

ПРИРОДНЫЕ ИНДИКАТОРЫ ИЗ РАСТЕНИЙ**Бурнаев Г.В.***с. Кинель – Черкассы, Самарская область, ГБОУ СОШ №2 «ОЦ», 7 «А» класс**Руководитель: Горячкина И.А., с. Кинель – Черкассы, Самарская область,
учитель химии и биологии*

Растениями-индикаторами называют растения, тесно связанные с определёнными экологическими условиями. По их присутствию узнают о содержании определённых 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 её плодородия, наличии или нехватке тех или иных химических элементов. Умение увидеть и прочесть ту информацию, которой обладают растения, помогает найти уран и золото, узнать новое об окружающей природе, иногда даже спасти жизнь.

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 определённых 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 явственно проявля-

ется 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 даёт более ценную информацию, чем оценка загрязнения приборами.

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

Объект исследования: природные растения, обладающие свойствами индикаторов.

Предмет исследования: растворы растительных индикаторов.

Цель: доказать наличие природных индикаторов в разных частях растений и изучить их свойства.

Задачи:

1. Изучить литературу по данной теме, проанализировать данные источники.

2. Приготовить растительное сырьё, а также водные отвары сырья для исследования на изменение цвета в кислой и щелочной среде.

3. Провести исследование, какие из подготовленных растворов растений – индикаторов можно использовать в домашних условиях.

Гипотеза: растворы растительных индикаторов можно приготовить самостоятельно и применять домашних условиях при необходимости определения среды раствора.

Методы исследования:

- 1) изучение литературы,
- 2) эксперимент,
- 3) наблюдение,
- 4) аналитическая деятельность.

Теоретическая часть*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 кото-

рых 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 её свойств [1].

Одним из главных характеристик почвы является её кислотность. Кислотность почвы – это свойство почвы, обусловленное наличием ионов водорода, находящихся в ней. Её можно выразить при помощи рН – показателя активности ионов водорода. В соответствии с величиной рН различают почвы; *сильнокислые* – рН < 4,5, *среднекислые* – рН < 4,6-5,0, *слабокислые* – рН – -5,1-5,5, близкие к нейтральным – рН 5,6-7,0, *щелочные* – рН > 7,0. Кислую реакцию имеют болотные, дерново-подзолистые и серые лесные почвы, нейтральную – чернозёмные почвы, щелочную – каштановые почвы и серозёмы, сильнощелочную – солонцы.

В химии применяется набор специальных веществ – индикаторов, 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 определённых реактивов с последующим сравнением полученной окраски почвенного раствора со стандартной окрашенной шкалой позволяет определить кислотность почвы. Её можно установить также при помощи специального прибора – рН-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 пренебрежительно называют сорняками. Разумеется, растения не так точно показывают значение рН, как специальные химические реактивы, но во многих случаях полученной информации вполне достаточно для огородника или садовода-любителя. В таблице 1 приведены широко распространённые травянистые растения, которые могут помочь определить кислотность почвы. Некоторые из них изображены на рис. 1–3 (см. Приложение 1).

Большинство культивируемых растений наиболее успешно развивается в условиях среды, близкой к нейтральной. Поэтому

если почва на участке сильнокислая или сильнощелочная, то её необходимо улучшить. Кислые почвы известкуют, добавляя известняк, гашёную известь, доломитовую муку, мел, мергель, торфотуф или печную золу. Доза внесения извести зависит от кислотности почвы, её механического состава и выращиваемой культуры.

Некоторые садовые растения требуют кислых почв, поэтому для обеспечения наилучших условий их роста почву иногда приходится подкислять. Наши ягодные кустарники – крыжовник, малина, чёрная смородина также предпочитают слабокислые почвы. Хорошо развиваются в кислой среде белокочанная и цветная капуста, редис. Многие цветочно-декоративные растения – гортензии, рододендроны, папоротник мужской – нуждаются в кислых почвах, поэтому под посадку приходится вносить кислый торф. Газонные травы – образуют лучший дерн на почве, кислотность которой находится в пределах рН 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 так же плодородие почвы и её кислотность.

Индикаторы почвенного плодородия. Растительность подаёт нам достаточно явные сигналы о структуре почвы, её водном режиме и балансе питательных веществ. Поэтому с помощью растений можно определить, например, какие выбрать удобрения. Плодородие почвы является её важнейшей характеристикой. Именно от плодородия зависит и урожай, 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 и лишайники. Из высших растений это обитающие во влажных лесах и болотах багульник, брусника, клюква, черника 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 зелёные мхи, папоротник мужской, земляника лесная, душица, иван-да-марья и другие растения.

Указателями богатых почв являются *растения-эвтрофы* и *растения-мегаэвтрофы*. На плодородных почвах растут: мох мниум, папоротники страусово перо и кочедыжник женский, иван-чай, крапива

двудомная и жгучая, лебеда, медуница, мокрица, паслён чёрный, хвощ лесной и некоторые другие виды.

Растения-эвритрофы, т.е. растения, которые могут расти и успешно развиваться на почвах разного плодородия, в качестве индикаторов почвенного плодородия используются 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 обогащённых азотом почвах – паслён сладко-горький, хмель, лопух, пустырник и др. Индикаторами низкого содержания азота в почве являются *растения-нитрофобы*. Ими являются многие бобовые растения: дрок красильный, люцерна, астрагал другие. Выживать на почвах, бедных азотом, им помогает содружество 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.

Какими бы ни были почвы по кислотности или плодородию, для нормальной жизнедеятельности растений существенным фактором является и степень солнечного освещения. Различают *светлюбивые* 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. Светлюбивыми растениями являются земляника лесная, ракичник, фиалка собачья. Теневыносливые растения способны расти и развиваться в широком диапазоне условий освещённости – от сильного затенения до полного солнечного света, например, купена лекарственная, ландыш. Тенелюбивые *растения-сциофиты* не выносят прямого солнечного света. Это кислица, майник, недотрога, фиалка удивительная, хвощ лесной, 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, причём вреден как недостаток, 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 растений-индикаторов необходимо провести подкормку недостающим элементом питания всех плодовых культур, растущих на участке [2].

Недостаток и избыток азота. Растение-индикатор недостатка азота – яблоня. Незначительный дефицит азота в почве вызывает замедление роста. Из-за уменьшения содержания хлорофилла утрачивается интенсивная зелёная окраска, листья становятся светло-зелёными, оранжевыми, красными или пурпурными. Резко уменьшается число цветков и плодов. Плоды не достигают нормальных размеров, рано созревают и опадают.

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, тёмно-зелёные, плоды слабо окрашены, рано опадают, плохо хранятся. Рост вегетативных органов усиливается, что приводит к снижению зимостойкости и устойчивости к паразитарным заболеваниям.

Недостаток и 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 косточковых культур недостаток фосфора проявляется резче. Молодые листья вначале тёмно-зелёные. У них багровеют жилки, сначала снизу, затем сверху, особенно по краям и на черешках. Край 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 тёмный, почти чёрный 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 краёв листьев. Наиболее характерным признаком калийной недостаточности у семечковых культур является образование по краям листовой пластинки нижних листьев ободка засыхающей ткани: у яблони – серого, бурого или коричневого, у груши – чёрного цвета. При сильном калийном голодании «ожог» распространяется на всю листовую пластинку, и лист засыхает. Со временем такие листья становятся дырчатými. У малины листья морщинистые и слегка закручены внутрь; общий цвет листы 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 неё образуется серая гниль плодов.

Недостаток магния. Растения-индикаторы недостатка магния – чёрная смородина и яблоня. Растения слабо растут, у старых листьев проявляется межжилковый хлороз. У одних сортов яблони листья между жилками желтеют, тогда как сами жилки остаются зелёными. Затем на этих участках, начиная с краёв, появляются бурые некротические пятна. У других сортов такие изменения происходят в середине лета, а края листьев остаются зелёными. У груши листья чернеют. У вишни пожелтение листьев начинается в середине пластинки с обеих сторон от центральной жилки. Быстро развивается некроз, желтеет остальная часть листовой пластинки, и листья преждевременно осыпаются.

Недостаток железа – хлороз. Плодовые растения-индикаторы недостатка железа – груша, черешня. Травянистые растения-индикаторы – вьюнок, 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. Так как хлороз проявляется на щелочных почвах, не следует вносить удобрения, способствующие

её подщелачиванию, такие как нитратные азотные удобрения (натриевая, кальциевая и калийная селитры). Нужно применять подкисляющие удобрения, например, аммиачные азотные удобрения – соли аммония. 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-зелёном фоне молодых листьев выделяется сетка зелёных жилок; при большом верхние листья белеют, утрачивают зелёный цвет и жилки, затем буреют кончики и края листьев. Наблюдается засыхание побегов и верхушек деревьев. Недостаток железа проявляется сначала на молодых, затем на старых листьях.

Недостаток марганца. Растения-индикаторы недостатка марганца – яблоня, вишня, малина. При марганцевом голодании пожелтение начинается с краёв листа, распространяясь на всю листовую пластинку. Жилки при этом долго остаются зелёными, 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, причём 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 свёкла. 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. 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.

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 краёв, буреют, деформируются и опадают. Рост растений замедляется. Кора побегов трескается, на ней появляются вздутия, а сами побеги усыхают. При остром голодании рано прекра-

щается 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. 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 жёлтый 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-зелёную окраску, растут под острым углом к побегу, становятся жёсткими. При недостатке трёх 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.

Растения – индикаторы в вашем доме

Многие комнатные растения не только украшают интерьер, но и могут служить настоящим индикатором атмосферы в доме и ее очистителями. Важнейшая особенность растений – обогащение воздуха кислородом и поглощение углекислого газа.

Очень многие тропические растения очень быстро известят Вас о недостаточной влажности воздуха в помещении. Например, листья калатеи очень быстро приобретут коричневые кончики при малейшем понижении влажности, а если сухость воздуха достигнет критического значения (ниже 40%, например, при включенном отоплении), калатея, вообще, начнет резко засушивать свои листья, и, возможно, даже все. Однако лучше принимать меры по повышению влажности заблаговременно, когда только-только начнут засыхать кончики листьев (см. Приложение 2).

Они также различаются по требованиям к кислотности и увлажненности почвы, ее минеральному и механическому составу, к условиям освещенности, температурному режиму, влажности воздуха.

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 нашего самочувствия и настроения [6].

О нехватке освещения можно догадаться по внешнему виду большинства цветов, т.к. в этом случае они начинают вытягиваться, листья мельчают, междоузлия удлиняются. Цветение красивоцветущих видов уменьшится, а иногда и полностью прекратится.

Но некоторые светлюбивые растения реагируют на недостаток света довольно быстро и информируют о нем наиболее четко. Например, гипоестес имеет яркий цвет листьев, как на картинке, только на достаточно освещенном окне: южном и западном (см. Приложение 2). При малейшей нехватке света количество розовых крапинок на листьях резко уменьшается, а побеги вытягиваются с необыкновенной быстротой. Что странно, в таких неблагоприятных условиях растение еще и очень склонно к цветению. Если гипоестес выглядит у вас

подобным образом, скорее всего, такие условия освещения подойдут для большинства менее светолюбивых видов, которые предпочтут яркий рассеянный свет. В то же время, при самом слабом освещении листья гипоестеса станут практически зелеными, мелкими, и пушистыми, а побеги вытянутся до 50-60 см. В таких условиях определенно могут существовать только самые теневыносливые виды.

Но санхезия индикатор не только освещенности комнаты, она очень четко демонстрирует нам необходимость полива. К сожалению, не всегда удается точно помнить, когда мы поливали растения в последний раз. Обилие дел и работы иногда приводит к тому, что мы напрочь забываем о зеленых питомцах и о том, что они хотят пить. В этом случае на самом видном месте можно поставить санхезию. Как только количество влаги у нее в почве снизится до критического уровня, она сообщит Вам об этом вялыми поникшими листьями, тогда как растения с кожистыми листьями будут стойко терпеть подобное невнимание к себе. Однако, глядя на санхезию, Вы точно вспомните, что давно поливали свои растения. Заодно не забудете проверить влажность почвы у других цветов. Как только санхезию обильно увлажнят, она быстро расправит свои листья и примет свой нормальный внешний вид. (Однако, если полив не будет произведен вовремя, листья санхезии скрутятся и засохнут окончательно, лучше не доводить ее до такого состояния).

Растения – индикаторы загрязненности окружающей среды

Биологические индикаторы (биоиндикаторы) – организмы, реагирующие на изменения окружающей среды своим присутствием или отсутствием, изменением внешнего вида, химического состава, поведения. При экологическом мониторинге загрязнений использование биологических индикаторов часто дает более ценную информацию, чем прямая оценка загрязнения приборами, так как биологические индикаторы реагируют сразу на весь комплекс загрязнений. Кроме того, обладая «памятью», биологические индикаторы своими реакциями отражают загрязнения за длительный период. На листьях деревьев при загрязнении атмосферы появляются некрозы (отмирающие участки). По присутствию некоторых устойчивых к загрязнению видов и отсутствию неустойчивых видов (например, лишайников) определяется уровень загрязнения атмосферы городов.

При использовании биологических индикаторов важную роль играет способность

некоторых видов аккумулировать загрязняющие вещества. Последствия аварии на Чернобыльской АЭС были зафиксированы в Швеции при анализе лишайников. Сигнализировать о повышенном содержании бария и стронция в окружающей среде могут береза и осина неестественно зеленым цветом листьев. Аналогично в ареале рассеяния урана вокруг месторождений лепестки иван-чая становятся белыми (в норме – розовые), у голубики темно-синие плоды приобретают белый цвет и т. д.

Для выявления разных загрязняющих веществ используются разные виды биологических индикаторов: для общего загрязнения – лишайники и мхи, для загрязнения тяжелыми металлами – слива и фасоль, диоксидом серы – ель и люцерна, аммиаком – подсолнечник, сероводородом – шпинат и горох, полициклическими ароматическими углеводородами (ПАУ) – недотрога и др. Используются и так называемые «живые приборы» – растения-индикаторы, высаженные на грядках, помещенные в вегетационные сосуды или в специальных коробочках (в последнем случае используют мхи, коробочки с которыми называются бриометрами).

«Живые приборы» устанавливают в наиболее загрязненных частях местности. При оценке загрязнения водных экосистем в качестве биологических индикаторов могут использоваться высшие растения или микроскопические водоросли, организмы зоопланктона и зообентоса. В средней полосе России в водоемах при загрязнении воды разрастаются роголистник, рдест плавающий, ряски, а в чистой воде – водокрас лягушачий и сальвиния. С помощью биологических индикаторов можно оценивать засоление почвы, интенсивность выпаса, изменение режима увлажнения и т.д. В этом случае как биологический индикатор чаще всего используется весь состав фитоценоза. Каждый вид растений имеет определенные пределы распространения (толерантности) по каждому фактору среды, и потому сам факт их совместного произрастания позволяет достаточно полно оценивать экологические факторы.

Возможности оценки среды по растительности изучаются специальным разделом ботаники – индикационной геоботаникой. Ее основной метод – использование экологических шкал, т. е. специальных таблиц, в которых для каждого вида указаны пределы его распространения по факторам увлажнения, богатства почвы, засоления, выпаса и т.д. В России экологические шкалы были составлены Л.Г. Раменским. Широкое распространение получило ис-

пользование деревьев как биологических индикаторов изменения климата и уровня загрязнения окружающей среды. Учитывается толщина годичных колец: в годы, когда выпадало мало осадков или в атмосфере повышалась концентрация загрязняющих веществ, образовывались узкие кольца. Таким образом, на спиле ствола можно видеть отражение динамики экологических условий. Лишайники успешно используют в экологическом мониторинге.

Служат индикаторами окружающей среды, так как проявляют повышенную чувствительность к химическому загрязнению. Устойчивости к неблагоприятным условиям способствует невысокая скорость роста, наличие различных способов извлечения и накопления влаги, развитые механизмы защиты.

Российские исследователи М.Г. Нифонтова и её коллеги установили, что лишайники накапливают радионуклеотиды на несколько величин больше, чем травянистые растения. Кустистые лишайники накапливают больше изотопов, чем листоватые и накипные, поэтому для контроля за радиоактивностью в атмосфере выбирают именно эти виды. Напочвенные лишайники накапливают в основном цезий и кобальт, а эпифиты – преимущественно стронций и железо. Эпилиты, растущие на камнях, накапливают совсем мало радиоактивных элементов. Вымывание изотопов из талломов сильно заторможено, в связи с длительными периодами обезвоживания, поэтому лишайники служат барьером для дальнейшего распространения губительной радиации. Благодаря способности накапливать изотопы, лишайники используются как индикаторы радиоактивного загрязнения среды.

Растения – часы, растения – синоптики

Известно, что лепестки цветов закрываются и открываются в определенное время, в зависимости от изменения освещенности. Обычно в ночное время цветы закрыты, а с восходом солнца они открывают свои венчики. Хотя душистый табак открывается только ночью, так как опыляется ночными насекомыми. Ночью же цветет и энотера, ночная красавица.

Ботаники так объясняют это явление: суточный ритм движения лепестков – результат неравномерного роста верхней (внутренней) и нижней (наружной) сторон. Если быстрее растет верхняя сторона, то лепестки открываются наружу, при этом цветки раскрываются. Наоборот, более быстрый рост нижней поверхности приводит к отклонению лепестка, то есть к закрыванию цветка.

Ученые рассматривают это как приспособление, предотвращающее намокание пыльцы от росы. Лепестки таких растений вечером загибаются, ложатся друг на друга, сдвигаются вместе и принимают вновь то положение, какое они занимали в цветочной почке. Как только роса высыхает и вновь начинают летать насекомые, цветок раскрывается. У многих цветков повторное раскрытие происходит лишь один раз (на следующий день), у других оно повторяется и на третий, четвертый, пятый, а у отдельных видов осенних шафранов – даже на двенадцатый день.

Точность таких часов зависит от погоды – в дождливую и пасмурную погоду такие часы будут «врать». Так же известно, что в разной местности цветы открываются в разное время.

Самыми древними предсказателями погоды, пожалуй, были постоянные спутники человека – растения. Люди давно заметили, что акация желтая и белая, смородина черная и красная, жимолость лесная, донник белый и лекарственный, бобы русские (конские) и некоторые другие растения в период их цветения перед дождем имеют наиболее сильный аромат, в это время их цветки охотно посещают пчелы, шмели и другие насекомые. Объясняется это тем, что с повышением влажности воздуха (а это происходит перед дождем) у цветков этих растений усиливается выделение нектара. Из растений, выделяющих нектар перед дождем, известна и широко распространенная на лугах дрема белая. Днем у этого растения цветки прикрыты, как бы «дремлют», а раскрываются только вечером – опыляют их ночные насекомые, в основном бабочки. Но привлекает дрема насекомых не каждый вечер, а только перед дождем (интенсивное выделение нектара происходит даже за 10-12 ч до перемены ясной погоды). При обильном посещении этого растения насекомыми-опылителями следует ожидать дождя. Если же с вечера дрема раскрыла цветки, но бабочки на них долго не задерживаются – значит, нектара нет и ненастье сменится хорошей погодой. Аналогично реагируют на перемену влажности воздуха и цветки адониса весеннего – ценного лекарственного растения, применяемого в кардиологии.

У большинства растений интенсивное выделение нектара наблюдается при влажности воздуха 60-80%. В таком виде этот лакомый сок наиболее доступен для насекомых-опылителей. Сильно сгущенный нектар насекомые не могут засосать, чем и объясняется плохой лет пчел в период длительной засухи. Однако и длительные

дожди не приносят пользы растениям-медоносам, так как при этом задерживается развитие цветков и уменьшается выделение нектара. У растений с открытыми цветками (липа, иван-чай, малина) дождь даже вымывает нектар.

Цветущие растения могут помочь нам предсказать дождь и преждевременным закрытием цветков. За несколько часов до смены ясной погоды закрываются (или не распускаются в обычное для них время) цветки у таких широко известных растений, как одуванчик лекарственный, звездчатка средняя (мокрица), кувшинка белая, шиповник коричный, роза морщинистая и собачья, ноготки лекарственные, шток-роза, различные виды осок. Эта реакция растений тоже является надежным показателем повышения влажности воздуха, так как она направлена на принятие заблаговременных мер по предохранению нектара и пыльцы цветков от вымывания дождем. По этим же растениям можно определить и окончание ненастья, когда, несмотря на облачную погоду, их цветки начинают раскрываться. Соцветия чертополоха курчавого и лопуха паутинистого, листочки обертки которых заканчиваются шиловидными выростами с загнутыми на концах крючками, тоже служат надежными барометрами: к хорошей ясной погоде колючки на их цветочных головках «ощетиниваются», раздвигаясь по сторонам, а перед дождем – смыкаются и становятся неколючими и менее цепкими.

К ненастью поникают цветки у чистотела большого, сердечника лугового, ветреницы дубравной, перелески благородной, фиалки (трехцветной, полевой, душистой, удивительной), маргаритки многолетней, крупки дубравной.

Предстоящую дождливую погоду можно предугадать и по состоянию листьев у некоторых растений. Так, например, если у клевера лугового и кислицы обыкновенной в хорошую погоду дольки тройчатых листьев находятся в одной плоскости, то перед дождем они складываются «домиком», как бы образуя трехскатную крышу.

Еще одно свойство растений-барометров – «плач» перед дождем. Выделение капелек воды на листьях, называемое гуттацией, происходит в том случае, когда при высоком насыщении атмосферного воздуха водяными парами корни растений поглощают воды больше, чем ее испаряют. Под воздействием корневого давления капельки воды выделяются через устьичные отверстия и стекают с кончиков листьев. Чаще всего гуттация наблюдается ранним утром, в пасмурную безветренную погоду и перед дождем. Она является достоверным синоп-

тическим признаком, свидетельствующим о высокой относительной влажности воздуха. К таким растениям «плаксам» относятся: культивируемые в комнатных и оранжерейных условиях монстера восхитительная, канна, бальзамин африканский, а также произрастающие по берегам водоемов и на мелководьях дербенник иволистный («плакун-трава»), стрелолист обыкновенный, частуха подорожниковая, ежеголовник прямой, телоре обыкновенный. «Рекордсменами» в этой группе растений являются каштан конский и клен платановидный, так как их листья начинают «плакать» за 2-4 сут до дождя. Зимой такие комнатные растения, как калла (белокрыльник), своей обильной гуттацией даже предсказывают оттепели.

Основными показателями в долгосрочных прогнозах являются признаки пробуждения живой природы после зимнего покоя. Так, например, если весной первой распускает свои листья береза, следует ожидать теплого лета, а если раньше березы распускаются листья у ольхи, – лето будет холодным и дождливым. Дружное и интенсивное (обильное) выделение сока у березы предвещает ненастную летнюю погоду.

Осенью по березе можно предугадать сроки наступления весны: если листья начинают желтеть с верхушки кроны, – весна будет ранней, а если снизу – поздней. Обильные урожаи яблоч, рябины, желудей сулят суровую морозную зиму.

По выращенному на огороде репчатому луку можно предугадать зимнюю погоду прямо дома: если два-три наружных сухих слоя кожуры луковицы тонкие и легко рвутся, погода будет относительно теплой, а если кожура грубая и прочная – следует ожидать суровую зиму.

Практическая часть

Опыт 1. «Получение растительных индикаторов»

Сырье для получения растворов индикаторов:

- 1) лепестки цветов: розы, гвоздики
- 2) свежемороженые ягоды: черная смородина, малина
- 3) овощи: столовая свекла, морковь
- 4) листья петрушки

Оборудование: ступка и пестик, химические стаканы, спиртовка, воронка, фильтровальная бумага, штативы, стеклянные палочки, колбы, водяная баня.

Ход работы:

1. Приготовим отвар: к 10г листкам цветов истертых в ступке добавим 50г воды и кипятим 1, 2 минуты. Полученный отвар отфильтровали, к полученному раствору

добавили спирт (в отношении 2:1), чтобы лучше сохранить полученный раствор от закисания, образования плесени.

2. Аналогично образом приготовим отвар ягод, а отвар овощей варим 10 – 25 минуты на водяной бане.

3. Отварами полученных индикаторов пропитаем фильтровальную бумагу, высушим ее, поместив на стекло в темном месте. Через 2 дня индикаторная бумага готова к использованию.

4. Из свежемороженых фруктов и ягод, овощей выжали сок, для этого их натерли на терке или измельчили в ступке, после этого «отжали» через слой марли сок.

Выводы по результатам опыта.

1. Растворы индикаторов, возможно, приготовить в домашних и лабораторных условиях;

2. Растворы получились ярко окрашенными.

3. Индикаторная бумага получилась качественной.

Опыт 2. «Исследование окраски полученных растительных индикаторов в кислой и щелочной средах»

Реактивы: готовые растворы отваров растений, ягод и овощей, растворы кислоты и щелочи.

Ход работы:

1. Для проверки индикаторных свойств полученных растворов приготовили 10 г 0,1% раствора HCl и 10 г 0,1% раствора NaOH.

2. При добавлении нескольких капель полученных индикаторов к растворам HCl и NaOH происходило изменение цвета индикаторов.

3. Результаты исследования занесены в дневник наблюдений (см. табл. 1 в Приложении 3).

4. Сделаны фотографии с результатами опыта.

Выводы по результатам опыта:

1. Природные индикаторы можно использовать для определения среды раствора.

2. Большинство природных индикаторов в кислой среде изменяют свой цвет на красный или его оттенки, а в щелочной среде приобретают оттенки зеленого и желтого цветов.

3. Не все ягоды и растения можно использовать для получения кислотно-основных индикаторов

4. Лучшие индикаторы получились из растворов черной смородины, малины, свеклы, розы и гвоздики.

5. Листья петрушки и индикатор из сока моркови плохо подходят для получения природных индикаторов

Опыт 3. «Сравнение действия индикаторов, полученных из отвара и свежавыжатых соков свежих и замороженных ягод и овощей»

Реактивы: свежавыжатые соки ягод и овощей, отвары ягод и овощей, раствор соляной кислоты, раствор гидроксида натрия.

Ход работы: Для сравнения свойств индикаторов провели исследование растворов плодов и ягод, взятых в замороженном виде и свежих овощей.

1. Для исследования взяты замороженные ягоды смородины. Из неё готовили отвар.

2. Заморозили свеклу в морозильной камере при температуре -15 °С.

3. Приготовили свежавыжатый сок свеклы.

4. Проводили опыты, доказывающие свойства кислот и щелочей, с использованием подготовленных индикаторов.

5. Сравнивали полученный результат и заносили его в дневник наблюдений (см. табл. 2 в Приложении 3).

Выводы по результатам опыта:

1. Свойства некоторых индикаторов зависят от способа хранения и вида ягод и плодов.

2. Более качественные изменения заметны при использовании свежавыжатого сока ягод и овощей.

3. В щелочной среде происходит с течением времени изменение окраски индикаторов до желтого или коричневого цветов.

4. У соков изменение окраски в щелочной среде до коричневого оттенка происходит медленнее.

5. Для дальнейшего исследования гипотезы необходимо сверить результаты исследования летом, используя свежие ягоды.

Заключение

Если исследовать окружающий нас мир и более внимательно ко всему присмотреться, то можно собрать энциклопедию индикаторов, которая поможет нам ориентироваться в жизни. Индикаторов вокруг нас много, они помогают нам жить. Знание индикаторных способностей растений может помочь даже в приготовлении пищи. Например, хорошая хозяйка знает, что борщ становится ярко бордовым, если в него добавить уксус или лимонную кислоту.

Приступая к работе, мы выдвинули предположения о том, что растения обладают индикаторными свойствами, которые можно использовать в различных сферах, а также попытались доказать гипотезу – растворы растительных индикаторов можно приготовить самостоятельно и применять

домашних условиях при необходимости определения среды раствора.

На основании литературных данных и данных наших исследований мы сделали следующие выводы:

- кислотность почвы можно определить с помощью растительных индикаторов;

- существуют научно обоснованные связи между определёнными растениями и плодородием почвы;

- обеспеченность почвы определёнными химическими элементами можно выявить по произрастанию некоторых видов растений;

- в бытовых условиях лучше всего использовать в качестве индикаторов соки чёрной смородины, малины, свеклы, вытяжки из цветов (роза, гвоздика), так как они особенно ярко окрашены;

- интенсивность индикаторов зависит от концентрации исследуемых растворов;

- большинство растений-индикаторов в кислой среде изменяют свой цвет на крас-

ный, а в щелочной среде на жёлтый, жёлто-зелёный и синий;

- жёлтые пигменты растений-индикаторов свою окраску в различных средах не изменяют.

К сожалению, почти у всех природных индикаторов есть серьёзный недостаток: их отвары довольно быстро портятся, поэтому чаще используются более устойчивые спиртовые растворы. Положительным моментом является то, что они экологически безопасны, и их можно приготовить и использовать в домашних условиях.

Надеюсь, что наша работа привлечёт внимание учащихся, их родителей и педагогов, так как полученная информация может быть использована не только на уроках химии и биологии, но и в узкоприкладном направлении, например в домашнем хозяйстве и на даче. Думаю, что наша работа будет способствовать развитию у учащихся любознательности и наблюдательности.

Приложение 1



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 – вьюнок полевой; 2 – мак-самосейка; 3 – дрёма белая; 4 – подмаренник цепкий; 5 – лебеда раскидная; 6 – подорожник ланцетный

Приложение 2



Рис. 1. Калатея



Рис. 2. Гиноестес



Рис. 3. Санхезия

Дневник наблюдений

Таблица 1

Результаты испытания растворов природных индикаторов

Сырье для приготовления индикаторов	Естественный цвет индикатора	Цвет раствора	
		в кислой среде pH < 7	в щелочной среде pH > 7
Свекла (плоды)	Рубиновый	Бордовый	Желтый
Черная смородина (ягоды)	Бордовый	Красный	Изумрудный
Черная смородина (листья)	Желто-зеленый	Желтый	Лимонный
Петрушка (листья)	Желто-зеленый	Светло-коричневый	Желтый
Красная роза (цветы)	Розовый	Ярко-малиновый	Желтый
Разноцветная гвоздика (цветы)	Бурый	Бледно-розовый	Желтый
Морковный сок	Оранжевый	Немного обесцветилась	Не изменилась
Малина	Малиновый	Бледно-малиновый	Темно-желтый

Таблица 2

Свойства индикаторов, полученных разными способами

Индикатор	Естественный цвет	Кислая среда	Щелочная среда
Сок малины	Малиновый	Бледно-малиновый	Изумрудный
Отвар малины	Малиновый	Бледно-малиновый	Болотный
Сок черной смородины	Фиолетово-бордовый	Бордовый	Бирюзово-зеленый
Отвар черной смородины	Фиолетово-бордовый	Бледно-бордовый	Изумрудный
Сок свежей свеклы	Рубиновый	Красно-бордовый	Бирюзово-зеленый
Сок замороженной свеклы	Рубиновый	Фиолетовый	Коричневый
Отвар свеклы	Светло-рубиновый	Бордовый	Мутно-желтый
Сок краснокочанной капусты	Пурпурный	Малиновый	Изумрудно-зеленый
Сок моркови	Оранжевый	Бледно-оранжевый	Мутно-желтый

Список литературы

1. Ветчинский К.М. Растительный индикатор. М.: Просвещение, 2002.
2. Зацер Л.М. К вопросу об использовании растений-индикаторов в химии. – М.: Наука, 2000.
3. Лархер В. Экология растений. – М.: Мир, 1978.
4. Леенсон И.А. Занимательная химия: 8-11 классы. – М.: Просвещение, 2001.
5. Лебедева Т.С., Сытник К.М. Пигменты растительного мира. – К.: Наук, думка, 1986.
6. Межневский В.Н. Растения-индикаторы. – М.: ООО Издательство АСТ; Донецк: Сталкер, 2004.
7. Полевой В.В. Физиология растений: учеб. для биол. спец. Вузов. – М.: Высшая школа, 1989.
8. Соколов В.А. Природные красители. – М.: Просвещение, 1997.
9. URL: <http://ru.wikipedia.org>.
10. URL: <http://www.vse-cveti.ru/attractive/indicator>.
11. URL: <http://www.landart.ru/03-uhod/c-bergman/03c000.htm#N>.
12. URL: <http://kartofel.org/agro/agro.htm>.
13. URL: <http://floristics.org.ua/ru/stati/1309-nekhvatka-ili-izbytok-elementov-v-pochve.html>.