меньше 1 экз.), подсчитывать ее лучше всего на маршрутных ходах. Учетные площадки необходимо разбивать на отрезки по 20, 50 или 100 шагов. Для получения достоверных результатов необходимо провести подсчеты на 25—40 отрезках маршрутного хода.  Для определения сырьевой массы модельные экземпляры или по­беги отбирают на учетных площадках или по маршрутному ходу, при этом берут все товарные экземпляры. Наиболее объективен систематический отбор, когда берут модельным каждый второй, пятый или десятый экзем­пляр, встреченный по маршрутному ходу. Число модельных экземпляров зависит от степени их варьиро­вания. При [определении массы](http://www.netref.ru/reshenie-1a-godovoj-prirost-denejnoj-bazi.html)подземных органов или соцветий в большинстве случаев бывает достаточно 40—60 модельных эк­земпляров. Вегетативные органы варьируют сильней и поэтому число модельных экземпляров может увели­читься до 100 и даже больше. В случае, если экземпляры сильно различаются по степени развития, можно разбить их на 2—3 груп­пы, различающиеся по этому признаку, например с 1—3 побегами (листьями) и с большим числом побегов (листьев) или же на веге­тативные и генеративные экземпляры. В случае, если экземпляры сильно различаются по степени развития, можно разбить их на 2—3 груп­пы, различающиеся по этому признаку, например с 1—3 побегами (листьями) и с большим числом побегов (листьев) или же на веге­тативные и генеративные экземпляры. Подсчет численности экземпляров нужно проводить по каждой группе отдельно. У каждого модельного экземпляра взвешивают его сырьевые органы и затем рассчитывают среднюю арифметическую этого показателя. Проводить взвешивание [всех экземпляров вместе](http://www.netref.ru/daleshe-vvedenie.html), а затем счи­тать среднее. Урожайность рассчитывают, перемножая среднее число экземпляров на среднюю массу сырья одного модельного экземпляра.

3. Проективное покрытие. Под проективным покрытием понимают площадь проекций надземных частей растений на поверхность почвы. Определение урожайности этим методом удобно при работе с невысокими или стелющимися растениями, такими как брусника, толокнянка, чабрец. При определении урожайности этим методом устанавливают две величины -  среднее проективное покрытие вида в пределах заросли и выход массы сырья с 1 % проективного покрытия (так называемую «цену» 1% проективного сырья).  Среднее проективное покрытие определяется глазомерно или квадратом-сеткой.

Квадрат-сетка предсавляет собой рамку площадью 1 м2, разделенную проволокой или веревкой на 100 квадратов по 1 дм2. Каждый квадрат при этом составляет 1% площади. Квадрат-сетку накладывают сверху на учетную площадку и определяют, сколько квадратиков полностью или более чем наполовину закрыто надземными частями изучаемого вида. Наиболее простым является гла­зомерное определение проективного покрытия. Оценивают его на каждой учетной площадке, глядя на нее сверху и прикидывая, какую часть площадки занимают надземные части исследуемого растения, если они будут плотно примыкать друг к другу. Но этот способ могут применять лишь опытные исследователи при доста­точной натренированности. Для определения «цены» 1% [покрытия](http://www.netref.ru/injenernij-vestnik-dona-1-2015.html) на каждой площадке срезают и взвешивают сырье с 1 дм2 и таким образом определяют «цену» 1% проективного покрытия и рассчитывают среднестатистическое значение цены 1 % проективного покрытия. Следует помнить, что величина эта будет различна в разных растительных сообществах и в различ­ных экологических условиях, поэтому при работе с этим методом «цену» 1 % проективного покрытия необходимо определять на каж­дой обследуемой заросли.

Урожайность подсчитывают как произ­ведение среднего проективного покрытия на «цену» 1% проективного покрытия по тем же формулам, что и при работе с модельными экземплярами.

Оценка запасов дикорастущих лекарственных растений на конкретных зарослях дает достоверные для обследованных массивов сведения. Полученные данные быстро устаревают, т.к. исследуемые территории быть распаханы, заняты под строительство и др. Их целесообразно использовать для долгосрочного прогнозирования ресурсоведческой обеспеченности (10-15 лет)

Определение запасов лекарственного растительного сырья методом ключевых участков. Метод объективен только для лекарственных растений, имеющих четкую приуроченность к элементам рельефа, определенным типам растительных сообществ.

Для применения этого метода должны соблюдаться 3 условия: 1. Может быть использован только для видов растений с четкой приуроченностью к определенным элементам рельефа, почв.  Таким образом, количество растений может быть небольшим в исследуемом районе (лес, луг и т.д.). В это время необходимы дополнительные данные (степень освещенности, влажность и т. д.), в результате можно определить местонахождение конкретных видов растений. 2. Наличие крупномасштабных карт и планов - на которых выделены интересующие нас элементы рельефа, типы растительных сообществ. 3. Хорошо знать растительный покров исследуемого района.

К числу растений, для изучения запасов которых может быть применен метод ключевых участков, относятся такие виды, как аир, толокнянка обыкновенная, аралия, элеутерококк, брусника и др. Число их должно быть достаточно большим для получения статистически достоверных результатов по характеристике размещения и урожайности на этих ключевых участках зарослей изучаемого вида.

Размеры ключевого участка могут быть различными. ни тем больше, чем выше неоднородность растительного покрова. Обычно площади ключевых участков бывают от одного до нескольких квадратных километров. При работе методом ключевых участков требуется, чтобы ими было охвачено не менее 10 % площади потенциально продуктивных угодий.

Ключевые участки закладывают только в потенциально продуктивных угодьях, там, где лекарственное растение может образовывать промысловые заросли. Так, например, изучая запасы бессмертника песчаного, приуроченных к сосновым лесам, ключевые участки следует закладывать не во всех массивах сосновых лесов, для толокнянки - в сосняках беломошниках, а также на вырубках и гарях в этом типе леса; а для багульника - в сосняках сфагновых низких бонитетов. Нельзя закладывать ключевые участки специально по площади зарослей. В этом случае будут получены очень завышенные данные. Поэтому ключевые участки закладывают так же, как и учетные площадки - строго систематически, намечая их расположение по плану лесонасаждений, или каждый третий (пятый) выдел соответствующего типа леса в квартале.

В тех случаях, когда ключевой участок однороден по растительному покрову и экземпляры изучаемого вида распределены на нем равномерно (например, горный склон с отдельными экземплярами барбариса), нет необходимости определять процент площади, занятой зарослью. В этом случае через ключевой участок прокладывают несколько трансект, на которых подсчитывают число экземпляров изучаемого вида, и рассчитывают урожайность. Затем рассчитывают среднюю урожайность на весь ключевой участок, указывая при этом тип угодья, для которого характерна данная урожайность.

В тех случаях, когда площадь ключевого участка неоднородна по растительному покрову и лекарственные растения размещены неравномерно, в первую очередь следует определить процент площади, занятой этими группами в пределах ключевого участка. Для этого через ключевой участок прокладывают несколько маршрутных ходов шириной в 1 м, отмечая на них протяженность зарослей изучаемого растения (в метрах). Затем по этим данным рассчитывают средний процент площади, занятой этими зарослями. Получив эти данные, обычными методами определяют урожайность изучаемого вида на его зарослях в пределах каждого ключевого участка.

В первом случае вычисляют только среднюю урожайность на каждом из них. Затем все ключевые участки объединяют в несколько групп, в зависимости от величины урожайности - высокоурожайные, среднеурожайные, низкоурожайные. Рассчитывают среднюю урожайность по двум первым группам. В тех случаях, когда площадь ключевых участков неоднородна по растительному покрову и на каждом ключевом участке определялся процент площади, занятой промысловыми зарослями изучаемого лекарственного растения, прежде всего рассчитывается средний процент площади зарослей на всех ключевых участках.

Определение урожайности исследуемой территории устанавливают с помощью палетки или взвешиванием соответствующих участков копии (выкопировки) карты. Палетка представляет собой разграфленную на клетки размером 1 см2 прозрачную пластинку. Палетка накладывается на тот из контуров карты, площадь которого надо замерить. Подсчитываются квадратики палетки, поместившиеся внутри границ контура. При вычислении числа квадратиков засчитываются только те, которые либо полностью находятся внутри контура, либо наполовину. Затем рассчитывается площадь контура на основе масштаба карты. Весовой метод значительно более точен. Контуры участка карты, площадь которого надо определить, копируются на кальку, а затем вырезаются и взвешиваются. Для того чтобы перевести эти полученные значения массы в площади, нужно вырезать квадрат, например, размером 1 дм2 и взвесить его. Зная масштаб карты, можно определить, какой площади соответствует вырезанный квадрат на карте, а затем определить площадь оконтуренного участка.

Эксплуатационный запас сырья равен произведению средней урожайности ключевых участков на величину площади, занятой промысловыми зарослями.  Экстраполяцию данных, полученных на ключевых участках, на всю обследуемую территорию можно производить только для однотипных условий растительного покрова.

*Расчет объемов ежегодных заготовок.*

*Эксплуатационный запас сырья*показывает, сколько сырья можно заго­товить при однократной эксплуатации заросли. Однако ежегодная заготовка на одной и той же заросли допустима лишь для лекарственных растений, у которых используются плоды и семена (напр., боярышник, калина и др.). В этом случае суммарная величина эксплуа­тационного запаса на всех зарослях равна возможному объему ежегодных заготовок. В остальных случаях при расчете возможной ежегодной заготовки необходимо знать, за сколько лет после проведения заготовок заросль вос­станавливает первоначальный запас сырья.

Считается, что для соцветий и надземных органов однолетних растений периодичность заготовок — I раз в 2 года; для надземных органов (травы) многолетних растений — 1 раз в 4—6 лет; для подземных органов большин­ства растений — не чаще 1 раза в 15—20 лет.

Объем возможной ежегодной заготовки сырья рассчитывают как частное от деле­ния эксплуатационных запасов сырья на оборот заготовки, включающий год заготовки и продолжительность периода восстановления заросли.

*Составление полученных данных*

Данные, полученные при ресурсоведческих исследованиях, должны быть статистически обработаны. Отчет должен включать:

-задачи работы, перечень районов, которые необходимо было обследовать, список видов лекарственных растений;

-краткое описание района исследования (транспортная сеть, состояние сельского хозяйства, лес и т.д.);

- методику работ;

Все полученные результаты должны вносить в итоговую таблиц, раздельно для каждого вида лекарственного растения.

Следует отметить, что помимо этих двух методов для определения запаса дикорастущего растительного сырья в последние годы используются другие методы. Таким образом, для горного района характерна мозаичность растительного покрова, поэтому предполагаются определенные изменения в определении сырьевых ресурсов. Также были разработаны методы, требующие специальных навыков, основанных на аэрофотосъемке, фотографии и исследователях. Также были разработаны методы, требующие специальных навыков, основанных на аэрофотосъемке, фотографии и исследователях.

**Заполнение картографического материала**

Для практического проведения заготовок необходимо отразить на карте сведения о размещении запасах. Каждый тип карт имеет свое назначение. Крупномасштабные схематические карты и планы (1:25000, 1:50000, 1:100000) служат для отражения размещения зарослей в пределах района. Среднемасштабные схематические карты (1:600000) могут быть использованы для планирования заготовок по отдельным районам и в целом по республике. Мелкомасштабные карты районирования заготовок (1:1000000, 1:25000000) предназначаются для планирования размещения заготовок по областям, краям.

Исходным материалом для составления схематических карт являются сводная ведомость запасов и выкопировки из крупномасштабных карт, с нанесенными на них контурами площадей промысловых массивов. В мелкомасштабных картах рекомендовано использование диаграм.