

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ,
НАУКИ И КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ
И ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Кафедра биологии растений и химии

О. А. Порхунцова, Н. А. Дуктова

БОТАНИКА И ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

*Методические указания к учебной практике для студентов,
обучающихся по специальностям общего высшего образования
6-05-0811-01 Производство продукции
растительного происхождения,
6-05-0811-05 Защита растений и карантин*

Горки
БГСХА
2024

УДК 582(072)

*Одобрено методической комиссией
агротехнологического факультета.
Протокол № 9 от 30 мая 2023 г.*

Авторы:

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *О. А. Порхунцова*;
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *Н. А. Дуктова*

Рецензент:

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *Л. Г. Коготько*

Ботаника и физиология растений : методические указания к учебной практике / О. А. Порхунцова, Н. А. Дуктова. – Горки : БГСХА, 2024. – 35 с.

В методических указаниях приведены тематический план учебной практики по ботанике и физиологии растений, ее структура и содержание; изложены указания по выполнению заданий учебной практики.

Для студентов, обучающихся по специальностям общего высшего образования 6-05-0811-01 Производство продукции растительного происхождения, 6-05-0811-05 Защита растений и карантин.

© УО «Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия», 2024

ВВЕДЕНИЕ

Учебная практика по ботанике и физиологии растений является ключительным этапом изучения учебных дисциплины «Ботаника», «Физиология и биохимия растений» и важным звеном в системе практической подготовки специалистов в области производства продукции растениеводства. Учебная практика направлена на углубление, расширение и закрепление теоретических знаний по морфологии, систематике растений и геоботанике; приобретение практических навыков по изучению флоры и растительности; приобретение навыков оценки физиологического состояния растений в полевых условиях, диагностики у растений дефицита элементов минерального питания, освоения методик определения физиологических параметров роста и развития растений.

Задачами учебной практики по ботанике и физиологии растений являются:

- знакомство с разнообразием флоры и растительности Беларуси на примере Горецкого района Могилевской области;
- приобретение практического опыта определения видов растений по совокупности признаков вегетативных и репродуктивных органов, их экологических групп, жизненных форм и фенологических фаз развития растений;
 - изучение методики сбора и гербаризации растений;
 - освоение методики анализа структуры и состояния фитоценозов;
 - освоение методов полевой диагностики растений: обеспечение элементами минерального питания, определение темпов роста и развития, накопление биомассы, оценка устойчивости к стрессовым факторам;
- приобретение навыков исследовательской работы, умения систематизировать полученные результаты, разрабатывать рекомендации по оптимизации условий произрастания сельскохозяйственных культур.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основной

1. Бавтуто, Г. А. Учебно-полевая практика по ботанике / Г. А. Бавтуто. – Минск : Выш. шк., 1990. – 269 с.
2. Красная книга Республики Беларусь. Растения: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений. – 4-е изд. – Минск : Беларус. энцыкл. ім. П. Броўкі, 2015. – 448 с.
3. Лазаревич, С. В. Флора и растительность Беларуси : лекция / С. В. Лазаревич. – Горки : БГСХА, 2005. – 36 с.
4. Лемеза, Н. А. Геоботаника: Учебная практика : учеб. пособие / Н. А. Лемеза, М. А. Джус. – Минск : Выш. шк., 2008. – 255 с.
5. Суворов, В. В. Пособие к учебной практике по ботанике / В. В. Суворов, И. Н. Воронова, С. Д. Киселева. – М. : Колос, 1982. – 176 с.
6. Кузнецов, В. В. Физиология растений : учеб. для студ. агроном. спец. вузов / В. В. Кузнецов, Г. А. Дмитриева. – М. : Высш. шк., 2005. – 736 с.
7. Практикум по физиологии растений : учеб. пособие / Н. Н. Третьяков [и др.] ; под ред. Н. Н. Третьякова. – М. : Колос, 2003. – 288 с.
8. Лебедев, С. И. Физиология растений : учеб. для студ. вузов / С. И. Лебедев. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – М. : Агропромиздат, 1988. – 544 с.

Дополнительный

9. Козловская, Н. В. Флора Белорусии, закономерности её формирования, научные основы использования и охраны / Н. В. Козловская. – Минск : Наука и техника, 1978. – 128 с.
10. Маевский, П. Ф. Флора средней полосы европейской части СССР / П. Ф. Маевский. – Л. : Колос, 1964. – 880 с.
11. Определитель высших растений Беларуси / под ред. В. И. Парфенова. – Минск : Дизайн ПРО, 1999. – 472 с.
12. Тарасенко, С. А. Физиология и биохимия растений. Практикум : метод. указания / С. А. Тарасенко, Е. И. Дорошкевич ; Гродн. гос. аграр. ун-т. – Гродно : ГГАУ, 2004. – 210 с.
13. Моисеев, В. П. Физиология и биохимия растений: практикум / В. П. Моисеев. – Горки : БГСХА, 2017. – 180 с.

1. БОТАНИКА

1.1. Флористические обследования. Методика сбора и гербаризации растений

Материалы и принадлежности: тетради и ручки для ведения дневника практики, гербарная папка для переноса собранных растений и запаса газетной бумаги, инструменты для выкапывания растений (копалки, ножи).

Во время маршрутных обследований студенты должны:

- ознакомиться с видовым многообразием травянистых, кустарниковых и древесных растений;
- научиться определять жизненные формы растений и фенологические фазы их развития;
- научиться определять экологические группы растений по отношению к воде и свету по совокупности признаков вегетативных органов с учетом мест их произрастания;
- приобрести навыки сбора растений и их гербаризации.

Правила сбора растений. При сборе растений необходимо стремиться сохранить целостность местной флоры. Под влиянием деятельности человека многие виды растений исчезают, становятся редкими и занесены в Красную книгу Республики Беларусь. Редкие и охраняемые растения не собирают, но запоминают.

Сбор растений проводится в первые дни учебной практики. Однако по согласованию с преподавателями допускается сбор раннецветущих растений до начала практики. Сбирать растения желательно в сухую погоду, так как при наличии влаги на поверхности растений они плохо сохнут и часто чернеют. Влажные после дождя растения следует промокнуть газетами или бумажными салфетками.

При сборе растений необходимо следовать следующим правилам:

- отдавать предпочтение растениям наиболее распространенных видов;
- не брать охраняемые виды растений;
- не брать виды, представленные в ассоциации единичными экземплярами;
- тщательно выбирать растения для гербария, обращая внимание на степень развития органов и их состояние;
- вести точный учет собранных растений, чтобы повторно не брать уже имеющиеся виды;
- не выбрасывать собранные растения, а обмениваться лишними экземплярами между звеньями.

Травянистые растения выкапывают из почвы, оберегая от механических повреждений их надземные и подземные органы. Ямки, оставшиеся после выкопанных растений, тщательно заравнивают. С корней осторожно удаляют почву. Если есть возможность, то ее лучше смыть водой. Собранные растения снабжаются этикеткой, на которой указывают порядковый номер растения. Под этим же номером растение отмечается в дневнике практики.

Отобранные растения аккуратно складывают в гербарной папке между листами газеты или другого прокладочного материала. Длинно-стебельные формы изгибают зигзагом так, чтобы корни и верхушки были направлены в разные стороны. Толстые корни и стебли можно разрезать вдоль, удаляя лишние ткани. Особое внимание следует обратить на сохранность цветков и соцветий, так как они весьма ценны для определения видов.

Водные и прибрежные растения после сбора необходимо тщательно расправить на листе плотной бумаги, дать возможность воде стечь и поместить растения в пресс-папку между листами газетной бумаги.

У деревьев и кустарников срезают молодые веточки с листьями и цветками. Желательно, чтобы эти органы размещались в одной плоскости. Доля таких растений в гербарии не должна превышать 15 %. Предпочтение следует отдавать видам, имеющим сельскохозяйственное значение (вишня, яблоня, смородина и др.).

Для *сушки* растения укладывают в пресс-папку, которая изготовлена из двух листов фанеры или ДВП размером не менее 420×300 мм.

Для сушки на одну сторону пресс-папки кладут лист газеты или другого прокладочного материала и на него помещают растения. При этом следует тщательно расправить листья, стебли, корни. Между накладываемыми друг на друга частями растений помещают бумажные прокладки. Для крупных цветков и соцветий типа корзинки можно вырезать из картона подложку. На одном листе можно расположить несколько однотипных по консистенции стеблей и листьев растений. Каждое растение снабжается этикеткой с указанием номера, соответствующего номеру в дневнике. Затем сверху на первый лист с растениями помещают следующий лист бумаги и на нем располагают другие растения. В одну пресс-папку можно поместить до 50 листов с растениями. Затем папку закрывают, перевязывают и помещают под груз в вентилируемом помещении.

Во время сушки пресс-папку ежедневно развязывают, проветривают растения и прокладочную бумагу. При этом листы бумаги с растениями не следует переворачивать как страницы книги, их можно лишь перекладывать.

У недосушенных растений по мере надобности корректируют расположение ветвей, листьев, цветков и их частей для того, чтобы засушенное растение максимально точно сохранило свой внешний естественный вид. Для ускорения сушки можно воспользоваться утюгом. Однако этот прием недопустим в работе со свежесобранными растениями, имеющими сочные листья и стебли. Они могут почернеть.

Во время сушки следует провести ревизию записей в дневнике, выявить лишние экземпляры растений, отметить недостающие и неопознанные. Это позволит в последующие дни практики более рационально вести сбор и учет растений.

Определение растений. Для каждого растения необходимо установить его систематическое положение, русское и латинское название. Для этого необходимо провести детальное морфологическое описание растения. Определение растений выполняется по специальным определителям или флорам. Их дихотомическая таблица состоит из последовательных ступеней, обозначаемых порядковыми номерами с левой стороны таблицы. Каждая отдельная ступень делится на две части: *тезу* – обычно положительное утверждение, является первой частью ступени и обозначается цифрами (1, 2, 3 и т. д.); *антитезу* – отрицательное положение или иная, *противоположная тезе* совокупность признаков, чаще всего обозначается «+», реже «-», «0».

Составляется *флористический список* собранных и определенных видов растений, и устанавливаются их наиболее важные диагностические признаки: продолжительность жизни, жизненная форма, местообитание, отношение к экологическим факторам воздействия (табл. 1).

Таблица 1. Флористический список растений

№ п/п	Вид	Место произрастания	Жизненная форма	Фенологическая фаза	Экологическая группа
1	Одуванчик лекарственный	Суходольный луг	Стержнекорневой многолетник	Цветение	Мезофит
2	Будра плосковеточная	Сквер БГСХА	Наземноразветвленный многолетник	Цветение	Мезофит

Примечание. Описание растений приведено в качестве примера.

В таблице название видов дается на русском языке. Точные латинские названия указываются в гербарии после проверки преподавателем.

1. Деревья: многолетние одноствольные, как правило, высокорослые растения (сосна, береза, яблоня).

2. Кустарники: многолетние, многоствольные, среднерослые растения ($H > 50$ см) – сирень, смородина.

3. Кустарнички: многолетние, многоствольные, низкорослые кустарники ($H < 50$ см) – брусника, черника;

4. Многолетние травы:

- стержнекорневые (свербига восточная, клевер горный и др.);
- кистекорневые (лютик едкий, сивец луговой и др.);
- короткокорневищные (лапчатка прямостоячая и др.);
- длиннокорневищные (пырей ползучий, сныть обыкновенная);
- дерновинные: рыхлокустовые (овсяница луговая и др.), плотнокустовые (белоус торчащий и др.);
- клубнеобразующие (хохлатка благородная и др.);
- луковичные (лук гусиный желтый и др.);
- наземноползучие (лютик ползучий и др.).

5. Двухлетние травы: растения, которые в первый год вегетации проходят вегетативную розеточную фазу, а на второй год формируют цветonoсный побег (тмин обыкновенный, капуста огородная и др.).

6. Однолетние травы: растения, не имеющие органов вегетативного возобновления. В течение одного вегетационного сезона образуют семена и плоды (пастушья сумка, пшеница мягкая и др.).

Фенологическую фазу развития определяют по состоянию большинства (>75 %) растений в ассоциации.

У *деревьев и кустарников* отмечают: набухание и распускание почек; начало разворачивания листьев; появление цветочных бутонов; цветение; созревание плодов и семян; начало осеннего изменения окраски листьев; начало листопада. У *злаков* отмечают: всходы; кущение; выход в трубку; колошение (или выметывание метелки); цветение; созревание (молочная, восковая, полная спелость). У *многолетних бобовых трав* учитывают: всходы (или весеннее отрастание); бутонизацию; цветение; созревание. Подобные фазы с детализацией могут быть использованы при фенологическом описании других однолетних и многолетних растений.

Экологические группы растений указывают с учетом их отношения к свету и воде. При этом учитывают место произрастания растений, размер и форму вегетативных органов и их консистенцию, наличие или отсутствие опушения на стеблях и листьях.

По отношению к свету выделяют следующие группы растений:

- *светолюбивые* (гелиофиты) – растения открытых пространств (рожь посевная и др.);
- *теневыносливые* (гемисциофиты) – растения, произрастающие как на полностью освещенных, так и на затененных участках (ежа сборная, живучка ползучая и др.);
- *теньвые* (сциофиты) – растения, которые не переносят полного освещения (кислица обыкновенная, седмичник европейский и др.).

По отношению к влаге выделяют следующие группы растений:

- *гидатофиты* – растения, приспособившиеся к водному образу жизни, полностью погруженные в воду (рдест, уруть, элодея и др.);
 - *аэрогидатофиты* – гидатофиты, у которых часть листьев плавает на поверхности воды (кубышка, кувшинка, водокрас и др.);
 - *гидрофиты* – полупогруженные в воду растения, обычно произрастающие по берегам водоемов (частуха, стрелолист и др.);
 - *гигрофиты* – растения, обитающие при повышенной влажности почвы и воздуха на болотистых лугах и в сырых лесах (кислица, сибельник и др.);
 - *мезофиты* – растения умеренно увлажненных мест обитания (клевер, ромашка и др.);
 - *ксерофиты* – растения засушливых мест обитания.
- Среди ксерофитов выделяют:
- склерофиты – растения с жесткими стеблями и листьями (пыльня, лапчатка серебристая и др.);
 - суккуленты – растения, сохраняющие в своих органах запас воды (очиток, молодило, алоэ и др.);
 - ксероморфные олиготрофы – растения бедных почв и верховых болот, приспособленные к строгой экономии влаги (вереск, багульник, голубика, клюква и др.);
 - эфемеры – однолетние травянистые растения с коротким периодом вегетации (вероника весенняя, веснянка весенняя и др.);
 - эфемероиды – многолетние травянистые растения, характеризующиеся быстрым ростом и развитием в ранневесенний период, образующие подземные видоизменения побегов (перелеска благородная, гусиный лук желтый, чистяк весенний и др.).

1.2. Изучение и описание лугового фитоценоза

Материалы и принадлежности: тетради и ручки для ведения дневника практики, гербарная папка для переноса собранных растений, инструменты для выкапывания растений (копалки), мерная линейка, рамка размером 50×50 см для отбивки пробных делянок.

Геоботаническое описание *лугового фитоценоза* осуществляется посредством маршрутных рекогносцировочных исследований, которые проводятся для выявления особенностей видовой, пространственной и экологической структуры луга (табл. 2).

При определении *местонахождения* изучаемого луга учитывают рядом расположенные населенные пункты, дороги, леса и др.; при

описании *положения луга по рельефу* учитывают наличие возвышенностей и понижений рельефа; *режим увлажнения* определяют по уровню грунтовых вод, наличию ключей, количеству атмосферных осадков и их регулярности, развитию растительности.

Таблица 2. Описание лугового фитоценоза

Дата описания _____
Местонахождение: _____ область _____ район _____ населенный пункт
Положение по рельефу _____ _____
Условия и режим увлажнения _____
Почва _____
Общее проективное покрытие, % _____
Сезонный аспект _____
Закустаренность, % _____
Закочкаренность, % _____
Тип луга _____
Название луговой ассоциации _____
Хозяйственное использование _____
Воздействие человека и животных _____

Тип луга. В зависимости от положения на рельефе и увлажнения луга подразделяют на материковые и пойменные. Среди материковых выделяют суходольные луга, которые развиваются на возвышенных участках рельефа, и низинные луга. Почвы низинных лугов характеризуются близким к поверхности уровнем грунтовых вод и недостаточным влагообеспечением растений. Пойменные луга, именуемые также заливными, располагаются в поймах рек и заливаются полыми водами.

Название ассоциации определяется с учетом наименования доминантных и субдоминантных видов. Так, если на суходольном лугу хорошо выраженным доминантным видом является овсяница луговая (*Festuca pratensis*), а субдоминантным – лапчатка серебристая (*Potentilla argentea*), то луговая ассоциация получает название «овсяннично-лапчатковая». Для установления латинского наименования ассоциации к корню латинского названия рода доминантного вида добавляется окончание **-etum**, а для субдоминантного вида – **-osum** (*Festucetum potentillosum*).

В том случае, когда доминанты и субдоминанты выражены слабо, название луговой ассоциации дается по наименованию хозяйственных групп. При этом название преобладающей группы ставят на последнем месте. Так, луг, на котором преобладают злаки при обильном произ-

растении разнотравных видов, будет называться **разнотравно-злаковым**.

Сезонный аспект определяется по окраске цветущих растений.

Общее проективное покрытие выражается в процентах и указывает долю площади луга, покрытой растительностью.

Культуртехническое состояние луга оценивают по *закустаренности* и *закочкаренности*. Закустаренность может быть:

- слабой (кусты покрывают до 30 % площади);
- средней (покрытие кустами составляет 31–60 %);
- сильной (кусты покрывают более 60 % площади).

Луга без кустарниковой растительности считаются чистыми. Отмечается также наличие одиночных деревьев на лугу.

Закочкаренность определяется при наличии растительных или земляных валунных кочек. Если кочки занимают менее 25 % площади, то закочкаренность считается слабой, а если более 25 % – сильной. При наличии кочек отмечают их высоту: низкие – до 25 см, средние – 25–40 см, высокие – более 40 см.

Воздействие человека и животных оценивается по наличию дорог и тропинок, линий электропередач, кострищ, засоренности бытовыми отходами; по наличию кротовин, муравейников, гнезд и т. д.

Хозяйственное использование луга может быть сенокосным и пастбищным, реже – рекреационным (местом отдыха).

Сведения, характеризующие *структуру лугового фитоценоза*, записывают в форме табл. 3.

Видовая структура – это показатель, который описывает многообразие видов растений и соотношение количества их представителей в фитоценозе. Видовой состав определяет богатство фитоценоза и влияет на возможность его хозяйственного использования. Наиболее богатыми считаются естественные луга, сформировавшиеся в долинах рек, где на 1 м² может произрастать до 80 видов растений.

Изучение видовой структуры проводится на участке площадью не менее 10 м², на котором по периметру отбивают пробные делянки площадью 1 м². Число делянок устанавливают в зависимости от состояния луга. При этом учитывают: *доминантные виды* (растения, преобладающие в наиболее высоком ярусе фитоценоза), *субдоминантные виды* (растения, преобладающие в нижнем ярусе), *второстепенные виды* растений.

Видовое разнообразие лугового фитоценоза разделяют на четыре хозяйственные группы: злаки, бобовые, осоки и разнотравье.

Таблица 3. Характеристика видового состава лугового травостоя

№ п/п	Вид	Жизненная форма	Высота, см	Ярус	Обилие	Встречаемость	Равномерность размещения	Фенофаза	Жизненность
Злаки									
1									
2									
...									
Бобовые									
1									
2									
...									
Осоки									
1									
2									
...									
Разнотравье									
1									
2									
...									

Для количественной оценки видовой структуры учитывают обилие вида, его встречаемость, доминирование.

Обилие вида – число растений данного вида, приходящееся на единицу площади. Для визуальной оценки обилия вида можно использовать шкалу О. Друде (табл. 4).

Таблица 4. Обилие вида (по О. Друде)

Признак обилия	Проективное покрытие, %	Балл
Единичные экземпляры	<10	1
В небольшом количестве	10–30	2
Относительно много	30–50	3
Много	50–70	4
Очень много	70–90	5
Образуют фон, кроны растений смыкаются	>90	6

Встречаемость вида (В) определяется отношением числа пробных делянок (А), на которых встречались растения данного вида, к общему числу пробных делянок (С) и выражается в процентах:

$$В = А \cdot 100 / С.$$

Степень доминирования (СД) определяется отношением числа растений данного вида (*n*) к числу всех растений (*N*) на пробной делянке и выражается в процентах:

$$СД = n \cdot 100 / N.$$

Пространственная структура лугового фитоценоза дает представление о пространственном расположении растений в фитоценозе. Она может быть вертикальной и горизонтальной.

Вертикальная структура фитоценоза называется ярусностью. Ярусы растений выделяют по расположению основной массы вегетирующих органов. На лугах чаще всего выделяют три яруса: первый (верхний) ярус представлен наиболее высокорослыми травами (ежа сборная, тимфеевка луговая); второй (средний) ярус – среднерослыми травами (клевер средний, луговой, разнотравье); третий (нижний) ярус сформирован низкорослыми травами (полевица, лапчатка гусиная). Четвертым ярусом могут быть мхи. На богатых пойменных лугах число ярусов может быть большим.

Горизонтальная структура характеризует равномерность размещения видов на исследуемой территории. Размещение может быть сле-

дующим: единичные растения в фитоценозе; единое слитное пятно в фитоценозе; несколько слитных пятен в фитоценозе; диффузное (равномерное) размещение в фитоценозе; слитное размещение.

Для оценки степени развития растений и возможностей их воспроизведения определяют их *жизненность* (табл. 5).

Таблица 5. Оценка жизненности вида

Признаки растений	Балл
Растения хорошо развиты, проходят в фитоценозе весь жизненный цикл и могут размножаться как семенами, так и вегетативно	1
Растения хорошо развиты, но могут размножаться только вегетативно	2
Растения, достигающие в своем развитии стадии проростков. В дальнейшем они погибают	3

Экологическую структуру лугового фитоценоза определяют по наличию и соотношению растений разных экологических групп в фитоценозе (по отношению к влажности и плодородию почвы, свету или к другим факторам среды).

После описания растений луга составляется план его размещения с указанием места расположения пробной делянки.

1.3. Изучение и описание агрофитоценоза

Материалы и принадлежности: тетради и ручки для ведения дневника практики, гербарная папка для переноса собранных растений, инструменты для выкапывания растений (копалки), мерная линейка, рамка размером 50×50 см для отбивки пробных делянок.

При описании агрофитоценоза на опытных полях необходимо выполнять следующие требования: перемещаться только по специально отведенным дорожкам и не заходить в опытные делянки; культурные растения не срывать; описание производить только на вегетирующих экземплярах; растения с изоляторами и этикетками не трогать; с опытных делянок растения для гербария не брать (растения можно взять с защитных полос); сорные растения для гербария собираются только на защитных полосах.

Оптимальным временем для геоботанического описания агрофитоценоза является период максимального развития культурного растения (от начала его цветения до уборки). Полевое изучение агрофитоценозов начинается со знакомства с разнообразием встречающихся в районе учебной практики сельскохозяйственных культур и агротехникой их выращивания (табл. 6).

Таблица 6. Описание агрофитоценоза

Дата описания _____		№ _____				
Культурные растения _____						
Местонахождение: _____ область						
_____ район _____ населенный пункт						
Положение по рельефу _____						
Окружение _____						
Условия и режим увлажнения _____						
Почва _____						
Размер и форма пробной площадки _____						
Структура фитоценоза						
Общее проективное покрытие (ПП), % _____						
Ярус	Вид растения	Высота, см	Проективное покрытие, %	Обилие, балл	Фенофаза	Степень засоренности, балл
В						
	...					
К						
	...					
С						
	...					
Н						
	...					
Аспект _____						
Состояние культурного растения (пораженность вредителями и болезнями: сильная, средняя и слабая) _____						
Степень засоренности, балл _____						
Сорная растительность за пределами ПП _____						

Отмечается приуроченность сельскохозяйственных посевов к различным формам рельефа, почвам, условиям увлажнения, различия в составе сеgetальных растений, приуроченность различных групп сорняков к разным полевым культурам.

Видовую структуру агрофитоценоза формируют культурные растения и сопутствующие им сорняки. Среди сорных растений выделяют:

– *антропофитные сорняки*, которые встречаются, как правило, только на пашне (василек синий, торица льняная и др.);

– *апофитные сорняки*, произрастающие на пашне и в естественных фитоценозах (бодяк полевой, пырей ползучий, осот полевой и др.);

– *рудеральные сорняки* – растения, характерные для антропогенно нарушенных местообитаний (окрестности населенных пунктов, дачных участков, промышленных предприятий, парков, вырубки, карье-

ры, обочины дорог, пустыри, залежи и т. д.). К ним относятся крапива жгучая, гравилат городской, купырь лесной и др.

При описании агрофитоценоза обращают внимание на условия роста и развития культурных растений: местонахождение поля, тип почвы и ее гранулометрический состав, условия увлажнения. Учитывают видовой состав культурных и сорных растений, их высоту и фазу развития. Глазомерно, по 4-балльной шкале, определяют засоренность посева (табл. 7).

Таблица 7. Оценка засоренности посева (по А. И. Мальцеву)

Характеристика засоренности	Балл
Сорные растения данного вида встречаются редко, в единичных экземплярах	1
Сорные растения данного вида встречаются в посевах в незначительном количестве	2
Сорные растения данного вида встречаются в посевах в большом количестве, но не преобладают над культурными растениями	3
Сорные растения данного вида преобладают в посевах над культурными и заглушают их	4

Описание структуры агрофитоценоза удобно проводить по ярусам:

В (*верхний, 1-й*) – представлен сорняками, которые возвышаются над ярусом культурных растений. Такими сорными растениями могут быть бодяк полевой, марь белая, галинзога мелкоцветковая;

К (*культурный, 2-й*) – образован культурными растениями (пшеница, картофель, рапс и др.) и сорняками, близкими им по высоте. Это так называемые специализированные сорняки, которые при скашивании засоряют своими семенами посевной материал и снижают его качество (куколь обыкновенный, редька дикая, метлица полевая и др.);

С (*средний, 3-й*) – состоит из сорняков, которые достигают от 1/4 до 3/4 высоты яруса культурных растений;

Н (*нижний, 4-й*) – состоит из сорняков высотой ниже 1/4 высоты культурных растений, произрастающих в условиях затенения. К таким растениям можно отнести звездчатку среднюю, фиалку трехцветную, пастушью сумку и др.

Сбор образцов *культурных и сорных растений* для гербария можно проводить на опытных полях УО БГСХА, а также на собственных подворьях, в садах и огородах. Не следует собирать декоративные растения с объектов озеленения общественных территорий.

В аудитории проводится учет собранных растений для гербария за предыдущие дни. Все гербарные образцы растений разделяются:

- на высушенные экземпляры и готовые к монтировке на гербарные листы;
- недосушенные растения, требующие окончательной сушки;
- непригодные для изготовления гербария (почерневшие, деформированные экземпляры).

Правильное выполнение сбора растений, их сушки, доработки позволит представить качественный гербарий из 75–100 различных видов растений.

1.4. Определение видов растений. Гербаризация

Материалы и принадлежности: справочная литература (определители, методическая литература); листы плотной белой бумаги (формат А3 (420×297 мм)); белая бумага для этикеток; скотч и клей, ножницы; простые карандаши и ручки; дневники практики.

Для рационального использования рабочего времени рекомендуется между членами звена распределить выполняемые задания: монтировка гербария, работа с определителями, оформление этикеток и записей в дневнике практике.

Высушенное растение размещают в центре гербарного листа и прикрепляют с помощью клейкой ленты (скотча). Лента накладывается в 2–3 местах: на стебле, верхушках крупных листьев, на цветках и соцветиях. Растения надо размещать и прикреплять к листу так, чтобы они сохраняли типичный вид. По мере надобности на листе размещаются корневища или другие информационно ценные части растений. В правом нижнем углу гербарного листа располагают этикетку (рис. 1).

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»		№ 5
Кафедра биологии растений и химии		
Семейство	(лат.) <i>Fabaceae.</i> (рус.) <i>Бобовые</i>	
Вид	(лат.) <i>Trifolium medium L.</i> (рус.) <i>Клевер луговой</i>	
Место сбора <i>Суходольный луг за опытным полем кафедры селекции и генетики УО БГСХА</i>		
Собрали и определили: <i>Петров В., Сидоров В., Иванов А., Кириллов С.</i>		
Дата сбора: <i>20.07.2023</i>		

Рис. 1. Образец оформления этикетки

Этикетки (размером 10,5×7,4 см) изготавливаются из белой бумаги. На этикетке указывается название вуза и кафедры, наименование семейства, вида растения на русском языке и латыни, место и время сбора растений, состав звена, изготовившего данный гербарий. Каждый лист гербария должен быть пронумерован в верхнем правом углу этикетки.

Для точного *определения* вида растений кафедра предоставляет студентам для работы в аудитории справочную литературу. Перед определением растений рекомендуется разложить гербарные листы по семействам. Затем, используя учебную и справочную литературу, устанавливают видовую принадлежность собранных растений.

Названия семейств и видов на русском языке и латыни сначала пишут простым карандашом в правом нижнем углу гербарного листа. После проверки преподавателем правильности определения название растения (семейство, вид) вписывают в этикетку.

Отчет по учебной практике прилагается к гербарию и является документом, оформляемым индивидуально каждым студентом. Он должен иметь титульный лист, календарный план по учебной практике, включать результаты учебной практики по соответствующим заданиям: флористический список собранных растений; описание лугового, лесного фитоценозов и агрофитоценоза в виде таблиц.

2. ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ

Важнейшей задачей технологов в отрасли растениеводства является повышение эффективности агрофитоценозов за счет создания оптимальных условий для реализации потенциала продуктивности сельскохозяйственных культур.

Физиологические условия в ценозах существенно отличаются от тех, в которых существует отдельно стоящее растение, не испытывающее на себе воздействия биотических и абиотических стрессоров. Таким образом, практико-ориентированный подход к обучению предусматривает изучение физиологических процессов в растениях не только в модельных опытах, но и в условиях производственного посева – агрофитоценозах. Основными параметрами оценки физиологического состояния посевов полевых культур являются фенологические и морфометрические наблюдения за ростом и развитием, оценка водного, теплового и светового режимов, а также конкурентных взаимоотношений растений.

2.1. Проведение фенологических наблюдений

Фенологические наблюдения заключаются в датировании наступления отдельных фаз развития растений и осуществляются с целью сравнения хода развития растений в различных условиях проведения опыта.

При проведении фенологических наблюдений отмечается начало фазы развития – вступление в нее 10–15 % растений и полная, когда не менее 75 % растений приобретают черты, свойственные данной фазе развития.

У злаковых культур фиксируют наступление следующих фаз развития (рис. 2).



Рис. 2. Фазы развития злаковых культур:

1 – всходы; 2 – третий лист; 3 – кущение; 4 – выход в трубку; 5 – колосение (выметывание); 6 – цветение; 7 – молочная спелость; 8 – восковая спелость

1. Всходы:

- а) начало появления всходов;
- б) полные всходы.

2. Развитие третьего листа:
- а) отмечается начало фазы, когда у отдельных растений из пазухи второго листа появляется верхушка третьего;
 - б) полное наступление фазы, когда она обозначится на большей части растений.
3. Кущение:
- а) начало – появление боковых побегов у отдельных растений;
 - б) полное – кущение появляется у большинства растений.
4. Выход в трубку: появление первичного узла на главном побеге, прощупываемого пальцами.
5. Колошение: выход колоса из влагалища верхнего листа у большинства растений.
6. Цветение:
- а) начало – когда у отдельных растений раскрываются цветки и появляются пыльники;
 - б) полное – более чем у 50 % растений.
7. Молочная спелость: у зерен средней части колоса, достигших нормального размера, при выдавливании вытекает густая белая молочная жидкость.
8. Желтая, или восковая, спелость: зерно в средней части колоса желтого цвета, мнется, легко разрезается ногтем.
9. Полная спелость: зерно твердое, начинает высыпаться и разламываться.
- Все фенологические наблюдения заносят в табл. 8 с указанием даты наступления фаз.

Таблица 8. Результаты фенологических наблюдений (зерновые культуры)

Вариант	Всходы		Развитие третьего листа		Выход в трубку	Колошение	Цветение		Спелость		
	начало	полные	начало	полное			начало	полное	молочная	восковая	полная

У двудольных (рис. 3, табл. 9), например у льна, отмечают следующие фазы развития: всходы, «елочка», интенсивный рост – бутонизация, цветение и созревание.



Рис. 3. Фазы развития льна:

1 – всходы; 2 – образование настоящих листьев; 3 – «елочка»;
4 – интенсивный рост – бутонизация; 5 – цветение; 6 – созревание

Таблица 9. Результаты фенологических наблюдений (лен)

Вариант	Всходы		«Елочка»	Интенсивный рост – бутонизация	Цветение		Созревание	
	начало	полные			начало	полное	зеленая спелость	желтая спелость

1. Всходы (фаза семядольных листочков): развиты только семядольные листочки и маленькая почечка между ними, из которой развивается стебель.

2. Образование настоящих листьев: формируется розетка настоящих листьев.

3. «Елочка»: растение достигает высоты 3–10 см и имеет 5–6 пар настоящих листочков. После фазы «елочки» у растений льна наступает период быстрого (интенсивного) роста, который продолжается и в фазе бутонизации.

4. Интенсивный рост – бутонизация: прирост растений льна в высоту достигает 3–5 см в сутки, в стеблях формируются волокно и репродуктивные органы.

5. Цветение: замедляется рост стеблевой части и корневой системы растения, развивается соцветие.

6. Созревание: характеризуется быстрым одревеснением стебля и формированием семян. В этой фазе различают зеленую, раннюю желтую, желтую и полную спелости льна.

Между фазами резких границ нет, происходит постепенный переход. Фазу спелости льна в производственных условиях следует определять по длине стебля, освободившегося от листьев, по цвету семенных коробочек и семян.

В *фазе зеленой спелости* стебель на 1/4 длины освобожден от листьев, на растениях 80–85 % завязавшихся коробочек и остается лишь 15–20 % цветков. Семена имеют низкую жизнеспособность.

В *фазе ранней желтой спелости* на 2/3 длины стебля листья осыпаются, лишь самые верхние остаются еще зелеными. В желто-зеленых коробочках находятся бледно-зеленые семена с желтым носиком.

У зернобобовых культур и рапса, как у многих двудольных растений, различают следующие фазы: всходы, появление настоящих листьев, бутонизация, цветение и созревание (рис. 4–5, табл. 10–11).



Рис. 4. Фазы развития зернобобовых культур:
1 – всходы; 2 – второй настоящий лист; 3 – бутонизация; 4 – цветение; 5 – созревание



Рис. 5. Фазы развития рапса:
 1 – всходы; 2–4 – формирование розетки (2 – два настоящих листа, 3 – четыре настоящих листа, 4 – шесть настоящих листьев);
 5 – стеблевание; 6 – бутонизация и цветение; 7 – созревание

Таблица 10. Результаты фенологических наблюдений (зернобобовые культуры)

Вариант	Всходы		Второй настоящий лист	Бутонизация	Цветение		Созревание	
	начало	полные			начало	полное	начало	полное

Таблица 11. Результаты фенологических наблюдений (рапс)

Вариант	Всходы		Формирование розетки листьев		Стеблевание	Бутонизация	Цветение	Созревание		
	начало	полные	начало	полное				зеленая спелость	восковая спелость	полное

2.2. Проведение морфометрических наблюдений

Морфометрические наблюдения проводят для оценки динамики роста растений в различных условиях опыта, оценки прироста вегетативной массы.

Для осуществления морфометрических наблюдений на делянке отбирают 10–20 средних растений в различных местах учетной площади, подкапывая их копачами.

Наблюдение за ростом растений состоит в измерении высоты стебля от основания до верхушечной почки (у злаков – от основания до конца последнего сформированного листа или колоска). Измерения

производятся систематически от всходов до конца вегетационного периода по фазам развития или через равные промежутки времени. Разница в высоте стебля между двумя сроками измерения указывает на прирост стебля в высоту.

Одновременно с измерением высоты определяют количество побегов кушения (ветвления), колосьев (плодов, коробочек и др.), а также количество листьев и их площадь. Количество листьев подсчитывается на каждом растении отдельно (включая главный побег и побеги кушения), а затем определяется среднее по выборке.

Полученные результаты по вариантам опыта заносят в таблицу наблюдений (табл. 12) и на их основании вычерчивают кривые роста.

Таблица 12. Результаты морфометрических наблюдений

Вариант	Дата	№ растения	Высота стебля, см	Количество побегов кушения, шт.	Количество листьев на растении, шт.	Площадь листьев на растении, м ²	Количество колосьев (плодов), шт.

Площадь листьев на растении определяется путем сравнительного анализа. Для этого все листья с растения взвешивают (с точностью до 0,01 г). Затем из общей массы отбирают 10–20 листьев путем случайной выборки, их снова взвешивают. Данные заносят в табл. 13.

Таблица 13. Определение площади листьев

Показатели	Повторности				Среднее
	1	2	3	4	
Масса листьев с растения, г					
Масса листьев, взятых для определения площади, г					X
Площадь листьев, м ²					X
Масса 1 м ² листьев, г					
Площадь всех живых листьев с растения, м ²					

У отобранных 10–20 листьев определяют площадь листьев одним из описанных ниже способов. Выбор способа измерения определяется особенностями строения листьев у различных видов растений.

Затем рассчитывают массу 1 м² листьев (табл. 13). Для этого массу измеренных 10–20 листьев делят на их площадь, выраженную в квадратных метрах (м²).

Рассчитывают площадь всех живых листьев на растении. Для этого массу всех листьев делят на массу 1 м² листьев. Данные заносят в табл. 13.

Способы определения площади листьев.

1-й способ. Для сложных листьев используют весовой метод с анализом высечек. Для этого листья, отобранные для определения площади после взвешивания, складывают стопкой и пробочным сверлом набивают из них 40–60 высечек. Взвешивают высечки на торсионных весах.

Рассчитывают их площадь, измеряя диаметр сверла, по следующей формуле:

$$S = \pi r^2 n, \quad (1)$$

где S – площадь высечек, см²;

r – радиус пробочного сверла, см;

n – количество высечек, шт.

Зная массу высечек известной площади и массу отобранных для анализа листьев, находят их площадь по формуле

$$S_1 = \frac{m_1 S}{m}, \quad (2)$$

где S_1 – площадь листьев, см²;

m_1 – масса листьев, г;

S – площадь высечек, см²;

m – масса высечек, г.

2-й способ. Берут простую писчую бумагу, лучше в клеточку, вырезают квадрат площадью 100 см² и взвешивают его на торсионных весах. Затем срезают лист с растения, кладут на идентичный лист бумаги и аккуратно обрисовывают его контур. Затем вырезают контур листа и взвешивают. Зная массу известной ($S = 100$ см²) бумажной площади (m) и массу неизвестной площади (m_1), находят площадь листьев S_1 по формуле (2).

3-й способ. Площадь обрисованного или отпечатанного контура листа измеряется при помощи планиметра (рис. 6).

Планиметр – это прибор для определения площади, которую находят в результате обвода ее контура специальным обводным рычагом прибора, один из концов которого снабжен штифтом для обвода контура, а другой движется по так называемой направляющей линии L .

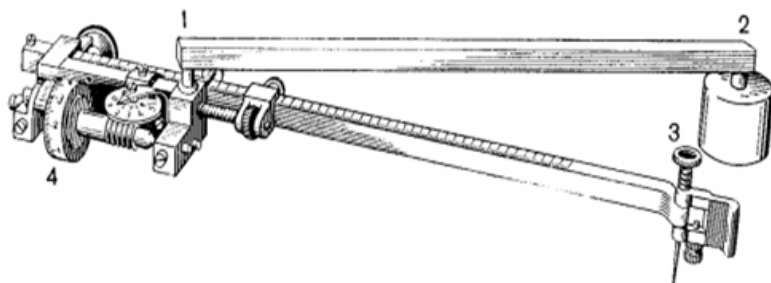


Рис. 6. Полярный планиметр:
1-2 – полюсный рычаг; 3 – обводный шпиль; 4 – колесико

Площадь находят следующим образом: 1) устанавливают цену (c) деления планиметра или площадь, соответствующую одному делению счетного механизма; 2) обводят контур обводным штифтом, отмечая начальное (U_0) и конечное (U_1) показания счетного механизма, и вычисляют площадь по следующей формуле:

$$S = c (U_1 - U_0). \quad (3)$$

Чтобы пользоваться этой формулой, полюс планиметра (а также диск счетного механизма) должен находиться вне контура измеряемой площади.

4-й способ. Срезанный с растения лист кладут на миллиметровую бумагу, обводят на ней контур листа карандашом. Считают количество квадратных миллиметров, пришедшихся на площадь листа. По краю листа за целый миллиметр принимают больше $1/2 \text{ мм}^2$, меньше $1/2 \text{ мм}^2$ в расчет не принимается.

5-й способ (для листьев злаков). Этот способ используется для определения площади линейных листьев, основан на измерении длины и ширины листа (в наиболее широкой центральной части). Результаты измерений заносят в табл. 14.

Таблица 14. Определение размеров листьев злаковых культур

Показатель	№ листа										Среднее	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Длина листа, см												
Ширина листа, см												

Рассчитывают площадь измеренных листьев по средней длине и средней ширине по формуле

$$S = L_{\text{ср}} H_{\text{ср}} \cdot 0,7, \quad (4)$$

где S – площадь 10 листьев, см²;

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

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

0,7 – коэффициент для расчета площади листьев злаков.

2.3. Определение динамики накопления биомассы растений

Накопление биомассы растением в течение вегетационного периода определяет итоговую урожайность культуры, так как при созревании семян и плодов происходит отток ассимилятов от вегетативных органов к генеративным. Таким образом, наблюдение за динамикой накопления сухого вещества в растениях в процессе вегетации является одним из наиболее простых и информативных методов прогнозирования урожайности культуры и широко используется в научных исследованиях.

Определение динамики накопления биомассы осуществляют одновременно с проведением морфометрических наблюдений. Анализ проводят, как правило, по фазам развития.

На делянке отбирают 10–20 средних растений в различных местах учетной площади, подкапывая их копачами.

Разбирают растения на части: корни, стебли, листья, генеративные органы, сухие листья и побеги. Взвешивают каждую группу сырья, данные заносят в табл. 15.

Определение содержания сухого вещества. В каждой группе сырья берут произвольные навески для определения содержания сухого вещества. Растительный материал измельчают с помощью ножниц, ножа или ланцета. Пробы каждого объекта взвешивают (данные заносят в табл. 15) и помещают в предварительно высушенные до постоянной массы бюксы, заполняя их до половины, рыхло. Бюксы ставят в нагретый до температуры 105 °С сушильный шкаф.

Растительный материал высушивают до постоянной массы, проверяя ее путем повторных взвешиваний через 20–30 мин. Первое взвешивание рекомендуется проводить не ранее 1 ч сушки.

Таблица 15. Результаты учета сырой и сухой биомассы растений

Съем № ____, дата _____, количество растений в пробе _____					
Показатели	Повторности				Среднее
	1	2	3	4	
Сырая биомасса, г: корни листья живые стебли репродуктивные органы сухие части					
Навески сырой биомассы на сухое вещество, г: корни листья живые стебли репродуктивные органы сухие части					X X X
Масса биомассы после высушивания, г: корни листья живые стебли репродуктивные органы сухие части					X X X
Процент сухого вещества: корни листья живые стебли репродуктивные органы сухие части					
Сухая биомасса $\frac{\quad}{\text{число}}$ растений, г: корни листья живые стебли репродуктивные органы сухие части					X X X
Общая сухая биомасса $\frac{\quad}{\text{число}}$ растений, г					

Горячие бюксы вынимают из сушильного шкафа с помощью специальных щипцов и помещают для охлаждения в эксикатор. После охлаждения бюксы вынимают из эксикатора, растительные пробы взвешивают на аналитических весах. Влажность материала рассчитывают по формуле

$$W = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} 100, \quad (5)$$

где $m_2 - m_3$ – содержание воды в сырой навеске, г;
 $m_2 - m_1$ – сырая навеска, г.

Содержание сухого вещества (%) рассчитывают по формуле

$$S = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} 100, \quad (6)$$

где $m_3 - m_1$ – сухая навеска, г;

$m_2 - m_1$ – сырая навеска, г.

Содержание сухого вещества можно определить другим способом:

$$S = 100 - W. \quad (7)$$

Динамика накопления сырой и сухой биомассы определяется путем сравнительного анализа смежных измерений, полученные данные заносят в табл. 16.

Таблица 16. **Определение динамики накопления биомассы растений**

Показатели	Фаза развития					За вегета- цию
	Всходы	Кущение	Колошение	Цветение	Созревание	
Количество дней в учетном периоде						
Сырая биомасса растения, г: корни листья живые стебли репродуктивные органы сухие части						
Общая сырая биомасса растения, г						
Прирост сырой биомассы, г: корни листья живые стебли репродуктивные органы сухие части						
Прирост общей сырой биомассы, г						
Сухая биомасса растения, г: корни листья живые стебли репродуктивные органы сухие части						
Общая сухая биомасса растения, г						
Прирост сухой биомассы, г: корни листья живые стебли репродуктивные органы сухие части						
Прирост общей сухой биомассы, г						

Для наглядности результатов вычерчивается график прироста биомассы по фазам развития, проводится сравнительный анализ данных по вариантам опыта.

2.4. Диагностика минерального питания растений

Диагностику питания растений подразделяют на почвенную и растительную.

Почвенная диагностика проводится путем агрохимического анализа почвы и сопоставления полученных данных с установленными нормативами.

Растительная диагностика (РД) дает более объективную информацию об обеспеченности растений минеральным питанием.

Различают следующие методы РД (по В. В. Церлинг):

1. Визуальная диагностика – определение нарушения питания по внешнему виду растений.

2. Метод инъекции или опрыскивания. Используют главным образом для диагностики питания микроэлементами.

3. Морфобиометрическая диагностика основана на определении прироста массы, числа и размера органов, величины и структуры урожая.

4. Химическая диагностика использует химический анализ растений по фазам их развития.

Визуальная диагностика минерального питания. В ее основе лежит наблюдение за изменением окраски, появлением на листьях и стеблях пятен, полос, некрозов тканей и отклонениями в анатомии и морфологии растений (табл. 17).

Проявление дефицита или избытка каждого элемента специфично для определенной культуры. Сложность визуальной диагностики состоит в том, что признаки недостатка элементов минерального питания очень сходны с признаками заболеваний или действием неблагоприятных факторов, могут одновременно проявляться признаки недостатка или избытка двух или нескольких элементов питания, могут появляться, исчезать и снова возобновляться в зависимости от погоды, проникновения корней в почву и изменения потребностей растений в элементах питания в онтогенезе.

Существенным недостатком листовой диагностики является появление внешних признаков лишь при значительном голодании. Поэтому необходим систематический внимательный осмотр одиночных расте-

ний, что позволяет корректировать применение удобрений в течение вегетации и в последующие годы.

Таблица 17. **Признаки недостатка элементов минерального питания**

Элемент	Внешние признаки недостатка
Азот	Бледно-зеленая, желтая окраска листьев, оранжевые, красные тона, низкорослость, высыхание, некрозы, слабое кущение, признаки ксероморфизма
Фосфор	Мелкие узкие листья, сине-зеленая окраска с пурпурным или бронзовым оттенком (задержка синтеза белков и накопление сахаров), черная окраска старых листьев, корневая система слабо развивается, буреет, корневые волоски отмирают
Калий	Листья желтеют, затем становятся красно-фиолетовыми, розеточные формы, слабо развиты механические и проводящие ткани, растения «обваренные»
Кальций	Ослизнение клеточных стенок, слабое развитие корневой системы, торможение фотосинтеза, растения отстают в росте, растения подвывают из-за нарушения работы устьиц, снижается устойчивость к неблагоприятным факторам среды
Сера	Подобны симптомам N-голодания, хлороз листьев (но молодых), повреждение начинается с верхушки растений, желтеют жилки листьев, а паренхима остается зеленой, затем от основания листа появляются красноватые пятна мертвых тканей, торможение роста корневой системы
Магний	Хлороз и некроз листьев: жилки остаются зелеными, а ткань между ними желтеет, затем отмирает, пожелтение начинается с нижних листьев, при длительном голодании листья становятся белыми, типично опадение взрослых листьев, меньше образуется пестичных цветков, из-за усиления окислительных процессов задерживается цветение, цветки менее интенсивно окрашены
Железо	Глубокий хлороз в развивающихся листьях, которые могут быть совершенно белыми, замедление энергообмена растения – фотосинтез и дыхание, опадают бутоны, уменьшаются междоузлия, отмирают точки роста, плохо формируется корневая система
Бор	Нарушаются ритм деления клеток и структура клеточных стенок, появляются уродливые изменения в формирующихся листьях конуса нарастания, на заключительной стадии борного голодания в клетке накапливаются токсичные хиноны, которые приводят к отмиранию конусов нарастания, на яблоках и грушах формируется «поверхностная пробковая ткань»
Медь	Задержка роста и цветения, хлороз, завядание листьев, хлороз кончиков листьев и пустозерность у <i>злаков</i> , суховершинность у <i>плодовых</i> культур
Марганец	Разрушается хлорофилл, на листьях появляются бледно-желтые полосы, у <i>злаков</i> листья сворачиваются, рост замедляется, ослабление дыхания
Цинк	Резкое торможение роста и формирования побегов, растения приобретают розеточные формы, на листьях вдоль жилок появляется светло-зеленая окраска, затем эта зона быстро увеличивается и появляются пятна отмерших тканей, разрушаются точки роста, иногда в листьях образуются антоцианы
Молибден	Рост растений тормозится, особенно чувствительны к недостатку Mo бобовые и овощные культуры, хлороз <i>старых</i> листьев, нарушается азотный и фосфорный обмен, уменьшается синтез белка

При визуальной диагностике следует обращать внимание на то, где появляются характерные изменения. При недостатке реутилизируемых элементов (N, K, P, Mg) они оттекают из ранее образовавшихся частей растений в молодые, формирующиеся органы. Их недостаток прежде и ярче всего проявляется на закончивших рост старых листьях. Недостаток нереутилизируемых или слабореутилизируемых элементов (Ca, Fe, S и всех микроэлементов) отражается на самых молодых частях растений. При избытке все элементы накапливаются в уже сформированных органах, и поэтому изменения их внешнего вида свидетельствуют о токсичности элемента.

Определение потребности растений в удобрениях методом листовой и тканевой диагностики (по В. В. Церлинг). Листовая и тканевая диагностика – это контроль за условиями питания растений по содержанию неорганических форм соединений элементов в тканях или листьях свежих растений, соке из них или вытяжке из растений. Она позволяет определить содержание азота, фосфора, калия и других элементов в отдельных частях растения уже на ранних этапах роста и развития, пока у растений не появились внешние признаки голодания.

Тканевую диагностику следует проводить несколько раз за период вегетации растений:

- 1) начало кущения;
- 2) стебление, начало трубкования;
- 3) трубкование;
- 4) цветение.

При помощи тканевой диагностики можно определить содержание элементов в растениях, выяснить целесообразность подкормок на разных этапах роста и развития растений.

Для тканевой диагностики лучше всего использовать экспресс-метод, разработанный В. В. Церлинг. С помощью этого метода можно быстро определить в баллах содержание азота, фосфора и калия в растениях и рассчитать дозы необходимых подкормок.

Для определения нуждаемости растений в подкормках можно ограничиться анализом лишь той части растений, где искомое вещество локализуется в наибольших количествах. Так, у зерновых культур на разных этапах роста и развития для анализа берут следующие части растений: в фазу кущения используют всю надземную часть; в фазу трубкования – третий лист снизу; в фазу трубкования – пятый лист снизу; в фазу колошения – флаговый лист и лист, находящийся на один ярус ниже; в фазу цветения – молодые листья боковых побегов; в фазу полной спелости – зерно и солому.

Если в этих частях искомое вещество отсутствует или находится в малом количестве, то это указывает на необходимость подкормки.

Определение нитратов. На предметное стекло кладут с промежутками 1–2 см срезы стеблей или листьев, наносят на каждый из них по одной капле дифениламина и следят за появлением синей окраски. По интенсивности цвета, сравнивая его с цветной шкалой (табл. 18), устанавливают сначала содержание азота в баллах и определяют дозу азотных удобрений для подкормки.

Таблица 18. **Оценочная шкала для определения обеспеченности растений нитратным азотом и доз азота в подкормку**

Балл	Визуальные признаки	Содержание нитратов	Целесообразность подкормки	
			Средний балл	Доза азота, кг д. в.
1	Бледно-голубоватая, очень быстро наступает обугливание	Низкое	1,0–1,8	60
2	Синяя, постепенно исчезающая	Среднее	1,9–2,5	30
3	Темно-синяя или темно-фиолетовая, быстро наступающая, устойчивая	Высокое	2,5	Подкормка нецелесообразна

Расчет среднего балла поля проводят исходя из 20 определений. Пример: 10 срезов по 1 баллу = 10 баллов, 6 срезов по 2 балла = 12 баллов, 4 среза по 3 балла = 12 баллов.

$$\text{Средний балл поля} = \frac{10+12+12}{20} = 1,7.$$

Определение фосфатов. Из листьев отжимают сок и каплю его наносят на бумагу, предварительно пропитанную раствором молибдата аммония и просушенную. Дают подсохнуть отпечатку, затем на него последовательно наносят по одной капле бензина и насыщенного раствора натрия уксуснокислого. После этого на фильтровальной бумаге появляются отпечатки синего цвета.

Интенсивность окраски сравнивают со шкалой (табл. 19) и оценивают в баллах.

Определение калия. Каплю сока листьев исследуемых растений наносят на обеззоленный фильтр, затем на пятно наносят по одной капле раствора магния дипикриламида и соляной кислоты. Появившуюся окраску сравнивают со шкалой (табл. 20) и оценивают в баллах. Лимонно-желтый цвет пятна указывает на отсутствие калия.

Таблица 19. Шкала для определения фосфатов

Балл	Окраска раствора на бумаге или ткани	Потребность растений в фосфорных удобрениях
5	Окраска пятна и ткани темно-синяя	Не нуждаются
4	Окраска пятна и ткани синяя	Не нуждаются или слабо нуждаются
3	Отпечаток светло-синий	Средне нуждаются
2	Отпечаток серо-голубой	Нуждаются
1	Окраска всего пятна и ткани слабо серо-голубая	Сильно нуждаются
0	Синего или голубого окрашивания нет	Очень сильно нуждаются

Таблица 20. Шкала для определения калия

Балл	Окраска раствора на бумаге или ткани	Потребность растений в калийных удобрениях
5	Красно-суриковая	Не нуждаются
4	Красно-оранжевая	Слабо нуждаются
3	Оранжевая	Средне нуждаются
2	Желто-оранжевая	Нуждаются
1	Соломенно-желтая	Сильно нуждаются
0	Лимонно-желтая	Очень сильно нуждаются

Результаты исследования растений записывают в табл. 21 и делают выводы о необходимости подкормки растений.

Таблица 21. Содержание азота, фосфора и калия в растениях

Вариант	Анализируемая часть растения	Азот		Фосфор		Калий	
		Балл	Потребность	Балл	Потребность	Балл	Потребность

Необходимая для подкормки растений доза элементов минерального питания рассчитывается по следующей формуле:

$$D_{\text{подк}} = D_p \cdot C_{\text{опт}} / C_{\text{факт}}, \quad (8)$$

где $D_{\text{подк}}$ – доза подкормки, кг д. в.;

D_p – доза подкормки, запланированная в хозяйстве, кг д. в.;

$C_{\text{опт}}$ – оптимальное содержание элемента в растении, балл;

$C_{\text{факт}}$ – содержание элемента в растении на момент определения, балл.

Оптимальное содержание элементов питания всегда соответствует высшему баллу, если растения не нуждаются в элементе.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Список рекомендуемой литературы	4
1. Ботаника	4
1.1. Флористические обследования. Методика сбора и гербаризации растений	4
1.2. Изучение и описание лугового фитоценоза	9
1.3. Изучение и описание агрофитоценоза	14
1.4. Определение видов растений. Гербаризация	17
2. Физиология и биохимия растений	18
2.1. Проведение фенологических наблюдений	19
2.2. Проведение морфометрических наблюдений	23
2.3. Определение динамики накопления биомассы растений	27
2.4. Диагностика минерального питания растений	30

У ч е б н о е и з д а н и е

Порхунцова Ольга Анатольевна
Дуктова Наталья Александровна

БОТАНИКА И ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Методические указания к учебной практике

Редактор *Н. А. Матасёва*
Технический редактор *Н. Л. Якубовская*
Корректор *Н. П. Лаходанова*

Подписано в печать 28.03.2024. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная.
Ризография. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 2,09. Уч.-изд. л. 1,57.
Тираж 60 экз. Заказ .

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
Свидетельство о ГРИИРПИ № 1/52 от 09.10.2013.
Ул. Мичурина, 13, 213407, г. Горки.

Отпечатано в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки.