

УДК 635.9
ББК42.3
М43

Серия «Приусадебное хозяйство» основана в 2000 году

Подписано в печать 21.07.04. Формат 84х108
Усл. печ. л. 4,2. Тираж 5000 экз. Заказ № 4581

Меженский В.Н.

М43 Растения-индикаторы / В.Н. Меженский. — М.: ООО «Издательство АСТ»; Донецк: «Сталкер», 2004. — 76, [4] с. — (Приусадебное хозяйство).

ISBN 5-17-025806-2 (ООО «Издательство АСТ»)
ISBN 966-696-609-3 («Сталкер»)

Приведена полезная информация о растениях-индикаторах, благодаря которым можно определить состав почвы и степень ее плодородия; наличие месторождений полезных ископаемых; глубину залегания вод; узнавать время и прогнозировать погоду.

Книга рассчитана на широкий круг читателей.

УДК 635.9
ББК42.3

© В.Н. Меженский, 2004
© ИКФ «ТББ», 2004
© Серийное оформление.
Издательство «Сталкер», 2004

ВВЕДЕНИЕ

Растениями-индикаторами называют растения, тесно связанные с определенными экологическими условиями. По их присутствию узнают о содержании определенных микроэлементов и веществ. На изменения окружающей среды растения-индикаторы реагируют изменением внешнего вида и химического состава; количество их может резко возрасти или, наоборот, уменьшиться.

Растениями-индикаторами пользуются при оценке механического и химического состава почвы, в поисках пресных вод в пустыне и при разведке полезных ископаемых. Им отводится важная роль в индикационной геоботанике, экологии, физиологии и биохимии растений, биогеографии, геологии, геохимии, гидрогеологии и других науках. Видовой состав растений свидетельствует о кислотности почвы, степени ее плодородия, наличии или нехватке тех или иных химических элементов. Умение увидеть и прочитать ту информацию, которой обладают растения, помогает найти уран и золото, узнать новое об окружающей природе, иногда даже спасти жизнь.

С детства мы помним сказки и легенды о богатствах, скрытых в толще земли, и о растениях, помогающих до них добраться. Действительность оказывается еще чудеснее. Растения способны указать на рудные месторождения для металлургической промышленности, залежи драгоценных металлов, нефти. Некоторые из них в своих органах аккумулируют редкие металлы, повышая их концентрацию в сотни и тысячи раз больше по сравнению с их содержанием в почве. Иногда оказывается выгоднее организовать добычу редких металлов, извлекая их из золы растений, чем добывать их на традиционных рудоперерабатывающих предприятиях. Другие — внешним видом сигнализируют — не проходите мимо, здесь что-то есть! Растения —

помощники геологов указывают на подземные залежи полезных ископаемых на глубинах до 20-50 м.

По состоянию растения, внешнему виду листьев и других органов можно достаточно точно определить состав почвы, наличие в ней питательных веществ. Для нормального роста и плодоношения растениям нужны свет, вода, питательные элементы. Если же их не хватает, то растение сразу же сообщает нам об этом. Умение услышать, точнее, увидеть, что именно говорят нам растения, позволяет вовремя прийти к ним на помощь. Взамен они отблагодарят нас прекраснейшими цветами или вкуснейшими плодами.

Не каждое растение может быть индикатором. Лучшими индикаторами являются так называемые стенобионты — виды, приспособленные к существованию в строго определенных условиях и не выносящие больших колебаний окружающей среды по сравнению с видами, существующими при значительных изменениях или в различных условиях окружающей среды. Численные соотношения различных видов и популяций часто служат лучшим индикатором, чем численность одного вида, так как целое лучше, чем часть, отражает общую сумму условий. Это особенно явно проявляется при поисках биологических индикаторов разных типов загрязнения.

С помощью растений намного дешевле и проще следить за состоянием окружающей среды. При экологическом мониторинге загрязнений использование индикаторных растений часто дает более ценную информацию, чем оценка загрязнения приборами.

Люди и растения связаны множеством невидимых нитей, и способность разбираться в этих хитросплетениях приносит немалую пользу.

РАСТЕНИЯ-ИНДИКАТОРЫ В ПРИРОДЕ

Индикаторы кислотности почвы

Дачу или садово-огородный участок используют по-разному. Можно отдыхать, просто наслаждаясь свежим воздухом,

вкушать фрукты и ягоды, выращенные своими руками, любоваться цветниками. Между тем и цветы, и ягоды, и даже кислород, которым мы дышим, дают нам растения, без которых жизнь человека невозможна. Так как выращивать растения владельцам дач чаще всего приходится самостоятельно, им следует знать о свойствах почвы своего участка, поскольку от этого во многом зависит успешность данного мероприятия. Обладая наблюдательностью и элементарными знаниями по биологии, можно определить состояние почвы и предпринять необходимые меры по улучшению или поддержанию ее свойств.

Одним из главных характеристик почвы является ее кислотность. Кислотность почвы — это свойство почвы, обусловленное наличием ионов водорода, находящихся в ней. Ее можно выразить при помощи pH — показателя активности ионов водорода.

В соответствии с величиной pH различают почвы; *сильнокислые* — $\text{pH} < 4,5$, *среднекислые* — $\text{pH} < 4,6-5,0$, *слабокислые* — $\text{pH} = 5,1-5,5$, близкие к нейтральным — $\text{pH} 5,6-7,0$, *щелочные* — $\text{pH} > 7,0$. Кислую реакцию имеют болотные, дерново-подзолистые и серые лесные почвы, нейтральную — черноземные почвы, щелочную — каштановые почвы и сероземы, сильнощелочную — солонцы.

В химии применяется набор специальных веществ — индикаторов (табл. 1), изменяющих под влиянием увеличения или уменьшения концентрации водородных и гидроксильных ионов окраску раствора, в который их добавляют.

Известным индикатором является лакмусовая бумага, которая в щелочном растворе окрашивается в синий цвет, а в кислом — в красный. Использование определенных реактивов с последующим сравнением полученной окраски почвенного раствора со стандартной окрашенной шкалой позволяет определить кислотность почвы. Ее можно установить также при помощи специального прибора — pH-метра.

Что же делать, если невозможно выполнить эти анализы? Тогда на помощь приходят сами обитатели земли — на реакцию почвы укажут растения-индикаторы. В качестве помощников могут выступить растения, которые люди пренебрежи-

Таблица 1. Индикаторы для разных показателей pH

Индикатор	Концентрация и растворитель индикатора	pH	Окраска до и после перехода
Трансолин	0,1% в воде	11,0–13,0	Желтая — оранжево-коричневая
Ализариновый желтый	0,1% в воде	10,1–12,1	Желтая — лиловая
Фенолфталеин	1% в спирте	8,0–10,0	Бесцветная — пурпурная
Нафтолфталеин	0,5% в спирте	7,3–8,7	Желто-розовая — сине-зеленая
Нейтральный красный	0,1% в спирте	6,8–8,0	Красная — желтая
Метиловый красный	0,2% в спирте	4,4–6,2	Красная — желтая
Метиловый оранжевый	0,1% в воде	3,1–4,4	Красная — желтая
Конго красный	0,1% в воде	3,0–5,2	Сине-фиолетовая — красная
Метиловый фиолетовый	0,1% в воде	2,0–2,5	Синяя — фиолетовая
Метиловый фиолетовый	0,1% в воде	1,0–1,5	Зеленая — синяя
Метиловый фиолетовый	0,1% в воде	0–0,5	Желтая — зеленая

тельно называют сорняками. Разумеется, растения не так точно показывают значение pH, как специальные химические реактивы, но во многих случаях полученной информации вполне достаточно для огородника или садовода-любителя.

В таблице 2 приведены широко распространенные травянистые растения, которые могут помочь определить кислотность почвы. Некоторые из них изображены на рис. 1,2,3.

Таблица 2. Травянистые растения-индикаторы кислотности почвы

Характеристика почв	Растения-индикаторы
Кислые	Горец кустарниковый (<i>Polygonum dumetorum</i>) Звездчатка ланцетовидная (<i>Stellaria holostea</i>) Калужница болотная (<i>Caltha palustris</i>) Кипрей мохнатый (<i>Epilobium hirsutum</i>) Куриное просо (<i>Echinochloa crus-galli</i>) Лютик ползучий (<i>Ranunculus repens</i>) Лютик едкий (<i>Ranunculus acer</i>) Подорожник большой (<i>Plantago major</i>) Сераделла мелкая (<i>Ornithopus persusillus</i>) Седмичник европейский (<i>Trientalis europaea</i>) Фиалка трехцветная (<i>Viola tricolor</i>) Хвощ луговой (<i>Equisetum pratense</i>) Щавель воробыный (<i>Rumex acetosella</i>) Щавель конский (<i>Rumex confertus</i>)
Нейтральные или слабокислые	Клевер горный (<i>Trifolium montanum</i>) Клевер ползучий (<i>Trifolium repens</i>) Крапива жгучая (<i>Urtica urens</i>) Манжетка обыкновенная (<i>Alchimilla vulgaris</i>) Мыльнянка лекарственная (<i>Saponaria officinalis</i>) Пырей ползучий (<i>Erythraea repens</i>) Редька дикая (<i>Raphanus raphanistrum</i>) Ромашка лекарственная (<i>Matricaria chamomilla</i>) Смолевка поникшая (<i>Silene nutans</i>) Чистец лесной (<i>Stachys sylvatica</i>)
Щелочные	Вьюнок полевой (<i>Convolvulus arvensis</i>) Горчица полевая (<i>Sinapis arvensis</i>) Дрема белая (<i>Melandrium album</i>) Живокость полевая (<i>Consolida regalis</i>) Лебеда раскидистая (<i>Atriplex patula</i>) Мак самосейка (<i>Papaver rhoeas</i>) Подмаренник цепкий (<i>Galium aparine</i>) Подорожник ланцетный (<i>Plantago lanceolata</i>) Язвенник крупноголовчатый (<i>Anthyllus macrocephala</i>)

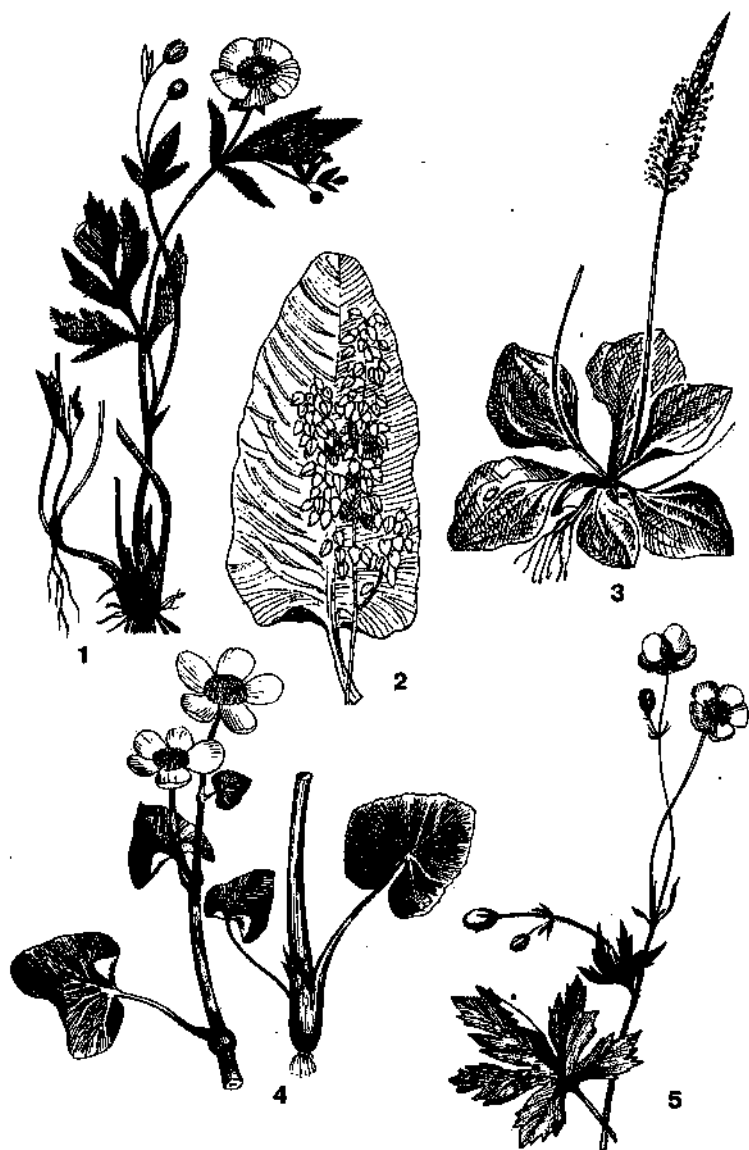


Рис. 1. Травянистые растения-индикаторы кислых почв: 1 — лютик ползучий; 2 — щавель конский; 3 — подорожник большой; 4 — калужница болотная; 5 — лютик едкий;



Рис. 2. Травянистые растения-индикаторы нейтральных и слабокислых почв: 1 — клевер горный; 2 — ромашка обыкновенная; 3 — пырей ползучий; 4 — клевер ползучий; 5 — манжетка обыкновенная;



Рис. 3. Травянистые растения-индикаторы щелочных почв:
 1 — выюнок полевой; 2 — мак-самосейка; 3 — дрёма белая; 4 —
 подмаренник цепкий; 5 — лебеда раскидистая; 6 — подорожник
 ланцетный

Большинство культивируемых растений наиболее успешно развивается в условиях среды, близкой к нейтральной. Поэтому если почва на участке сильнокислая или сильнощелочная, то ее необходимо улучшить. Кислые почвы известкуют, добавляя известняк, гашеную известь, доломитовую муку, мел, мергель, торфотуф или печную золу. Доза внесения извести зависит от кислотности почвы, ее механического состава и выращиваемой культуры.

Некоторые садовые растения требуют кислых почв, поэтому для обеспечения наилучших условий их роста почву иногда приходится подкислять. Из плодовых культур это, например, американские крупноплодные клюква (*Vaccinium macrocarpon*), требующая pH 3,5-5, и голубика (*Vaccinium corymbosum*), растущая при pH 4-5,5. Наши ягодные кустарники — крыжовник (*Grossulahaspp.*), малина (*Rubusidaeus*), черная смородина (*Ribes nigrum*) также предпочитают слабокислые почвы. Хорошо развиваются в кислой среде белокочанная и цветная капуста (*Brassica capitata*, *Brassica cauliflora*), редис (*Raphanus sativus*). Многие цветочно-декоративные растения — верески (*Galluna sp.*), гортензии (*Hydrangea sp.*), рододендроны (*Rhododendron sp.*), папоротник мужской (*Dryopteris filis-mas*) — нуждаются в кислых почвах, поэтому под посадку приходится вносить кислый торф. Газонные травы — полевица тонкая (*Agrostis tenuis*), овсяницы обманчивая и тонколистная (*Festuca fallax*, *Festuca tenuifolia*) образуют лучший дерн на почве, кислотность которой находится в пределах pH 5,2-5,6. Для формирования качественного и долговечного газона важное значение имеют интенсивность скашивания, высота скашивания — у каждого вида газонных злаков она своя — ниже 1 см, 1-2, 2-3, выше 3 см, — а также плодородие почвы и ее кислотность.

Плодовые культуры являются растениями лесных сообществ и предпочитают выщелоченные почвы со слабокислой или нейтральной реакцией, хотя могут нормально развиваться и на слабощелочных почвах. Однако на щелочных почвах у них может наблюдаться железное или магниевое голодание, приводящее к хлорозу. Между тем ряд садовых растений лучше развивается, если в почве имеется известь. Из плодовых культур — это вишня (*Cerasus vulgaris*), кизил (*Cornus mas*), миндаль (*Amygdalus*

communis), из овощных — спаржа (*Asparagus officinalis*), из цветов — бурачок (*Alyssum saxatile*), гвоздики (*Dianthus sp.*), ирисы (*Iris sp.*), настурция (*Tropaeolum majus*), флоксы (*Phlox sp.*). Любят известковые почвы орхидея наших лесов — венерин башмачок (*Cypripedium calceolus*) и обитатель горных вершин — эдельвейс (*Leontopodium alpinum*).

Важно знать pH почвы не только агрономам, но и ресурсоведам. Ботаники при характеристике растительных условий по отношению к кислотности почв выделяют: **ацидофилы** — растения кислых почв; **нейтрофилы** — растения нейтральных почв; **базифилы** — виды растений, характерные для щелочных почв. Ацидофилы обычно указывают на кислые и бедные почвы, нейтрофилы и базифилы встречаются на почвах, богатых минеральными элементами.

Растения кислых почв:

— крайние ацидофилы, растущие на сильнокислых почвах с pH 3,0-4,5. В эту группу входят сфагновые мхи — бурый, компактный и магелланский (*Sphagnum fuscum*, *Sphagnum compactum*, *Sphagnum magellanicum*), зеленые мхи (*Dicranum sp.*, *Hylocomium splendens*), плауны (*Lycopodium sp.*), белоус (*Nardus stricta*), вереск (*Galluna vulgaris*), водяника (*Empetrum nigrum*), марьянниклуговой (*Melampyrum pratense*), ожика волосистая (*Lusula pilosa*), пушица влагалищная (*Eriophorum vaginatum*), ситник тонкий (*Juncus tenuis*), щучка (*Deschampsia caespitosa*);

— умеренные ацидофилы индицируют почвы с pH 4,5-6,0. К ним относятся сфагнум балтийский (*Sphagnum balticum*), багульник (*Ledum palustre*), брусника (*Rhodococcum vitis-idaea*), кошачья лапка (*Antennaria dioica*), седмичник (*Trientalis europaea*), толокнянка (*Arctoctaphylos uva-ursi*), фиалка собачья (*Viola canina*), черника (*Vaccinium myrtillus*);

— слабые ацидофилы показывают почвы с pH 5,0-6,7. В эту группу входят сфагнум Гиргензона (*Sphagnum girgensohnii*), папоротник мужской (*Dryopteris filis-mas*), бор развесистый (*Millium effusum*), ветреница лютиковая (*Anemone ranunculoides*), зеленчук (*Galeobdolon luteum*), колокольчики широколистный и крапиволистный (*Campanula latifolia*, *Campanula trachelium*), купена многоцветковая (*Polygonatum multiflorum*),

медуница неясная (*Pulmonaria obscura*), овсяница высочайшая (*Festuca altissima*), осоки волосистая и ранняя (*Carex pillosa*, *Carex praecox*).

Растениями-индикаторами околонеутральных почв с pH 6,0-7,3 являются земляника зеленая, или клубника (*Fragaria viridis*), сныть (*Aegopodium podagraria*) и другие растения.

Нейтральные до слабощелочных почвы с pH 6,7-7,8 индицируют **растения-нейтробазифилы**: мать-и мачеха (*Tussilago farfara*), пупавка красильная (*Anthemis tinctoria*). **Базиофилы** — растения, растущие на **щелочных почвах**: василек русский (*Centaurea ruthenica*), горчак (*Acroptilon repens*), кермеки (*Limonium* sp.), подмаренник (*Galium aparine*), селитрянка (*Nitraria schoberi*). **Растения-галофиты** обитают в **засоленных** местах и способны накапливать в своих органах большое количество солей. Это не причиняет им ущерба, а не слишком высокие концентрации солей даже способствуют росту. Особенно склонны к накоплению солей растения семейства маревые — *Chenopodiaceae*. Солерос (*Salicornia europaea*) растет даже при содержании поваренной соли в почве 2-3 %-ной концентрации, которая для большинства растений является смертельной. Даже если выращивать галофиты на нормальных садовых почвах, они могут накапливать в своих тканях Na и Cl. Жаль, что огурцы и помидоры не являются галофитами, иначе малосольные огурцы можно было бы получать прямо на грядке. Правда, в каждой шутке есть доля истины. Опыты по подбору растений для выращивания на засоленных почвах и при поливе их сильно минерализованной водой позволили выделить формы, пригодные для возделывания в условиях, губительных для обычных сортов культурных растений. Оказалось, что наиболее устойчивые линии росли достаточно хорошо даже при поливе морской водой.

Большие группы растений не могут служить индикаторами, так как нормально растут в широком диапазоне pH. Это **растения-эвритопы**, обитающие на **почвах** с pH от 3,0-9,5, т.е. **от сильнокислых до сильнощелочных**, например, мышиный горошек (*Vicia crassa*).

Растения способны указать нам и на плотность почвы. Так, дымянка лекарственная (*Fumaria officinalis*), незабудка полевая

(*Myosotis arvensis*), пикульник (*Galeopsis bifida*) растут на рыхлых почвах, а лапчатка гусиная (*Potentilla anserina*), лютик ползучий (*Ranunculus repens*), подорожник большой (*Plantago major*) — на уплотненных.

Индикаторы почвенного плодородия

Растительность подает нам достаточно явные сигналы о структуре почвы, ее водном режиме и балансе питательных веществ. Поэтому с помощью растений можно определить, например, какие выбрать удобрения. Плодородие почвы является ее важнейшей характеристикой. Именно от плодородия зависит и урожай, и красота растений. Растения-индикаторы укажут на уровень плодородия земли, на которой они произрастают.

Если запас питательных веществ в почве невелик, на них могут произрастать только **растения-олиготрофы**. В природе на таких землях растут низшие растения — сфагновые мхи (*Sphagnum* sp.) и лишайники: кладонии (*Cladonia* sp.), пельтигера (*Peltigera* sp.), цетрария, или исландский мох (*Cetraria islandica*). Из высших растений это обитающие во влажных лесах и болотах багульник (*Ledum palustre*), брусника (*Vaccinium vitis-idaea*), вереск (*Calluna vulgaris*), клюква (*Vaccinium oxycoccus*, или *Oxycoccus quadripetalus*), подбел (*Andromeda polifolia*), черника (*Vaccinium myrtillus*) и растения песчаных почв — белоус (*Nardus stricta*), бессмертник (*Helichrysum arenarium*), кошачья лапка (*Antennaria dioica*), ястребинка волосистая (*Hieracium umbellatum*) и др. Для того чтобы сделать эти почвы пригодными для культивирования других растений, необходимо повысить их плодородие внесением удобрений.

Растения-мезотрофы довольствуются средней обеспеченностью почв минеральным питанием. Это зеленые мхи гилокомиум (*Hylocomium splendens*) и ритидиладельф (*Rhytidiadelphus* sp.), папоротник мужской (*Dryopteris filix-mas*), вероника дубравная (*Veronica chamaedrys*), ветреница лютиковая (*Anemone ranunculoides*), земляника лесная (*Fragaria vesca*), грушанка круглолистная (*Pirola rotundifolia*), душица (*Origanum vulgare*), иван-да-марья (*Melampyrum nemorosum*), любка двулистная

(*Plantanthera bifolia*), смолевка поникшая (*Silene nutans*), яснотка пурпуровая (*Lamium purpureum*) и другие растения.

Указателями богатых почв являются **растения-эвтрофы** и **растения-мегатрофы**. На плодородных почвах растут: мох мниум (*Mnium sp.*), папоротники страусово перо (*Matteuccia struthiopteris*) и кочедыжник женский (*Anthrinum filix-femina*), иван-чай (*Chamaenerium angustifolium*), копытень (*Asarum europaeum*), коротконожка лесная (*Brachypodium silvaticum*), крапива двудомная и жгучая (*Urtica dioica*, *Urtica urens*), купырь лесной (*Anthriscus silvestris*), лебеда (*Atriplex patula*), лисохвост (*Alopecurus pratensis*), лунник (*Lunaria rediviva*), малина (*Rubus idaeus*), медуница (*Pulmonaria obscura*), мокрица (*Stellaria media*), овсяница гигантская (*Festuca gigantea*), паслен черный (*Solanum nigrum*), перелеска благородная (*Hepatica nobilis*), хвощ лесной (*Equisetum silvaticum*) и некоторые другие виды.

Растения-эвритрофы, т.е. растения, которые могут расти и успешно развиваться на почвах разного плодородия, в качестве индикаторов почвенного плодородия использованы быть не могут.

Важнейшим элементом питания растений является азот. При нехватке азота растения слабо растут, имеют чахлый вид, бледную окраску листьев. При достаточном азотном питании развитие надземных органов и общее состояние растений хорошее. Индикаторами значительного содержания азота в почве являются растения-нитрофилы. Они растут на обогащенных азотом почвах ольховых лесов — калужница (*Caltha palustris*), крапива двудомная (*Urtica dioica*), недотрога (*Impatiens noli-tangere*), паслен сладко-горький (*Solanum dulcamara*), хмель (*Humulus lupulus*), в верхних слоях почвы под пологом лиственных лесов — звездчатка лесная (*Stellaria holostea*), пролесник многолетний (*Mercularia perennis*), на плодородных пустырях — крапива глухая и яснотка пурпуровая (*Lamium album*, *Lamium purpureum*), лопух (*Arctium lappa*), марь белая (*Chenopodium album*), пустырник (*Leonurus cardiaca*). Индикаторами низкого содержания азота в почве являются растения-нитрофобы. Ими являются многие бобовые растения: дрок красильный (*Genista tinctoria*), люцерна (*Medicago lupulina*), астрарал (*Astragalus sp.*) и другие. Выживать на почвах, бедных азотом, им помогает со-

дружество с азотфиксирующими микроорганизмами, которые способны получать азот из атмосферы и снабжать им растения. Клубеньковые бактерии в течение года обогащают 1 га бобового поля 200-300 кг азота. Помимо бобовых известно до двух сотен видов других растений, дружащих с азотфиксирующими микроорганизмами. Это, в частности, лох (*Elaeagnus angustifolia*), облепиха (*Hippophae rhamnoides*), ольха (*Alnus glutinosa*), шедердия (*Shepherdia argentea*).

Какими бы ни были почвы по кислотности или плодородию, для нормальной жизнедеятельности растений существенным фактором является и степень солнечного освещения. Различают **светолюбивые** растения, которые не выносят затенения, **теневыносливые** и **тенелюбивые**, которые погибают при прямом солнечном освещении. **Растения-гелиофиты** нормально развиваются только при интенсивном освещении. В условиях сильного затенения процессы дыхания у них начинают преобладать над процессами фотосинтеза, и растения могут погибнуть. Светолюбивыми растениями являются дрок красильный (*Genista tinctoria*), земляника лесная (*Fragaria vesca*), ракитник (*Cytisus ruthenicus*), фиалка собачья (*Viola canina*). Теневыносливые растения способны расти и развиваться в широком диапазоне условий освещенности — от сильного затенения до полного солнечного света, например, купена лекарственная (*Polygonatum officinale*), ландыш (*Convallaria majalis*), пролеска (*Scilla bifolia*). Тенелюбивые **растения-сциофиты** не выносят прямого солнечного света. Это кислица (*Oxalis acetocella*), майник (*Maianthemum bifolium*), недотрога (*Impatiens noli-tangere*), фиалка удивительная (*Viola mirabilis*), хвощ лесной (*Equisetum silvaticum*), хохлатки (*Corydalis* sp.), растущие в тенистых влажных лесах. Знание о свето- или тенелюбивых культивируемых растениях поможет избежать ошибок при размещении их на садово-огородном участке.

Индикаторы дефицита или избытка химических элементов в почве

Растениям для нормального роста и развития необходимы разнообразные питательные элементы, причем вреден как недо-

статок, так и избыток их в почве. Некоторые питательные элементы могут находиться в почве в достаточном количестве, но в недоступной для растений форме. При недостатке элементов питания у растений нарушается нормальный обмен веществ, что сопровождается изменением их внешнего вида. При недостаточном питании растения бывают низкорослыми, в некоторых случаях преждевременно цветут, плодоносят и стареют. У культурных растений симптомы дефицита элементов питания хорошо изучены. При появлении признаков недостаточности каких-либо элементов питания у растений-индикаторов необходимо провести подкормку недостающим элементом питания всех плодовых культур, растущих на участке.

Недостаток и избыток азота. Растение-индикатор недостатка азота — яблоня.

Незначительный дефицит азота в почве вызывает замедление роста, однако размеры листьев и плодов почти не отличаются от нормальных. Лучше развиваются корни, хуже — листья. Существенная нехватка азота прежде всего сказывается на уменьшении размера и изменении окраски листьев. Из-за уменьшения содержания хлорофилла утрачивается интенсивная зеленая окраска, листья становятся светло-зелеными, оранжевыми, красными или пурпурными. Они начинают постепенно желтеть — от основания побега и до верхушки. В первую очередь преждевременно желтеют более старые листья. Черешки листьев и их жилки приобретают красноватый оттенок. Угол наклона черешка к побегу становится острым, а листья мельчают. Побеги из-за накопления углеводов и антоцианов краснеют. Резко уменьшается число цветков и плодов. Плоды не достигают нормальных размеров, рано созревают и опадают.

У косточковых культур листья также постепенно желтеют. На них часто появляются красные и бурые некротические пятна, рост побегов ослабевает. Побеги коричнево-красные, короткие, тонкие, жесткие, веретеновидные. Плоды мелкие, ярко-окрашенные, вяжущего вкуса.

У ягодных культур листья также желтеют, уменьшаются в размерах. У земляники уменьшается количество усов, черешки листьев становятся хрупкими, ягоды мельчают.

При избыточном азотном питании листья крупные, темно-зеленые, плоды слабо окрашены, рано опадают, плохо хранятся. Рост вегетативных органов усиливается, что приводит к снижению зимостойкости и устойчивости к паразитарным заболеваниям.

Недостатки избыток фосфора. Растение-индикатор недостатка фосфора — персик.

При недостатке фосфора для растений характерно нарушение репродуктивных процессов, выражающееся в задержке цветения и отсутствии роста. Листья и стебли приобретают бронзово-фиолетовую окраску.

У семечковых культур задерживается рост корней и побегов. Побеги короткие, тонкие, рост заканчивается рано. На концах побегов листья узкие, удлинённые. Угол отхождения листьев уменьшается. Старые нижние листья голубовато-зеленого тусклого цвета, иногда с бронзовым оттенком. В результате появления желто-зеленых и темно-зеленых участков листья становятся пятнистыми. Цветки редкие. Плоды сильно опадают.

У косточковых культур недостаток фосфора проявляется резче. Молодые листья вначале темно-зеленые. У них багровеют жилки, сначала снизу, затем сверху, особенно по краям и на черешках. Края листьев закручиваются книзу, у персика появляется крапчатая окраска. Молодые деревья персика могут погибнуть уже в год посадки. Плоды косточковых культур зеленоватого оттенка, с кислой мякотью.

У ягодных культур также уменьшается прирост, листья мельчают, становятся красновато-фиолетовыми. Засыхающие листья имеют темный, почти черный цвет. Весной задерживается распускание почек, осенью отмечается ранний листопад.

Недостаток калия. Растения-индикаторы недостатка калия — слива, персик и малина.

Растениям, страдающим от нехватки калия, присуще нарушение водного баланса, приводящее к засыханию верхушек и изгибанию краев листьев.

Наиболее характерным признаком калийной недостаточности у семечковых культур является образование по краям ли-

стовой пластинки нижних листьев ободка засыхающей ткани: у яблони — серого, бурого или коричневого, у груши — черного цвета. При сильном калийном голодании «ожог» распространяется на всю листовую пластинку, и лист засыхает. Окраска листьев по краям изменяется от голубовато-зеленой до желтой, а потом становится серой, бурой или коричневой, в зависимости от сорта и условий погоды. Часто деревья растут нормально весной, а признаки голодания появляются летом. Яблоки созревают неравномерно, имеют бледную окраску. Осенний листопад задерживается.

У косточковых культур листья сначала темно-зеленые, затем по краям желтеют, а при отмирании становятся темно-коричневыми и бурыми. У персика наблюдается морщинистость или закручивание листьев. На них появляются ярко-желтые участки отмершей ткани, окруженные красно-бурой каймой. Со временем такие листья становятся дырчатыми.

У малины листья морщинистые и слегка закручены внутрь; общий цвет листвы кажется серым из-за сероватого оттенка нижней стороны листьев. Иногда появляются листья с рваными краями. У земляники по краям листьев отмечается красная кайма, которая потом буреет, а при избытке калия и одновременном недостатке магния у нее образуется серая гниль плодов.

Недостаток магния. Растения-индикаторы недостатка магния — черная смородина и яблоня.

Растения слабо растут, у старых листьев проявляется межжилковый хлороз.

Магниевое голодание у плодовых культур встречается часто, особенно у растущих на легких почвах. Обычно оно проявляется в первой половине лета на старых листьях. У одних сортов яблони листья между жилками желтеют, тогда как сами жилки остаются зелеными. Затем на этих участках, начиная с краев, появляются бурые некротические пятна. У других сортов такие изменения происходят в середине лета, а края листьев остаются зелеными. У груши листья чернеют.

У вишни пожелтение листьев начинается в середине пластинки с обеих сторон от центральной жилки. Быстро развива-

ется некроз, желтеет остальная часть листовой пластинки, и листья преждевременно осыпаются.

У ягодников магниевое голодание также проявляется в изменении окраски тканей листьев междужилками, они становятся желтыми, красными или пурпурными. При этом жилки листьев долго остаются зелеными. При сильной нехватке магния развивается некроз. У черной смородины края листьев загибаются книзу.

Недостаток железа — хлороз. Плодовые растения-индикаторы недостатка железа — груша, черешня и хеномелес. Травянистые растения-индикаторы — выюнок, подорожник, одуванчик, тысячелистник.

Хлороз чаще всего вызывается недостатком или отсутствием в почве растворимых солей железа, а это явление нередко наблюдается на известковых почвах и связано с тем, что в щелочных почвах железо, даже если оно находится в достаточном количестве, для растений недоступно. Исправить положение можно внекорневыми подкормками, внесением хелатов. Так как хлороз проявляется на щелочных почвах, не следует вносить удобрения, способствующие ее подщелачиванию, такие как нитратные азотные удобрения (натриевая, кальциевая и калийная селитры). Нужно применять подкисляющие удобрения, например, аммиачные азотные удобрения — соли аммония. Подкислить почву можно внесением коллоидной серы (из расчета примерно 50-200 г на квадратный метр) или слабого раствора серной кислоты (10 мл на ведро воды; раствор кислоты следует приготавливать только в пластмассовых ведрах, а не в оцинкованных).

Причинами хлороза могут быть также недостаточное питание; избыток влаги в почве; сильная засуха; повреждения от заморозков, токсическое воздействие вредных веществ; избыток марганца, меди, цинка; вирусные заболевания.

При незначительном недостатке железа на общем желтовато-зеленом фоне молодых листьев выделяется сетка зеленых жилок; при большом верхние листья белеют, утрачивают зеленый цвет и жилки, затем буреют кончики и края листьев. Наблюдается засыхание побегов и верхушек деревьев. Недо-

статок железа проявляется сначала на молодых, затем на старых листьях.

Недостаток марганца. Растения-индикаторы недостатка марганца — яблоня, вишня, малина.

При марганцевом голодании пожелтение начинается с краев листа, распространяясь на всю листовую пластинку. Жилки при этом долго остаются зелеными, как и в случаях, вызванных нехваткой железа. Отличие в том, что при марганцевом голодании первыми страдают старые, а не молодые листья. Верхушечные листья быстро желтеют, причем в начальной стадии пятна довольно резко очерчены. Растения угнетены.

Богатство почв железом затрудняет марганцевое питание. Наоборот, на кислых почвах возможно отравление избытком марганца.

Недостаток бора. Растения-индикаторы недостатка бора — яблоня, вишня, земляника, сахарная свекла.

Борное голодание наблюдается у растений на карбонатных и кислых почвах после их известкования. Верхние листья мелкие, скрученные, опадают раньше времени, что приводит к оголению верхушек деревьев. Побеги кустятся, образуя «ведьмины метлы». Многие цветки из-за стерильности не способны образовать плоды. Наиболее характерным признаком нехватки бора является опробковение плодов, включая внутренние ткани. Плоды в таких случаях деформируются, покрываются пятнами бронзового оттенка и трещинами, мякоть приобретает горький привкус. Корни слабо ветвятся.

У сахарной свеклы отмирают центральные листья, гниет сердцевина.

Недостаток меди. Растение-индикатор недостатка меди — яблоня.

Признаки недостатка меди чаще проявляются у культур, произрастающих на торфяных почвах, реже на кислых песчаных. Их проявление может усиливаться в засуху и жаркую погоду.

Верхушечные листья, начиная с краев, буреют, деформируются и опадают. Рост растений замедляется. Кора побегов

трескается, на ней появляются вздутия, а сами побеги усыхают. При остром голодании рано прекращается деятельность верхушечных точек роста, наступает несвойственное растению образование боковых почек и новых побегов, деревья приобретают кустовидную форму. Верхушки побегов усыхают, у молодых листьев отмечается хлороз.

Недостаток цинка. Растение-индикатор недостатка цинка — яблоня.

Недостаток цинка особенно проявляется у растений на известковых почвах, а также при избыточном внесении азотных удобрений и навоза. Уже весной наблюдается хлоротичность листьев. У семечковых культур появляются мелкие пятна в середине листовой пластинки, у косточковых культур обычно желтеет вся ткань между жилками. Характерным признаком недостатка цинка является развитие розеточности, когда на укороченных побегах образуются мелкие, узкие листья, собранные в розетки. Меняются форма и окраска плодов.

Недостаток кальция. Растение-индикатор недостатка кальция — яблоня.

Недостаток кальция проявляется на кислых почвах и сказывается прежде всего на верхних частях растений. Недостаток кальция может быть вызван усиленным внесением калийных и магниевых удобрений, особенно на песчаных почвах. В переизвесткованных или сильнокарбонатных почвах возможен избыток кальция, но обычно он связан с одновременным недостатком калия, магния, марганца, бора. Увеличив дозу этих элементов, можно снизить отрицательное действие избытка кальция.

Недостаток кальция приводит к нарушению роста, связанного с делением клеток. У плодовых культур при нехватке кальция приостанавливается рост побегов, края листьев загибаются книзу. При значительном недостатке кальция сначала отмирают ткани верхних листьев, затем усыхают верхушки побегов. Наблюдается отмирание кончиков корней.

Недостаток серы. Растение-индикатор недостатка серы — яблоня.

При недостатке серы молодые листья приобретают желтый цвет с оранжевым и красноватым оттенком, как при азотном голодании. Стебли и ветви грубеют, рост замедляется.

На практике часто наблюдается недостаток не одного, а нескольких элементов питания. При одновременном дефиците фосфора и калия растения не обнаруживают особых признаков голодания, но плохо растут. При недостатке азота и фосфора листья приобретают светло-зеленую окраску, растут под острым углом к побегу, становятся жесткими. При недостатке трех важнейших элементов — азота, фосфора и калия — растения слабо растут и плохо плодоносят.

Растения на почвах с повышенным содержанием тех или иных элементов накапливают их в своих тканях. Поедание таких растений животными способно вызвать у них ряд заболеваний и даже привести к гибели.

Индикаторы месторождений полезных ископаемых

Накопление минеральных веществ в органах растений можно использовать для того, чтобы путем листового анализа — изучения золы листьев — выявить нехватку или избыток определенных элементов. Растения таким образом могут служить индикаторами содержания питательных веществ в почве, а также возможного наличия рудных месторождений.

На засоленных и содержащих соду почвах, в гипсовых впадинах, на почвах с повышенным содержанием тяжелых металлов и на отвалах пустой породы после промышленных разработок минеральные вещества могут оказывать на окружающую среду токсическое воздействие. Только немногие растения приспособлены к таким почвам. Некоторые из них способны накапливать ионы тяжелых металлов и пригодны для индикации таких почв.

Ярутка (*Thlaspi alpestre*) встречается на почвах, содержащих цинк и кадмий. Она способна без вреда для себя накапливать в листьях эти металлы в количествах, в сотни и тысячи раз

больших, чем на почвах с нормальным содержанием цинка и кадмия, соответственно, 25 г и 170 мг на 1 кг сухого вещества. Отмечена способность бобовых растений — астрагала (*Astragalus sp.*), донника (*Melilotus sp.*), клевера (*Trifolium sp.*) — накапливать много молибдена. Минуартия (*Minuartia verna*) из семейства гвоздичных индицирует свинец и медь, а букашник (*Jasione montana*) из семейства колокольчиковых — мышьяк. В местообитаниях, содержащих много свинца, произрастают злаки: овсяница овечья (*Festuca ovina*) и полевица тонкая (*Agrostis tenuis*); на цинковых почвах — особые виды фиалки (*Viola calaminaria*), ярутки (*Thlaspi calaminare*) и смолевки (*Silene sp.*). Полынь холодная (*Artemisia frigida*) помогает найти вольфрам; гладиолус (*Gladiolus sp.*), качим (*Gypsophila patrinii*), смолевка обыкновенная (*Silene vulgaris*) — медь. На серпентиновых почвах (богатых Cr, Ni, Mg) встречаются папоротник костенец клиновидный (*Asplenium cuneifolium*), армерия приморская (*Armeria maritima*), бурачок Бертолона (*Alyssum bertolonii*), кипарис Сарджента (*Cupressus sargentii*) и другие растения.

Клагоискатели используют способность представителей флоры обнаруживать драгоценные металлы. Имеются растения, указывающие на присутствие в почве золота, серебра, платины. В шишках пихты (*Abies alba*) и сосны (*Pinus silvestris*), растущих на почвах с содержанием золота 0,00002%, его концентрация возрастает в пятьдесят раз. Еще более страстной любительницей золота оказалась кукуруза (*Zea mais*), не зря прозванная королевой полей. Из тонны золы кукурузных отходов можно извлечь до 60 г золота. Не менее активным накопителем золота оказался и неприметный хвощ (*Equisetum sp.*). Залежи серебряных руд в американском штате Монтана были открыты благодаря эриогону (*Eriogonum ovalifolium*).

В наш атомный век открыта способность растений указывать месторождения урана. У сосен и можжевельников, растущих над залежами урана, в надземных органах отмечается повышенная концентрация этого элемента. Если в золе листьев содержание урана составит 2 части на миллион, то данное месторождение можно считать пригодным для промышленной разработки. Астрагал двухбороздчатый (*Astragalus bisulcatus*) и другие виды астрагала могут быть индикаторами селена, а так как селен ча-

сто сопутствует урановым рудам, то эти растения также полезны при поиске урановых месторождений. Селен сам по себе является редким химическим элементом, на который имеется повышенный спрос в разных отраслях промышленности. Благодаря астрагалам, накапливающим его в своих тканях, организовать добычу селена можно не путем строительства рудников, а сбором растений с последующим выделением ценного металла из зольного остатка после сжигания растительной массы. Там, где уран встречается вместе с серой, полезными индикаторами могут быть накапливающие серу представители семейств крестоцветных (*Brassicaceae*) и лилейных (*Liliaceae*). У растений иван-чая (*Chamaenerium angustifolium*), растущих над урановыми месторождениями, розовые в норме лепестки становятся белыми. Под влиянием радиоактивного излучения белеют и зеленеют синие плоды голубики (*Vaccinium aliginosum*).

Нефть называют кровью промышленности, и человечество неустанно ищет все новые и новые ее месторождения. Среди множества органических веществ, входящих в состав нефти, имеются соединения, стимулирующие рост растений. Поэтому в нефтеносных местообитаниях некоторые растения выделяются необычайно буйным ростом. Это взморник, или zostера малая (*Zostera noltii*), достигающая в нефтеносных районах каспийских вод метровой длины, при обычном размере 10-40 см, или петросимония (*Petrosimonia triandra*), буйно разрастающаяся на битуминозных почвах.

Индикаторы грунтовых вод

Ботаники по нарастающей требовательности к водному режиму выделяют следующие группы растений: **ксерофиты**, **мезофиты** и **гигрофиты**. Первые встречаются в сухих местообитаниях, способны переживать продолжительные периоды сухости почвы и воздуха. Вторые приспособлены к жизни в условиях умеренного (достаточного) увлажнения. Третьи растут во влажных местообитаниях, с большим количеством осадков и постоянно высокой влажностью воздуха. Ввиду многообразия

природных условий выделяют также промежуточные (переходные) группы: **ксеромезофиты** и **мезогигрофиты**.

Донник белый (*Melilotus albus*), ковыль (*Stipasp.*), кошачья лапка (*Antennaria dioica*), незабудка мелкоцветковая (*Myosotis micrantha*), очиток едкий (*Sedum acre*), песчанка узколистная (*Arenaria stenophylla*), тимьян ползучий (*Thymus serpyllum*), цикорий обыкновенный (*Cichorium intybus*), чистец пушистый (*Stachys pubescens*), ястребинка волосистая (*Hieracium pilosella*) указывают на сухость почв.

Индикаторами повышенной влажности являются белокрыльник (*Calla palustris*), водяной перец (*Polygonum hydropiper*), дербенник, или плакун-трава (*Lythrum salicaria*), калужница (*Caltha palustris*), лабазник вязолистный (*Filipendula ulmaria*), лютик ползучий (*Ranunculus repens*), незабудка болотная (*Myositis palustris*), осоки береговая и топяная (*Carex riparia*, *Carex limosa*), рогоз узколистный (*Typha angustifolia*), сабельник (*Comarum palustre*), селезеночник (*Chrysosplenium alternifolium*), тростник обыкновенный (*Phragmites communis*), чистец болотный (*Stachys palustris*).

Важно знать не только степень влажности почвы, но и глубину залегания почвенных вод, в чем нам помогут растения-индикаторы. Глубину залегания грунтовых вод можно определить, ориентируясь на данные, приведенные в таблице 3. Для плодовых деревьев требуется, чтобы грунтовые воды залегали не ближе 1,5-2 м от поверхности. Поэтому если на вашем участке буйно растет осока, то без устройства искусственного дренажа здесь не стоит выращивать ни плодовые деревья, ни ягодные кустарники.

Таблица 3. Растения-индикаторы грунтовых вод

Глубина залегания грунтовых вод, см	Растения
0-10	Осока дернистая (<i>Carex cespitosa</i>), осока пузырчатая (<i>Carex vesicaria</i>)

Продолжение табл. 3

Глубина залегания грунтовых вод, см	Растения
10–50	Вейник Лангсдорфа (<i>Calamagrotis langsdorfil</i>), осока лисья (<i>Carex vulpina</i>), осока острая (<i>Carex arguta</i>)
50–100	Канареечник (<i>Phalaris arundinacea</i>), таволга вязолистная (<i>Spirea ulmifolia</i>)
100–150	Горошек мышиный (<i>Vicia cracca</i>), овсяница луговая (<i>Festuca pratensis</i>), полевица белая (<i>Agrotis alba</i>), чина луговая (<i>Lathyrus pratensis</i>)
Более 150	Клевер луговой (<i>Trifolium pratense</i>), костер безостый (<i>Bromus inermis</i>), подорожник большой (<i>Plantago major</i>), пырей ползучий (<i>Agropyrum repens</i>)

В регионах с недостаточным увлажнением вода является жизненной необходимостью. И не просто вода, а вода, пригодная для питья и земледелия. В пустынях имеются свои растения-индикаторы, позволяющие определить наличие подземных запасов воды, глубину ее залегания, ее качество и степень минерализации (таблица 4).

Таким образом, благодаря растениям-индикаторам можно без применения дорогостоящих технологий определить:

- состав почв;
- содержание в почве питательных веществ, т.е. степень ее плодородия;
- наличие месторождений полезных ископаемых;
- глубину залегания грунтовых вод, степень их минерализации и пригодность для хозяйственно-бытовых нужд и полива.

Таблица 4. Растения-индикаторы грунтовых вод в пустынях

Глубина залегания грунтовых вод, м		Степень минерализации грунтовых вод	Растения
минимальная и максимальная	средняя		
0,5–3	1–2	Пресные	Лох узколистный (<i>Elaeagnus angustifolia</i>)
1–5	2–3	Пресные	Ива белая (<i>Salix alba</i>)
3–8	1–2	Пресные	Шиповник собачий (<i>Rosa canina</i>)
3–8	3–4	Пресные	Тополь разнолистный (<i>Populus diversifolia</i>)
0–3	0–3	Пресные, солоноватые	Тростник южный (<i>Phragmites australis</i>)
1–4	2–3	Пресные, солоноватые	Чий блестящий (<i>Lasiagrostis splendens</i>)
3–5	3–5	Слабосолоноватые	Чингиль серебристый (<i>Halimodendron holodendron</i>)
до 10	3–6	Солоноватые	Верблюжья колючка (<i>Alhagi camelorum</i>)
до 10	4–6	Слабосоленые	Тамарикс (<i>Tamarix sp.</i>)
4–12	5–8	Солоноватые, соленые	Саксаул черный (<i>Haloxylon aphyllum</i>)

РАСТЕНИЯ-ИНДИКАТОРЫ В ВАШЕМ ДОМЕ

Комнатные растения-индикаторы микrokлиматических условий дома

Информация предыдущих разделов в полной мере относится и к комнатным растениям. Они также различаются по требованиям к кислотности и увлажненности почвы, ее минеральному и механическому составу, к условиям освещенности, температурному режиму, влажности воздуха. Большинство этих растений является жителями тропиков, и обитание в наших помещениях для них сопряжено с определенными трудностями. Как индикаторы они чутко реагируют на несоответствие условий произрастания их биологическим требованиям и сигнализируют нам об этом.

Индийская азалия, или рододендрон индийский (*Rhododendron indicum*), требует кислой почвенной среды pH 4,5 и обильного увлажнения мягкой водой. Пустынные кактусы (*Cereus sp.*, *Echinopsis sp.*, *Mammillaria sp.*) отличаются светолюбием и требуют пониженной температуры и сухости почвы в зимний период. Комнатные лимоны и мандарины (*Citrus limon*, *Citrus unshiu*) нуждаются в дренированной почве, регулярных поливах и подкормках, отсутствии сквозняков, пониженной зимней температуре. Сенполия, или узумбарская фиалка (*Saintpaulia sp.*), любит яркое освещение, однако прямые солнечные лучи обжигают ее листья; она нуждается в высокой влажности воздуха, но не переносит полива холодной водой.

Мы не будем выделять группы комнатных растений, способных помочь в оценке условий произрастания, так как эти условия создает сам человек. Он, высаживая растение в цветочный горшок или кадку, должен заранее знать, какой грунт является оптимальным для данного растения и как следует ухаживать за ним в специфических комнатных условиях. Угнетенное состояние растения или его гибель свидетельствуют о том, что условия произрастания и уход оказались несоответствующими биологическим особенностям растения. Недостаток света или отсутствие защиты от прямых солнечных лучей, пересушивание

или переувлажнение почвы, излишне сухой воздух в квартирах с искусственным отоплением, неблагоприятный температурный режим — все это в отдельности или в комплексе вызывает негативное влияние на комнатные растения, по состоянию которых можно определить особенности их содержания. Комнатные растения, таким образом, могут выступать как индикаторами микроклиматических условий, так и индикаторами умелости хозяина, взявшего за их культивирование. Они являются также индикаторами нашего самочувствия и настроения и всегда с благодарностью отзываются на заботу.

Множество тропических растений прижилось в наших квартирах, радуя оригинальностью листьев и богатством цветков на протяжении всего года. Большинству из них приходится выживать в условиях пониженной относительной влажности воздуха, что характерно для наших квартир, оборудованных системами центрального отопления. Существует, правда, группа так называемых суккулентных растений, т.е. растений с сочными листьями или побегами, с хорошо развитой водозапасающей тканью. Они обитают в сухих местностях и переносят неблагоприятный засушливый период за счет запасов влаги, накапливаемых в тканях. О пустынных кактусах мы уже упоминали. Кроме них в наших квартирах получили постоянную прописку разные виды агав (*Agave sp.*), алоэ, или столетника (*Aloe sp.*), каланхое (*Kalanchoe sp.*), молочая (*Euphorbia sp.*) и других растений, которые хорошо переносят сухость воздуха. Тем не менее большинство переселенцев пришло к нам из тропических мест с повышенной влажностью воздуха, и атмосфера наших жилищ их угнетает. Спасти положение помогает простой прием, заключающийся в регулярном опрыскивании из пульверизатора. Ежедневное распыление водяных брызг повышает влажность воздуха и улучшает состояние растений.

Между тем существуют растения, которые нуждаются в постоянно высокой влажности воздуха. Немногие из нас располагают оранжереями, где тропическим растениям можно создать условия, близкие к естественным. Однако выход есть — это мини-оранжереи. Ими может служить объемистая бутылка с узким горлышком или аквариум, накрытый стеклом и используемый не для водных растений и рыб, а как контейнер для посадки надзем-

ных растений. В такой емкости можно разместить «мини-джунгли». Само собой разумеется, что расти в этих импровизированных «джунглях» смогут только типичные обитатели этих мест. Ими могут быть калатея (*Calathea* sp.), криптантус (*Cryptanthus* sp.), кодиеум, или кротон (*Codiaeum* sp.), маранта (*Maranta* sp.), орхидеи (*Cattleya* sp., *Odontoglossum* sp.), пилея (*Pilea* sp.), селлагинелла (*Selaginella* sp.), сенполия (*Saintpaulia* sp.), рео (*Reo discolor*), фиттония (*Fittonia* sp.). Подбор, посадка и уход за растениями доставят много хлопот, которые тем не менее стоицей окупятся при созерцании «райского уголка».

Аквариумные растения-индикаторы химического состава воды

От аквариума, применяемого для имитации джунглей, перейдем к аквариуму, используемому по прямому назначению. Не обязательно разводить в аквариуме рыб и других животных, но наличие в нем водных растений необходимо. Аквариум ценен для наших квартир и как увлажнитель воздуха, а кроме этого, по мнению психологов, наблюдение за жизнью водных обитателей успокаивает психику городского жителя лучше, чем просмотр развлекательных телепередач.

Обычно аквариум заполняют той водой, которая наиболее доступна, — из водопроводного крана, особо не задумываясь, насколько она соответствует предъявляемым требованиям и ограничиваясь отстаиванием для удаления последствий хлорирования. Между тем для жизни обитателей аквариума, как рыб, так и растений, важны многие характеристики воды, такие как pH, жесткость, редокс-потенциал, наличие химических примесей. Нередко, купив в магазине новое растение, начинающий аквариумист вместо его роста и размножения в своем аквариуме наблюдает гибель, не понимая в чем дело.

О pH мы уже говорили ранее. Следует отметить, что при измерении pH воды с помощью индикаторной бумаги результаты зачастую оказываются неверными. Причем опасность ошибки тем больше, чем мягче вода. Полностью обессоленная вода забирает из воздуха углекислоту, и даже самое малое количество углекислого газа оказывает влияние на показатель pH любой во-

ды. Так, в мягкой воде в период интенсивного фотосинтеза, вследствие потребления растениями растворенного в воде углекислого газа pH может возрасть до 10-11. Вследствие ночного насыщения воды углекислым газом (в аквариумах, не оснащенных приборами аэрации) показатель pH понижается, а днем — возрастает. Дистиллированная вода в равновесии с углекислым газом при 15 °C дает показатель pH 5,7.

В умеренном климате вода природных водоемов обычно слегка щелочная — pH 7,5-9. Только в болотах или водоемах, регулярно попадающих под кислотные дожди, pH < 4,5-5,5. Кисловаты и воды тропической зоны с pH 5-6,8, хотя вода в некоторых африканских озерах отличается щелочной реакцией, имея pH 9-10. Так как в наших аквариумах преобладают тропические водные растения из разных мест, при подборе следует учитывать их требования к кислотности воды. Отстоянная в течение суток водопроводная вода имеет реакцию, близкую к нейтральной, с pH 6,8-7,2

Большинство растений хорошо развивается в воде, показатель которой близок к нейтральному — pH 7,0. При показателе pH ниже 5,0 и выше 8,5 они чаще всего перестают расти или погибают. В пределах одного ботанического рода встречаются растения с разной требовательностью к кислотности воды. Так, апонегетон жестколистный хорошо растет при pH 7,2-8,5, а апонегетон волнистый — при pH 6-7. В таблице 5 приведены основные аквариумные растения и их отношение к показателю pH.

Такие растения, как бликса колючесеменная (*Blyxa echinosperma*), больбитис Гедделота (*Bolbitis heudelotii*), камомбы каролинские прекраснейшая и закрученнолистная (*Camomba carollinianapulcherrima*, *Camomba carolliniana tortifolia*), лагенандра Меебольда (*Lagenandra meeboldii*), мох ключевой (*Fontinalis antiperetica*), риччия плавающая (*Riccia fluitans*), роталы Уоллича и крупнотычинковая (*Rotala wallichii*, *Rotata macrandra*), при сдвиге pH в щелочную сторону деградируют и гибнут. Таким образом, они выступают индикаторами изменения кислотности среды в сторону подщелачивания. Учитывая, что наша вода, как правило, более щелочная, чем могут вынести эти растения, ее следует подкислить, контролируя pH с помощью индикато-

Таблица 5. Отношение аквариумных растений к активной реакции воды

Показатель pH	Растение
6-7	Азолла каролинская (<i>Azolla caroliniana</i>) Апонегетон волнистый (<i>Aponogeton undulata</i>) Апонегетон курчавый (<i>Aponogeton crispus</i>) Апонегетон удлинённый (<i>Aponogeton elongates</i>) Апонегетон ульвовидный (<i>Aponogeton ulvaceus</i>) Барклайя длиннолистная (<i>Barclaya longifolia</i>) Валлиснерия гигантская (<i>Vallisneria gigantean</i>) Валлиснерия спиральная (<i>Vallisneria spiralis</i>) Гетерантера зостеролистная (<i>Heterantera zosteraegolia</i>) Гидрокотила вертикальная (<i>Hygrophila verticillata</i>) Гидротрихе хоттоноцветковая (<i>Hydrotriche hottoniiflora</i>) Камомба каролинская (<i>Camomba caroliniana</i>) Кувшинка тигровая (<i>Nymphaea</i> sp. 'Tiger-Lotus') Майака речная (<i>Majaca fluviatilis</i>) Марсilea четырехлистная (<i>Marsilea quadrifolia</i>) Оттелия частуховидная (<i>Ottelia alismoides</i>) Микросориум крыловидный, или тайландский папоротник (<i>Microsorium pteropus</i>) Пеплис двухтычинковый (<i>Peplis diandra</i>) Перистолистник бразильский (<i>Myriophyllum brasiliense</i>) Ротала круглолистная (<i>Rotata rotundifolia</i>).

Показатель pH	Растение
6–7	Ряска трехдольная (<i>Lemna trisulca</i>) Ситняг игольчатый (<i>Eleocharis acicularis</i>) Ситняг израстающий (<i>Eleocharis prolifera</i>) Цератоптерис таликтровидный, или индийский папоротник (<i>Ceratopteris thalictroides</i>) Эгагропила Сотера, или шаровидная (<i>Aegagropila sauteri</i>) Эйхорния толстая, или водяной гиацинт (<i>Eichornia crassipes</i>) Эйхорния разнолистная (<i>Eichornia diversifolia</i>) Эхинодорус Ашерсона (<i>Echinodorus aschersonianus</i>)
6–8,5	Альтернантера Рейнека (<i>Alternanthera reineckii</i>) Альтернантера сидячая (<i>Alternanthera sessilis</i>) Анубиас Афцелла (<i>Anubias afzellii</i>) Анубиас карликовый (<i>Anubias nana</i>) Бакопа каролинская (<i>Bacopa caroliniana</i>) Весикулярия Дюби, или яванский мох (<i>Vesicularia dubyana</i>) Вольфия бескорневая (<i>Wolffia arriza</i>) Гигрофила длиннолистная (<i>Hygrophila longifolia</i>) Гигрофила многосемянная (<i>Hygrophila polysperma</i>) Гигрофила разнолистная (<i>Hygrophila difformis</i>) Гидрокотила белоголовая (<i>Hydrocotyle leucocephala</i>) Гидрориза колючая (<i>Hydrorhiza aristata</i>) Криптокорины Бласса (<i>Cryptocorina blaussii</i>) Криптокорины желтая (<i>Cryptocorina lutea</i>)

Показатель pH	Растение
6–8,5	Криптокорина понтедериеволистная (<i>Criptocorina pontederiifolia</i>) Криптокорина пурпурная (<i>Criptocorina purpurea</i>) Кубышка стрелолистная (<i>Nympha saggitigolium</i>) Кувшинка Добни, или морская роза (<i>Nympha daubneyana</i>) Лагаросифон мшистовидный (<i>Lagarosiphon muscoides</i>) Лимнобиум побегоносный (<i>Limnobium stoloniferum</i>) Лимнофила водная (<i>Limhophila aquatica</i>) Лимнофила сидячецветковая (<i>Limhophila sessiliflora</i>) Людвигия дугообразная (<i>Ludwigia arcuata</i>) Людвигия ползучая (<i>Ludwigia repens</i>) Наяда гваделупская (<i>Najas guadelupensis</i>) Номафила прямая (<i>Nomaphila stricta</i>) Пистия воинская, или водный салат (<i>Pistia stratiotes</i>) Роголистник темно-зеленый (<i>Ceratophyllum demersum</i>) Ряска малая (<i>Lemna minor</i>) Сальвиния плавающая (<i>Salvinia natans</i>) Стрелолист карликовый (<i>Sagittaria sp.</i>) Стрелолист Итона (<i>Sagittaria eatonii</i>) Элодея канадская (<i>Elodea canadensis</i>) Эхинодорус амазонский (<i>Echinodorus amazonicus</i>) Эхинодорус Блехера (<i>Echinodorus blecheri</i>) Эхинодорус горизонтальный (<i>Echinodorus horizontalis</i>) Эхинодорус мелкоцветковый (<i>Echinodorus parviflorus</i>) Эхинодорус нежный (<i>Echinodorus tenellus</i>)

Показатель pH	Растение
7,2–8,5	Апонегетон жестколистный (<i>Aponogeton rigidifolius</i>) Кринум таиландский (<i>Crinum thianum</i>) Крипторина Устера, или апоногетонolistная (<i>Criptocorina usteriana</i>) (<i>C. aponogetifolia</i>) Крипторина Баланс (<i>Criptocorina balancae</i>) Крипторина Беккета (<i>Criptocorina bekettii</i>) Крипторина блестящая (<i>Criptocorina lucens</i>) Крипторина Вендта (<i>Criptocorina wendtii</i>) Крипторина обратнoспиральная (<i>Criptocorina retrospiralis</i>) Крипторина Петча (<i>Criptocorina petchii</i>) Крипторина родственная (<i>Criptocorina affinis</i>) Лагенандра яйцевидная (<i>Lagenandra ovata</i>) Рдест малайский (<i>Potamogeton malajanus</i>) Эхинодорус большой (<i>Echinodorus major</i>) Эхинодорус вертикальный (<i>Echinodorus verticalis</i>) Эхинодорус Горемана (<i>Echinodorus horemanii</i>) Эхинодорус бессемянный, или крапчатый (<i>Echinodorus aspermus</i>) Эхинодорус лопатолистный (<i>Echinodorus palaefolius</i>) Эхинодорус озирис (<i>Echinodorus osiris</i>) Эхинодорус Селлоу (<i>Echinodorus sellowianus</i>) Эхинодорус сердцелистный (<i>Echinodorus cordifolius</i>) Эхинодорус узколистный (<i>Echinodorus angustifolius</i>)

ров. Для подкисления аквариумной воды пригодна ортофосфорная кислота (H_3PO_3). Попытки использования таких пространенных кислот, как серная, соляная или уксусная, могут привести к гибели водных организмов. Подкислить воду можно добавлением экстракта торфа или отвара ольховых шишек. Кроме этого, подкисление происходит и естественным путем. В аквариуме, из которого своевременно не удаляют остатки гниющих растений, несъеденного корма и экскрементов рыб, накапливается избыток органических веществ, что приводит к повышению кислотности.

Сами растения способны влиять на активную реакцию воды, меняя ее в соответствии со своими жизненными потребностями. Так, эхинодорусы регулируют кислотность воды, не допуская ее резких колебаний. В жесткой воде у них на листьях образуется известковый налет, что смягчает водную среду. При высокой карбонатной жесткости растениям не хватает растворенной в воде углекислоты, поэтому они поглощают нижней стороной листа бикарбонат кальция, растворяют внутри листа связанную углекислоту и выделяют с верхней стороны гидроокись кальция. Процесс отложения кальция днем при ярком освещении увеличивается, а ночью снижается. Таким образом эхинодорусы регулируют суточные колебания показателя pH, который днем при ярком свете в верхних слоях воды быстро растет, а ночью снижается. Возрастание показателя pH связано с одновременным уменьшением жесткости воды.

Суточные колебания показателя pH отрицательно влияют на криптокорины, некоторые апоногетоны, барклайю. Криптокорины сами настолько активно подкисляют воду, что ощутимо влияют на рост чувствительных к переменам pH соседствующих с ними растений.

Ввиду естественного загрязнения воды, становящейся более кислой, аквариумисту для нормального роста многих растений приходится искусственно ее подщелачивать. Не следует применять такие сильные щелочи, как едкий натр (NaOH) или едкое кали (KOH). Добавление их раствора в аквариумную воду вызывает резкое ощелачивание, которое, однако, сохраняется лишь несколько часов из-за активного воздействия водных организмов. Стабильного сдвига pH в щелочную сторону

можно достичь с помощью добавления в аквариум питьевой соды (NaHCO_3) в дозе 0,2-0,5 г на 1 л воды. Ценность соды — в ее буферных свойствах. В растворе она ведет себя как щелочь, а при взаимодействии с сильными щелочами проявляет кислотные свойства. Даже при передозировке пищевой соды pH воды не поднимется выше 8,4.

В тоже время подщелачивание мягкой воды питьевой содой не дает стойкого результата, а повышение содержания натрия оказывает токсическое воздействие на растения. Поэтому перед внесением питьевой соды следует поднять жесткость воды не менее чем до 8 °dH.

Жесткость воды является важным показателем, влияющим на рост водных растений. Обычно обозначают ее как °dH. Один градус dH соответствует 20 мг/л кальция или 12 мг/л магния. Жесткость воды зависит от наличия в ней карбонатов, сульфатов и других соединений. Различают временную и постоянную жесткость, вместе дающих общую жесткость. Временная, или карбонатная, жесткость вызвана наличием гидрокарбонатов кальция и магния, разлагающихся при кипячении. Постоянная, или некарбонатная, жесткость вызвана наличием сульфатов кальция, магния и подобных соединений, и под действием кипячения не изменяется. Нередко для аквариума используют воду, взятую из природных источников. Для сравнения в таблице 6 приведена характеристика жесткости воды некоторых рек.

По степени жесткости вода бывает:

- очень мягкая, менее 5 °dH;
- мягкая, 5-8 dH;

Таблица 6. Жесткость речной воды

Река	Жесткость, °dH		
	общая	временная	постоянная
Нева	0,5	0,5	0
Днепр	3,7	3,2	0,5
Москва	4,2	4,1	0,1
Волга	5,9	3,5	2,4

- средней жесткости, 9-16 °dH;
- жесткая, 17-32 °dH;
- очень жесткая, 33 °dH и более.

Индикаторами мягкости воды служат американские виды растений — эхинодорус нежный (*Exinodorus tenellus*) и эхинодорус озирис (*Echinodorus osiris*). В очень мягкой воде они быстро гибнут. В противоположность им камомба каролинская прекраснейшая (*Cabomba Carolinapulcherrima*) из Северной Америки для нормального роста, наоборот, требует очень мягкой воды. При жесткости выше 5 dH листья камомбы мельчают, рост замедляется и растение постепенно отмирает. Не выносят избытка солей и такие аквариумные растения, как бликса колюче-семенная, больбитис Геделота, камомба спиральнолистная, лагенадра Меебольда, мох ключевой, риччия, ротала Валлиха, ротала крупнотычинковая. Сравнивая с вышеприведенными списками, можно заметить, что это те же самые растения, которые не выносят щелочной реакции воды.

Приведенные в таблице 5 растения по их чувствительности к показателям pH можно экстраполировать и по чувствительности к жесткости воды. Так, растения, хорошо растущие в пределах pH 6-7, выносят пониженную жесткость 1-8°dH (первая строка). Во второй строке приведены растения лучше развивающиеся при pH 7,2-8,5 и 9-16 °dH, а в третьей строке указаны растения нормально растущие в более широких диапазонах кислотности и жесткости воды.

Жесткость воды в аквариуме поднимают, добавляя 10%-ный раствор хлористого кальция (CaCl_2), который можно приобрести в аптеке или приготовить самостоятельно, 6,7%-ным раствором сульфата магния (MgSO_4). Берут 50 г сульфата магния, называемого в просторечьи горькой, или английской солью, и растворяют в 1 л воды, получая раствор, удобный для доливания в аквариум. Используя по 1 мл каждого из двух маточных растворов на 1 л аквариумной воды, мы повышаем ее жесткость примерно на 4 °dH.

Если же нужна очень мягкая вода, то используют дистиллированную воду. Смягчают воду с исходно высокой жесткостью кипячением. После кипячения ее отстаивают и осторожно сливают с осадка. Сделать воду мягкой можно добавлением к же-

стойкой воде и воде средней жесткости 1-2 г этилендиаминтетрауксусной кислоты (ЭДТА) или ее натриевой соли (трилон-Б).

Еще одним важнейшим показателем аквариумной воды является *окислительно-восстановительный потенциал*, или *редокс-потенциал* — rH. Он измеряется при помощи специального прибора — pH-метра и имеет следующие значения:

0-5 — полностью восстановленная среда;

6-11 — сильно восстановленная;

12-17 — умеренно восстановленная;

18-23 — слабо восстановленная;

24-29 — слабо окисленная;

30-34 — умеренно окисленная;

35-39 — сильно окисленная;

40-42 — полностью окисленная.

В новом аквариуме редокс-потенциал близок к 32. В это время бурно растут сине-зеленые водоросли. Затем, по мере накопления органических веществ, редокс-потенциал начинает снижаться. При rH 30-29 прекрасно развиваются апонегетоны и эхинодорусы, при rH 28 — криптокорины. При достижении rH 27 рост практически всех растений прекращается, однако не следует доводить до этого.

Скорее всего, большинству аквариумистов pH-метр недоступен. Тогда для слежения за редокс-потенциалом применяют сами аквариумные растения. В качестве индикатора органического загрязнения аквариумной воды можно использовать эхинодорусы (кроме наиболее устойчивого эхинодоруса мелкоцветкового). Если начинается их деградация — значит, пора начинать чистить аквариум. Помочь в оценке редокс-потенциала могут данные таблицы 7.

Низкий редокс-потенциал губителен для растений, однако и резкий перенос их в свежую воду также может оказаться катастрофой. Чтобы подводный сад после периода расцвета не погиб, воду в аквариуме следует постепенно обновлять. В природной обстановке в водоемах проходят процессы обновления, которые невозможны в такой маленькой замкнутой системе, как домашний аквариум. Даже применение различных фильтров не спасает положения: ведь очищенная вода с тем же самым редокс-потенциалом возвращается обратно.

Таблица 7. Отношение аквариумных растений к редокс-потенциалу

Показатель гН	Состояние растений
32,0	Хорошо растут сине-зеленые водоросли
31,6–31,2	Большинство растений не растет; корневища апонегетонов и эхинодорусов гибнут
31,0–30,7	Цветут гененантера, камомба, элодея; апонегетоны сбрасывают листья, эхинодорусы заболевают; гибнут корневища криптокорин
30,6–30,2	Хорошо растут валлиснерия, роталы; цветут эхинодорусы и апонегетоны; сбрасывают листья криптокорины
30,0–29,0	Большинство растений развиваются нормально
28,5–28,3	Хорошо растут криптокорины, лимнофила, эхинодорус мелкоцветковый; рост других растений заторможен
28,0	Растут только криптокорины, эхинодорус мелкоцветковый; другие растения не адаптируются, заболевают и гибнут

Поэтому с момента пышного развития основных растений в аквариуме начинают регулярно, раз в две недели, обновлять воду, заменяя примерно пятую часть старой воды отстоявшейся свежей. При полной чистке аквариума в него возвращают третью часть старой воды, а новую доливают постепенно в течение недели, добавляя ежедневно не более одной части от полного объема. Чем меньше объем аквариума, тем осторожнее следует проводить смену воды.

Растительные хамелеоны

Окраска растений зависит от наличия в их тканях определенных пигментов — хлорофиллов, каротиноидов, антоцианов. Хлорофилл определяет зеленую окраску листьев. Без этого изумрудного пигмента невозможна жизнь на планете, так как он

осуществляет фотосинтез. Спутниками хлорофилла являются каротиноиды, которые определяют желтое, оранжевое и красное окрашивание. Так, желтые зерна кукурузы, оранжевая кожура мандарина, красные плоды шиповника своей окраской обязаны каротиноидам. Третья группа пигментов — антоцианы, которые определяют практически все краски растений — от оранжевой и красной до синей. Для нас антоцианы интересны тем, что они являются индикаторами на изменение кислотности среды. Кроме того, антоцианы обладают лечебными свойствами и представляют ценность в качестве пищевых красителей.

Основными и самыми распространенными антоцианами являются пеларгонидин, цианидин и дельфинидин. В растениях они находятся в виде гликозидов, т. е. соединены с различными сахарами. Красный пеларгонидин содержится в цветках герани (*Geranium roseum*), георгин (*Dahlia pinnata*), плодах земляники (*Fragaria ananassa*), корнеплодах редиса (*Raphanus sativus*). Малиновый цианидин находится в листьях бука (*Fagus silvatica* «Purpurea»), цветках тюльпанов (*Tulipa x hybrida*), васильков (*Centaurea cyanus*), плодах черной смородины (*Ribes nigra*), ежевики (*Rubus caesius*). Розово-лиловый дельфинидин определяет окраску цветков живокости (*Consolida regalis*), гиацинта (*Hyacinthus orientalis*), плодов баклажана (*Solanum melongena*), граната (*Punica granatum*).

Антоцианы содержатся почти во всех растительных тканях в самых разных частях растений: в лепестках, плодах, листьях. Они обычно окрашивают цветки и плоды в фиолетовый цвет, в листьях их присутствие маскируется хлорофиллом. Образую комплексные соединения с ионами металлов, они обеспечивают проявление синего цвета (голубого пигмента как такового у растений нет). Один и тот же пигмент — цианидин, вследствие нахождения его в различных условиях, обеспечивает окраску и красной розы, и синего василька. Разнообразие антоциановых окрасок растений определяется внутренними биохимическими процессами и сочетанием различных антоцианов и их производных.

Изменение окраски самих антоцианов связано с показателем pH среды. При pH < 6 окраска карминово-красная, 6 — фиолетовая, 8 — синяя, 10 — зеленая. Наиболее устойчивая

окраска наблюдается при pH 2, при pH 8-10 она сохраняется в течение всего нескольких минут.

Эти изменения дают садоводу немало удовольствия, особенно если он осознанно использует свои знания. Известно, что кислая почвенная среда вызывает изменение окраски цветков. Так, у герани (*Geranium alpestre*) лилово-синие цветки могут превратиться в розовые. Розовые цветки гортензии (*Hydrangea macrophylla*), растущей на щелочных почвах, при подкислении грунта квасцами приобретают голубую окраску. У дельфиниумов (*Delphinium sp.*) голубая и синяя окраска лепестков к концу цветения в результате изменения реакции клеточного сока переходит в фиолетовую и лиловую. Синие гиацинты (*Hyacinthus orientalis*), растущие вблизи муравейника, под влиянием паров муравьиной кислоты превращаются в красные. Опрыснув цветущее растение из пульверизатора раствором нужной кислотности, можно удивить гостей возможностью управления окраской.

Если у вас не пропала склонность к химии, то следует поэкспериментировать дальше. На обычной кухне вполне можно поставить интересный опыте растительными индикаторами даже без специального химического оборудования и дорогостоящих реактивов. Для этого возьмем краснокочанную капусту (*Brassica oleracea*), окраска которой обусловлена антоцианами. Измельчим капусту и зальем на 10-20 минут кипятком. После настаивания профильтруем раствор, который будет иметь красновато-синеватый цвет и pH около 7. Его можно разлить по нескольким стаканам, а затем добавить в них имеющиеся в хозяйстве вещества: аммиак, известь, лимонную кислоту, пищевую или кальцинированную соду, сельтерскую воду, уксус, серную или соляную кислоту (при пользовании последними не забудьте об осторожности). При этом будет наблюдаться изменение окраски (таблица 8). Пурпурно-фиолетовая окраска краснокочанной капусты

Таблица 8. Приблизительная окраска красного раствора капустного индикатора при различных значениях pH

pH	2	4	6	8	10
Окраска	красная	пурпурная	фиолетовая	синяя	зеленая

в кислом растворе станет красной, а в щелочном растворе — синей, зеленой или желтой.

Для опытов можно взять любые растения, содержащие антоцианы. Интенсивную окраску дают плоды аронии (*Aronia melanocarpa*), бузины (*Sambucus nigra*), вишни (*Cerasus vulgaris*), граната (*Punica granatum*), ежевики (*Rubus loganobaccus*), малины (*Rubus idaeus*), слив (*Prunus domestica*), терна (*Prunus spinosa*), черемухи (*Padus avium*), черной смородины (*Ribes nigrum*); лепестки астр (*Aster sp.*), роз (*Rosa sp.*), васильков (*Centaurea sp.*), мальвы (*Althea rosea*), петунии (*Petunia hybrida*) и других цветов. Намочив в растворе антоцианов фильтровальную бумагу, а затем просушив ее и нарезав полосками, мы получим самодельную индикаторную бумагу, аналогичную лакмусовой. Добавив в антоциановый раствор горсть земли, можно сделать заключение о ее кислотности. Если настой покраснеет, то реакция почвы кислая, если посинеет или позеленеет — щелочная или нейтральная.

Возможно, не задумываясь над этим, хозяйка на кухне ежедневно ставит множество химических опытов. Изменение окраски растительных индикаторов при различных значениях pH можно наблюдать в процессе приготовления украинского борща. Главным компонентом борща является столовая свекла, или по-украински буряк (*Beta vulgaris*). В свекле содержится пигмент бетанин, похожий по окраске на антоцианы, но отличающийся от них структурой. Он легко разрушается при нагревании и действии других факторов. Поэтому для сохранения красивой окраски свеклы ее пассеруют с добавлением уксуса. Бетанин в очень кислых растворах имеет фиолетовую окраску (в форме катиона), а в щелочных — красную (в форме аниона).

РАСТЕНИЯ-ИНДИКАТОРЫ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Кислотные дожди и их влияние на растения

Охрана природы на современном этапе подразумевает не только сохранение отдельных организмов и сообществ; но и со-

хранение естественных процессов поддержания и регуляции круговорота веществ и энергии в биосфере, обеспечивающих продолжение жизни на земле. Благодаря растениям создаются условия, необходимые для существования всех других живых организмов, включая человека. Они стоят у истоков всех биогеохимических, экологических и энергетических процессов в биосфере, являясь одним из наиболее важных компонентов, определяющих благополучие биосферы и жизни на нашей планете.

Техногенный путь развития нашей цивилизации привел к значительной нагрузке на окружающую природу, стабильность которой в промышленных регионах часто бывает подорванной. Воздух, загрязненный промышленными выбросами, вредно влияет на природную среду. Влияние загрязненного воздуха на растения происходит как путем прямого действия газов и пыли на ассимиляционный аппарат, так и путем косвенного воздействия через почву. Особо негативным является действие кислотных газов, которые непосредственно приводят к отмиранию отдельных органов растений, ухудшению роста и урожайности, а также качества сельскохозяйственной продукции. Накопление же вредных веществ в почве способствует уменьшению почвенного плодородия, приводит к гибели полезной микрофлоры, нарушению минерального питания.

В результате загрязнения атмосферы значительно повреждается растительность. Во многих городах и вблизи них исчезают сосна и другие породы деревьев. Хвойные растения являются хорошими индикаторами загрязнения воздуха. Они весьма чувствительны к его чистоте, и поэтому не очень хорошо чувствуют себя в городах. Биоиндикатором чаще всего служит сосна как наиболее широко распространенная культура. В зонах сильного загрязнения ее хвоя приобретает темно-красную окраску, в хвоинках накапливаются ядовитые вещества, устьица их забиваются копотью, а затем хвоя отмирает и опадает, просуществовав всего год при норме три-четыре года. В северном полушарии миллионы гектаров хвойных лесов деградируют под воздействием промышленных газов.

Благодаря поглотительной деятельности растений, почвенной и водной среды происходит очищение атмосферного воздуха, однако возможности этих систем не безграничны. Накоп-

ление углекислого газа в атмосфере привело к «парниковому эффекту», последствия которого с каждым годом начинают проявляться все рельефнее, вызывая необычные природные явления, нарушая привычный ход погодно-климатических условий. Причинами роста концентрации углекислого газа является как возрастание объемов потребления, сжигания и переработки топлива и углеродосодержащих материалов, так и уменьшение годичной продуктивности растений в наземных и водных экосистемах. Последнее вызвано заменой более продуктивных естественных лесных фитоценозов искусственными и менее продуктивными сельхозугодьями и подавлением фотосинтеза у растений под влиянием повышения фона загрязнения воздуха, воды и почвы. Агроценозы (сообщества сельскохозяйственных растений), даже самые высокоурожайные, уступают естественным лесным фитоценозам (растительным сообществам) по суммарной биологической продуктивности, а следовательно, фотосинтезирующей деятельности, которая обеспечивает утилизацию углекислого газа и регенерации кислорода.

Растения более чувствительны к различным газам, чем животные и человек. Большая чувствительность растений связана с большей скоростью проникновения газа и автотрофным характером их метаболизма. Известны чувствительные растения-индикаторы, не выносящие даже очень слабого загрязнения воздуха. Под влиянием очень слабых концентраций сернистого газа и других промышленных загрязнителей первыми исчезают из состава фитоценозов мхи и лишайники. К действию фтора весьма чувствительны гладиолусы (*Gladiolus sp.*), аммиака — подсолнечник (*Helianthus annuus*), сероводорода — шпинат (*Spinacea oleracea*) и горох (*Pisum sativum*), полициклических ароматических углеводов — недотрога (*Impatiens noli-tangere*), тяжелых металлов — фасоль (*Phaseolus vulgaris*).

Из всех примесей, оказывающих вредное воздействие на растительность, самым изученным является сернистый газ. Если сравнивать чувствительность разных видов растений к сернистому газу, приняв чувствительность люцерны за 1, получим данные, которые представлены в таблице 9. Сама люцерна повреждается при концентрации сернистого газа, равной $3,3 \text{ мг/м}^3$ при длительности воздействия 1 час.

Таблица 9. Сравнительная устойчивость растений к сернистому газу

Вид растения	Степень устойчивости, балл	Степень повреждения
Люцерна (<i>Medicago sativa</i>)	1,0	Слабая
Овес (<i>Avena sativa</i>)	1,3	Слабая
Клевер (<i>Trifolium pratense</i>)	1,4	Слабая
Пшеница (<i>Triticum aestivum</i>)	1,5	Слабая
Горох (<i>Pisum sativum</i>)	2,1	Средняя
Виноград (<i>Vitis vinifera</i>)	2,2	Средняя
Абрикос (<i>Armeniaca vulgaris</i>)	2,3	Средняя
Картофель (<i>Solanum tuberosum</i>)	3,0	Значительная
Кукуруза (<i>Zea mays</i>)	4,0	Значительная
Огурцы (<i>Cucumis sativum</i>)	4,2	Значительная
Сосна (<i>Pinus silvestris</i>)	7	Значительная

Данные таблицы наглядно показывают, почему наилучшим растением-индикатором на сернистый газ является сосна. Огурцы также относятся к группе растений, чувствительных к сернистому газу, и по их состоянию после дождя можно определить, был ли он кислотным.

Растения имеют различную чувствительность к примесям как от их концентрации, так от продолжительности их воздействия. При небольших концентрациях сернистого газа растения могут повреждаться при большей продолжительности времени воздействия, так, например, при концентрации больше $0,2 \text{ мг/м}^3$ растения могут повреждаться в течение месяца. При уменьшении времени воздействия концентрация веществ, приводящих к повреждению, увеличивается. Так, кратковременное, до 5 минут, резкое увеличение концентрации (которое может на-

блюдаться при залповых выбросах и при аварии) может привести к повреждению и гибели растительности. Однако зависимости эти еще недостаточно изучены. Нередко отмечаются случаи повреждения деревьев, особенно хвойных, при весьма малых концентрациях сернистого газа.

При взаимодействии продуктов сжигания ископаемого топлива — окислов серы и азота — с атмосферной влагой образуются серная и азотная кислоты. Тогда как показатель pH дождевой воды, находящейся в равновесии с углекислотой, в незагрязненной атмосфере равен приблизительно 5,6, то в промышленных районах промышленные газы снижают pH дождевой воды до 4-4,5, а то и меньше 4. Такие кислотные дожди неблагоприятно влияют на растения, животных и человека. Особо страдает от кислотных дождей природа северных озер с мягкой водой. Такая вода не имеет буферных свойств, присущих жесткой воде, в которой карбонаты нейтрализуют кислоты. Сильное подкисление нарушает жизненные процессы живых организмов этих озер, делая их даже безжизненными.

Подкисление почвы под влиянием атмосферных загрязнений приводит также к изменению видового разнообразияенокосных угодий и естественных экосистем. Для сельскохозяйственных площадей важно, чтобы в почве имелось достаточное количество кальция, необходимого для поддержания pH в оптимальных пределах, обеспечивающих протекание реакций обмена ионов, насыщения коллоидов и поддержания рыхлости почвы.

Зеленые контролеры

Мониторинг — это слежение за состоянием окружающей среды с целью предупреждения критических ситуаций, вредных и опасных для здоровья человека. Такие специальные наблюдения позволяют выделить негативные антропогенные воздействия на биосферу.

При экологическом мониторинге загрязнений использование растений-индикаторов часто дает более ценную информацию, чем прямая оценка загрязнения приборами, так как первые реагируют сразу на весь комплекс загрязнений. Кроме

того, растения своими реакциями отражают загрязнения за длительный период, и их использование является менее трудоемким, чем измерение физических и химических параметров загрязненности природной среды. На листьях деревьев при загрязнении атмосферы появляются хорошо заметные некрозы. По присутствию некоторых устойчивых к загрязнению видов и отсутствию неустойчивых видов (например лишайников) определяется уровень загрязнения атмосферы городов. Поэтому исследователи рассматривают растения как наиболее чувствительные и надежные индикаторы загрязненности атмосферы и гидросферы.

Городские растения страдают от выхлопных газов автомобилей, трубного дыма и пыли. Деревья и кустарники рано стареют, изреживается их крона, преждевременно желтеют и опадают листья. Если в нормальных условиях хвоя сосны опадает через 3-4 года, то в загрязненной атмосфере значительно раньше, поэтому хвойные растения являются чуткими индикаторами загрязненности атмосферы.

Индикаторные растения используют как для выявления отдельных загрязнителей воздуха, так и для оценки общего состояния природной среды. Фитотоксическое действие атмосферных загрязнителей обнаруживается путем наблюдения за дикорастущими и культурными растениями в зоне загрязнения. Мониторинг осуществляется путем наблюдения как за отдельными растениями, так и за состоянием растительных сообществ — фитоценозов. С помощью мониторинга на уровне вида обычно производят специфическую индикацию какого-то одного загрязнителя, а на уровне фитоценозов — общего состояния природной среды. Измерение ширины годичных колец и площади поврежденной поверхности листьев, определение содержания хлорофилла, активности некоторых ферментов и продуктивности, выявление аномалий роста позволяют выявить негативное воздействие загрязнителей.

Обнаружив по состоянию дикорастущих и культурных растений присутствие в воздухе специфических загрязнителей, приступают к измерению количества этих веществ путем стандартной экспозиции некоторых растений в обследуемом районе. Это можно делать как в лабораторных условиях на специ-

альном оборудовании, так и экспонированием растений в контейнерах или на делянках. Живыми приборами служат растения-индикаторы, которые высаживают на грядки, в вегетационные сосуды или в специальные коробочки. Например, в компактные контейнеры с мхами — бриометры. Их легко переносить и устанавливать в любых местах, которые необходимо проконтролировать.

Иногда по внешнему виду растения-индикатора невозможно определить степень загрязненности, потому что прямой зависимости между количеством поглощенного загрязнителя и интенсивностью проявления анатомо-морфологических и физиолого-биохимических признаков может и не быть. В таком случае измеряют содержание загрязнителей непосредственно в растительном материале. Для этого используют растения, которые обладают устойчивостью к загрязнителям, и в то же время избирательно аккумулируют их. Таким индикатором содержания в воздухе соединений фтора являются плевелы многоцветковый и многолетний (*Lolium multiflorum*, *Lolium perenne*). По величине накопления фитотоксиканта в листьях за определенный период можно с достаточной точностью определить среднее его содержание в окружающем воздухе.

Мониторинг на уровне фитоценозов предполагает учет различных показателей разнообразия видов. Удобным объектом оказались диатомовые водоросли. Диатомовые водоросли — это одноклеточные организмы, большинство которых можно разглядеть только под микроскопом, хотя имеются виды, различимые невооруженным глазом. Особенностью их строения является наличие крепкого кремнеземного панциря, красота форм и структур которого вызывает восхищение. Диатомеи являются чуткими индикаторами на соленость, температуру и другие показатели среды обитания. На протяжении веков они формировали донные осадки, анализ которых позволяет судить о климате далеких эпох.

Способность диатомовых водорослей успешно расти на стеклах позволила разработать простой и дешевый метод контроля. Он дает возможность фиксировать изменения в структуре сообществ диатомовых водорослей, которая при естественных условиях остается довольно постоянной во времени. Однако,

если в водную среду поступают загрязнения, богатые биогенными элементами (азотом, фосфором, углеродом), некоторые виды становятся очень многочисленными. При поступлении токсических веществ число видов и величина популяций снижаются, хотя иногда некоторые виды, устойчивые к токсикантам, становятся очень многочисленными из-за отсутствия конкуренции за пищу. С помощью диатомовых водорослей могут быть обнаружены самые незначительные концентрации тяжелых металлов или радиоактивных элементов, поскольку водоросли способны аккумулировать эти вещества до количеств, в тысячи раз превышающих их содержание в окружающей среде.

Техногенное влияние приводит также к неблагоприятному состоянию водоемов, вследствие сброса в них сточных вод. В результате превышаются предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в реках, озерах, морях, подземных водах, ухудшается качество питьевой воды. Растения-индикаторы помогают определить качество воды. Для этой цели помимо микроскопических водорослей представляют ценность крупномерные водные растения. Водные растения, видимые невооруженным глазом, позволяют визуально оценить экологическое состояние водоема, определить трофические свойства воды, а иногда и специфику ее химизма. Водная растительность помогает определить уровень загрязненности водной среды, а прибрежная растительность — уровень загрязненности донных отложений малорастворимыми токсическими веществами.

В достаточно чистой воде растут харовые водоросли (*Chara aspera*, *Chara tomentosa*), водокрас (*Hydrocharis morsus-ranae*), пузырчатка малая и охристая (*Utricularia minor*, *Utricularia ochroleuca*), рдест цветной (*Potamogeton coloratus*), сальвиния (*Salvinia natans*). При умеренном загрязнении преобладают нителлопсис (*Nitellopsis obtusa*), рдест блестящий и пронзеннолистный (*Potamogeton lucens*, *Potamogeton perfoliatus*), уруть мутноватая (*Myriophyllum verticillatum*). В очень сильно загрязненных водах развиваются многокоренник (*Spirodela polyrrhiza*), рдест узловатый (*Potamogeton nodosus*), роголистник (*Ceratophyllum demersum*), ряска (*Lemna minor*), стрелолист обыкновенный (*Sagittaria sagittifolia*).

Следует учитывать, что многие виды водных растений обладают широким географическим и экологическим ареалами и в разных водоемах имеют различное индикаторное значение.

О степени антропогенного влияния на окружающую среду судят по исчезновению видов, например, декоративных растений первоцветов: подснежников (*Galanthus nivalis*, *Galanthus plicatus*), пролесок (*Scilla bifolia*, *Scilla sibirica*), рябчиков (*Fritillaria meleagris*, *Fritillaria ruthenica*), тюльпанов (*Tulipa quercetorum*, *Tulipa schrenkii*), численность которых вблизи городов резко сокращается вследствие хищнического сбора, вытаптывания и переуплотнения почвы. Чрезмерный выпас скота, приводящий к деградации естественных лугов, можно диагностировать по характеру растительности, когда ценные кормовые виды замещаются менее питательными. Избыток навоза приводит к усиленному развитию азотолюбивых растений, которые животные не едят.

На свалках обитают рудеральные, или мусорные растения — крапива (*Urtica dioica*), красавка (*Atropa belladonna*), лопух (*Arctium lappa*), которые, как правило, являются нитрофилами (см. первую главу). Индикаторами нарушенных земель являются завезенные амброзия (*Ambrosia artemisiifolia*) и циклахена (*Cyclachaena xanthifolia*), которым трудно конкурировать с местными растениями в устоявшихся биоценозах, но которые прекрасно развиваются на стройках, свалках, пустошах, вдоль дорог. Некоторые сорняки обитают в посевах культурных растений, и их жизненный цикл приспособлен к определенной культуре. Так, рыжик льновы (*Camelina linicola*) и плевел льновы (*Lolium linicolum*) встречаются только в посевах льна, а ежовник рисовый (*Echinochloa oryzoides*) является индикатором рисовых полей.

Редкие растения являются индикаторами необычных местобитаний. Они могут указывать на центры биоразнообразия или убежища, где вид пережил последний ледниковый период. Составлены списки растений, называемые Красными книгами, которые подлежат охране. Многие из них являются эндемиками, то есть встречаются только в определенном географическом районе.

Охрана растений является одним из важнейших требований при построении общества устойчивого развития. Считается,

что в настоящее время на Земле еженедельно исчезает один вид растений, а ведь его гибель ведет к уничтожению примерно еще 30 видов мелких животных, связанных с ним в процессе питания. По оценке ученых, почти миллиону видов живых организмов угрожает вымирание непосредственно из-за человеческой деятельности и климатических изменений, связанных с нею. Прогнозируется, что к середине нынешнего столетия до четверти всех животных и растений может исчезнуть с лица Земли. Такие прогнозы действительно ужасают, ведь человеком используется всего несколько тысяч видов растений. О многих видах и их полезных свойствах человеку зачастую еще даже не известно, не говоря уже о том, что от состояния растительности зависит благополучие не только человечества, но и само существование жизни на планете.

Принято дарить друг другу цветы, выражая свою любовь и признательность. Но, если вам весной предлагают купить цветы, собранные браконьерским способом, задумайтесь о том, следует ли становиться соучастником преступного отношения к природе.

РАСТЕНИЯ-ИНДИКАТОРЫ В БОРЬБЕ С ВИРУСАМИ

Все живые существа на Земле — бактерии, грибы, растения, животные и человек — связаны между собой родственными связями. Расшифровка генома человека, всех его генов показала, что на планете мы все «братья». Существуют также неклеточные формы жизни — вирусы, которые являются внутриклеточными паразитами, поражающими как животных, так и растения. Возможно, они являются ставшей самостоятельной частью клеточного генома и с эволюционной точки зрения обеспечивают обмен информацией на генном уровне. Однако для индивидуума попадание вируса в его организм приводит к большим неприятностям и даже летальному исходу.

В прошлом столетии было выяснено, что многие заболевания сельскохозяйственных культур вызываются вирусами. Эпифитотии (растительный аналог эпидемий у человека) способ-

ны нанести значительный урон овощеводству и плодоводству. Быстрое распространение вирусных болезней нередко приводило к необходимости уничтожения тысяч и даже миллионов плодоносящих деревьев. Подобная вредоносность вирусных заболеваний и наносимый ими экономический ущерб требовали уделить возникшей проблеме самое серьезное внимание. Стремительный прогресс вирусологии и молекулярной биологии определили быстрые успехи в изучении вирусов и нахождении методов борьбы с ними.

На начальных этапах изучения вирусных заболеваний из-за отсутствия надежных методов идентификации одни и те же вирусы нередко многократно описывали как различные. Это было связано с тем, что внешние симптомы вирусных заболеваний крайне изменчивы и модифицируются в зависимости от вирулентности штамма (вирулентность штамма — совокупность особенностей микроорганизмов, которая определяет характер и силу их болезнетворного действия), восприимчивости поражаемых культур, стадии развития болезни и даже от погодно-климатических условий. Поэтому открытие растений-индикаторов явилось важным прорывом в разрешении задач борьбы с вирусными заболеваниями.

В середине XX столетия удалось перенести один из вирусов, вызывавших заболевание вишни, на огурцы. Это позволило приступить к выделению вирусов из плодовых растений, очистке их и глубокому изучению. Проблема состояла в том, что у плодовых культур процесс выделения вирусов из пораженных тканей весьма затруднен. Окислительные ферменты в соке плодовых растений обладают высокой активностью, в результате чего вирусы образуют с веществами, содержащимися в клетках, нерастворимые комплексы. Вирусы либо выпадают в осадок и теряются на первых этапах очистки, либо вообще теряют активность. Сок плодовых культур отличается высокой кислотностью и вязкостью, что также препятствует выделению вирусов. Кроме этого, ничтожное содержание вирусов в тканях плодовых культур и нахождение в одном растении нескольких разных вирусов одновременно осложняет их выделение и идентификацию.

Преодолеть эти проблемы позволил перенос вирусов плодовых культур на травянистые индикаторы. Из зараженных травя-

нистых растений выделить и очистить вирусы плодовых культур оказалось намного проще. Это позволило выделить и идентифицировать многие вирусы, поражающие плодовые культуры.

Вегетативный способ размножения плодовых культур, применяемый человеком, — окулировка глазками и прививка черенками, взятие отводков — привел к массовому распространению вирусных заболеваний и заражению ими большинства посадочного материала. Взятие черенков с зараженного маточного дерева и прививка их на зараженный клоновый материал увеличивают вероятность образования вирусного комплекса более вредоносного, чем отдельные составляющие его вирусы. Было также установлено, что вирусы переносятся насекомыми, нематодами, клещами, а также могут передаваться с пыльцой и семенами.

Так как вирусная инфекция приводит к ослаблению роста и плодоношения плодовых культур, освобождение их от вирусов является главной задачей современного садоводства. Интенсивное садоводство базируется на использовании оздоровленного посадочного материала.

Для выявления вирусов используют древесные растения-индикаторы, которые характеризуются высокой чувствительностью к определенным вирусам. Так, например, декоративная вишня сорта Сирофуген позволяет быстро определить растения зараженными вирусами некротической кольцевой пятнистости и хлоротической кольцевой пятнистости. Если Сирофуген на прививку глазка с испытуемого дерева реагирует некрозом, то, значит, последнее заражено вышеуказанными вирусами.

У вишни и черешни зараженность вирусами некротической кольцевой пятнистости и хлоротической кольцевой пятнистости может достигать 100%. Чтобы определить, какие из деревьев являются здоровыми, применяют диагностику прививки на Сирофуген. К сожалению, с помощью этого индикатора удастся выявить только, является ли испытуемое дерево здоровым или зараженным данными вирусами, но не позволяет определить, каким именно вирусом оно больно. Благодаря травянистым растениям-индикаторам, которые дают характерную различную реакцию на эти вирусы, удастся не только дифференциально диагностировать вирусы, но и выделить их из смесей.

Таблица 10. Реакция травянистых растений-индикаторов на заражение вирусами некротической кольцевой пятнистости и хлоротической кольцевой пятнистости

Растение-индикатор	Симптомы заражения	
	вирусом некротической кольцевой пятнистости	вирусом хлоротической кольцевой пятнистости
Момордика (<i>Momordica balsamina</i>)	Некротические первичные поражения	Хлоротические первичные поражения
Огурец (<i>Cucumis sativum</i>)	Четкие хлоротические пятна на семядолях; отмирание точки роста	Мелкие хлоротические пятна на семядолях; точка роста не отмирает
Сесбания (<i>Sesbania exaltata</i>)	Без симптомов	Мелкие темные пятна на семядолях
Титония (<i>Tithonia speciosa</i>)	Без симптомов	Хлоротические первичные поражения; системная желтая мозаичность или крапчатость
Тыква (<i>Cucumis maxima</i>)	Серые некрозы на семядолях; отсутствие симптомов на настоящих листьях	Семядоли без симптомов; желтая мозаичность настоящих листьев
Циамопсис, или гуар (<i>Cyamopsis tetragonoloba</i>)	Широкие темные местные поражения; некроз жилок	Без симптомов

Деревья плодовых культур, зараженные вирусами некротической кольцевой пятнистости и хлоротической кольцевой пятнистости, живут меньше и снижают урожай плодов вдвое. Поэтому современная технология выращивания предполагает получение исходных безвирусных клонов районированных сортов, размножение их на безвирусных подвоях и закладку садов с территориальной изоляцией от существующих насаждений, так как у этих культур заражение вирусами происходит не только в процессе прививочного размножения, но и из-за переносимой насекомыми пыльцы.

Так как вирусы ослабляют плодовые растения, снижают их продуктивность и приводят к преждевременной гибели, важно своевременно выявлять зараженные деревья и не использовать их при дальнейшем размножении. В промышленных маточно-черенковых садах наблюдение за состоянием деревьев проводят постоянно. В мае-июне можно визуально выявить на яблоне и груше мозаику, на вишне и черешне — некротическую кольцевую пятнистость и хлоротическую кольцевую пятнистость, на сливе — шарку, карликовость. В августе-сентябре отчетливо проявляются симптомы заболеваний типа желтухи и вирусных болезней, поражающих в первую очередь плоды.

Однако даже внешне здоровые растения подлежат проверке на скрытое вирусное заболевание. Для этого проводят предварительное тестирование с использованием методов серодиагностики, иммуноэлектронной микроскопии и тестирования на травянистых индикаторах (табл. 10). Чаще всего в качестве индикаторов используют марь (*Chaenopodium amaranticolor*, *Chenopodium foetidum*, *Chenopodium quinoa*) и огурцы (*Cucumis sativus*). Для выявления отдельных вирусов эффективными индикаторами являются такие овощные, технические и декоративные растения, как никандра (*Nicandra physaloides*), новозеландский шпинат (*Tetragonia expanse*), петуния (*Petunia hybrida*), табак (*Nicotiana glutinosa*, *Nicotiana rustica*, *Nicotiana tabacum*), фасоль (*Phaeseolus vulgaris*), целозия (*Celosia argentea*, *Celosia plumose*) и другие. Те плодовые растения, у которых не выявлено заражения сокопереносимыми вирусами, тестируют на древесных индикаторах.

Для определения вирусных заболеваний на других плодовых культурах в качестве древесных индикаторов используют сорта яблони Вирджиния Крэб, Лорд Ламбурн, Спай-227, сорта груши Бере Гарди и Вильямс, пиронию Вича (*Pyronia veitchii*), яблони плоскоплодную (*Malus platycarpa*), сорта черешни Бинг и Сэм, сорт персика Эльберта, микровишню войлочную (*Microcerasus tomentosa*) и другие.

Если проверка на индикаторах показала, что среди ценных сортов не выявлено здоровых деревьев, то применяют специальные методы оздоровливания, например термическую терапию. Для этого больные растения подвергают длительному прогреву с последующей повторной проверкой на растениях-индикаторах.

Помимо фруктовых деревьев, вирусные заболевания распространены среди ягодных культур, на картофеле, многих декоративных растениях. Для их идентификации подобраны соответствующие растения-индикаторы.

РАСТЕНИЯ-ИНДИКАТОРЫ ОПАСНОСТИ

Человек, став человеком и отдалившись от природы, утратил многие связи с ней. Органы чувств потеряли свою остроту, и он вынужден обращаться за помощью к «братьям меньшим». Так, певчим канарейкам, первоначально заключенным ради людской прихоти в клетки, пришлось изведать и мрак подземного заточения. Оказалось, что канарейки весьма чувствительны к наличию в воздухе метана, газа, не замечаемого человеком, но образующего взрывоопасные смеси, поэтому люди стали брать их с собой в шахты. За эту чувствительность канарейки платили своими жизнями, но их смерть своевременно предупреждала шахтеров о поступлении опасного газа в подземные выработки.

Подобные примеры имеются и в царстве флоры, когда растения реагируют на химические соединения, не регистрируемые человеческим обонянием. В субтропических лесах Восточной Азии растут кустарники рода гардения, отличающиеся длительным периодом цветения. В Китае гардению жасмино-

лиственную (*Gardenia jasminoides*) как декоративное растение выращивают уже много столетий. Создано множество сортов, среди которых наиболее популярны растения с крупными махровыми цветками, напоминающими розы. В Европе гардению уже давно выращивают как комнатное растение среди десятков и сотен других видов, и вдруг недавно в лондонских и парижских цветочных магазинах на нее возник ажиотажный спрос, спрос, определяемый не особой декоративностью, а способностью спасать людей.

Все газеты обошла история одной старушки, которой доктора после обследования здоровья приписали строгий постельный режим. Но время шло, а состояние здоровья стремительно ухудшалось. Как выяснилось позже, неисправная газовая колонка выделяла много угарного газа, который не имеет ни цвета, ни запаха, но верно убивает ничего не подозревающую жертву. Обитание в «газовой камере» с неизбежностью привело бы старушку к летальному исходу, однако ее спасла случайность. Подаренную ей горшечную гардению, росшую в садике, она занесла в дом, а утром увидела стремительные перемены, произошедшие с растением: зеленые листья за ночь стали пугающе желтыми. Специалисты пояснили, что так растение реагирует на высокое содержание окиси углерода в воздухе. Экстренный курс терапии с помощью кислородных подушек поправил здоровье старушки.

Этот случай получил огласку, и проведенное расследование выявило, что от аналогичных отравлений в Европе ежегодно умирают несколько тысяч человек. Таким образом комнатное растение может спасти жизнь многим, что и вызвало всплеск покупательского спроса на него. Правда, гардения — весьма требовательное к уходу растение, поэтому необходимо соблюдать определенные температурный и влажностный режим. Если вы заметите, что внешний вид гардении ухудшился, не спешите открывать окна для проветривания, а убедитесь сначала в том, не нуждается ли она сама в вашей помощи.

И опять — прописная истина: соблюдайте технику безопасности. Следите за исправностью газонагревательных приборов в квартире, при печном отоплении не спешите преждевременно перекрывать отдушину в трубе. Дополнительное тепло

в доме вы сохраните, но, если у вас утром внезапно пожелтеет гардения, вы это можете уже не увидеть.

Способности растений не ограничиваются «вынюхиванием» угарного газа. Уже известны растения, реагирующие на диоксин, наркотики, взрывчатку и другие вещества, выявление которых актуально в наше время. Селекционным путем эти способности можно усилить и поставить растения на службу человеку. Ботаники уверены, что можно создать растения, реагирующие на определенный запах. Такие растения-индикаторы опасности могут значительно упростить в некоторых случаях контроль за наличием тех или иных химических веществ в воздухе.

Служебные собаки оказывают немалую помощь при таможенном досмотре, но уже через пару часов работы нюх у них притупляется. Да и у контрабандистов есть целый ряд антисобачих уловок, которые, однако, не обманут беспристрастное растение.

Имеются свидетельства, что некоторые тропические растения способны реагировать на самочувствие людей и предупреждать о еще только начинающихся заболеваниях. Какие открываются перспективы ранней диагностики!

Но любой прогресс несет с собой и множество сопутствующих явлений. Способность растений реагировать на мельчайшие примеси определенных веществ в воздухе не имеет пределов. Выявлены растения, которые способны улавливать феромоны человека, выделяемые во время полового акта. В итоге потребителю уже предлагается растение-индикатор супружеской неверности. Представьте типичную ситуацию — супруг уезжает в командировку и ставит на подоконник спальни новый цветок, чтобы супруга не грустила в его отсутствие. Вернувшись, по состоянию цветка он может судить о том, что было или чего не было в его отсутствие. Просто, элегантно и какковарно!

РАСТЕНИЯ-ЧАСЫ, РАСТЕНИЯ-СИНОПТИКИ

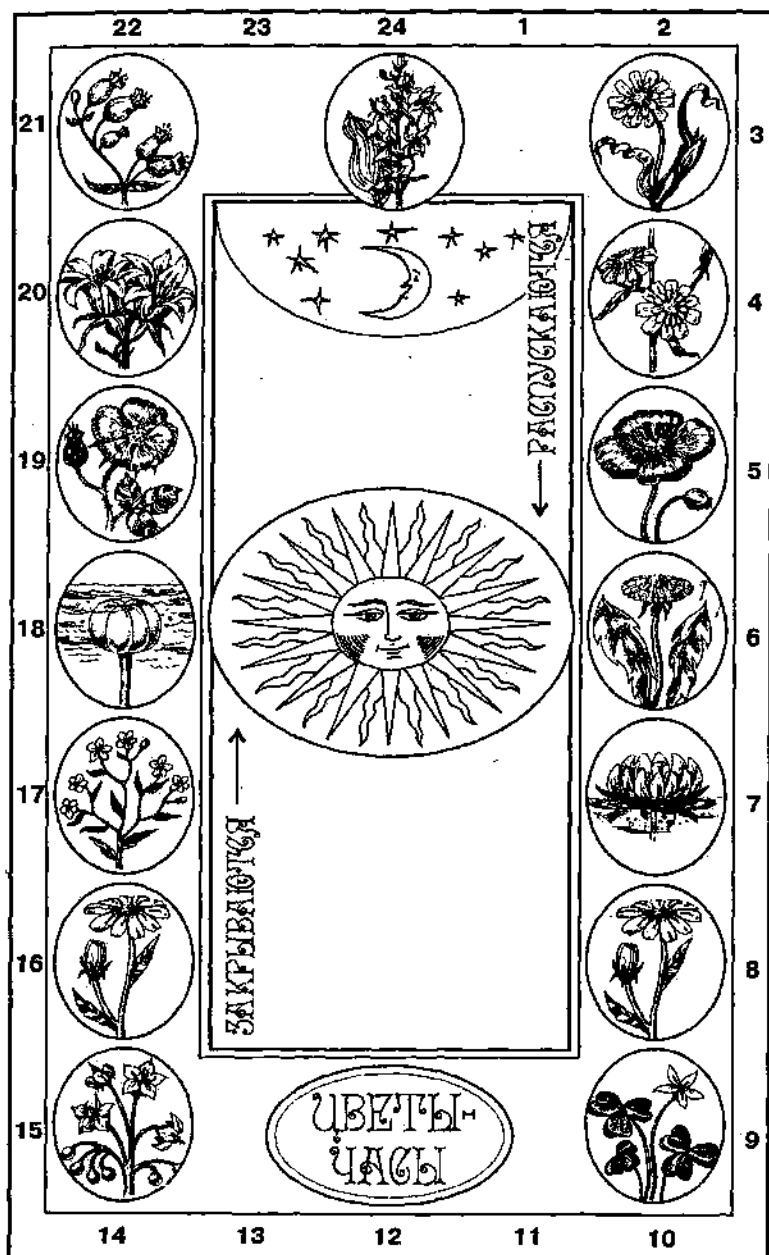
С изобретением часов отошло в прошлое умение определять время по солнцу и другими способами. А между тем полезно знать, как можно определить время с помощью растений.

По сезонному развитию растений можно определить время года. Существует даже специальная наука — фенология, занимающаяся этими вопросами. Прогнозирование сельскохозяйственных работ базируется на сезонном развитии растений. Например, начало цветения черемухи (*Padus avium*) является наиболее эффективным комплексным показателем начала весны, позволяющим сопоставить природные условия разных местностей. Во время ее цветения нередко проходит волна заморозков (черемуховые холода). По началу цветения черемухи можно судить о времени начала цветения других плодовых деревьев и кустарников. Зацветание черемухи является индикатором посадки картофеля и начала выпаса скота на лугах на северо-западе России, сева кукурузы и посева в открытый грунт огурцов — в средней полосе. На юге, где черемуха встречается редко, индикаторным аналогом служит вишня (*Cerasus vulgaris*). Начало цветения рябины (*Sorbus aucuparia*) в фенологии служит индикатором предлетья — переходного сезона от весны к лету. В это время высевают и высаживают теплолюбивые культуры. Цветение белой акации (*Robinia pseudoacacia*) подсказывает оптимальные сроки проведения защитных опрыскиваний садов против плодовой жорки.

Суточные биоритмы растений помогают определять время без часов. На рисунке изображены часы, где открытие или закрытие цветков у разных видов свидетельствуют о времени суток. Высадив их на клумбе, можно создать цветочные часы.

На рисунке изображены следующие растения:

3. Козлобородник (*Tragopogon pratense*).
4. Цикорий (*Cichorium intybus*).
5. Мак (*Papaver rhoeas*).
6. Одуванчик (*Taraxacum officinalis*).
7. Белая кувшинка (*Nymphaea Candida*).
8. Ноготки (*Calendula officinalis*).
9. Кислица (*Oxalis acetosella*).
15. Картофель (*Solanum tuberosum*).
16. Ноготки (*Calendula officinalis*).
17. Лен (*Linum usitatissimum*).
18. Белая кувшинка (*Nymphaea Candida*).
19. Шиповник (*Rosa canina*).



20. Красоднев, или лилейник (*Hemerocallis fulva*).

21. Смолевка (*Silene nutans*).

24. Любка двулистная (*Platanthera bifolia*).

По поведению растений предсказывают также непогоду. Одни из них в предверии дождя закрывают цветки и соцветия, чтобы уберечь пыльцу от намокания. Это гвоздика травянка (*Dianthus deltoids*), календула (*Calendula officinalis*), смолевка (*Silene nutans*), белая кувшинка (*Nymphaea Candida*).

Другие — дрема белая (*Melandrium album*), при повышенной влажности воздуха усиливает выделение нектара. Цветки дремы опыляют ночные бабочки и раскрываются они в сумерках. Если они начинают особо активно выделять нектар, то возможен дождь, причем дрема способна определить перемену погоды за 9-12 часов до дождя. В предверии дождливой погоды усиливают выработку нектара и цветки желтой акации (*Caragana arborescens*).

Третья группа растений-синоптиков сигнализирует об изменении погоды расположением листьев. У белокрыльника (*Calla palustris*) кроющий лист в хорошую погоду располагается вертикально, плотно прижимаясь к соцветию-початку. При ухудшении погоды он подобно стрелке барометра начинает отгибаться в сторону, располагаясь почти под прямым углом. У папоротника орляка (*Pteridium aquilinum*) листья-вайи закручиваются перед хорошей погодой, а перед дождем раскручиваются. Аналогично сигнализирует костяника (*Rubus saxatilis*), распрямляя листья к дождю и скручивая их в трубочку к жаре. Она способна предсказать изменение погоды на 15-20 часов наперед.

Четвертая группа растений в предчувствии дождя «плачет», выделяя капли влаги, — гуттирует. Гуттация происходит, когда из-за повышения влажности воздуха приостанавливается транспирация — выделение растением водного пара в атмосферу. В сухую погоду растения без особых проблем испаряют воду, но с повышением влажности воздуха приходится излишек влаги выделять в жидком виде, для того чтобы поддерживать ток воды по сосудам растений. Как и в предыдущих случаях, спусковым сигналом для реакции растения является изменение влажности воздуха. Растения чутко реагируют на повышение влажности, ко-

торое обычно предшествует осадкам. Если утром на листьях канны (*Callpa indica*) были заметны капли воды, значит, днем пойдет дождь. Капельки воды на листьях алоизии (*Aloisia sp.*) также предвещают ненастье.

НАЗВАНИЯ-ИНДИКАТОРЫ

И в заключение поговорим немного о названиях растений, которые также могут выступать в роли индикаторов.

Ботаническая номенклатура — это система наименований растений, которая помогает ориентироваться в окружающем мире. Еще отец ботанической номенклатуры Карл Линней говорил, что, «не зная названия, теряешь и понимание вещей». В XVIII столетии он осуществил реформу в ботанике, приведшую к современным биномиальным названиям растений. Теперь каждый вид имеет присущее только ему имя, состоящее из родового названия и видового эпитета на латинском языке. Благодаря этому ученые разных стран понимают друг друга. На протяжении всей книги вы встречались с тем, что после русского названия растения за ним следовало биномиальное научное название, например, подорожник большой (*Plantago major*) или спаржа (*Aspagagus officinalis*). В некоторых случаях, когда вид не конкретизирован, вместо видового эпитета стоит сокращение *sp.*, означающее «вид, виды», например, гвоздика (*Dianthus sp.*).

Указание на конкретный вид очень важно, ведь разные виды отличаются морфологическими и биологическими особенностями. Виды одного рода могут быть различными индикаторами. Когда мы рассказывали об аквариумных растениях, то упоминали о таких распространенных водных растениях, как апонегетон и эхинодорус. Если бы при этом не было указания конкретного вида, то сведения были бы малоинформативными. Ведь, например, апонегетон жестколистный (*Aponogeton rigidifolius*) и эхинодорус большой (*Echinodorus major*) хорошо растут при pH воды 7,2-8,5, а апонегетон волнистый (*Aponogeton undulata*) и эхинодорус Ашёрсона (*Echinodorus aschersonianus*) при pH 6-7.

Использование научных терминов обусловлено тем, что названия многих растений на национальных языках сложились задолго до разработки правил ботанической номенклатуры и не столь однозначны. В отличие от научной номенклатуры, которая жестко регламентирована, народная фитонимика (система названий растений) отличается многозначностью и полиноминальностью. Часто в народе одним и тем же именем называют совершенно различные растения или одно и то же растение имеет множество синонимов.

Коль речь в книге идет о растениях-индикаторах, то взглянем на систему названий растений подданным углом зрения. Оказывается, с помощью названий растений можно идентифицировать место проживания того или иного человека и его национальность. Растения, имеющие широкий ареал, имеют разные названия в различных местностях и, зная об этом, по местному названию растения, которое использует человек, можно судить о его происхождении. К примеру, такие популярные в народе лекарственные растения, как чистотел (*Chelidonium majus*) или зверобой (*Hypericum perforatum*), имеют по несколько десятков народных названий каждое. Кстати, по тому использует ли человек научное латинское название и его эквивалент на русском языке или местное этнографическое название, где и как он их применяет, можно определить степень его знания ботаники и ботанической номенклатуры.

Исходя из географической и языковой близости русского и украинского народов иногда можно попасть впросак, когда речь идет о растениях. Здесь растения, точнее, их названия выступают как индикаторы национальной принадлежности, например, в случае с васильком или кульбабой. Русский, говоря о васильках, подразумевает *Centaurea cyanus*, тогда как украинец — *Ocimum basilicum*, известный русским как базилик. Аналогом же русского василька является украинская волошка. Такая же путаница существует между украинской кульбабой — *Taraxacum* sp., называемой русскими одуванчиком, и русской кульбабой — *Leontodon* sp., известной украинцам как любочки. Переводчики зовут подобные случаи «ложными друзьями переводчика», которые иногда приводят к неверным переводам с одного языка на другой. Случай, когда украинская девушка обеща-

ет парню гарбуз, русским может быть понят как предложение отведать арбуз, хотя на самом деле речь идет об отказе от его ухаживаний. Да и украинский гарбуз (*Cucurbita maxima*) — русская тыква, в отличие от арбуза (*Citrullus lanatus*) употребляется в пищу только после кулинарной обработки.

Этимология — наука, изучающая происхождение слов, подсказывает, как то или иное растение попало к нам. По этим данным можно уточнить время интродукции — введения растения в культуру, страну происхождения, древность культуры. На примере ежевики (*Rubus caesius*, *Rubus nessensis*), винограда (*Vitis vinifera*), вишни (*Cerasus vulgaris*), рябины (*Sorbus aucuparia*), яблони (*Malus pumila*, *Malus sylvestris*) мы можем заключить, что ареалы этих плодовых растений совпадали с местами расселения древних индоевропейцев. Они с давних времен были известны людям, и русские названия происходят от индоевропейских слов. Издавна использовались славянами такие растения, как груша (*Pyrus pyraeaster*), калина (*Viburnum opulus*), лещина (*Corylus avellana*), терн (*Prunus spinosa*), черемуха (*Padus avium*). Современные русские названия этих растений имеют праславянскую основу. Те плодовые растения, которые не встречались на территории расселения славянских племён в древности, стали известны им позже под названиями, заимствованными из других европейских и азиатских языков, где эти растения культивировались раньше, — абрикос (*Armeniaca vulgaris*), айва (*Cydonia oblonga*), алыча (*Prunus cerasifera*), кизил (*Cornus mas*), наси (*Pyrus pyrifolia*). Иногда латинское научное название просто транслитерировали на русский язык — азимина (*Asimina triloba*), арония (*Aronia melanocarpa*), зизифус (*Zyzyphus jujuba*), хеномелес (*Chaenomeles japonica*), фейхоа (*Feijoa sellowiana*).

Растения, используемые в цветочных часах

Козлобородник (<i>Tragopogon pratense</i>) 	Двулетнее травянистое растение семейства астровых 30–120 см высотой. На изломе стебля виден густой млечный сок. Листья длинные, линейные или линейно-ланцетные, при основании расширенные, сверху внезапно суженные, тонко и длинно заостренные, стеблеобъемлющие. Стеблевые листья более короткие. Цветоносы полые, под корзинкой немного утолщенные. Язычковые ярко-желтые цветки, как и других представителей семейства астровых, или сложноцветных, собраны в крупные соцветия, называемые корзинками. У язычковых цветков венчик вытянут в одну сторону в виде язычка. Плоды — семянки, несут на верхушке хохолок из волосинок, образующих «парашют», как у одуванчика, только более мощный. На нем семена способны переноситься на большие расстояния. В нераскрытой корзинке волоски летучек чем-то напоминают козлиную бороду, за что растение и получило такое название. Раскрывается в 3 часа.
Цикорий (<i>Cichorium intybus</i>) 	Многолетнее травянистое растение семейства астровых 30–120 см высотой. Все части растения с млечным соком. Корень стержневой, утолщенный, мясистый, длиной до 1,5 м. Стебель одиночный, прямостоячий, ребристый, с оттопыренными прутьевидными ветвями. Стеблевые листья сидячие, ланцетовидные, острозубчатые, стеблеобъемлющие; прикорневые — струговидно-перистораздельные или слаболопастные. Язычковые цветки собраны в корзинки 3–4 см в диаметре. Чаще всего цветки синие, реже белые или розовые. Корзинки расположены на коротких ножках по 1–3 на верхушках побегов и в пазухах листьев. Плоды — семянки, на верхушке имеют хохолок из коротких пленчатых щетинок.

Цикорий (<i>Cichorium intybus</i>)	Цикорий привычен на полях, вдоль дорог, около жилья. Цикорий — хороший медонос, препараты из корней применяют в медицине. Человек вывел специальные салатные формы цикория с вкусными листьями, богатыми питательными веществами. Корни также имеют пищевое значение. Особо прославился цикорий, когда в Европе распространилась мода на кофе. Импортный напиток был очень дорог, и ловкие продавцы кофейного порошка наловчились добавлять к нему для веса измельченные корни цикория. Когда же обман открылся, то люди, уже привыкшие к вкусу такого напитка, стали требовать, чтобы цикорий по-прежнему входил в состав кофейного напитка. Раскрывается в 4 часа.
Мак (<i>Papaver rhoeas</i>) 	Однолетнее травянистое растение семейства маковых 15–80 см высотой. Листья прикорневые — перисторассеченные, крупные. По краю остро- и частозубчатые, стеблевые — трехраздельные с перистонадрезанными долями, покрытые, как и цветоносы, оттопыренными волосками. Цветки крупные, ярко-красные, иногда розовые или белые, 5–10 см в диаметре. После отцветания на цветоносе остается шаровидная коробочка. Коробочки содержат огромное количество семян, которые при раскачивании ветром выбрасываются на большое расстояние и дальше разносятся с дождевыми потоками. Растет вдоль дорог, в полях, легко расселяясь в новых местах, за что и получил название мак-самосейка. Млечный сок придает растению горький вкус и неприятный запах, из-за которых животные избегают употреблять его в пищу. В сене он считается ядовитой травой. В декоративном садоводстве рекомендуется для газонов. Выведены сорта с махровыми цветками, с цветками различных оттенков. Раскрывается в 5 часов.

Одуванчик (*Taraxacum officinalis*)



Многолетнее травянистое растение семейства астровых высотой 10–40 см, с млечным соком. Корень стержневой, мясистый. Листья ланцетные, перистолопастные или перистораздельные с широкотреугольными или почти линейными, вниз направленными долями, собраны в прикорневую розетку. Цветочные стрелки полые. Желтые цветки собраны в корзинки 3–5 см в диаметре. То, что непосвященному человеку представляется отдельным крупным цветком, на самом деле является собранием множества небольших язычковых цветков. Зрелые семена несут хохолок из белых тонких, мягких волосков, образующих на вершуксе цветоноса воздушный шар. При порыве ветра семанки на своих «парашютиках» отрываются от цветоложа и отправляются в воздушное путешествие, приземляясь нередко за много метров и даже километров от материнского растения. Прекрасно смотрятся желтые корзинки одуванчика среди луговой зелени и на запущенном газоне. Одуванчик считается сорняком, портящим классический газон, и садовники тратят много времени на удаление непрошенных «парашютистов». А между тем одуванчик — весьма полезное растение — и лекарственное, и медоносное, и даже овощное. Раскрывается в 6 часов.

Белая кувшинка
(*Nymphaea candida*)
Белая кувшинка
(*Nymphaea candida*)

Многолетнее растение семейства нимфейных. Строго говоря, *Nymphaea candida* означает не белая, а снежно-белая кувшинка, тогда как есть и *Nymphaea alba* — кувшинка белая. Но так как различить эти два вида могут только ботаники, то мы без особых проблем называем обе водные лилии белыми кувшинками. Имеет мощное корневище, закрепленное в грунте водоема.

Белая кувшинка (<i>Nymphaea candida</i>) 	На поверхности воды плавают округлые надводные листья 10–30 см длиной. Кувшинка — растение-амфибия, способна жить как в воде, так и на суше при понижении уровня воды в водоеме. В сильно заболоченных местах переплетающиеся корневища кувшинок образуют целые острова, которые, поднимаясь к поверхности, способны выдержать тяжесть человека. Цветки одиночные, крупные, необычайной красоты. Опыляются жуками, которых привлекает в цветке возможность поесть пыльцы и специальных пищевых телец, а также возможность переночевать в теплой «гостинице», которую образуют смыкающиеся на ночь лепестки. Плоды созревают под водой, затем разрушаются, а слизистые семена всплывают. После очищения от слизи семена опускаются на дно, где и прорастают. Раскрывается в 7 и в 18 часов.
Ноготки (<i>Calendula officinalis</i>) 	Еще один представитель семейства астровых. Однолетнее травянистое растение 30–60 см высотой со стержневым, ветвистым корнем. Стебель прямостоячий, нередко от основания разветвленный, ребристый, опушенный жесткими волосками. Листья — нижние черешковые, обратнойцевидные, верхние — сидячие, продолговатые или ланцетные. Желтые или оранжевые цветки собраны в корзинки 3–5 см в диаметре. В отличие от козлобородника, цикория и одуванчика в корзинке, помимо краевых язычковых цветков, имеются срединные цветки с трубчатым венчиком. У ноготков язычковые цветки — пестичные, а срединные функционируют как тычиночные. Безхолокковые семена трех типов имеют оригинальную форму.

Ноготки (<i>Calendula officinalis</i>) 	Наружные семянки — серповидноизогнутые, с длинным прямым носиком, с выпуклой стороны шиповатые; срединные — дугообразноогнутые, ладьеобразные, на спинке остробугорчатые, внутри килеватые; внутренние — серповиднокрючкообразные, с выпуклой стороны сплошь покрыты бугорками. Эта иноземка у нас вполне прижилась в культуре и местами даже одичала. Представляет ценность как лекарственное растение с широким спектром действия. В декоративном садоводстве популярны как обычные, так и махровоцветущие формы. Раскрывается в 8 и 16 часов.
Кислица (<i>Oxalis acetosella</i>) 	Многолетнее травянистое растение семейства кисличных. Имеет тонкое ветвистое корневище, покрытое чешуевидными листьями, от которого отходят пучки длинночерешковых тройчатых листьев и безлистные цветочные побеги, возвышающиеся над почвой на 5–10 см. Отдельные листочки широко-обратнояцевидные, на ночь складываются и опускаются вниз. Цветки пятичленные, с белыми лепестками, с розовыми жилками и желтым пятном у основания. В отличие от многих растений, не переносящих затенения, является теневыносливым. Его можно выращивать в тенистых местах, украшая парки. Название дано растению за приятный кисловатый вкус надземной части. Листья употребляют как приправу в салаты, первые и вторые блюда, для приготовления напитков. Листья хорошо сохраняют свои свойства в холодильнике, для более длительного использования их перерабатывают, делая пюре, засаливают и засахаривают. Раскрывается в 9 часов.

Картофель (<i>Solanum tuberosum</i>) 	Многолетнее растение семейства пасленовых 60–100 см высотой, культивируемое как однолетнее. Листья перерывчато-непарноперистые, с семью–одинадцатью яйцевидными листочками, гладкие или морщинистые. Цветки с белым, бледно-розовым и фиолетовым колесовидным венчиком. Плоды — шаровидные зеленые ягоды 1,5–3 см в диаметре. На подземных побегах образует клубни. Ради этих клубней практически все население от рабочих до академиков, включая женщин и детей, принимает участие в ежегодном цикле размножения «земляного яблока». Ботаники прозвали его «пасленом клубневым», а благодарные поедатели, к которым принадлежит значительная часть человечества, — «вторым» хлебом за питательные крахмалистые утолщения подземных стеблей-столонов. В клубнях содержится около 25% сухого вещества, из которого 80–85% приходится на крахмал и до 3 % на белки. Коль книга посвящена растениям-индикаторам, то следует отметить тот факт, что когда российские красавицы начинали завоевывать мировые подиумы, то западные специалисты безошибочно распознавали их по специфическому телосложению, присущему людям, которые питаются преимущественно углеводной пищей. Раскрывается в 15 часов.
Лен (<i>Linum usitatissimum</i>)	Однолетнее растение семейства леновых. Стебли одиночные, прямые, тонкие. Листья сидячие, ланцетные или линейно-ланцетные, голые, часто с восковым налетом. Голубые, реже белые или розовые цветки 1,5–2,5 см в диаметре, собраны в зонтиковидную кисть.

Лен (<i>Linum usitatissimum</i>) 	Плоды — шаровидные пятигнездные коробочки с десятью семенами. Лен делят на лен-долгунец со стеблями 70–150 см высотой, лишь наверху разветвленными, на лен-кудряш со стеблями 30–50 см высотой, ветвящимися от основания; лен-межеумок — со стеблями промежуточными по высоте, ветвящимися с середины; канделябровый, или стелющийся лен, со стеблями многочисленными и стелющимися по почве, поднимающимися кверху лишь ко времени цветения. Лен ценится в прядильном производстве. Волокно, получаемое из льна-долгунца, крепче хлопкового и имеет разнообразное применение в производстве тканей. Лен-кудряш — масляная культура. Он отличается высокой семенной продуктивностью, но дает волокно невысокого качества. Масло имеет пищевое и техническое значение. Лен-межеумок возделывают обычно ради семян. Лен сопровождает человека еще с каменного века и даже в век космических технологий он не потерял своего значения. Несколько его ближайших родственников заняли свое место на цветочных клумбах, радуя глаз нежными цветками. Раскрывается в 17 часов.
Шиповник (<i>Rosa canina</i>)	Кустарник семейства розовых 1,5–2,5 м высотой. Ветви дугообразные, изогнутые, реже прямые, покрытые шипами, а не колючками. У шиповника колючие образования являются выростами поверхностных тканей стебля, тогда как настоящие колючки — это видоизмененные побеги или другие органы, как, например, у боярышника.

Шиповник (<i>Rosa canina</i>) 	За это и прозвали его в народе просто шиповником, хотя ботаники величают розой, правда розой собачьей, но это название не говорит о наличии какой-либо особой связи между растением и животным, а просто указывает на его распространенность. Шипы нужны растению, чтобы защищаться от травоядных животных, и хотя человек не принадлежит к их числу, ему нередко приходится выпутываться из его цепких объятий. Листья непарноперистые, с семью, реже девятью эллиптическим листочками. Цветки бледно-розовые, белые или ярко-розовые. Хотя они уступают по красоте садовым розам, но и сами по себе весьма привлекательны. Да и сама «царица» цветов, хотя и вознеслась до небес, по-прежнему не может обойтись без «бедного» родственника. Корнесобственные розы по всем статьям проигрывают привитым растениям, а лучшим подвоем для них по-прежнему остается шиповник собачий. Плоды шиповника являются кладезем витаминов, и поэтому широко применяются в медицине. Раскрывается в 19 часов.
Красоднев, или лилейник (<i>Heimerocallis fulva</i>)	Многолетнее травянистое растение семейства лилейных. Листья линейные, остроконечные, жесткие, до 1 м длиной и 3,5 см шириной. Цветоносы многочисленные, прямые, 100–120 см высотой. На верхушке цветоноса на коротких цветоножках располагается обычно по пять–десять цветков в соцветии. Цветки воронковидные, с удлиненной трубкой и отогнутыми краями околоцветника, 10–12 см в диаметре, желто-оранжевые, внутри рыжеватые, с кирпично-красным оттенком. Пыльники черные. Продолжительность жизни каждого цветка, как правило, не более одного дня.

Красоднев, или
лилейник (*Heemerocallis
fulva*)



Об этом говорит название растения — красоднев, то есть цветет, красуется один день. Этот недостаток компенсируется равномерным и длительным цветением всего растения в течение около трех недель и обилием одновременно раскрытых цветков. Виды и сорта красоднева различаются по типу цветения — дневные, у которых цветки раскрываются после восхода солнца и закрываются до наступления темноты, после чего околоцветник отмирает; ночные — с раскрытием цветков незадолго до захода солнца и закрытием вскоре после рассвета; растянутого типа, когда цветки остаются раскрытыми более суток. Раскрывается в 20 часов.

Смолевка (*Silene
nutans*)



Многолетнее травянистое растение семейства гвоздичных. Имеет корневище. Стебель коленчато-изогнутый, поникающий. Нижние листья — лопатчатые, с длинными черешками, верхние — линейно-ланцетные, по краю с длинными многоклеточными ресничками. И листья, и стебель пушистые, сверху железисто-клейкие. Цветки пятичленные, на длинных цветоножках собраны в однобокую метелку. Лепестки белые или розовые, с острыми линейными придатками. Светлые цветки хорошо заметные даже в темноте, раскрываются ночью и издают в это время сильный аромат, привлекающий ночных бабочек. Цветение одного цветка длится три дня. Мотыльки не только пьют нектар, но и откладывают в завязь свои яйца. Подростающие гусеницы питаются семенами, но растение от этого не в убытке, так как не все семена съедаются, а польза от опыления значительно превышает урон. Чтобы уберечь цветки от муравьев и других насекомых, стебель у цветоножки покрыт клеем. Раскрывается в 21 час.

Любка двулистная
(*Platanthera bifolia*)



Многолетнее растение семейства орхидных, 30–50 см высотой. Два нижних листа почти супротивные, большие, широкоэллиптические или продолговатые, тупые, с параллельно-дуговидным жилкованием, с крылатым черешком. Цветонос цилиндрический с редуцированными листьями. Цветки трехчленные, белые, 12–20, собранные в рыхлую кисть. Они издают в сумерках прелестный аромат, за который растение прозвано ночной фиалкой. Двух–трех соцветий достаточно, чтобы наполнить комнату благоуханием. Запах усиливается вечером, ночью и в неясную погоду. Опыляется ночными бабочками. Семена прорастают подземно, и только на третий-пятый год зеленый лист появляется над поверхностью почвы. Ежегодно образует корневые клубни (у цветущего растения имеется один прошлогодний клубень и один клубень, образовавшийся в текущем году), которым, благодаря внешней форме, приписываются стимулирующие половое влечение свойства. Так это или не так, предоставляем читателям право проверить на своем опыте. По крайней мере, они очень питательны и издавна используются для укрепления и восстановления сил. Население усиленно заготавливает клубни, собирает букеты, чем наносит значительный урон естественным насаждениям орхидеи наших лесов. Поэтому она занесена в Красную книгу. Раскрывается в 24 часа.

ЛИТЕРАТУРА

Берлянд М.Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы.— Л.: Гидрометеиздат, 1991.

Биологический энциклопедический словарь.— М.: Сов. энциклопедия, 1986.

Большая советская энциклопедия. Т.10.— М.: БСЭ.

Вердеревская Т.Д., Маринеску В.Г. Вирусные и микоплазменные заболевания плодовых культур и винограда.— Кишинев: Штиинца, 1985.

Виробнича енциклопедія садівництва.— К.: Урожай, 1969.

Горышкина Т.К. Экология растений.— М.: Высш. шк., 1979.

Даждо Р. Основы экологии.— М.: Прогресс, 1975.

Елин Е.Я., Мещеряков Г.И. Атлас растений-индикаторов лесов Украины.— К.: Урожай, 1973.

Исаева Е.В. Атлас болезней плодовых и ягодных культур.— К.: Урожай, 1971.

Лархер В. Экология растений.— М.: Мир, 1978.

Лебедева Т.С., Сытник К.М. Пигменты растительного мира.— К.: Наук. думка, 1986.

Махлин М.Д. По аллеям гидросада.— Л.: Гидрометеиздат, 1984.

Николаевский В.С. Биологические основы газоустойчивости растений.— Новосибирск: Наука, 1979.

Одум Ю. Основы экологии.— М.: Мир, 1975.

Определитель высших растений Украины.— К.: Наук. думка, 1987.

Словарь ботанических терминов.— К.: Наук. думка, 1984.

Ткачук І.В. Рослини-розвідники.— К.: Наук. думка, 1979.

Цветы-часы // Наука и жизнь.— 1972.— №6.

Цирлинг М.Б. Аквариум и водные растения.— С-Пб.: Гидрометиздат, 1991.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
Растения-индикаторы в природе.....	4
Индикаторы кислотности почвы.....	4
Индикаторы почвенного плодородия.....	14
Индикаторы дефицита или избытка химических элементов в почве.....	16
Индикаторы месторождений полезных ископаемых.....	23
Индикаторы грунтовых вод.....	25
Растения-индикаторы в вашем доме.....	29
Комнатные растения-индикаторы микроклиматических условий дома.....	29
Аквариумные растения-индикаторы химического состава воды.....	31
Растительные хамелеоны.....	41
Растения-индикаторы загрязненности окружающей среды.....	44
Кислотные дожди и их влияние на растения.....	44
Зеленые контролеры.....	48
Растения-индикаторы в борьбе с вирусами.....	53
Растения-индикаторы опасности.....	58
Растения-часы, растения-синоптики.....	60
Названия-индикаторы.....	64
Приложение.....	
Растения, используемые в цветочных часах.....	67
Литература.....	77

Книги издательской группы АСТ вы можете заказать и получить по почте в любом уголке России. Пишите:

107140, Москва, а/я 140

ВЫСЛАЕТСЯ БЕСПЛАТНЫЙ КАТАЛОГ

Вы также можете приобрести книги группы АСТ по низким издательским ценам в наших фирменных магазинах:

Москва

- м. «Алексеевская», Звездный б-р, д. 21, стр. 1, тел. 232-19-05
- м. «Алтуфьева», Алтуфьевское шоссе, д. 86, к. 1
- м. «Варшавская», Чонгарский б-р, д. 18а, тел. 119-90-89
- м. «Крылатское», Осенний б-р, д. 18, к. 1
- м. «Кузьминки», Волгоградский пр., д. 132, тел. 172-18-97
- м. «Павелецкая», ул. Татарская, д. 14, тел. 959-20-95
- м. «Перово», ул. 2-я Владимирская, д. 52, тел. 306-18-91, 306-18-97
- м. «Пушкинская», «Маяковская», ул. Каретный ряд, д. 5/10, тел. 209-66-01, 299-65-84
- м. «Сокол», Ленинградский пр., д. 76, к. 1, Торговый комплекс «Метромаркет», 3-й этаж, тел. 781-40-76
- м. «Сокольники», ул. Стрмынка, д. 14/1, тел. 268-14-55
- м. «Таганская», «Марксистская», Б. Факельный пер., д. 3, стр. 2, тел. 911-21-07
- м. «Царицыно», ул. Луганская, д. 7, к. 1, тел. 322-28-22
- Торговый комплекс «ХЛ», Дмитровское шоссе, д. 89, тел. 783-97-08
- Торговый комплекс «Крокус-Сити», 65—66-й км МКАД, тел. 942-94-25

Регионы

- г. Архангельск, 103-й квартал, ул. Садовая, д. 18, тел. (8182) 65-44-26
- г. Белгород, пр. Б. Хмельницкого, д. 132а, тел. (0722) 31-48-39
- г. Калининград, пл. Калинина, д. 17-21, тел. (0112) 44-10-95
- г. Краснодар, ул. Красная, д. 29, тел. (8612) 62-55-48
- г. Курск, ул. Ленина, д. 11, тел. (0712) 22-39-70
- г. Н. Новгород, пл. Горького, д. 1/16, тел. (8312) 33-79-80
- г. Новороссийск, сквер имени Чайковского, тел. (8612) 68-81-27
- г. Оренбург, ул. Туркестанская, д. 23, тел. (3532) 41-18-05
- г. Ростов-на-Дону, пр. Космонавтов, д. 15, тел. (88632) 35-99-00
- г. Рыбинск, ул. Ломоносова, д. 1 / Волжская наб., д. 107, тел. (0855) 52-47-26
- г. Рязань, ул. Почтовая, д. 62, тел. (0912) 20-55-81
- г. Самара, пр. Кирова, д. 301, тел. (8462) 56-49-92
- г. Смоленск, ул. Гагарина, д. 4, тел. (0812) 65-53-58
- г. Тула, пр. Ленина, д. 18, тел. (0872) 36-29-22
- г. Череповец, Советский пр., д. 88а, тел. (8202) 53-61-22

Издательская группа АСТ

129085, Москва, Звездный бульвар, д. 21, 7-й этаж

Справки по телефону:

(095) 215-01-01, факс 215-51-10

E-mail: astpub@aha.ru <http://www.ast.ru>

Популярное издание

Меженский Владимир Николаевич

РАСТЕНИЯ-ИНДИКАТОРЫ

Редактор *И.Г. Жилыкова*

Художественный редактор *И.Ю. Селютин*

Оформление обложки *В.И. Гринько*

Технический редактор *А.В. Полтьев*

Общероссийский классификатор продукции
ОК-005-93, том 2; 953004 — научная и производственная литература

Санитарно-эпидемиологическое заключение
№ 77.99.02.953.Д.000577.02.04 от 03.02.2004 г.

ООО «Издательство АСТ»

667000, Республика Тыва, г. Кызыл, ул. Кочетова, д. 28

Наши электронные адреса: WWW.AST.RU

E-mail: astpub@aha.ru

Издательство «Сталкер»

83114, Украина, г. Донецк, ул. Щорса, 108а

Отпечатано с готовых диапозитивов
в ООО «Типография ИПО профсоюзов Профиздат».
109044, Москва, Крутицкий вал, 18.