

### 5.3.3 Методы учета и оценки запаса дикорастущих лекарственных растений

*Методы учета и оценки запаса дикорастущих лекарственных растений (выявление зарослей, учет запасов, картирование; воспроизводство дикорастущих лекарственных растений и др.), их охрана. Возделывание лекарственных растений.*

Методические подходы к оценке ресурсов лекарственного сырья

#### Методы поиска и отбора лекарственных растений

Существует три основных метода нахождения новых ценных лекарственных растений:

- **филогенетический метод.** Филогенетические исследования показали, что ботанически родственные растения могут иметь аналогичный или весьма близкий химический состав и проявлять подобное фармакологическое действие. Знание этих биологических закономерностей делает поиск новых лекарственных растений весьма эффективным. Часто не только виды одного и того же рода, но и роды, относящиеся к одному семейству, отличаются некоторыми общими химическими признаками, в частности, присутствием фармакологически активных веществ.

- Так для *семейства губоцветных*, куда входят мята, тимьян, шалфей, душица и многие другие роды, характерно *присутствие эфирных масел*.

- Для представителей *семейства пасленовых* (красавка, белена, дурман и др.) характерно большое *количество алкалоидоносных* видов.

Поиск лекарственных растений среди близкородственных видов зарекомендовал себя как достаточно эффективный метод. Например, наперстянка пурпурная - источник важнейших сердечных гликозидов - в пределах Российской Федерации не произрастает. Но на Кавказе обитают близкие виды - наперстянка ржавая, наперстянка реснитчатая и крупноцветковая, в Молдавии - наперстянка шерстистая и некоторые другие. Все они содержат необходимый набор сердечных гликозидов.

Такие же результаты были получены при исследовании горицвета весеннего. В Средней Азии, на Кавказе и на Дальнем Востоке встречаются его близкородственные виды. Все они были исследованы и некоторые из них оказались более богатыми по составу БАВ.

Однако не всегда близкородственные виды имеют схожий химический состав. Известно, например, довольно много видов *валерианы* и лишь некоторые из них накапливают в своих корнях химически активные вещества, придающие им целебные свойства. В то же время у некоторых растений

наблюдаются явления химической конвергенции, т.е. накопление одинаковых БАВ у видов, филогенетически не связанных друг с другом.

По многим сырьевым объектам напряженность с полным обеспечением растущей потребности обуславливается тем, что заготовка сырья ограничивается лишь одним видом растения, который когда-то был установлен как официальный. Использование филогенетического метода, позволяет снять напряженность с сырьевой базы некоторых официальных видов лекарственных растений.

В настоящее время имеется достаточно большой экспериментальный материал, позволяющий расширить видовой состав лекарственных растений, используя близкородственные связи, например для таких родов как *горичвет*, *пустырник*, *зверобой*, *термопсис*, *тимьян*, *сафора* и др.

- **метод «сита»** используется при проведении массового полевого (рекогносцировочного) фитохимического анализа на основные БАВ всех без выбора (или с частичным выбором) видов растений определенной местности или района. При этом предполагается, что среди таких последовательно проанализированных, как бы «просеянных через аналитическое сито» растений найдутся перспективные объекты, содержащие БАВ.

Метод «сита» ранее был популярен при поиске лекарственных растений, для этого организовывались многочисленные экспедиции. Для проведения полевых анализов были разработаны упрощенные методики количественного определения веществ. Метод «сита» на определенном этапе поисков перспективных лекарственных растений сыграл положительную роль. Этим методом удалось найти много новых лекарственных растений, в настоящее время, играющих в фармацевтическом производстве довольно значительную роль, например, *солянка Рихтера*, *анабазис безлистный* и др.

Однако метод «сита» достаточно трудоемок, дорог, по своей сути, эмпиричен и обеспечивает лишь редкое «попадание» в цель.

В настоящее время этот метод применяется достаточно редко.

- **использование опыта народной медицины.** Известно, что многие растения, применяемые в современной научной медицине, были заимствованы из народной медицины.

Начальными этапами изучения лекарственных растений народной медицины являются: проведение специальных экспедиций для сбора сведений путем опроса населения; знакомство со знатоками растений и приобретение образцов; организация корреспондентской сети для сбора литературной информации.

Очень важно уметь из обилия собранной информации отобрать сведения, представляющие наибольший интерес для современной научной медицины и подвергнуть их планомерному изучению. Вначале необходимо проверить правильность основных лечебных показаний для изучаемого объекта.

Если первичный фармакологический (или биологический) поиск подтвердит достоверность сведений, то целесообразно дальнейшее изучение растения: фармакогностическое (в первую очередь фитохимическое), технологическое (выделение индивидуальных веществ или создание суммарных препаратов), фармакологическое (углубленное на базе созданных препаратов) и клиническое.

На использование сведений народной медицины подталкивает широкая популярность некоторых лекарственных видов, а также перспективность «забытых» растений, когда-то используемых в народной медицине, но вышедших из употребления, вследствие их замены химическими препаратами.

В последнее время фармакогносты проявляют большой интерес и к традиционной восточной медицине. На территории бывшего СССР по исторически сложившимся обстоятельствам остались значительные следы прежних знаменитых восточных медицинских систем: в Центральной Азии и отчасти в Закавказье - арабской медицины; в Бурятии — тибетской; на Дальнем Востоке — китайской и т.д. Исследования растений, используемых в тибетской и арабской медицине, проводились в Ленинградском химико-фармацевтическом институте А.Ф. Гаммерман, К.Ф. Блиновой и др. Были составлены обширные словари. В настоящее время также проводятся химические и фармакологические исследования и внедрение в медицину наиболее ценных растений, используемых в Восточной медицине.

- **биоморфологический метод (теория «сигнатур»)**. Этот метод использовался в историческом прошлом и основывался на *принципе - подобное лечится подобным*.

Согласно теории «сигнатур», сходство отдельных признаков растений, в том числе морфологических с каким-либо органом человеческого тела определяет эффективность лечебного действия. Считалось, что на каждом растении есть «знаки» - сигнатуры (от латинского *signare* - указывать), которые определяют возможность его применения.

Например, растения, имеющие желтые цветки, использовались при заболеваниях желтухи; листья сирени, имеющие сердцевидные листья - при болезнях сердца; галлы и другие тератологические образования на ивах, полынях, дубах и других растениях пытались использовать, как средство для

лечения злокачественных опухолей.

Это учение продержалось в науке до конца XVIII века и прекратило свое существование благодаря успехам химии и фармакологии.

#### **Вопросы и задания:**

1. Назовите основные методы поиска и отбора лекарственных растений.
2. Объясните влияние филогенетического родства на химический состав растений семейства сельдерейных и яснотковых.
3. На основе филогенетического метода приведите примеры видов с фармацевтическими свойствами близкими к следующим официально используемым лекарственным растениям: *Paeonia anomala*, *Leonurus cardiaca*.
4. Используя литературные данные (Флора СССР, Флора Восточной Европы) назовите ареалы следующих филогенетически близких видов: *Althaea officinalis* - *Althaea armeniaca*, *Crataegus sanguinea* - *Crataegus monogyna* - *Crataegus curvisepala*, *Polygonum bistorta* - *Polygonum ellipticum* - *Polygonum alopecuroides*, *Adonis vernalis* - *Adonis wolgensis* - *Adonis villosa*.
5. С чем связан отказ от использования ранее популярных лекарственных растений из народной медицины?
6. С чем связано возобновление интереса к использованию растений народной медицины несмотря на наличие широкого спектра синтетических препаратов подобного действия?
7. Предложите системный подход на основе ботанических принципов поиска лекарственных растений.
  - По современным данным (Гриневич, 1990) совпадение видов, используемых в различных медицинских системах достаточно велико: Китая и Японии - 78, Китая и Кореи - 80, Кореи и Японии - 80, Индии и Средней Азии - 37, Средней Азии и стран Восточной Азии - 34. Каким образом данный факт можно использовать в плане поиска перспективных лекарственных растений?
8. Перечислите критерии, являющиеся гарантом лечебной ценности лекарственных растений, используемых в народной медицине.

#### **Ботанико-картографический метод**

Одной из задач ресурсоведческих исследований является определение запасов лекарственного сырья.

При этом могут быть использованы два подхода: определение запасов на конкретных зарослях и оценка запасов сырья методом ключевых участков (Методика..., 1986).

**Оценка запасов на конкретных зарослях** дает достоверные для обследованных массивов, но в целом неполные (для всего изучаемого региона) сведения. Данные, полученные таким образом, целесообразно использовать для организации заготовок, но они недостаточны для долгосрочного

ресурсоведческого прогнозирования и сравнительно быстро устаревают, т. к. 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.

**Использование метода ключевых участков** дает менее точные, но более полные и стабильные данные. Их целесообразно использовать для долгосрочного прогнозирования ресурсоведческой обеспеченности и планирования заготовок сырья. Однако для практической организации заготовок они менее информативны. Кроме того, метод ключевых участков возможно использовать лишь для видов, четко приуроченных к определенным растительным сообществам или элементам рельефа и встречающихся со значительным обилием, мало изменяющимся по годам.

**Определение запасов лекарственного сырья на конкретных зарослях.** Для определения запаса лекарственного сырья необходимо знать две величины: *площадь заросли* и ее *урожайность* (величина фитомассы на единицу площади - 1 м<sup>2</sup> или 1 га).

**Площадь заросли** определяют, используя GPS-навигатор, или приравнивая ее очертания к какой-либо геометрической фигуре (прямоугольнику, квадрату, трапеции, кругу и т. д.).

В случае, когда растение произрастает неравномерно, образуя отдельные пятна, вначале определяют общую площадь распространения вида в пределах сообщества, а затем процент, занятый им от общей площади. Для этого общую площадь, как правило, разбивают на трансекты заданной ширины (в пределах каждого отрезка подсчитывают часть, пройденную по пятну) или на более мелкие учетные площадки, например, по 100 м<sup>2</sup>, на которых определяют площадь, занятую видом, а затем среднюю площадь в пределах сообщества.

**Урожайность** определяют с помощью следующих методов: *на учетных площадках; по модельным экземплярам; на основе проективного покрытия.*

Выбор метода зависит, прежде всего, от особенностей жизненной формы, габитуса и той части растения (корни, листья, плоды и т. д.), которая используется в качестве сырья.

Для некрупных травянистых растений и кустарников, у которых сырьем служат надземные органы, урожайность рациональнее определять *на учетных площадках*. При оценке урожайности подземных органов или при работе с крупными растениями, предпочтителен *метод модельных экземпляров*. Для низкорослых травянистых и кустарничковых растений, образующих плотные дерновины, урожайность оценивается на основе *проективного покрытия*.

#### **Определение урожайности на учетных площадках**

Размер учетной площадки устанавливают в зависимости от величины взрослых экземпляров изучаемого вида (как правило, 1 м<sup>2</sup>). Оптимальным считается размер, при котором на площадке помещается не менее 5 взрослых экземпляров растений.

Необходимое число площадок определяется по формуле:

$$n = (v/Cs)^2, \text{ где } n - \text{необходимое число площадок;}$$

Cs - требуемая точность (10%- 15 %);

v - коэффициент вариации.

Учетные площадки закладывают равномерно на определенном расстоянии друг от друга таким образом, чтобы по возможности охватить весь промысловый массив или заросль.

В случае, когда массив лекарственных растений представлен отдельными пятнами, занимающими менее половины его площади, учетные площадки располагаются только в пределах пятен. Собранные с учетных площадок сырье взвешивают с точностью  $\pm 5\%$ .

Определение урожайности по модельным экземплярам

Под **термином «модельный экземпляр»** подразумевается среднестатистический по массе экземпляр растения (или побег).

При оценке урожайности по модельным экземплярам необходимо установить два показателя: численность модельных экземпляров (побегов) на единицу площади и среднюю массу сырья, получаемую с одного экземпляра (побега). Отдельными экземплярами оперируют, когда растения относительно невелики и «границы» экземпляров легко устанавливаются. Если же сбор сырья с целого экземпляра трудоемок (деревья, крупные кустарники), либо его границы трудно определить, предпочтительнее использовать в качестве учетной единицы побег.

**Подсчет численности экземпляров** (побегов) проводят на учетных площадках размером от 0,25 до 10 м<sup>2</sup>, заложенных равномерно в пределах заросли или же на маршрутных ходах (трансектах).

Для определения сырьевой массы модельные экземпляры (побеги) отбирают на учетных площадках или по маршрутному ходу, при этом берут все товарные экземпляры без субъективного выбора «типичных».

При определении массы подземных органов или соцветий в большинстве случаев бывает достаточно 40—60 модельных экземпляров.

*Надземные* вегетативные органы варьируют сильнее и поэтому число модельных экземпляров (побегов) может увеличиться до 100 и даже больше.

У каждого модельного экземпляра взвешивают его сырьевые органы и затем рассчитывают среднюю арифметическую ( $M \pm t$ ) этого показателя.

Число экземпляров в выборке, представительное отражающее массу модельного растения, определяют по той же формуле, что и число учетных площадок. Очевидно, что величина выборки зависит от степени варьирования массы сырья у отдельных экземпляров.

**Урожайность рассчитывают**, перемножая среднее число экземпляров на среднюю массу сырья одного модельного экземпляра.

**Определение урожайности по проективному покрытию.** Данный метод наиболее трудоемкий, однако наиболее точный. *Под проективным покрытием понимают площадь проекций надземных частей растений на поверхность почвы.* При определении урожайности этим методом устанавливают две величины: среднее проективное покрытие вида в пределах заросли и выход массы сырья с 1 % проективного покрытия. Проективное покрытие определяется, как правило, глазомерно или сеточкой Раменского. Первые два способа могут быть рекомендованы лишь опытным исследователям.

*Для определения «цены» 1% покрытия* на каждой площадке срезают и взвешивают сырье с 1 дм<sup>2</sup> и таким образом определяют «цену» 1% проективного покрытия.

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

Запас лекарственного растительного сырья в пределах заросли рассчитывают как произведение средней урожайности на общую площадь заросли. Ресурсоведы различают два вида запасов: *биологический* и *эксплуатационный*.

**Биологический запас** — величина сырьевой фитомассы, образованной всеми (товарными и не товарными) экземплярами данного вида на любых участках, как пригодных, так и непригодных для заготовки.

**Эксплуатационный (промысловый) запас** — величина сырьевой фитомассы, образованной товарными экземплярами на участках, пригодных для промысловых заготовок

**Расчет биологического запаса сырья** ведется по верхнему пределу урожайности (M+2m), но практическое значение этой величины небольшое. **Расчет величины эксплуатационного запаса** ведется по нижнему пределу (M-2m).

#### **Определение величины запасов лекарственного сырья методом ключевых участков.**

**Ключевые участки** — это площади, которые служат эталоном данного типа угодий по сырьевым запасам лекарственного растения. Для использования данного метода необходимо наличие крупномасштабных карт: топографических, геоботанических, почвенных, лесоустроительных, на которых выделены соответствующие элементы рельефа, типы растительных сообществ или почвенных разностей. Картографические материалы нужны для определения площадей угодий, к которым приурочены изучаемые лекарственные растения. Для работы методом ключевых участков необходим предварительный сбор информации по ценотической приуроченности изучаемых видов. При этом необходимо учитывать, что приуроченность лекарственных растений к определенным типам природных комплексов, как правило, не абсолютна. В некоторых из них тот или иной вид лекарственного растения может не произрастать или его будет так мало, что участок окажется непригодным для промышленной заготовки сырья. В этом случае необходимо наличие дополнительных сведений об экологических условиях сообществ, определяющих количественное участие лекарственных видов растений.

**Число ключевых участков** должно быть достаточно большим для получения статистически достоверных результатов о характере размещения и урожайности изучаемого вида.

**Размеры ключевого участка** могут быть различными: чем выше неоднородность растительного покрова, тем больше размер ключевого участка. Обычно ключевые участки имеют площадь от одного до нескольких квадратных километров, но могут быть и меньших размеров. При работе методом ключевых участков требуется, чтобы ими было охвачено не менее 10% площади потенциально продуктивных угодий (природных комплексов), на которых изучаемый вид может образовывать промысловые массивы. Так, например, изучая запасы багульника болотного, толокнянки или бессмертника песчаного, приуроченных к сосновым лесам, ключевые участки следует закладывать не во всех

массивах сосновых лесов. Для багульника - в сосняках сфагновых низкого бонитета; для толокнянки - в сосняках белошниках и сосняках брусничниках; для бессмертника - преимущественно в молодых посадках сосны на песчаных почвах, в редкостойных сосняках и на просеках.

Выбор площади ключевого участка не должен быть субъективным. Ключевые участки закладывают строго систематически, намечая их расположение по плану лесонасаждений, землеустроительным картам или непосредственно на местности.

В тех случаях, когда ключевой участок однороден по растительному покрову и экземпляры изучаемого вида распределены равномерно нет необходимости определять процент площади, занятой зарослью. В этом случае, через ключевой участок прокладывают несколько трансект, на которых подсчитывают число модельных экземпляров, затем определяют сырьевую фитомассу модельного растения (побегов) и рассчитывают среднюю урожайность на весь ключевой участок. В тех случаях, когда территория ключевого участка неоднородна по растительному покрову и лекарственные растения размещены неравномерно (отдельными группами), в первую очередь, следует определить средний процент площади, занятой лекарственным растением. Для этого через ключевой участок прокладывают несколько трансект шириной 1 м, отмечая на них протяженность зарослей изучаемого вида. По этим данным рассчитывают процент, занятый видом на ключевом участке. Средняя урожайность и расчет запасов сырья в пределах ключевых участков определяется по той же методике, что и на конкретных зарослях.

В дальнейшем, количественные характеристики запасов лекарственного сырья на ключевых участках, экстраполируются на общую площадь природного комплекса, в котором встречается данный вид.

Для определения площади природного комплекса можно использовать космоснимки, карты растительности или таксационные описания лесничеств.

### **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. 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 — 1 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. При этом в северных районах и зарослях, располагающихся в худших условиях местообитания, следует брать максимальную продолжительность периода восстановления.

Объем возможной ежегодной заготовки сырья рассчитывают как частное от деления эксплуатационного запаса сырья на продолжительность периода

восстановления заросли (оборот заготовки - год заготовки и число лет, необходимых для восстановления запасов сырья).



### Вопросы и задания:

1. Площадь заросли *щитовника мужского* составляет 5 га. На 30 трансектах с учетной площадью 0,05 га средняя численность товарных экземпляров на составляет  $12,3 \pm 1,18$ . Средняя масса одного модельного экземпляра составляет  $74,9 \pm 6,1$  г. Рассчитайте среднюю урожайность *щитовника мужского*, а также биологический и эксплуатационный запасы сырья.

2. Общая площадь зарослей *ландыша майского* составляют 25 га. Средняя урожайность -  $181,7 \pm 16,3$  г/м<sup>2</sup>. Рассчитайте величину эксплуатационного запаса свежесобранного сырья.

3. Используя данные таблицы 6.1. определите урожайность, а также биологический и эксплуатационный запас шиповника иглистого и возможный объем ежегодной заготовки (средний воздушно-сухой вес одного плода составляет 0,28 г.).

### Популяционные методы исследования

Использование популяционного подхода при изучении лекарственных видов растений позволяет решить ряд прикладных задач: рекомендовать рациональные формы заготовок растительного сырья; выявить основные механизмы устойчивости природных популяций и определить необходимые меры охраны; моделировать длительно существующие искусственные сообщества (посевы лекарственных растений) с сохранением высокой продуктивности и др.

Важным моментом при проведении популяционных исследований лекарственных растений, является определение качественных признаков, специфичных для растений разных жизненных форм.

**Жизненная форма** - внешний облик растений (габитус), отражающая приспособленность растений к условиям среды. Многочисленные примеры морфологической поливариантности растений представлены в системе жизненных форм И.Г. Серебрякова (приложение 5).

Учет жизненной формы лекарственных растений имеет значение при планировании ресурсоведческих работ, при выборе способа определения урожайности, решения вопросов охраны популяций

При изучении ресурсов лекарственных растений весьма информативен метод оценки возрастного состава их популяций (Ценопопуляции растений, 1976, 1988). Оценка этих параметров позволяет определить степень устойчивости природных популяций.

**Возрастное состояние растений или биологический возраст** - это определенный этап онтогенеза, характеризующийся наличием ряда индикаторных признаков, как морфологических, так и биологических. Возрастные состояния популяций лекарственных растений определяются на метровых

площадках, заложенных в пределах однородного растительного сообщества, как правило, в ранге ассоциации. Эту работу можно осуществлять параллельно на метровых площадках и трансектах, используемых для определения средней урожайности лекарственного сырья. Онтогенезы и возрастные состояния многих видов лекарственных растений в настоящее время достаточно хорошо изучены (Онтогенетический атлас..., 1997, 2000; Диагнозы и ключи., 1980, 1983а, 1983б, 1987, 1989).

Изменение морфологической структуры лекарственных растений в процессе онтогенеза позволяет оценить динамику роста надземных и подземных органов. Более детальную характеристику онтогенетических состояний растений дает учет изменений интенсивности фотосинтеза; водного режима; дыхания; активности отдельных окислительно-восстановительных ферментов; содержания пигментов, витаминов, флавоноидов и др.

Начало этому направлению было положено в работах учеников А.А. Уранова - А.М. Быловой и Н.П. Грошевой (1973). Ими были получены количественные данные об изменении интенсивности биохимических процессов в онтогенезе, в частности, о содержании РНК и белкового азота у некоторых видов лекарственных растений (Онтогенетический атлас..., 1997).

Основным этапом анализа возрастной структуры ценопопуляций является *построения возрастного (онтогенетического) спектра*.

*Возрастной спектр* отражает распределение особей по биологическому возрасту. Он позволяет оценить состояние популяции того или иного вида лекарственного растения.

Например, в случае наличия в возрастном спектре особей всех онтогенетических состояний с преобладанием генеративных растений, популяция характеризуется устойчивым состоянием (нормальная полночленная популяция).

Если в возрастном спектре преобладают постгенеративные особи, то данная популяция находится в неустойчивом состоянии, особенно в случае низкой численности или полного отсутствия прегенеративных особей. Со временем популяция может перейти в регрессивное состояние и полностью исчезнуть.

Популяции с преобладанием прегенеративных особей и незначительным числом (или полным отсутствием) генеративных растений (инвазионные популяции) находятся на начальных этапах развития, и проводить заготовки, в данном случае, нерационально.

Классификация возрастных состояний (по: Работнов, 1950)

Периоды	Возрастные состояния	Индекс	Признак
Латентный	Семена	sc	Покоящиеся семена
Прегенеративный	Проростки	p	Смешанное питание, наличие зародышевых структур: семядолей, первичного корня и побега.
	Ювенильные	j	Наличие листьев иной формы и расположения, чем у взрослых особей, возможно иной тип нарастания и ветвления особи, сохранение некоторых зародышевых структур (корня, побега), отсутствие семядолей.
	Имматурные	im	Развитие листьев и корневой системы переходного типа, появление отдельных взрослых черт в структуре побегов.
	Виргинильные	v	растения имеют характерные для вида взрослые листья, побеги и корневую систему.
	Молодые Генеративные	g1	Появление генеративных органов. Преобладание процессов новообразования над отмиранием.
Генеративный	Средне возрастные генеративные	g2	Уравновешивание процессов новообразования и отмирания. Максимальный ежегодный прирост. Максимальная семенная продуктивность.
	Старые Генеративные	g3	Преобладание процессов отмирания над процессом новообразования: снижение генеративной функции, ослабление процессов корне- и побегообразования.
Постгенеративный	Субсенильные	ss	Полное отсутствие плодоношения. Резкое преобладание процессов отмирания над процессами новообразования, упрощение жизненной формы, вторичное появление листьев переходного (имматурного) периода
	Сенильные	s	Накопление отмирающих частей растения. Предельное упрощение жизненной формы, вторичное появление некоторых ювенильных черт организации (форма листьев, характер побегов), в некоторых случаях полное отсутствие почек возобновления.

При определении запасов лекарственного сырья **важно учитывать пространственную организацию популяций.**

При *анализе горизонтальной структуры популяций растений*

устанавливается характер размещения особей по площади сообщества. Различают случайное, регулярное и групповое (контагиозное) размещение. Для определения типа размещения используют различные индексы, наиболее распространенным является коэффициент дисперсии ( $K_d$ ): отношение дисперсии ( $S^2$ ) к среднему арифметическому числа особей на единицу площади ( $m$ ). Для случайного распределения он равен 1, для равномерного  $<1$ , для группового  $>1$  (Грей-Смит, 1967).

В большинстве случаев растения в пространстве распределены контагиозно. Скопления возникают вследствие разных причин: неоднородности среды обитания, особенностей размножения и др. С одной стороны агрегация может усиливать конкуренцию между особями за ресурсы среды, с другой - образование скоплений способствует устойчивости популяций.

Растения, объединенные в группу, эффективнее удерживают территорию, изменяют микроклимат в благоприятном для себя направлении, в пределах скопления часто наблюдается более успешное размножение вида.

#### **Вопросы и задания:**

1. Перечислите возрастные состояния растений. Какие морфологические изменения диагностируют переход особи в новое возрастное состояние? Какие изменения в биологии особи соответствуют им?
2. На предложенном гербарном материале выделите возрастные группы лекарственных растений. Разложите и опишите гербарные образцы в соответствии с ходом онтогенеза.
3. Чем характеризуются листья ювенильного типа и в каких возрастных состояниях они встречаются?
4. В чем отличие онтогенеза однолетних и многолетних видов лекарственных растений?
5. Приведите примеры лекарственных растений в онтогенетическом спектре которых часто отсутствуют особи постгенеративного периода; всегда отсутствуют особи постгенеративного периода.
6. Существует ли связь между накоплением биологически активных веществ и возрастным состоянием растений.

#### **Геоботанические методы**

При оценке запасов лекарственного сырья того или иного вида важное значение имеет *установление его связей с растительными сообществами*.

**Определение ценокомплекса вида** является необходимым этапом ресурсоведческого исследования. На каждом ключевом участке, где определяются запасы лекарственного сырья, необходимо проведение геоботанических описаний по общепринятым методикам (Полевая., 1960; Александрова, 1969; Миркин и др., 1989).

В пределах ключевых участков закладываются учетные площадки величиной 100м<sup>2</sup>. В зависимости от площади ключевого участка число площадок должно составлять 4 (8, 12, 16 и т.д.). Учетные площадки должны охватывать всю площадь распространения вида в пределах данного сообщества, при этом они должны быть удалены друг от друга, чтобы случайности неравномерного распределения видов не влияли на полноту выявления видового состава (Методические..., 2010).

При геоботанических описаниях проводят учет таких ключевых параметров фитоценозов как флористический состав и количественное участие видов в сообществе. Последний параметр оценивается на основе обилия или проективного покрытия видов.

**Обилие** - это среднее число особей вида на единицу площади. Этот показатель дает представление о плотности распределения видов в сообществе. Оценить обилие у некоторых жизненных форм с активным вегетативным размножением (длиннокорневищные, корнеотпрысковые и др.) достаточно сложно. При оценке обилия чаще всего используют шкалу Друде:

soc (*sociaks* - обильно) - растения смыкаются надземными частями, образуют фон;

cop (*copeosus* - много) - растения данного вида встречаются в больших количествах, но фона не образуют (cop 3 - очень обильно; cop 2 - обильно; cop 1 - достаточно обильно);

sp (*sparsus* - мало) - растения данного вида редки;

sol (*solitarius* - очень мало) - вид представлен очень немногими особями; rr (*rarissimo* - редко) - растения данного вида встречаются очень редко; un (*unicus* - единично) - вид представлен 1 экземпляром.

**Проективное покрытие** - это площадь горизонтальной проекции надземных органов растения на единицу площади, выраженная в процентах. Универсальным методом учета проективного покрытия является шкала Браун-Бланке. В зависимости от занимаемой площади видам присваиваются следующие баллы: r - крайне рассеяно, с очень незначительным покрытием (1-5 особей);

+ - рассеяно с проективным покрытием менее 1 %;

1 - обильно, но с незначительным покрытием, менее 5 % пробной площади;

2 - очень обильно, покрывает до 25% пробной площади;

3 - вид занимает от 25 % до 50 % пробной площади;

4 - покрывает от 50 % до 75 % пробной площади;

5 - покрывает более 75 % пробной площади.

Результаты геоботанических описаний оформляются в виде сводной таблицы, в которой перечислены латинские названия видов и их количественное участие на учетных площадках.

Полученные данные предоставляют широкие возможности для дальнейшего анализа. Используя полученные данные можно установить виды-доминанты и эдификаторы, встречаемость видов, соотношение эколого-ценотических групп, жизненных форм и др.

В широком смысле результаты геоботанических описаний можно использовать для оценки экологического пространства ценокомплекса того или иного лекарственного растения.

### Вопросы и задания

1. Объясните по каким причинам учет обилия у таких видов как *Elytrigia repens*, *Aegopodium podagraria* и *Artemisia dracuncululus* невозможен?

2. У каких из ниже перечисленных видов количественное участие в сообществе целесообразно проводить на основе учета обилия, а у каких на основе проективного покрытия: *Crataegus sanguisorba*, *Stipa pennata*, *Potentilla alba*, *Rumex confertus*, *Comarum palustre*. Ответ поясните.

3. В настоящее время учет количественного участия видов проводят, как правило, с использованием шкалы Браун-Бланке. Объясните в чем преимущества данного метода?

4. Как проявляется экологическая индивидуальность видов в отношении увлажнения и богатства почвы (рис. 16)? На основании ширины экологических амплитуд и зоны оптимума определите наиболее эвритопный и наиболее стенотопный вид.

### Морфометрические методы

Культивирование лекарственных растений является важным источником получения качественного растительного сырья.

**При искусственном возделывании в агроценозах** создаются оптимальные условия для роста растений (тепловой режим, увлажнение, минеральное питание). В этом случае скорость фотосинтеза будет являться определяющим фактором формирования высоких значений урожайности. Интенсивность поглощения солнечной энергии напрямую зависит от площади листовой поверхности и от положения листьев в пространстве по отношению к свету. Чем больше площадь поглощающей поверхности листовой пластинки, тем большее количество ассимилятов образуется в растении, тем больше продуктивность агропосева. При культивировании лекарственных растений необходимо соблюдать баланс между максимальной площадью ассимилирующей поверхности и оптимальной плотностью растений в посевах.

**Для расчета относительной величины максимальной продуктивности** того или иного вида лекарственного растения необходимо знать 2 показателя: массу листовой пластинки и площадь ассимилирующей поверхности листа.

Определение площади листьев является весьма сложным приемом, т.к. их форма и размер меняется в течение сезона, листовая пластинка трудно поддается измерению.

Существует несколько вариантов определения площади ассимилирующей поверхности листьев в зависимости от ее формы (расчеты проводятся для генеративных особей, обладающих наибольшей фотосинтезирующей способностью).

1. **Метод промеров.** Данный метод подходит для растений с линейной формой листьев. Из каждой пробы методом случайной выборки выбирают по 10 зеленых листьев и определяют площадь методом линейных измерений по длине (Бср.) и наибольшей ширине (Нср). Площадь измеренных листьев (S) рассчитывают по формуле:

$S = L_{\text{ср.}} \times H_{\text{ср.}} \times 0,7 \times n$ ,  $\text{см}^2$ , где  $S$  - площадь 10 листьев,  $\text{см}^2$ ;

$L_{\text{ср.}}$  - средняя длина измеренных листьев, см;

$H_{\text{ср.}}$  - средняя ширина измеренных листьев, см;

$n$  - число измеренных листьев;

0,7 - коэффициент для расчета площади листьев злаковых культур (Моисеев, Решецкий, 2009).

Для крупных листьев со слаборассеченным краем листовой пластинки применяется следующий метод. На миллиметровую бумагу наносится контур листа и считается его площадь. Этот метод точен, но длителен по времени.

**Метод сканирования.** Основан на определении площади листьев с использованием компьютерной техники. Компьютерная программа «Листомер» для определения площади листьев создана на базе универсального графического редактора XnView. Площадь листьев можно рассчитывать как в совокупности, так и каждого листа в отдельности. При использовании данной программы устраняется погрешность увядания листьев, на величину площади листьев не повлияет жилкование и толщина листа. Программа рассчитывает площадь сканированного изображения в заданные единицы измерения (Соломко и др., 2011).

Для расчета оптимальной плотности посева лекарственных растений необходимо рассчитать максимально возможное число листьев на единице площади, т.е. смоделировать расположение максимально возможного числа листьев без затенения, исходя из площади листовой пластинки и размера учетной площадки. Зная массу 1 листовой пластинки, вычисляем расчетную продуктивность листовых пластинок в посевах на единицу площади. Полученный показатель является относительной величиной, характеризующий максимальную продуктивность агроценоза при оптимальном размещении особей. Дальнейшую работу по получению расчету плотности посевов проводят экспериментальным способом.

### **Вопросы и задания**

1. В фазе проростков и ювенильного состояния ассимиляты наиболее активно поступают в корни, что способствует развитию корневой системы. Каким образом меняется распределение ассимилятов при переходе от имматурного к генеративному состоянию?

### **Картографический метод**

Сведения о запасах лекарственного сырья имеют большое значение при планировании возможных объемов ежегодных заготовок. Для инвентаризации данных по запасам лекарственного сырья и их мониторинга необходима *подготовка карт с информацией о запасах лекарственных растений* и их связях с растительными сообществами, рельефом, почвами и т.д.

В зависимости от полноты имеющихся сведений, поставленных целей и

масштаба карты, существуют различные методы составления карт:

- **метод наземной съемки контуров зарослей** с последующим определением урожайности и запасов лекарственного сырья (см. п. 1.4.1). Данный метод применяется при отсутствии данных о распространении вида в пределах той или иной территории и его запасах. Как правило, им пользуются при проведении региональных исследований (область, район). Для картирования зарослей рекомендуется использовать детальные (1:2000) или крупномасштабные (1:5000 - 1:10 000) карты;

- **составление карты методом выборочных полевых исследований** и контрольных маршрутов. Осуществляется при наличии картографических данных по распространению видов, их связи с растительными сообществами, гидрологической сетью, рельефом, почвами и др. и возможно имеющихся сведений по запасам лекарственного сырья. В данном случае используются среднемасштабные карты (1:100 000 - 1:300 000). Исследования проводятся на уровне области, края или какого-либо географически очерченного региона;

- **камеральный метод составления карт** с использованием имеющихся контурно-точечных ареалов лекарственных растений, данных о запасах лекарственного сырья, урожайности, возможности ежегодных заготовок. Проводится мелкомасштабное картирование на зональном уровне (от 1: 500 000 и выше).

Во всех случаях масштаб карты определяет минимальный размер контура заросли в природе. При составлении легенды карт за основу обычно берутся три взаимосвязанных показателя: урожайность, запасы сырья, возможности заготовок (Буданова, Адонина, \*\*\*\*).

### **Способы предоставления данных на картах**

Самые распространенные способы предоставления данных на картах - способ качественного цветового фона (картографируемых характеристик различаются цветом и оттенками цвета с четкими линейными границами), количественного цветового фона (проводится заливка посредством различных штриховок), а также их комбинирование, и способ значков. Способ значков используется для изображения на карте внемасштабных объектов и их типов, например, сведений о возможных заготовках.

Содержание карты и степень наполнения зависит от ее целевого назначения: теоретического, познавательного, практического (Зайко, 1996).

### **Геоинформационные методы**



*ГИС - это информационная система*, предназначенная для сбора, обработки, моделирования и анализа пространственно-координированных данных, их отображения и использования при решении расчетных задач.

Пространственными данными являются любые пространственно-координированные цифровые данные об объектах, включающие сведения об их местоположении и свойствах. К ним относятся цифровые карты, изображения, аэрокосмические снимки и др.

Базы данных (БД) ГИС представляют собой совокупность информации, представленной в формализованном виде и организованной по определенным правилам, устанавливающим общие принципы описания, хранения и обработки данных (Геоинформатика, 1999).

Исходными материалами для формирования ГИС ресурсов лекарственного сырья той или иной территории являются: карты разных масштабов (топографические, физико-географические, почвенные и т.д.); аэрокосмические снимки; лесотаксационные данные; результаты комплексных исследований по оценкам запаса лекарственного сырья; данные о местонахождениях различных объектов (зарослей лекарственных растений, пробных площадей, ключевых участков, трансект и т.д.), полученные с помощью GPS-навигатора.

Принципы организации ГИС изложены например, в работах: Геоинформатика, 2005; Лурье, 2002, 2008; Методические., 2010 и др. В стране имеется опыт применения ГИС при оценке запасов ресурсов лекарственного сырья. Такого рода исследования были проведены при инвентаризации популяций дикорастущих лекарственных растений Пермского края (Турышев, 2007; Турышев и др., 2007; Касьянов, 2012). Исследователями предложен алгоритм создания и работы ГИС на модельных видах лекарственных растений Пермского края, который может быть использован и в других регионах страны.

Основное назначение ГИС заключается в формировании знаний о Земле, отдельных территориях, местности, а также своевременном доведении необходимых и достаточных пространственных данных до пользователей с целью достижения наибольшей эффективности их работы.