

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ «ГРОДНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ «БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»**

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВЕДЕНИЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО
ПРОИЗВОДСТВА
ПРАКТИКУМ**

Авторы: Лосевич Е.Б., Бородин П.В., Кравцевич Т.Р., Тибец Ю.Л., Добродькин М.М., Иванистов А.Н.

1-74 02 01- «Агрономия»;
1-74 02 03 - «Защита растений и карантин»;
1-74 02 05 - «Агрохимия и почвоведение»

Учебное пособие предназначено для студентов агрономических специальностей сельскохозяйственных вузов и написано в соответствии с учебной программой по дисциплине «Экологические основы ведения сельскохозяйственного производства».

В пособии предложены практические и лабораторные занятия по ряду тем сельскохозяйственной экологии, приведены экологические тесты, вопросы и задачи. Возможно выборочное использование тем и их объединение в соответствии с программой и количеством часов, отведенных на дисциплину.

Учебное пособие предназначено для студентов высших и учащихся средних специальных сельскохозяйственных учебных заведений. Может быть использовано учителями и учащимися колледжей, общеобразовательных школ, гимназий.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	5
Тема 1. Ресурсы биосферы.....	7
Тема 2. Структура и функционирование экосистем	9
Тема 3. Экологические ниши амбарных вредителей	12
Тема 4. Почвенная биота и ее значение.....	14
Тема 5. Расчет потерь гумуса и биогенных элементов в результате поверхностного смыва почвы.....	16
Тема 6. Определение засоленности почвы по сухому остатку почвенной вытяжки.....	20
Тема 7. Переуплотнение почвы.....	23
Тема 8. Характеристика некоторых видов организмов, занесенных в Красную книгу Республики Беларусь.....	26
Тема 9. Основные характеристики популяций.....	28
Тема 10. Оценка состояния видовой структуры сообщества.....	31
Тема 11. Определение содержания тяжелых металлов в почве и растениеводческой продукции.....	36
Тема 12. Определение содержания нитратов в растениях ионометрическим методом.....	40
Тема 13. Определение органолептических показателей качества воды.....	43
Тема 14. Определение содержания нитратов в воде ионометрическим методом.....	48
Тема 15. Определение хлоридов и сульфатов в воде методом качественных реакций.....	49
Тема 16. Определение общей жесткости воды трилонометрическим методом.....	51
Тема 17. Прогнозирование накопления радиоцезия в сельскохозяйственной продукции.....	53
Тема 18. Роль экологических факторов в развитии заболеваний сельскохозяйственных и домашних животных.....	56
Тема 19. Использование биотестирования для определения накопления токсических веществ в почвах и природных водах.....	57
Тема 20. Расчет индекса загрязнения атмосферы (ИЗА).....	60
Тема 21. Аллелопатические взаимодействия в агроценозах.....	62
Тема 22. Определение оптимальной площади питания растений.....	67
Тема 23. Влияние температуры и длины светового дня на рост и развитие растений.....	69
Тема 24. Определение устойчивости растений к высоким температурам.....	71
Тема 25. Влияние низких температур на коагуляцию белков у	73

растений.....	
Тесты по сельскохозяйственной экологии.....	74
Экологические вопросы и задачи	105
Литература.....	111
Приложения	112

ПРЕДИСЛОВИЕ

Сохранение и защита почвенного покрова от деградации, водных источников от истощения, атмосферного воздуха от загрязнения, экологическая оценка продукции в условиях техногенеза и рациональное использование природно-сельскохозяйственных ресурсов относится к национальным интересам государства и общества. Сегодня стало очевидным, что задачи сохранения окружающей среды и экономического развития взаимосвязаны: разрушая и истощая природную среду невозможно обеспечить устойчивое экономическое развитие.

Формирование комплексной и гармоничной системы природопользования, которая отвечала бы как программе подъема экономики Беларуси и перехода ее к новому качественному состоянию, так и задаче наиболее эффективного оздоровления окружающей среды, - важная проблема, стоящая перед специалистами сельскохозяйственного профиля. Ее разрешение требует знания основ экологии, экономики и организации природопользования.

Человеческая цивилизация, вошедшая в новое тысячелетие, находится в состоянии экологического кризиса. Деятельность человека стала мощным геологическим фактором, изменяющим ландшафт, климат, круговороты веществ, природные сообщества. Технический прогресс, направленный на удовлетворение возрастающих потребностей человека, преобразил среду его обитания. Загрязнение окружающей среды отходами промышленности и сельского хозяйства приняло угрожающий характер. На печально известном лозунге «Мы не можем ждать милостей от природы; взять их у нее – наша задача» воспитано несколько поколений людей, которые стали затем внедрять в жизнь безграмотные проекты по изменению среды обитания. На смену энтузиазму по переделке природы приходит осознание последствий грубого и некомпетентного вмешательства человека в естественные процессы развития биосферы.

Исчезновение все новых видов растений и животных, потеря биологического разнообразия необратимо упростила экологические системы, уменьшив их способность к саморегуляции и стабильность.

Деграляция почвы и, как следствие, сокращение пахотных земель, может поставить под угрозу продовольственную безопасность многих стран, особенно развивающихся.

Вызывает тревогу стремительный рост населения планеты, который часто называют демографическим взрывом. Ситуацию усугубляет энергетический кризис, поскольку невозобновимые источники энергии (нефть, газ, уголь) ограничены.

Экологическая ситуация в Беларуси не отличается особым благополучием: масштабное загрязнение радионуклидами в результате чернобыльской аварии, комплекс проблем в результате осушительной мелиорации, добычи полезных ископаемых, загрязнение воздушной среды в крупных городах, поверхностных и грунтовых вод промышленными, сельскохозяйственными и коммунальными отходами и т.д.

Сложившаяся ситуация может быть изменена только при грамотном природопользовании, основанном на понимании основных законов развития экосистем, правил рационального использования природных ресурсов, устойчивого развития сельского хозяйства.

Учебное пособие «Сельскохозяйственная экология. Практикум», в котором рассматриваются вышеназванные проблемы, содержит широкий круг прикладных задач в рамках дисциплин «Сельскохозяйственная экология», «Безопасность жизнедеятельности человека. Основы экологии».

ТЕМА 1. РЕСУРСЫ БИОСФЕРЫ

Часть ресурсов биосферы, которые на данном уровне развития производительных сил и изученности могут использоваться для удовлетворения потребностей человеческого общества, называют *природными ресурсами* (определение академика А.А. Минца).

Разработаны и применяются несколько классификаций природных ресурсов: по природному происхождению, по признаку исчерпаемости, по видам хозяйственного использования.

Классификация по происхождению. По указанному признаку природные ресурсы подразделяют на минеральные, климатические, водные, земельные, почвенные, биологические (растительные и животные).

Классификация по видам хозяйственного использования. В зависимости от отнесения к тому или иному сектору материального использования природные ресурсы подразделяют на ресурсы промышленного и сельскохозяйственного производства.

Классификация по признаку исчерпаемости. По признаку исчерпаемости все природные ресурсы подразделяют на исчерпаемые и неисчерпаемые. Неисчерпаемость Космоса, энергии Солнца, гравитации и многого другого в масштабе сроков эволюции человека в биосфере очевидна.

Быстро возобновимые, исчерпаемые ресурсы воссоздаются популяциями, имеющими большой биотический потенциал (видовая способность к размножению при отсутствии ограничений со стороны среды) и большую скорость роста (травяная растительность, животные).

Относительно возобновимые ресурсы являются сложными многокомпонентными экосистемами (почва, лес). Так, почва — результат деятельности почвенных микроорганизмов, растений, грибов и животных — способна возродить свое плодородие, но происходит это крайне медленно. Для восстановления 1 см толщины плодородного слоя почвы требуется в среднем около 150 лет. В разных климатических и ландшафтных зонах этот процесс идет

с разной скоростью. Для восстановления зрелого хвойного леса требуется около 100 лет.

Невозобновимые ресурсы биосферы (например, ископаемые руды, осадочные породы и др.) и сейчас образуются при геохимических процессах в недрах, глубинах океана, а также на поверхности земной коры, но скорость их формирования в земной коре или ландшафтной сфере несравнимо меньше скорости их потребления человеческим обществом.

Источниками существования живого в биосфере, или ее ресурсами, являются кислород, вода, почва, минералы, растительность, животные и др. Одна из центральных проблем современности - обеспечение населения необходимыми природными ресурсами сейчас и в будущем. Во все времена обеспечение продуктами питания являлось важнейшей задачей постоянно растущего населения Земли. И хотя производство продовольствия в мире непрерывно увеличивается, эта проблема остается острой во многих странах.

Цель занятия: изучить классификацию природных ресурсов, оценить перспективы использования исчерпаемых ресурсов, в том числе почвы как основного средства сельскохозяйственного производства и нефти как основного энергоносителя.

Задание 1. *Рассчитать производственную емкость биосферы для человека:*

а) - при существующем уровне производительности сельскохозяйственного производства;

б) - при увеличении производительности сельскохозяйственного производства в 2 раза;

в) - при увеличении производительности сельскохозяйственного производства в 5 раз;

Задание 2. *Рассчитать, через какой срок будет исчерпана емкость биосферы в случае а), б), в) при увеличении численности населения на 1,7% каждый год.*

Справочная информация.

- Общая площадь суши составляет около 150 млн. км²;

- Экологически допустимой считается распашка 15% и использование под сенокосы и пастбища 30% всей суши.
- При существующем уровне производительности для обеспечения продовольствием 1 человека в среднем необходимо 0,46 га пахотной земли и 1,2 га лугов и пастбищ.
- В производстве животноводческой продукции 0,46 га пашни заменяют 1,2 га лугов и пастбищ;
- Численность населения планеты составляет около 7,5 млрд. человек.

По результатам расчетов сделать выводы.

Задание 3. Мировая добыча нефти достигла 10 млрд. тонн в год и удваивается через каждые 12 лет.

Рассчитать:

а) через сколько лет будут исчерпаны ресурсы нефти, если ее разведанные запасы составляют 440 млрд. тонн;

б) на сколько лет хватит нефти при нынешних темпах роста потребления при увеличении разведанных запасов:

- в 2 раза;

- в 4 раза.

По результатам расчетов сделать выводы.

Вопросы по теме

1. От чего зависит производственная емкость биосферы для человека?
2. За счет каких действий можно увеличить производственную емкость биосферы?
3. К чему сводится демографическая политика, направленная на регулирование рождаемости в различных странах?
4. Что представляют собой альтернативные источники энергии и каковы перспективы их использования в Республике Беларусь?

ТЕМА 2. СТРУКТУРА И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ЭКОСИСТЕМ

Экосистема - единый природный комплекс, образованный живыми организмами и средой их обитания, которые связаны между собой вещественным и энергетическим обменом. Ни один организм в природе не

существует вне связей с условиями внешней среды. Эти связи – основное условие жизни организмов и их сообществ. Через них осуществляется регулирование численности организмов и их популяций, образование цепей питания, реализация механизмов устойчивости систем и другие явления. В процессе взаимосвязей постоянно происходит поглощение и рассеивание энергии, осуществляется круговорот веществ. Подобные экосистемные связи обусловлены всем ходом эволюционного процесса. По этой причине и любое их нарушение не остается бесследным, требует длительного времени для восстановления. В связи с этим экологически грамотное поведение человека в природе невозможно без понимания этих связей и представления о последствиях их нарушения.

Перенос энергии пищи от её источника - автотрофов (растений) - через ряд организмов, происходящий путём поедания одних организмов другими, принято называть пищевой цепью. При каждом переносе большая часть (80-90%) потенциальной энергии теряется, переходя в тепло. Пищевые цепи можно разделить на два типа: пастбищные цепи, которые начинаются с зелёных растений, идут далее к травоядным организмам, затем к хищникам; и детритные цепи, которые от мёртвого органического вещества идут к микроорганизмам, а затем к детритофагам и к их хищникам. Пищевые цепи не изолированы одна от другой, а тесно переплетаются друг с другом, образуя, так называемые пищевые сети. В сложных природных сообществах организмы, получающие свою энергию от Солнца через одинаковое число ступеней, считаются принадлежащими к одному трофическому уровню.

Цель занятия: изучить трофическую структуру экосистемы рыбного пруда, выяснить основные закономерности ее функционирования.

Задание. По данным биотического баланса регулируемой экосистемы рыбного пруда, представленным в таблице 1 и на основании пояснений к таблице:

1. Начертить блок-схему экосистемы с обозначением направления потоков энергии;

2. Выделить в блок-схеме пищевые цепи;
3. Определить потоки энергии (А) через каждый трофический уровень. На основании полученных данных сделать вывод о закономерности распределения энергии по трофическим уровням:

$$A = P+R$$

4. Определить, нарушается ли правило 10% при переходе энергии на каждый последующий трофический уровень, сравнив показатели С и Р:

$$C < P:10 \text{ – не нарушается}$$

$$C > P:10 \text{ – нарушается}$$

5. Определить эффективность производства продукции на единицу биомассы (К) для каждого структурного звена и сделать вывод:

$$K = P:V$$

6. Определить эффективность использования энергии рациона на рост (K_1) в каждом звене гетеротрофов:

$$K_1 = P \cdot 100:C$$

7. Определить эффективность использования ассимилированной энергии на рост (K_2):

$$K_2 = P \cdot 100:A$$

8. Построить экологические пирамиды для нескольких трофических цепей, используя показатели А, Р, В.

Таблица 1 – Биотический баланс экосистемы рыбоводного пруда
(ккал/м³/150 суток)

Уровни	В	Р	Р	С
1. Фитопланктон	31	1750	370	-
2. Макрофиты	180	216	54	-
3. Бактериопланктон	1,5	294	442	736
4. Зоопланктон мирный	13	141	110	168
5. Зообентос мирный	5,2	69	36	128
6. Зоопланктон хищный	8,1	127	12	152
7. Зообентос хищный	0,4	1,95	3	6
8. Белый амур	4	6	17	76
9. Карп	22	37	69	134

Обозначения в таблице: В – биомасса, Р – продукция, R – затраты энергии на дыхание, С – рацион.

Пояснения по трофическим связям:

- ✓ *зоопланктон мирный* питается фитопланктоном и бактериями;
- ✓ *зообентос мирный* – фитопланктоном;
- ✓ *зоопланктон хищный* – мирным зоопланктоном и фитопланктоном;
- ✓ *зообентос хищный* – мирным зообентосом, мирным и хищным зоопланктоном;
- ✓ *белый амур* – зоопланктоном, макрофитами;
- ✓ *кари* – зообентосом мирным и хищным, зоопланктоном мирным и хищным, макрофитами.

Вопросы по теме

1. Какие виды трофических цепей можно наблюдать в экосистеме рыбоводного пруда?
2. Каким преимуществом обладают экосистемы, имеющие сложную трофическую структуру?
3. Какую функцию выполняют в биоценозе продуценты? Редуценты?
4. Почему пирамида биомассы для водных экосистем имеет неправильную форму?

ТЕМА 3. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ НИШИ АМБАРНЫХ ВРЕДИТЕЛЕЙ

Под *экологической нишей* понимают обычно место организма в природе и весь образ его жизнедеятельности, включающий отношение к факторам среды, видам пищи, времени и способам питания, местам размножения, укрытий и т. п. Каждый вид или его части (популяции, группировки различного ранга) занимают определенное место в окружающей их среде.

Понятие «экологическая ниша» значительно объемнее и содержательнее понятия «местообитание». Американский эколог Ю. Одум образно назвал местообитание «адресом» организма (вида), а экологическую нишу – его «профессией». На одном местообитании живет, как правило, большое количество организмов разных видов. Например, смешанный лес – это местообитание для сотен видов растений и животных, но у каждого из них своя и только одна «профессия» – экологическая ниша.

Цель работы: охарактеризовать экологические ниши амбарных вредителей в связи с их пищевыми предпочтениями.

Материалы и оборудование: 1) стеклянные сосуды емкостью 2 л, 2) марлевые мешочки, 3) листы бумаги, 4) шпатели, 5) баночки для сбора жуков.

Пищевой субстрат: зерно ячменя, пшеницы, овса, гороха, люпина, кукурузы, рапса, овсяные хлопья, фасоль, манная, гречневая, перловая крупа, мука и др.

Амбарные вредители: амбарный долгоносик, мучной хрущик, мукоед, гороховая зерновка.

Задание: 1. Определить численность каждого вида в отдельном пищевом субстрате; 2. Установить пищевые предпочтения вида и определить его экологическую нишу.

Ход работы. Опыт ставится за один месяц до проведения занятий. На студенческую группу закладываются два варианта. В каждый сосуд помещается по 6 мешочков, заполненных разными пищевыми субстратами, и по 30 особей каждого вида амбарного вредителя. Сосуд плотно обвязывается салфеткой и ставится в темное помещение. По истечении указанного времени снимают результаты опыта. Для чего каждый мешочек аккуратно вынимают из сосуда. Его содержимое высыпают на лист бумаги и распределяют тонким слоем. Считают количество жуков каждого вида. Отдельно ведется учет живых и мертвых особей. Полученные результаты оформляют в виде таблицы 2.

Таблица 2 - Распределение амбарных вредителей по пищевым субстратам

Вид пищевого субстрата	Амбарный долгоносик				Мукоед				Гороховая зерновка			
	численность, шт.			% от общего числа	численность, шт.			% от общего числа	численность, шт.			% от общего числа
	всего	в т. ч. живых	в т. ч. мертвых		всего	в т. ч. живых	в т. ч. мертвых		всего	в т. ч. живых	в т. ч. мертвых	
Итого				100 %				100 %				100 %

Пищевые предпочтения вида и его экологическую нишу устанавливают по долевой численности вредителя в субстрате. Численные соотношения видов следует отобразить графически. Сделайте выводы.

Вопросы по теме

1. Что такое экологическая ниша?
2. Могут ли в течение жизни организмы одного и того же вида занимать различные экологические ниши?
3. Какой из пищевых субстратов оказался наиболее привлекательным для амбарных вредителей?
4. Что происходит при перенаселенности субстрата вредителями?

ТЕМА 4. ПОЧВЕННАЯ БИОТА И ЕЕ ЗНАЧЕНИЕ

Почва - сложнейшая система, одним из основных функциональных компонентов которой являются населяющие ее живые организмы. От деятельности этих организмов зависят характер и интенсивность биологического круговорота веществ, масштабность и интенсивность фиксации основного биогенного элемента - атмосферного азота, способность почвы к самоочищению и др. В последнее время значение почвенной биоты существенно возросло не только в связи с незаменимой ролью ее в формировании почвенного плодородия. При техногенном загрязнении компонентов биосферы, в том числе и почв, почвенная биота выполняет еще одну важную функцию - детоксикации различных соединений, присутствующих в почве и влияющих на состояние окружающей среды и качество сельскохозяйственной продукции.

От деятельности почвенной биоты зависит плодородие почвы, ее «здоровье», качество сельскохозяйственной продукции, состояние окружающей среды. Знание особенностей функционирования почвенно-биотического комплекса (ПБК) в различных экологических условиях принципиально важно для создания продуктивных и устойчивых агроэкосистем, производства экологически безопасной сельскохозяйственной продукции и минимизации загрязнения биосферы.

Исходя из первоочередности цели сохранить окружающую среду на нашей планете в неизменном, привычном человеку виде, следует особо отметить, что

природными ресурсами для человечества являются абсолютно все ресурсы биосферы, а биота, обладающая мощнейшей средообразующей и средорегулирующей функцией, есть главный природный ресурс.

Цель занятия: изучить различные группы почвенных организмов, охарактеризовать их адаптации к почвенной среде обитания, оценить их значение для экосистемы и поддержания почвенного плодородия.

Оборудование, реактивы, материалы: 1) раздаточный материал; 2) образцы сухой и влажной почвы; 3) вода водопроводная; 4) пипетки; 5) лупы; 6) микроскопы.

Задание 1. Изучение почвенной фауны.

Изучить раздаточный материал (иллюстрации представителей микрофауны, мезофауны, макрофауны и мегафауны с описанием их образа жизни), определить характерные адаптации организмов к почвенной среде, выявить их роль в экосистеме, заполнить таблицу 3.

Таблица 3 – Почвенная фауна

Название группы организмов	Размеры тела, мм	Представители	Характерные адаптации	Способ питания, трофический уровень	Польза (вред) для почвы и экосистемы
Микрофауна					
Мезофауна					
Макрофауна					
Мегафауна					

Задание 2. Изучение разнообразия почвенных микроорганизмов.

Рассмотреть почвенные образцы под лупой. При обнаружении в них живых организмов зарисовать их, попытаться определить систематическую принадлежность. Приготовить микропрепарат, взяв пипеткой каплю жидкой фракции влажной почвы, закрыть покровным стеклом. Рассмотреть препарат

под малым и большим увеличением, зарисовать обнаруженные организмы, попытаться определить их систематическую принадлежность.

Приготовить аналогично микропрепарат из вытяжки сухой почвы, сравнить ее с предыдущим микропрепаратом. Выписать сходные и отличные признаки.

Сделать вывод о роли различных почвенных организмов в почвообразовательном процессе и в повышении почвенного плодородия.

Вопросы по теме

1. Что такое почвенно-биотический комплекс?
2. Какими группами организмов представлена почвенная биота?
3. Какие функции в почвенной экосистеме могут выполнять вредные с точки зрения человека организмы?
4. Как влияет химизация сельскохозяйственного производства на почвенные организмы?

ТЕМА 5. РАСЧЕТ ПОТЕРЬ ГУМУСА И БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПОВЕРХНОСТНОГО СМЫВА ПОЧВЫ

Эрозия является одним из наиболее распространенных видов деградации почв, наносящих большой экономический и экологический ущерб. Она относится к числу тех глобальных проблем, актуальность которых не только не уменьшается в ходе исторического развития, но и приобретает все большую остроту. За последние 50 лет интенсивность эрозионных процессов в мире по сравнению со среднеисторической возросла в 30 раз. *Водная эрозия* является наиболее масштабным и необратимым видом деградации почв. В результате эрозии со смытой почвой теряется большое количество гумуса и основных элементов питания растений, что приводит к снижению плодородия эродированных почв, уменьшению продуктивности сельскохозяйственных культур, загрязнению поверхностных водоемов.

Степень развития водной эрозии определяется природными и антропогенными факторами. К их числу относятся климат, рельеф, растительный покров, гранулометрический состав почвы.

Климат. Из климатических особенностей наибольшее значение для проявления эрозии имеют осадки и характер их выпадения. При выпадении одного и того же количества осадков за более короткое время эрозия возрастает.

Рельеф местности – один из важнейших факторов развития водной эрозии. От особенностей рельефа во многом зависит размер и скорость поверхностного стока и, следовательно, скорость разрушения и сноса почвы. Важнейшими характеристиками рельефа, от которых зависит эрозия почвы, является крутизна, длина, форма и экспозиция склонов.

Растительный покров уменьшает или полностью предупреждает развитие эрозии. Сельскохозяйственные культуры по-разному защищают почву от разрушительного действия водных потоков. Наименьшую почвозащитную эффективность имеют пропашные культуры; лучше защищают почву от эрозии однолетние травы, зерновые; самым мощным почвозащитным воздействием характеризуются посевы многолетних трав.

Гранулометрический состав почвы оказывает существенное влияние на устойчивость ее к эрозии. В большей степени поддаются смыву суглинистые и глинистые бесструктурные почвы. Они плохо пропускают воду, легко заплывают, образуя корку. С таких почв стекает до 70% дождевой и до 90-100% талой воды. Песчаные и супесчаные почвы, имея более высокую водопроницаемость, в меньшей степени подвержены водной эрозии.

Цель занятия: оценить степень развития эрозионных процессов на пашне и предложить возможные почвозащитные мероприятия.

Задание 1. Определить для конкретного варианта (таблица 3) следующие величины, заполнить таблицу 5, сделать выводы:

1. площади эродированной пашни;
2. потери почвы, приняв условную величину смыва с эродированной пашни за: а) 4 т/га в год (слабоэродированные почвы);
б) 8 т/га в год (среднеэродированные почвы);
в) 16 т/га в год (сильноэродированные почвы);
3. потери гумуса, азота, фосфора и калия, исходя из допущения, что содержание в смытой почве гумуса составляет 2,0%, валового азота – 0,22%, валового фосфора (P_2O_5) – 0,15%, валового калия (K_2O) – 2,0%.

Таблица 3 – Исходные данные по эрозии почвы

№ варианта	Площадь пашни, га	Эродированность, % (слабая/средняя/сильная)
1	10050	6,9/3,2/1,5
2	8580	5,3/3,8/2,3
3	4500	8,1/2,9/1,4
4	9220	8,2/6,5/2,2
5	8810	7,4/5,1/3,3
6	8110	7,8/3,1/1,2

Таблица 5 – Оценка развития эрозионных процессов

Степень эродированности почвы	Площадь эродированной пашни, га	Смыто почвы, т	Потери со смывом почвой, т			
			гумус	N	P	K
а) слабая						
б) средняя						
в) сильная						

Задание 2. Изучить информацию, приведенную в таблицах 6 и 7.

Предложить систему противоэрозионных мероприятий.

Таблица 6 – Факторы, влияющие на развитие эрозионных процессов

Фактор	Характеристика	
Рельеф	форма, крутизна и длина склона	сильнее эрозия выражена на выпуклых, крутых, длинных склонах
	экспозиция склона определяет угол падения солнечных лучей, влияет на микроклимат	южные и западные склоны характеризуются перепадами температуры и влажности, летом иссушаются, возможно выгорание растительности
	наличие микрорельефа	неровности снижают скорость воды, улучшают фильтрацию
Климат	осадки	опасны периоды снеготаяния и затяжных ливней
	температура	высокие температуры иссушают почву

Почва	гранулометрический состав	плотность и водопроницаемость определяет развитие водной эрозии
	плодородие	высокогумусированные, оструктуренные почвы с высоким содержанием водопрочных агрегатов устойчивее к воздействию воды
Растительный покров	плохо защищающий	пропашные культуры
	средне защищающий	яровые колосовые, зернобобовые, однолетние травы
	хорошо защищающий	многолетние травы, озимые зерновые

Таблица 7 – Агротехнологические группы земель по степени водно-эрозионной деградации почв Беларуси и интенсивности сельскохозяйственного использования

Группы земель, площадь, тыс. га	Степень эродированности почв	Смыв почвы, т/га в год	Интенсивность использования
Первая, 493	неэродированные и очень слабоэродированные на склонах с крутизной до 1°	<2,0 (уровень ПДС)	без ограничений
Вторая, 570	слабоэродированные на склонах с крутизной 1-3°	2,1-5,0	со слабыми ограничениями: пропашные – до 25%, зерновые – до 65%, многолетние травы до 30%
Третья, 285	среднеэродированные на склонах с крутизной 3-5°	5,1-10,0	с сильными ограничениями: исключение пропашных, многолетние травы 30-50%
Четвертая 273	сильноэродированные на склонах с крутизной 5-7°	10,1-20,0	с очень сильными ограничениями: доля многолетних трав 50-80%
Пятая, 65	очень сильноэродированные на склонах с крутизной более 7°	>20,0	исключается из состава обрабатываемых

Вопросы по теме

1. Какие виды эрозии почвы наблюдаются на территории Республики Беларусь?
2. Какие почвы в большей степени подвержены смыву?
3. Какие противоэрозионные приемы позволяют защитить почву?
4. При какой крутизне склонов земли исключаются из состава обрабатываемых?

ТЕМА 6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАСОЛЕННОСТИ ПОЧВЫ ПО СУХОМУ ОСТАТКУ ПОЧВЕННОЙ ВЫТЯЖКИ

Засоление почвы – это накопление в ней солей в токсичных для растений концентрациях. Причинами засоления могут быть естественные и антропогенные факторы. На территории Республики Беларусь засолению подвержены территории, находящиеся в местах добычи солей (Солигорск, Мозырь). К засолению почвы может приводить превышение норм полива сельскохозяйственных культур, а также внесение на полях чрезмерных количеств минеральных удобрений.

Техническую соль, которая состоит на 95-98% из хлорида натрия применяют на улицах для борьбы с гололедом. Под действием соли лед тает, делается пористым и скользким. Однако образующийся рассол разъедает металлические части автомашин, портит шины и обувь пешеходов. Когда движется транспортное средство, соль турбулентными потоками поднимается на высоту 15-17 метров, сносится на прилегающие насаждения, вызывает у деревьев ожоги, некрозы и т.д. Кроме того, увеличивается концентрация почвенного раствора (особенно у почв с хорошим поглощающим комплексом: черноземы, глинистые почвы), что приводит к дефициту доступной для растений влаги, нарушает их водный режим. Накопление солей в почве может оказывать негативное влияние на жизнедеятельность всего почвенно-биотического комплекса.

Цель занятия: освоить методику определения степени засоленности почвы городских улиц по сухому остатку почвенной вытяжки.

Оборудование, реактивы, материалы: 1) весы теххимические или аналитические; 2) колбы на 500 мл; 3) воронки; 4) стеклянные палочки; 5) ступки; 6) сито с ячейкой 1 мм; 7) выпаривательные чашки; 8) водяная баня; 9) фильтры; 10) сушильный шкаф; 11) дистиллированная вода, не содержащая CO_2 ; 12) почвенные образцы. Для освобождения от CO_2 берут 2-3 л дистиллированной воды, кипятят 30 мин, охлаждают.

Задание. По сухому остатку почвенной вытяжки определить степень засоленности почвы, взятой в городской черте с придорожной полосы.

Ход анализа.

1. *Приготовление почвенной вытяжки.* Определяют сначала гигроскопическую влагу почвы и берут воздушно-сухую навеску с учетом этого показателя. Например, в почве содержится 4,56% гигроскопической влаги. Соответственно навеска берется 104,56 или 52,28 г воздушно-сухой почвы (из расчета 100 и 50 г абсолютно сухого образца).

Навеску почвы помещают в сухую колбу емкостью 500-750 мл и приливают 5-кратное количество дистиллированной воды, не содержащей углекислоту (250-500 г). Колбу с навеской закрывают резиновой пробкой и взбалтывают 5 мин, после чего вытяжку фильтруют через сухой складчатый фильтр. Фильтр помещают в воронку диаметром 15-20 см так, чтобы он лежал на 0,5-1 см ниже края воронки. Нельзя допускать, чтобы фильтр был выше воронки, так как в этом случае по краю фильтра образуются «выцветы» солей и концентрация их в фильтрате снижается.

Перед тем, как вылить вытяжку в фильтр, содержимое колбы встряхивают, чтобы взмутить навеску, и на фильтр стараются перенести по возможности всю почву. Это необходимо для того, чтобы частички почвы закольматировали поры фильтра, что способствует увеличению прозрачности фильтрата. При выливании суспензии струю направляют на боковую стенку фильтра, чтобы он не прорвался. Вытяжку профильтровывают до тех пор, пока фильтрат не станет прозрачным. Анализ водной вытяжки начинают после того, как она полностью отфильтруется. Ее количество измеряется мерным цилиндром. Водные вытяжки анализируют сразу же после их получения, так как под влиянием микробиологической деятельности может изменяться их состав (щелочность, окисляемость). Хранят вытяжку в колбе с закрытой пробкой.

2. *Определение сухого остатка вытяжки.* Сухой остаток водной вытяжки дает представление об общем содержании в почве растворимых в воде органических и минеральных соединений. По величине сухого остатка

определяют степень засоленности почв. 50-100 мл водной вытяжки помещают в фарфоровую выпаривательную чашку диаметром 7-10 см (предварительно высушенную и взвешенную). Выпаривают, постепенно добавляя новые порции вытяжки. По окончании выпаривания чашку с сухим остатком вытирают снаружи фильтровальной бумагой и высушивают в сушильном шкафу при 105°C в течение трех часов, охлаждают, взвешивают. Можно высушивание провести на слабо нагретой электроплитке, избегая только прокаливания остатка.

Содержание растворимых веществ характеризуется величиной сухого остатка, выраженной в процентах:

$$\text{Сухой остаток, \%} = A : P \cdot 100, \text{ где}$$

A - масса остатка, г;

P - навеска почвы, соответствующая взятому объему вытяжки, г.

Для того, чтобы удалить из сухого остатка растворимые органические вещества, пробы в чашках прокаливают в муфеле при 600°C до белого цвета: 10-15 мин с момента достижения указанной температуры. Если озоление не произошло, то чашку охлаждают, добавляют несколько капель дистиллированной воды и снова прокаливают.

Содержание водорастворимых солей в большинстве почв колеблется от сотых до десятых долей процента. Засоленными считаются почвы с содержанием солей более 0,2%. Если в почвах содержание солей превышает 1%, то их относят к солончакам.

Вопросы по теме

1. Какие причины могут вызывать накопление в почве солей в концентрациях, токсичных для растений?
2. Могут ли быть причиной засоления почвы чрезмерно высокие и несбалансированные дозы минеральных удобрений?
3. В каких регионах Республики Беларусь наблюдается засоление почвы?
4. Какие мероприятия могут обеспечить снижение уровня засоленности почвы?

Тема 7. ПЕРЕУПЛОТНЕНИЕ ПОЧВЫ

По мере интенсификации средств механизации увеличивается негативное воздействие сельскохозяйственных машин и орудий на почву. Актуальной проблемой является *переуплотнение* верхнего плодородного слоя под колесами работающей техники. Применяемые современные технологии выращивания сельскохозяйственных культур предусматривают многократный проезд работающих агрегатов по полю. В результате этого происходит значительное уплотнение почвы, которое распространяется на глубину до 100 см, а машинные «следы» покрывают до 80 % поверхности поля. Особую опасность несет тяжелая техника, под влиянием которой плотность почвы возрастает на 20...40 %.

Оптимальной является плотность почвы от 0,8 до 1,1 г/см³. Под воздействием колес она повышается на 0,1...0,6 г/см³ и достигает 1,35...1,7 г/см³. Допустимые нагрузки работающей техники на почву в летний и осенний периоды не должны превышать 0,4...0,6 кг/см². Фактическое же давление колесных тракторов составляет 0,85...1,65 кг/см², гусеничных – 0,6...0,8, прицепов – 3,0...4,0, зерноуборочных комбайнов – 1,8...2,4 кг/см².

Известно, что различные участки поля с неодинаковой степенью переуплотняются в процессе выполнения полевых операций. Так, 10 – 15% площади поля вообще не подвергается воздействию колес, 65 – 80% площади прикапывается колесами машин от 1 до 6 раз, а 10 – 20% площади (поворотные полосы) испытывает воздействие за вегетационный период от 6 до 20 раз.

Переуплотнение почвы приводит к угнетению активности почвенных обитателей, обуславливает резкое ухудшение ее физико-химических и агрофизических свойств. Уплотненные почвы оказывают большое сопротивление проникновению в них корневой системы растений, в таких почвах ухудшается водно-воздушный и питательный режимы, развиваются эрозионные процессы. В совокупности это приводит к значительному снижению урожайности возделываемых культур на 20...50 %, и, как следствие, к экономическим потерям.

В связи с этим в последние годы появилась необходимость в разработке мероприятий, направленных на защиту почв от переуплотнения. Все приемы оптимизации почвенных условий можно разделить на следующие группы: организационно-хозяйственные, агротехнические и приемы совершенствования сельскохозяйственных орудий и машин.

Организационно-хозяйственные приемы:

- оптимизация маршрутов передвижения работающих агрегатов по полю;
- создание технологической колеи;
- запрет на проведение погрузочно-разгрузочных, заправочных, транспортных видов работ на полях.

Агротехнические мероприятия:

- внесение органических удобрений;
- известкование почв;
- рыхление почв.

Приемы совершенствования сельскохозяйственных машин:

- создание широкозахватных сельскохозяйственных орудий;
- создание и использование комбинированных агрегатов, позволяющих за один проход провести несколько агротехнических приемов;
- перевод сельскохозяйственных машин на новые виды ходовых систем;
- использование легкой техники;
- создание машин с широкими колесами.

Цель работы: Определить размер экономического ущерба, вызванного переуплотнением почв в севообороте.

Ход работы: Студенты выполняют работу звеньями. Каждое звено получает перечень сельскохозяйственных культур в севообороте, их урожайность, площадь и основные характеристики конфигурации поля.

При оценке площади с чрезмерным переуплотнением почв следует в первую очередь определить размер поворотных полос. Для полей правильной конфигурации площадь поворотных полос определяется по формуле

$$П_{n.n} = 0,02 \cdot a \sqrt{P / \kappa} ,$$

где: $P_{n.n}$ – площадь поворотной полосы, м²;

a – ширина поворотной полосы (8–14), м;

P – площадь поля, га;

k – соотношение сторон (рассчитывается как отношение длины поля к ширине) в долях единицы.

В случаях, когда рабочие участки и поля имеют неправильную конфигурацию, $P_{n.n}$ целесообразно рассчитывать по формуле

$$P_{n.n} = 0,02 \cdot a \cdot P / L,$$

где: L – условная рабочая длина поля, км

Средний ежегодный экономический ущерб от переуплотнения почв $Y_{n.n}$ в пределах отдельного поля (участка), для которого предварительно определена величина $P_{n.n}$, рассчитывается по формуле

$$Y_{n.n} = P_{n.n} \cdot Y_i \cdot C_i \cdot q_i,$$

где: $Y_{n.n}$ – возможный экономический ущерб, руб;

Y_i – снижение урожайности i -й культуры, ц/га (20 – 50%);

C_i – себестоимость продукции или закупочная цена, руб/ц;

q_i – удельный вес в долях единицы посевов культуры в севообороте.

Полученные данные заносятся в таблицу 8.

Таблица 8 – Экономический ущерб от переуплотнения почвы

Культуры севооборота	Параметры поля		$P_{n.n}$, м ²	Y_i , ц/га	C_i , руб/ц	q_i	$Y_{n.n}$, руб.	
	P , га	k					со всей площади	в расчете на 1 га

Вопросы по теме

1. Какие причины вызывают переуплотнение почвы?
2. Как сказывается переуплотнение на функционировании почвенно-биотического комплекса?
3. За счет чего можно снизить давление сельскохозяйственной техники на почву?
4. Какие агротехнические приемы позволяют защитить почву от переуплотнения?

ТЕМА 8. ХАРАКТЕРИСТИКА НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ОРГАНИЗМОВ, ЗАНЕСЕННЫХ В КРАСНУЮ КНИГУ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Биологическое разнообразие, или биоразнообразие, - это термин, используемый для описания разнообразия жизни на Земле во всех ее проявлениях. Высокий уровень биоразнообразия - основа стабильного существования биоценозов, экосистем, поскольку каждый вид существует лишь как часть экосистемы с ее сложными внутренними связями. Нельзя сохранить отдельный вид, не сохранив всю совокупность сопровождающих его взаимодействий, в том числе и с другими видами (то есть исчезновение какого-то одного вида может привести к необратимым последствиям внутри данной экосистемы).

Существующее сегодня биоразнообразие является результатом эволюции, длящейся миллиарды лет под воздействием естественных процессов и под все возрастающим воздействием антропогенных факторов. Угрожающими биоразнообразию факторами, связанным с хозяйственной деятельностью человека, являются следующие:

- Прямая антропогенная элиминация видов. В первую очередь это относится к животным, являющимся объектами охоты;
- Исчезновение или сокращение числа местообитаний, особенно специфических (низинных болот, пойм рек, высоковозрастных широколиственных лесов и т. д.);
- Опосредованное исчезновение видов в результате воздействия человека и в первую очередь загрязнения природной среды;
- Вытеснение аборигенных видов интродуцированными и инвазивными (чужеродными) видами.

Сохранению биоразнообразия на популяционно-видовом уровне способствует создание Красных книг - аннотированных перечней редких видов флоры и фауны, стоящих перед угрозой исчезновения. Многие виды растений и животных оказались в Красной книге Беларуси из-за проведения крупномасштабной осушительной мелиорации (60-80-е годы XX века).

Цель занятия: познакомиться с Красной книгой Республики Беларусь и основными принципами сохранения биологического разнообразия природных экосистем.

Задание. Охарактеризовать отдельные виды представителей флоры и фауны, относящиеся к различным категориям Красной книги Республики Беларусь и предложить возможные меры для их охраны. Заполнить таблицу 9.

Таблица 9 - Характеристика организмов, занесенных в Красную книгу Республики Беларусь

Вид	Номер категории	Численность популяции	Факторы угрозы	Меры охраны
Млекопитающие				
Птицы				
Земноводные				
Пресмыкающиеся				
Рыбы				
Насекомые				
Покрытосеменные растения				
Голосеменные растения				

Вопросы по теме

1. Какое издание Красной книги действует в Беларуси в настоящее время?
2. Таксоны из какой категории имеют наивысшую национальную природоохранную значимость?
3. Какими причинами может быть обусловлено сокращение численности отдельных видов до опасного уровня?
4. Какие действия позволяют сохранить биологическое разнообразие флоры и фауны Республики Беларусь?

ТЕМА 9. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОПУЛЯЦИИ

Популяция – совокупность особей одного вида, занимающих относительно однородное пространство и способных к саморегулированию и поддержанию определенной численности. Каждый вид в пределах занимаемой им территории распадается на популяции. Популяция – относительно обособленная часть вида, эта обособленность обусловлена спецификой местообитания и вероятностью более частых скрещиваний. На уровне популяций происходят основные адаптации, естественный отбор и эволюционные процессы.

Важнейшей задачей экологии популяций (демэкологии) является изучение условий формирования популяций, внутривидовых отношений и динамики численности популяций. Заботясь о сохранении видового разнообразия на Земле, человек должен думать о сохранении природных популяций.

Численность популяции – общее количество особей на данной территории или в данном объеме. Никогда не бывает постоянной и зависит от соотношения интенсивности размножения и смертности.

Плотность популяции – количество особей (или биомасса) на единицу площади или объема, занимаемого популяцией.

Рождаемость – число новых особей, появившихся в популяции в единицу времени в результате размножения.

Смертность – количество особей популяции, погибших за единицу времени.

Прирост популяции – разница между рождаемостью и смертностью. Может быть как положительным, так и отрицательным. Половая структура популяции отражает соотношение полов в популяции. Этот показатель особенно важен для видов с половым размножением. Возраст и условия наступления половой зрелости самцов и самок оказывают существенное влияние на поддержание численности популяции. Половую структуру популяции важно знать, так как самки и самцы часто по-разному проявляют себя в сообществе через своеобразие питания, поведения, образа жизни вообще.

Возрастная структура популяции отражает соотношение различных возрастных групп в популяции. Количественное соотношение возрастных групп может служить индикатором состояния популяции и ее будущего в биогеоценозе.

Цель занятия: освоить методику расчета основных характеристик популяции и рассмотреть возможные перспективы развития популяции.

Задание. Используя данные таблицы 10, выполните необходимые расчеты, постройте соответствующие графики и сделайте выводы.

Таблица 10 – Исходные данные о популяции

Возраст, лет	Численность, экз.		Количество потомков на одну самку	Число размножений в год
	самцов	самок		
1	900	950	0	0
2	500	700	0	0
3	300	320	4	1
4	250	280	5	2
5	200	250	3	2
6	150	200	2	1
7	50	100	0	0
8	0	20	0	0

Справочная информация.

- популяция заселяет территорию 1000 га;
- пригодная для обитания площадь составляет 40% от всей территории;
- оптимальная территория обитания для одной особи – 500 м²

Определяемые показатели:

1. Численность популяции ($N_{\text{общ.}}$), экз.

2. Соотношение полов в популяции, %.

Рассчитывается а) по возрастам, б) в среднем для популяции.

3. Смертность (C), %.

Определяется по формуле: $C = \Delta N_{\text{погибшие}} / N_{\text{общ.}} \cdot 100$.

$\Delta N_{\text{погибшие}}$ определяется как разность между количеством особей 1-го и 2-го, 3-го и 4-го и т.д. года жизни.

Рассчитывается а) для самцов, б) для самок, в) для популяции в среднем.

4. Рождаемость (P), %.

Рассчитывается по формуле: $P = \Delta N_{\text{родившиеся}} / N_{\text{общ.}} \cdot 100$.

5. Прирост популяции (Π), (%).

Определяется по формуле $\Pi = P - C$.

6. Удельный вес возрастных групп (дорепродуктивной, репродуктивной и пострепродуктивной) в популяции, %;

7. Средняя продолжительность жизни ($\Pi_{\text{ж}}$), лет:

$$\Pi_{\text{ж}} = \frac{1 \cdot m_1 + 2 \cdot m_2 + \dots + n \cdot m_i}{N_{\text{погибшие}}}, \text{ где } 1, 2, \dots, n \text{ – количество прожитых лет;}$$

m_1, m_2, \dots, m_i – количество особей, проживших соответствующее количество лет.

Рассчитывается отдельно для а) самцов, б) самок.

9. Средняя плотность популяции ($\rho_{\text{ср}}$) экз./га.

Определяется по формуле: $\rho_{\text{ср}} = N_{\text{общ.}} / S_{\text{общ.}}$, где $S_{\text{общ.}}$ - заселяемая популяцией территория, га.

10. Экологическая плотность популяции ($\rho_{\text{эк.}}$), экз./га.

Определяется по формуле: $\rho_{\text{эк.}} = N_{\text{общ.}} / S_{\text{пр.}}$, где $S_{\text{пр.}}$ - территория, пригодная для обитания, га.

11. Оптимальная плотность популяции ($\rho_{\text{опт.}}$), экз./га. Определяется из расчета оптимальной территории для одной особи.

12. Процент насыщения территории, пригодной для обитания.

13. Оптимальная и максимальная емкость среды обитания (E), экз. определяется по формулам: $E_{\text{опт.}} = S_{\text{пр.}} \cdot \rho_{\text{опт.}}$; $E_{\text{макс.}} = 2 E_{\text{опт.}}$.

14. Постройте а) кривые выживания для самок и самцов; б) кривую роста популяции.

Вопросы по теме

1. Какие выводы можно сделать при изучении половой структуры популяции?
2. О чем свидетельствует преобладание в популяции молодняка (предрепродуктивной возрастной группы)?
3. Какие факторы определяют динамику численности популяции?
4. Каков прогноз динамики численности популяции в соответствии с кривой роста?

ТЕМА 10. ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ВИДОВОЙ СТРУКТУРЫ СООБЩЕСТВА

Одной из основных характеристик любого биоценоза является его *видовой состав* или общее число видов растений, животных и микроорганизмов на конкретной площади земли или в определенном объеме жидкости. Состав и число видовых популяций не остаются постоянными и подвержены сильным изменениям под воздействием природных и антропогенных факторов.

Оценку видового состояния сообщества осуществляют по характеристикам, приведенным ниже.

1. *Степень доминирования вида* (p_i) – это доля особей данного вида в общей

численности особей биоценоза: $p_i = n_i/\Sigma n$,

где p_i – доля i -го вида в суммарной численности особей всех видов; n_i – число особей i -го вида; Σn – суммарная численность особей всех видов.

2. *Видовое богатство (S)* – это общее число видов, обитающих в данном биотопе. Видовое богатство возрастает с севера на юг, а также с увеличением площади биотопа и эволюционного времени. Чем выше видовое богатство, тем более устойчивым является биоценоз, и наоборот.

3. *Индекс разнообразия Симпсона (D)*. Чем больше D приближается к S , тем разнообразнее сообщество: $D = 1/\Sigma p_i^2$,

где p_i – доля i вида в суммарной численности особей всех видов.

4. *Индекс выравненности Симпсона.*

Выравненность – соотношение численности видов в биоценозе. Определяется по долевному отношению численности вида к общему числу особей. Например, если два биоценоза (А и В) имеют одинаковое видовое богатство (10 видов) и одинаковую численность особей (100 особей), то они могут различаться по характеру распределения этих особей между видами, т.е. выравненностью:

биоценоз А: 91:1:1:1:1:1:1:1:1:1 – минимальная выравненность и максимальное доминирование;

биоценоз В: 10:10:10:10:10:10:10:10:10:10 – максимальная выравненность и минимальное доминирование.

Выравненность возрастает с севера на юг, а доминирование – с юга на север.

При изучении выравненности используют *индекс выравненности Симпсона (E)*. – Чем больше этот индекс приближается к 1, тем равномернее представлены все виды в сообществе:

$$E = D/S.$$

5. *Состояние сообщества*, которое может быть устойчивым или нарушенным. Оценивают показатель по зависимости числа видов сообщества от числа особей, приходящихся на один вид (рис. 1).

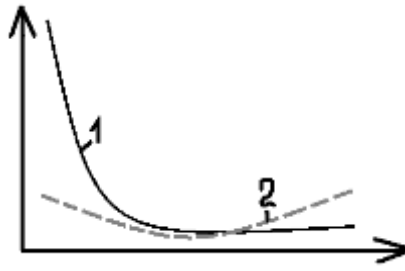


Рис. 1. Зависимость числа видов сообщества от числа особей, приходящихся на один вид (y – число видов в биоценозе; x – число особей, приходящихся на один вид); 1 – устойчивый биоценоз; 2 – нарушенный биоценоз

По численности особей виды в биоценозе подразделяются на доминантные, субдоминантные, малочисленные, редко встречающиеся (редкие) и случайные. Доминантные виды часто выполняют средообразующую функцию, тогда их называют *виды-эдификаторы*.

Работа выполняется на примере видового состава фитоценозов лесного и лугового сообществ.

Цель работы: оценить состояние видовой структуры сообщества по общепринятым характеристикам, сделать выводы.

Задание:

1. Рассчитать индексы разнообразия (D) и выравненности (E) сообщества.
2. Выделить виды-доминанты по численности и биомассе (рассчитать долю вида в процентах по числу особей или биомассе).
3. Выделить виды-эдификаторы сообщества.
4. Выделить редкие и малочисленные виды сообщества.
5. Построить график зависимости числа видов в биоценозе от числа особей, приходящихся на один вид, для выявления степени нарушения биоценоза (чем более пологая кривая, тем более нарушен биоценоз).

Ход работы. Каждые два студента получают индивидуальное задание из таблицы и выполняют необходимые расчеты. Полученные результаты заносятся в таблицу 11. Индивидуальное задание представлено в таблице 12.

Таблица 11 - Оценка состояния видового сообщества

№ Варианта	Тип фитоценоза	Наименование вида	Число особей		Положение вида								
			шт.	%	доми- нант	субдоми- нант	малочис- ленный	случай- ный	p_i	p_i^2	Д	Е	
					$\Sigma=$	$\Sigma=$	$\Sigma=$	$\Sigma=$		$\Sigma=$			

Таблица 12 - Индивидуальное задание к работе

А) лесной фитоценоз

Название вида	Вариант задания				
	1	2	3	4	5
2	3	4	5	6	7
1. Черника	65	12	-	28	8
2. Брусника	-	25	-	104	-
3. Майник двулистный	15	5	28	5	39
4. Купена душистая	9	3	39	2	5
5. Зеленчук желтый	27	8	12	-	9
6. Звездчатка ланцетовидная	13	-	8	36	46
7. Кислица обыкновенная	8	26	166	15	17
8. Козелец приземистый	3	1	-	8	3
9. Лапчатка белая	31	23	12	6	36
10. Герань кроваво-красная	2	1	-	1	8
11. Герань болотная	5	1	2	-	3
12. Чесночница черешковая	28	9	15	7	15
13. Чистотел большой	-	17	7	28	-
14. Недотрога обыкновенная	-	-	3	8	17
15. Буквица лекарственная	-	6	1	3	9
16. Молодило отпрысковое	-	1	-	-	2
17. Кольник колосовидный	3	27	38	7	14
18. Иван-чай узколистый	28	7	-	3	-
19. Марьянник гребенчатый	14	3	5	37	8
20. Чина лесная	2	38	17	-	23
21. Клевер альпийский	-	-	1	2	4
22. Марьянник дубравный	1	-	8	-	-
23. Хмель вьющийся	2	1	-	7	91
24. Орляк обыкновенный	48	2	15	45	46
25. Клевер пашенный	-	6	2	8	-

Б) фитоценоз суходольного луга

Название вида	Вариант задания				
	6	7	8	9	10
1. Трясунка средняя	48	15	-	11	24
2. Клевер луговой	117	43	8	33	52
3. Клевер розовый	78	20	21	53	24
4. Язвенник многолистный	2	13	-	6	10
5. Стальник полевой	6	-	8	17	-
6. Горошек мохнатый	15	35	13	8	18
7. Вязель разноцветный	-	5	-	2	16
8. Горошек заборный	20	16	14	13	9
9. Цикорий обыкновенный	-	8	-	-	1
10. Василек луговой	6	16	9	5	-
11. Одуванчик лекарственный	49	77	13	20	43
12. Нивяник обыкновенный	8	19	29	6	11
13. Цмин песчаный	1	8	16	-	7
14. Мелколепестник едкий	-	7	-	10	5
15. Подмаренник настоящий	8	-	4	8	-
16. Зверобой продырявленный	16	-	2	52	3
17. Вьюнок полевой	9	6	-	11	6
18. Подорожник средний	13	28	43	16	28
19. Колокольчик раскидистый	7	1	7	-	9
20. Солнцецвет монетолистный	16	9	39	10	28
21. Гвоздика травянка	27	-	15	8	13
22. Короставник полевой	-	33	5	111	14
23. Очиток едкий	-	19	2	25	-
24. Армерия удлиненная	7	2	-	14	3
25. Льянка обыкновенная	2	-	1	8	17
26. Мальва вырезанная	-	7	-	7	3
27. Синеголовик плосколистный	7	3	10	13	8
28. Синяк обыкновенный	3	-	3	28	-

В) фитоценоз низинного луга

Название вида	Вариант задания				
	11	12	13	14	15
1. Луговик дернистый	38	13	9	-	48
2. Полевица собачья	16	33	47	10	15
3. Осока дернистая	117	29	33	-	73
4. Осока черная	37	66	45	125	45
5. Лютик едкий	11	18	13	25	5
6. Лютик ползучий	8	13	-	19	9
7. Гравилат городской	14	6	7	-	-
8. Змеевик большой	7	-	3	8	6
9. Калужница болотная	11	14	20	17	13
10. Хвощ болотный	-	3	78	18	-
11. Таволга вязолистная	3	8	25	-	12
12. Валериана лекарственная	5	14	9	26	6
13. Гравилат речной	21	9	17	7	4
14. Герань луговая	11	10	3	5	2
15. Лапчатка гусиная	16	-	26	43	17

16. Сердечник луговой	-	8	4	8	-
17. Окопник лекарственный	-	16	6	-	-
18. Горичет кукушкин	18	2	17	14	33
19. Лютик ядовитый	9	5	19	31	9
20. Осока пузырьчатая	25	38	28	-	80

Вопросы по теме

1. Какие характеристики используются для оценки видового состояния сообщества?
2. Как связано видовое богатство биоценоза с его устойчивостью?
3. Что означает термин «виды-эдификаторы»?
4. Как определяется степень нарушенности биоценоза?

ТЕМА 11. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВЕ И РАСТЕНИЕВОДЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ

Загрязнение *тяжелыми металлами* является одним из сильнейших по действию и наиболее распространенным химическим загрязнением почвы. К тяжелым металлам относятся более 40 химических элементов периодической системы Д.И. Менделеева, масса атомов которых составляет свыше 50 атомных единиц. Основными источниками загрязнения являются предприятия черной и цветной металлургии, теплоэлектростанции, нефтеперерабатывающие заводы, транспорт. Кроме того, это может происходить при добыче металлов из недр и бесхозяйственном размещении отходов, при орошении полей сточными водами, внесении фосфорных и органических удобрений, применении пестицидов и т.д.

Согласно данным экологического мониторинга, опасный уровень загрязнения почвы тяжелыми металлами отмечается в городах и пригородных зонах республики на территории около 80 тыс. га, вдоль автодорог – 120 тыс. га, возле полигонов ТБО (свалок) – 2,5 тыс. га. Если эти территории используются для производства растениеводческой и животноводческой продукции, возникает угроза накопления в ней тяжелых металлов.

Охрана почв от загрязнений является важной задачей, так как любые вредные соединения, находящиеся в почве, рано или поздно попадают в организм человека. Постоянно накапливаясь в процессе потребления продуктов питания, в определенный момент содержание их может достигнуть порогового, вредного для здоровья человека уровня. Поэтому подбор и обоснование площадей пашни с относительно низким уровнем содержания тяжелых металлов

в почве позволит в промышленном масштабе получать более экологически безопасные продукты питания для человека.

Цель занятия: Освоить прием прогнозирования качества растениеводческой продукции, выращиваемой на техногенной почве, загрязненной тяжелыми металлами.

Задание. Определить какое количество тяжелых металлов находится в почве и поступит в продукцию при внесении определенных доз минеральных удобрений и заданном уровне урожайности. С учетом предельно допустимых концентраций тяжелых металлов в основных группах пищевых продуктов (таблица 18), сделать заключение о пригодности для использования полученной продукции в продовольственных целях. Исходные данные для проведения расчетов представлены в таблицах 13 и 14.

Таблица 13 – Исходные данные по вариантам

№ вариант а	Культура	Определяемый элемент	Доза минеральных удобрений, кг/га д.в.			Урожайность, ц/га
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
1	Оз. рожь	Cu, Pb,	70	70	70	35
	Картофель	Cu, Pb,	60	80	100	200
2	Озимая пшеница	Cu, Cd	75	75	80	40
	Свекла столовая	Cu, Cd	60	80	100	210
3	Ячмень	Pb, Cd	80	85	90	43
	Картофель	Pb, Cd	65	85	110	230
4	Озимая рожь	Cu, Cd	85	90	90	45
	Свекла столовая	Cu, Cd	65	90	110	225
5	Озимая пшеница	Cu, Pb,	90	85	95	45
	Картофель	Cu, Pb,	70	90	120	250
6	Ячмень	Pb, Cd	95	95	100	50
	Свекла столовая	Pb, Cd	80	95	120	240

Таблица 14 - Содержание тяжелых металлов в почвах (слой 0-20 см), загрязненных предприятиями цветной металлургии, мг/кг воздушно-сухой почвы

Город	Содержание тяжелых металлов, мг/кг					
	Cd	Zn	Pb	Cu	Ni	Mn
Гомель	0,15	64,2	32,6	18,5	7,8	216
Брест	0,45	38,6	36,1	7,1	5,0	120
Витебск	0,40	64,6	28,4	15,9	6,2	179
Могилев	0,27	22,8	21,6	18,2	7,8	195
Бобруйск	0,40	76,1	32,1	13,2	4,8	200
Орша	0,56	55,3	24,9	19,2	6,6	241
Пинск	0,36	32,2	22,0	8,6	4,8	96

Борисов	0,25	63,9	23,3	7,7	3,9	92
Молодечно	0,46	28,3	14,6	7,8	5,1	147
Солигорск	0,15	28,3	45,2	7,4	3,7	87
Новополоцк	0,25	24,8	18,9	4,8	5,4	241
Новогрудок	0,42	31,7	14,3	9,2	5,7	153
Волковыск	0,34	32,7	27,5	8,9	5,9	143
Слоним	0,34	28,7	29,2	8,3	6,5	160

1. Определить количество исследуемых тяжелых металлов в почве в результате выбросов предприятий тяжелой промышленности:

$$K_1 = 100 \cdot 100 \cdot 0,2 \cdot d \cdot a \cdot 1000, \text{ где}$$

100, 100, 0,2 – длина, ширина, толщина пахотного слоя на площади 1 га в м;

d – объемная масса почвы, г/см³ (1,2 г/см³);

a – содержание тяжелых металлов в почве, мг/кг (таблица 14).

2. Определить количество тяжелых металлов, поступающих с минеральными удобрениями (рассчитывается как сумма по отдельно взятым видам удобрений):

$$\sum K_{N,P,K} = 100 : C_{N,P,K} \cdot D_{N,P,K} \cdot M,$$

где $C_{N,P,K}$ – содержание действующего вещества в удобрении, % (таблица 15);

$D_{N,P,K}$ – доза минерального удобрения, кг/га д.в. (таблица 13);

M – содержание тяжелого металла в 1 кг физического веса применяемого удобрения, мг/кг (таблица 16).

3. Определить общее накопление металлов в почве:

$$K_{п} = K_1 + \sum K_{N,P,K}$$

4. Рассчитать прогнозируемое содержание тяжелых металлов в растениеводческой продукции:

$$K_{р} = K_{п} \cdot M_{р} : U, \text{ где}$$

$M_{р}$ – накопление тяжелых металлов различными частями растений (таблица 17);

$U_{п}$ – планируемая урожайность, кг/га (таблица 13).

Таблица 15 - Содержание основных элементов питания в некоторых видах минеральных удобрений (%)

Вид удобрения	Содержание действующего вещества, %		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Аммиачная селитра	34-35		
Мочевина	46		
КАС (плотность 1,28-1,32г/см ³)	28-32		
Суперфосфат аммонизированный	3-8	22-33	
Аммофос	9-12	35-52	
Суперфосфат двойной		43-49	
Хлористый калий			57-60

Таблица 16 - Содержание тяжелых металлов в некоторых видах минеральных удобрений, мг/кг

Вид удобрений	As	Mn	Cu	Ni	Cr	Pb	Zn	Cd
Аммиачная селитра	-	35,0	201,9	8,3	13,0	174,4	186,4	1,3
Мочевина	0,2	2,0	0,8	7,5	-	13,0	5,0	0,3
КАС	-	149,0	40,5	24	62,0	< 1,0	44,0	-
Суперфосфат аммонизированный	-	-	6,0	3,8	-	6,0	6,3	0,5
Аммофос	1,0	262,0	17,0	15,0	152,0	15,0	40,0	5,0
Суперфосфат двойной	1468,0	456,0	7,9	35,0	6,8	31,8	1460,0	100,0
Хлористый калий	2,0	15,0	4,5	13,3	-	17,5	12,3	4,2

Таблица 17 - Накопление тяжелых металлов различными частями растений в мг-% ($n \cdot 10^{-5}$) от содержания в почве (в период уборки)

Культура	Части растений	Pb	Cd	Cu
Зерновые культуры	корень	12,7-17,0	68-77	30,5-73,9
	солома	5,0-7,8	12,8-17,0	41,4-54,0
	зерно	3,9-4,1	4,3-5,2	40,9-41,9
Кормовые (кукуруза)	корень	4,9-8,8	6,7-34,4	59,0-98,3
	стебель	8,8-10,4	8,6	9,8-34,3
	лист	6,8-11,8	30,0-34,4	10,0-73,9
	початок	2,9-11,4	5,2-5,7	7,9-44,4
Картофель	клубни	46,8	6,9-8,9	19,2-62,7
Свекла	корнеплоды	11,8	4,3-6,9	12,8-78,9

Таблица 18- Предельно допустимые концентрации некоторых химических элементов в основных группах пищевых продуктов, мг в 1 кг сырого продукта

Химический элемент	ПДК, мг/кг				
	молочные продукты	хлебные продукты и зерно	овощи	фрукты	соки
Кадмий	0,01	0,022	0,03	0,03	0,02
Медь	0,5	10,0	10,0	10,0	5,0
Мышьяк	0,05	0,2	0,2	0,2	0,2
Никель	0,1	0,5	0,5	0,5	0,3

Ртуть	0,005	0,01	0,02	0,01	0,005
Свинец	0,05	0,2	0,5	0,4	0,4
Селен	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3
Хром	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1
Цинк	5,0	25,0	10,0	10,0	10,0

Вопросы по теме

1. Какие химические элементы считают тяжелыми металлами?
2. Какие тяжелые металлы относятся к числу наиболее опасных?
3. Назовите основные источники загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами.
4. Какие мероприятия позволяют снизить поступление тяжелых металлов в сельскохозяйственную продукцию?

ТЕМА 12. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ НИТРАТОВ В РАСТЕНИЯХ ИОНОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Нитраты (соли азотной кислоты), являются элементом азотного питания растений и естественным компонентом пищевых продуктов растительного происхождения. Азот входит в состав белков, нуклеиновых кислот, нуклеопротеидов, хлорофилла, гемоглобина, алкалоидов. Соединения азота играют большую роль в процессах фотосинтеза, обмена веществ, образования новых клеток. При недостатке азота в почве тормозится рост растений, ослабляется образование боковых побегов и кущение у злаков, наблюдается мелколистность. Высокая концентрация нитратов в почве не токсична для растений, она способствует усиленному росту их надземной части, более активному протеканию процесса фотосинтеза, лучшему формированию репродуктивных органов и в конечном итоге - более высокому урожаю. В то же время у животных и человека высокие дозы нитратов могут вызвать отравления и различные заболевания. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) установила допустимый предел поступления нитратов в организм человека в сутки - 3,5 мг на 1 кг веса. Для всех видов растительной продукции и кормов установлены предельно-допустимые концентрации нитратов (ПДК).

Цель занятия: освоить ионометрический метод определения содержания нитратов в растительной продукции.

Оборудование, реактивы, материалы: 1) иономер; 2) весы технохимические; 3) квасцы алюмокалиевые, 1% раствор; 4) растительные образцы.

Задание. Определить содержание нитратов в растительных образцах (овошах), сделать вывод о безопасности использования их в пищу.

Ход анализа.

1. Подготовка проб к анализу. Картофель, корнеплоды и овощи перед анализом отмывают от земли, обсушивают фильтровальной бумагой и измельчают на терке. Сырой травянистый материал измельчают ножницами и тщательно перемешивают. Образовавшуюся мезгу перемешивают. На лабораторных весах в стаканчик на 100 мл отвешивают 12,5 г измельченного растительного материала, приливают 50 мл 1%-ного раствора алюмокалиевых квасцов и перемешивают с помощью стеклянной палочки в течение 3 минут.

При анализе материала, содержащего твердые ткани, пробу массой 12,5 г растирают в ступке с прокаленным песком или битым стеклом до однородной массы, переносят ее с помощью 50 мл 1%-ного раствора алюмокалиевых квасцов в стаканчик на 100 мл и перемешивают с помощью стеклянной палочки в течение 3 минут.

2. Работа с иономером. Измерение активности иона NO_3^- в пробе можно проводить в pNO_3 , или делать замеры в «mV».

Прибор состоит из иономера и электродной ячейки, включающей два электрода – измерительный (мембранный нитратный) и вспомогательный. При погружении электродов в раствор, содержащий ионы NO_3^- , в электродной цепи возникает ЭДС, величина которой пропорциональна концентрации нитратных ионов. Чем выше показания прибора, тем ниже концентрация ионов NO_3^- в растворе.

По вспомогательной таблице приложения 2 находят концентрацию N-NO_3^- в мг/кг растительной массы исходной влажности, соответствующую показаниям прибора. Для определения содержания нитратов (NO_3^-) полученную величину умножают на 4,42 (коэффициент перевода N в NO_3^-).

На основе предельно допустимых концентраций нитратов в сельскохозяйственной продукции (таблица 19) сделать вывод о качестве анализируемой продукции.

Результаты анализа оформляют в виде таблицы 20.

Таблица 19 – Значения предельно допустимых концентраций нитратов для овощей и фруктов*

Вид растения	Допустимые уровни, мг/кг	Примечание
Картофель и продукты из него	250	
Капуста белокочанная ранняя (до 1 сентября) и продукты из нее	900	
Капуста белокочанная поздняя и продукты из нее	500	
Морковь ранняя (до 1 сентября) и продукты из нее	400	
Морковь поздняя и продукты из нее	250	
Томаты и продукты из них	150	
	300	защищенный грунт
Огурцы и продукты из них	150	
	400	защищенный грунт
Свекла столовая и продукты из нее	1400	
Лук репчатый и продукты из него	80	
Лук перо и продукты из него	600	
	800	защищенный грунт
Листовые овощи (салаты, шпинат, щавель, капуста салатных сортов, петрушка, сельдерей, кинза, укроп и другие) и продукты из них	2000	
Кабачки и продукты из них	400	
Перец сладкий и продукты из него	200	400
Редис	1500	
Дыни и продукты из них	90	
Арбузы и продукты из них	60	
Яблоки, груши	60	

*- согласно гигиеническому нормативу «Показатели безопасности и безвредности для человека продовольственного сырья и пищевых продуктов» (Постановление Министерства здравоохранения республики Беларусь 21 июня 2013г. № 52)

Таблица 20 - Форма записи результатов анализа

№ образца	Название продукции	Исследуемая часть	Масса, г	Показания иономера, рNO ₃	Содержание, мг/кг		ПДК
					N-NO ₃ ⁻	NO ₃ ⁻	

Вопросы по теме

1. В чем заключается положительное влияние нитратов на растительный организм?
2. Какие факторы могут вызвать накопление в растениях большого количества нитратов?
3. Почему значения ПДК нитратов для разных видов растений сильно отличаются?
4. Какие меры позволяют снизить содержание нитратов в растительной продукции?

ТЕМА 13. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ВОДЫ

Вода является одним из самых важных элементов для жизнедеятельности человека. Состав природных вод весьма разнообразен и представляет собой сложную, непрерывно изменяющуюся систему, которая содержит минеральные и органические вещества во взвешенном, коллоидном и истинно растворенном состоянии. Показатели качества воды подразделяются на: *физические* (температура, содержание взвешенных веществ, цветность, запах, вкус и др.); *химические* (жесткость, щелочность, активная реакция, окисляемость, сухой остаток и др.); *биологические и бактериологические* (общее количество бактерий, коли-индекс и др.).

Значительная концентрация городского населения, резкое увеличение объемов промышленных, сельскохозяйственных, транспортных, энергетических и других антропогенных выбросов зачастую приводят к нарушению качества воды, появлению в источниках водоснабжения отличных от естественной природной среды химических, радиоактивных и биологических агентов.

Качество воды для хозяйственно-питьевых нужд определяется целым рядом показателей (физических, химических и санитарно-бактериологических), предельно допустимые значения которых задаются соответствующими нормативными документами.

Органолептические свойства нормируются по интенсивности их восприятия человеком. Это температура, прозрачность, цветность, осадок, запах, вкус, привкус и др.

Цель занятия: освоить методику определения органолептических свойств воды, сделать выводы о качестве исследуемых проб.

Осадок

Взболтанную в бутылке воду наливают в цилиндр слоем примерно 30 см и оставляют в покое 1 ч., если вода отобрана из открытого водоема или на сутки, если вода взята из подземных источников. Осадок оценивают количественно (нет, незначительный, заметный, большой) и качественно (песчаный, глинистый, илистый, кристаллический, хлопьевидный). Отмечают также цвет осадка. Большой осадок свидетельствует о загрязнении воды.

Прозрачность

Степень прозрачности выражается высотой столба жидкости в см, через который отчетливо виден специальный шрифт. Прозрачностью не менее 30 см должны обладать воды, подаваемые для питьевого водоснабжения без осветления. Речные воды, кроме горных, могут иметь прозрачность 25 см. Уменьшение прозрачности природных вод свидетельствует об их загрязнении.

Оборудование, материалы: цилиндр с плоским дном; шрифт, высота букв которого составляет 2 мм, а толщина линий букв – 0,5 мм; линейка.

Ход анализа: исследуемую воду наливают в цилиндр, под дно которого подкладывают на расстоянии 4 см шрифт. Сливают воду до тех пор, пока сверху через слой можно будет отчетливо прочесть этот шрифт. Высоту столба оставшейся воды измеряют линейкой. Определение производят при хорошем дневном рассеянном освещении на расстоянии 1 м от светонесущей стены.

Цветность

Цветность природных вод обусловлена главным образом присутствием гуминовых веществ и комплексных соединений железа. Цветность воды определяют визуально или фотометрически, сравнивая исследуемые пробы с

растворами, имитирующими природную цветность (с окраской стандартной хромо-кобальтовой шкалы).

Цветность воды определяется в градусах. Вода, имеющая цветность 20°, считается бесцветной. Вода, неподвергающаяся перед подачей потребителю обесцвечиванию, должна иметь цветность не выше 20°. При цветности выше 35° водопотребление ограничивают.

Оборудование, реактивы, материалы: 1) фотоэлектроколориметр; 2) цилиндр на 100 мл; 3) мерные колбы на 1 л; 4) дистиллированная вода; 5) стандартный раствор №1: 0,0875 г бихромата калия, 2 г сульфата кобальта и 1 мл серной кислоты с пл. 1,84 г/мл растворяют в дистиллированной воде и доводят объем до 1 л. Раствор соответствует цветности 500⁰; 6) раствор №2: 1 мл конц. H₂SO₄ доводят дистиллированной водой до 1 л.

Для приготовления шкалы цветности смешивают растворы №1 и №2 в следующих соотношениях (таблица 21).

Таблица 21 – Хромово-кобальтовая шкала цветности

Раствор № 1	0	1	2	3	4	5	6	8	10	12	16
Раствор № 2	100	99	98	97	96	95	94	92	90	88	84
Градусы цветности	0	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70

Ход анализа. При фотометрическом определении исследуемую воду, при необходимости профильтрованную, помещают в кювету с толщиной оптического слоя 5 см и фотометрируют при синем светофильтре с длиной волны 413 нм. Показания снимают по верхней шкале прибора, определяя коэффициент светопропускания. Цветность определяют по калибровочному графику.

Запах

Определение основано на органолептическом исследовании характера и интенсивности запаха воды при 20° и 60°С. Запах оценивается в баллах. Водой, не имеющей запаха, считается такая, запах которой не превышает 2 балла.

Оборудование, материалы: коническая колба с притертой пробкой на 150-200 мл; электрическая плитка; термометр; пробы воды.

Ход анализа. Характер и интенсивность запаха воды исследуют при комнатной температуре и при нагревании до 60°С. Для этого 100 мл исследуемой воды при 20°С наливают в колбу вместимостью 150-200 мл с широким горлом, накрывают часовым стеклом или притертой пробкой, встряхивают вращательным движением, открывают пробку или сдвигают в сторону часовое стекло и быстро определяют характер и интенсивность запаха. Затем для усиления интенсивности запахов колбу нагревают до 60°С на водяной бане и также оценивают запах. Интенсивность запаха определяют по 5-бальной шкале (таблица 22).

Таблица 22 – Интенсивность запаха воды

Балл	Интенсивность запаха	Характеристика запаха
0	не ощущается	запах не обнаруживается
1	очень слабый	запах, не поддающийся обнаружению потребителем. Обнаруживается только опытным исследователем.
2	слабый	запах, не привлекающий внимания потребителя. Если на него специально не обратить внимания
3	заметный	запах обнаруживается потребителем и вызывает его неодобрение
4	отчетливый	запах, обращающий на себя внимание и делающий воду непригодной для питья
5	очень сильный	запах настолько сильный, что вода становится совершенно непригодной для питья

По характеру запаха делятся на две группы.

1. запахи естественного происхождения (от живущих и отмерших в воде организмов, от влияния почв и т.п.) их устанавливают, придерживаясь следующей терминологии (таблица 23).

2. Запахи искусственного происхождения (хлорфенольный, камфорный, бензиновый, хлорный т.п.).

Таблица 23 – Характеристика запахов естественного происхождения

Характер запаха	Примерный род запаха
Болотный	Илистый, тинистый
Гнилостный	Сточной воды
Древесный	Мокрой щепы, древесной коры
Землистый	Прелой, свежевспаханной земли, глинистый
Плесневый	Затхлый, застойный
Рыбный	Рыбы, рыбьего жира
Сероводородный	Тухлых яиц
Неопределенный	-

Чистые природные воды запахов не имеют.

Вкусы и привкусы

Определяются вкусы и привкусы в баллах. Без привкусов считается такая вода, привкусы которой не превышают 2 баллов.

Определение ведется с заведомо безопасной водой при 20°С. воду набирают в рот малыми порциями, не проглатывая. Отмечают наличие вкуса (соленый, горький, кислый, сладкий) или привкуса (щелочной, железистый, металлический, вяжущий и т.д.) и их интенсивность в баллах по шкале, аналогично определению интенсивности запаха.

При интенсивности запахов и привкусов выше 2 баллов ограничивается водопотребление, т.к. сильные запахи и привкусы могут быть показателями загрязнения воды или свидетельствуют о наличии биологически активных веществ, выделяемых сине-зелеными водорослями.

В завершение работы все показатели отражаются в сводной таблице 24.

Таблица 24 – Органолептические свойства воды

№ пробы воды	Место отбора	Показатели					
		осадок	прозрачность	цветность	запах	вкус	привкус

По результатам, полученным в ходе анализа, необходимо:

- сделать вывод о качестве анализируемых проб воды;
- рассмотреть возможность влияния места отбора воды на изучаемые показатели.

Вопросы по теме

1. Какие показатели качества воды называются органолептическими?
2. С чем может быть связана повышенная цветность воды?
3. В чем измеряется прозрачность воды?
4. Какие причины могут вызвать появление у воды неприятных запаха и вкуса?

ТЕМА 14. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НИТРАТОВ В ВОДЕ ИОНОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Загрязнение воды *нитратами* может быть обусловлено как природными, так и антропогенными факторами. Образование нитрат-ионов в водоемах может быть связано с деятельностью бактерий, также нитраты образуются во время гроз при электрических разрядах - молниях

Основными антропогенными источниками поступления нитратов в воду являются сброс хозяйственно-бытовых сточных вод и сток с полей, на которых применяются азотные удобрения.

Наибольшие концентрации нитратов обнаруживаются в ближайших к поверхности подземных водах, наименьшие – в глубоких скважинах. Очень важно проверять на содержание нитратов воду из колодцев, родников, водопродонную воду, особенно в районах с развитым сельским хозяйством. Производные нитратов - нитриты могут вызывать тканевую гипоксию – нарушение дыхания клеток, другие продукты их превращения – нитрозоамины являются канцерогенами, т.е. способствуют возникновению онкологических заболеваний.

Предельно-допустимая концентрация нитратов для питьевой воды составляет 45 мг/л, для рыбохозяйственных водоемов – 40 мг/л.

Цель занятия: освоить методику определения нитратов в воде, сделать выводы о качестве исследуемых проб.

Оборудование, материалы: 1) иономер или рН-милливольтметр; 2) стаканчики стеклянные; 3) стеклянные палочки; 4) пипетки на 1 мл; 5) мерные цилиндры на 10 мл; 6) 10% раствор алюмокалиевых квасцов;

Метод основан на измерении активности нитрат-иона ионоселективным электродом на иономере или рН-милливольтметре. Показания снимаются в pNO_3 . Погрешность измерения ± 5 мВ (или $\pm 0,05$ pNO_3).

Ход анализа. К анализируемой пробе воды объемом 9 мл добавляют 1 мл 10% раствора алюмокалиевых квасцов, объем воды и алюмокалиевых квасцов можно

увеличить соответственно в 2-5 раз, не меняя соотношения (9:1). В полученном растворе измеряют активность иона NO_3^- .

Прибор состоит из иономера и электродной ячейки, включающей два электрода – измерительный (мембранный нитратный) и вспомогательный. При погружении электродов в раствор, содержащий ионы NO_3^- , в электродной цепи возникает ЭДС, величина которой пропорциональна концентрации нитратных ионов. Последняя регистрируется прибором.

По показаниям иономера, соответствующим калибровочным растворам, строится график, по которому путем пересчета определяется содержание нитратов (мг/л раствора).

Для определения нитратов в пробах воды можно использовать вспомогательную таблицу (приложение 3).

Вопросы по теме

1. Каковы основные источники поступления нитратов в поверхностные и подземные водоисточники?
2. Какие опасные для здоровья человека и животных производные образуются в организме из нитратов?
3. В чем заключается принцип ионометрического метода определения нитратов?
4. Какое предельно допустимое количество нитратов может содержаться в питьевой воде?

ТЕМА 15. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХЛОРИДОВ И СУЛЬФАТОВ В ВОДЕ МЕТОДОМ КАЧЕСТВЕННЫХ РЕАКЦИЙ

Хлориды присутствуют практически во всех водах. В основном их присутствие в воде связано с вымыванием из горных пород наиболее распространённой на Земле соли - хлорида натрия (поваренной соли). Хлориды натрия содержатся в значительных количествах в воде морей, а также некоторых озёр и подземных источников. Повышенное содержание хлоридов в совокупности с присутствием в воде аммиака, нитритов и нитратов может свидетельствовать о загрязнённости бытовыми сточными водами. ПДК хлоридов в воде питьевого качества - 350 мг/л.

Сульфаты могут попадать в подземные воды при растворении гипса, находящегося в пластах. Сульфаты поступают в водную среду со сточными

водами многих отраслей промышленности. Атмосферная двуокись серы, образующаяся при сгорании топлива и выделяющаяся в процессах обжига в металлургии, может вносить вклад в содержание сульфатов в поверхностных водах. Сульфаты являются показателем загрязнения поверхностных вод производственными сточными водами и подземных вод водами вышележащих водоносных горизонтов.

При повышенном содержании в воде сульфаты неблагоприятно влияют на желудочную секрецию, приводя к нарушению процессов переваривания и всасывания пищи.

ПДК сульфатов в воде питьевого качества - 500 мг/л.

Цель занятия: освоить методику определения хлоридов и сульфатов в воде, сделать выводы о качестве исследуемых проб.

Определение хлор-иона

Метод основан на осаждении хлоридов нитратом серебра.

Оборудование, реактивы, материалы: пробирки, пипетка на 5 мл, конц. азотная кислота, 10 % раствор нитрат серебра (AgNO_3), пробы воды.

Ход анализа. В пробирку отбирают 5 мл исследуемой воды, подкисляют азотной кислотой (1-2 капли) для разрушения бикарбонатов и добавляют 3 капли 10 % AgNO_3 . По характеру осадка AgCl_3 судят о содержании хлор-иона (таблица 25).

Таблица 25 – Характеристика осадка

Характер осадка	Содержание Cl^- , мг/л
Слабая муть	1-10
Сильная муть	10-50
Образуются хлопья	50-100
Белый объемистый осадок	более 100

Определение сульфат-иона

Определение основано на осаждении сульфатов в кислой среде хлоридом бария с образованием сульфата бария.

Оборудование, реактивы, материалы: пробирки, пипетки на 2, 5, 10 мл, 37% соляная кислота (конц.), 20% раствор хлористого бария - BaCl_2 , пробы воды.

Ход анализа. В пробирку отбирают 10 мл исследуемой воды, добавляют несколько капель концентрированной соляной кислоты и 2 мл раствора $BaCl_2$, раствор в пробирке нагревают до кипения. При наличии сульфатов сульфат бария выпадает в виде белого мелкокристаллического осадка. По характеру выпадающего осадка $BaSO_4$ судят о содержании сульфат-иона (таблица 26).

Таблица 26 – Характеристика осадка

Характер осадка	Содержание SO_4^- , мг/л
Отсутствие мути	менее 5
Слабая муть (через 2 мин)	5-10
Сильная муть, появляющаяся сразу	10-100
Сильная муть, быстро оседающая	более 100

Вопросы по теме

1. В чем заключается принцип метода качественных реакций, используемого для распознавания хлоридов и сульфатов?
2. В чем состоит преимущество и недостаток метода качественных реакций?
3. Каковы основные источники поступления хлоридов и сульфатов в поверхностные и подземные водоисточники?
4. Какое предельно допустимое количество хлоридов и сульфатов может содержаться в питьевой воде?

ТЕМА 16. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩЕЙ ЖЕСТКОСТИ ВОДЫ ТРИЛОНОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Общая жесткость (Нобщ) – это природное свойство воды, обусловленное наличием в ней двухвалентных катионов (главным образом кальция и магния). Жесткость является важным показателем качества воды. При высоком содержании в воде соли кальция и магния могут образовывать в организме человека и животных отложения и камни, вводить из строя технику из-за известкового налета и т.д .

Различают общую, карбонатную, постоянную и устранимую жесткость. Устранимая или временная (Нвр) и карбонатная (Нк) жесткости обусловлены наличием бикарбонатов (и карбонатов) кальция и магния. Устранимая жесткость определяется экспериментально и показывает, насколько уменьшилась жесткость воды за 1 час кипячения. При кипячении бикарбонаты переходят в

малорастворимые карбонаты и выпадают в осадок, что приводит к образованию накипи, а жесткость воды уменьшается. Но кипячение полностью не разрушает бикарбонаты, и часть их остается в растворе. Неустраняемая, постоянная (Нпост) и некарбонатная жесткость (Ннк) обусловлены хлористыми, сернокислыми и другими некарбонатными солями кальция и магния.

Таким образом, общую жесткость можно представить как сумму временной и постоянной: $N_{общ} = N_{вр} + N_{пост}$.

Воду с общей жесткостью до 3,5 мг-экв/л называют мягкой, от 3,5 до 7 мг-экв/л – средней жесткости, от 7 до 10 мг-экв/л – жесткой, свыше 10 мг-экв/л – очень жесткой.

Для питьевых целей предпочитают воду средней жесткости, для хозяйственных и промышленных целей – мягкую воду.

Цель занятия: освоить методику определения общей жесткости воды, сделать выводы о качестве исследуемых проб.

Определение суммарного содержания ионов кальция и магния основано на способности трилона Б образовывать с этими ионами прочные комплексные соединения в щелочной среде, замещая свободные ионы водорода на катионы Ca^{2+} и Mg^{2+} . В качестве индикатора используется хромоген черный, дающий с Mg^{2+} , соединение винно-красного цвета, при исчезновении Mg^{2+} , он приобретает голубую окраску. Реакция идет при pH около 10, что достигается добавлением в пробу аммиачного буферного раствора ($NH_4OH + NH_4Cl$).

Оборудование, реактивы, материалы: бюретки со штативом, конические колбы на 250 мл, мерные цилиндры на 100 мл, пипетки на 5 мл, аммиачный буфер, трилон Б, хромоген черный, пробы воды.

Ход анализа. Отмеряют 100 мл исследуемой пробы воды в коническую колбу, добавляют 5 мл буферного раствора и 5 капель индикатора хромогена черного и титруют раствором трилона Б ($\approx 0,05N$). Пробу титруют до появления голубой окраски от одной прилитой капли трилона Б, что свидетельствует об исчезновении ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} .

Вычисление общей жесткости в мг-экв/л производят по формуле:

$$H_{общ} = \frac{n \times N \times K \times 1000}{V},$$

где n – количество трилона Б, пошедшее на титрование;

N – нормальность трилона Б;

K – поправочный коэффициент к нормальности трилона Б;

V – объем пробы в мл.

Вопросы по теме

1. Что такое жесткость воды?
2. Как называется жесткость, которая сохраняется после кипячения воды?
3. В чем состоит принцип трилометрического метода определения жесткости воды?
4. Почему в промышленности предпочитают использовать мягкую воду, а для питьевых целей может использоваться вода и более жесткая?

ТЕМА 17. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ НАКОПЛЕНИЯ РАДИОЦЕЗИЯ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

Радиоактивное загрязнение земель, произошедшее в результате аварии на Чернобыльской АЭС, является одной из наиболее серьезных экологических проблем современности. Загрязнению тогда подверглось около 23% территории Республики Беларусь. Были изъяты из обращения 265,4 тыс.га сельскохозяйственных угодий; цезием и стронцием оказалось загрязнено 1685 тыс.га лесов. Зона отчуждения площадью 170 тыс. га вошла в состав Полесского государственного радиоэкологического заповедника. На загрязненной территории получение безопасной сельскохозяйственной продукции затруднено и в настоящее время. В сложившихся условиях возникла необходимость использования специальных приемов ведения сельскохозяйственного производства на загрязненных территориях, обеспечивающих получение продукции с содержанием радионуклидов в безопасных для здоровья количествах.

Цель занятия – освоить метод прогнозирования и методики расчета накопления радиоцезия в кормовых культурах и рационе крупного рогатого скота (КРС) и перехода его в продукцию животноводства.

Для установления размеров перехода цезия-137 и стронция-90 в сельскохозяйственную продукцию используются коэффициенты перехода (Кп).

Коэффициент перехода определяется как отношение содержания радионуклида в единице массы растений к плотности загрязнения единицы площади почвы:

$$K_p = A_p : A_{\text{п}},$$

где A_p – содержание радионуклида в растении, Бк/кг;

$A_{\text{п}}$ – содержание радионуклида в почве, кБк/м².

Располагая информацией об уровне радиоактивного загрязнения почвы ($A_{\text{п}}$) и о способности различных растений накапливать цезий-137 (K_p), прогнозируют качество будущей продукции растениеводства, а также и животноводства.

Задание 1. Используя данные таблиц 27 и 28, составить рацион для КРС, подобрав кормовые культуры с минимальным накоплением радиоцезия (5-6 кормовых культур). Расчеты оформить в виде таблицы 29.

Таблица 27 – Исходная информация по вариантам

Вариант	Содержание K_2O (мг/кг почвы)	Уровень радиоактивного загрязнения (кБк/м ²)	Суточная потребность животных в корме, кг	Соотношение кормов в рационе
1	120	259	45	35-40 % - грубые 40-45 % - сочные 20-25 %- концентраты
2	250	518	50	
3	220	1221	55	
4	170	111	60	
5	100	629	65	
6	150	1517	70	

Таблица 28 – Коэффициенты перехода (K_p , Бк/кг : кБк/м²) ¹³⁷Cs в продукцию кормовых культур для дерново-подзолистых супесчаных почв в зависимости от обеспеченности их подвижным калием

Культура	Обменный калий, мг/кг почвы		
	80-140	141-200	201-300
Люпин	0,50	0,40	0,36
Тимофеевка (сено)	1,40	0,68	0,55
Клевер (сено)	0,65	0,47	0,39
Ячмень (солома)	0,088	0,054	0,049
Озимая рожь (солома)	0,062	0,040	0,037
Овес (солома)	0,12	0,058	0,045
Кукуруза (силос)	0,053	0,080	0,061
Ячмень	0,056	0,043	0,029
Картофель	0,50	0,038	0,027

Таблица 29 – Форма записи расчетов:

Вид корма	Масса корма, кг	Содержание ^{137}Cs , Бк/кг
Всего в рационе		

Задание 2. Сделать вывод о возможности получения безопасной продукции (мяса, молока) в соответствии с РДУ-99 (по данным таблицы 30).

Таблица 30 – Допустимое содержание ^{137}Cs в рационе сельскохозяйственных животных для получения продуктов

Продукт	% перехода из суточного рациона в 1 кг продукции	Допустимое содержание ^{137}Cs	
		в продукте, кБк/кг	в рационе, кБк
Молоко коровье	1	100	10,0
Мясо говяжье	4	500	12,5
Мясо свиное	25	180	0,72
Мясо баранье	15	500	3,33

Задание 3. Предложить мероприятия по снижению накопления радиоцезия в продукции животноводства.

Вопросы по теме

1. Какова площадь радиоактивного загрязнения территории Республики Беларусь в настоящее время?
2. В чем заключаются причины высокой биологической активности ^{137}Cs ?
3. При какой плотности загрязнения почвы ^{137}Cs необходимо проведение специальных мероприятий по снижению его накопления в сельскохозяйственной продукции?
4. За счет чего можно уменьшить содержание радионуклидов в продукции растениеводства и животноводства?

ТЕМА 18. РОЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В РАЗВИТИИ ЗАБОЛЕВАНИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ И ДОМАШНИХ ЖИВОТНЫХ

Повышенная заболеваемость животных наряду с утилизацией отходов жизнедеятельности является серьезной проблемой современного промышленного животноводства. При высокой концентрации поголовья сельскохозяйственных животных и птицы на единицу площади быстро

передаются инфекционные заболевания. При нарушении гигиенических параметров помещений (высокой влажности, загазованности, сквозняках и т.д.), несбалансированности кормов снижается не только продуктивность животных, но и устойчивость их к различным заболеваниям.

Этиология представляет собой учение о причинах и условиях возникновения болезней. Причины болезни бывают *эндогенными*, то есть внутренними (наследственные, связанные с пороками развития, нарушением деятельности эндокринной, нервной, иммунной и др. систем) и *экзогенными*, обусловленными воздействием абиотических (физико-химических), биотических и антропогенных факторов. Как правило, в развитии болезней сельскохозяйственных и домашних животных основное значение имеют условия кормления, содержания и эксплуатации. Довольно часто они определяют развитие эндогенных причин, которые ведут к возникновению болезней. Считается, что между эндогенными и экзогенными этиологическими факторами имеется причинно-следственная связь, в результате которой одно заболевание может стать причиной другого. Статистические данные говорят о том, что только 8% заболеваний животных являются генетически обусловленными, 2% развиваются под действием неблагоприятных условий содержания, а 90% заболеваний имеют многофакторные причины, когда негативное влияние факторов усугубляется генетической предрасположенностью к той или иной болезни.

Поэтому своевременное выявление, предупреждение причин и условий (факторов) возникновения болезни является залогом ее излечения и профилактики.

Цель занятия: выявить главные экзогенные факторы развития отдельных заболеваний сельскохозяйственных и домашних животных и предложить меры по их профилактике.

Задание: изучить предложенные материалы о заболеваниях животных, подготовить краткое сообщение о них, определить, какую экологическую закономерность (правило, закон) они подтверждают, заполнить таблицу 31.

Таблица 31 – Роль экологических факторов в развитии заболеваний сельскохозяйственных и домашних животных

№ п/п	Название болезни	У каких животных встречается	Симптомы	Основные причины болезни (экзогенные факторы)	Меры профилактики	Экологическая закономерность

Вопросы по теме

1. Что изучает наука этиология?
2. Приведите примеры экзогенных факторов, способствующих развитию заболеваний животных.
3. Какие из рассмотренных болезней являются зооантропонозами, т.е., общими для животных и человека?
4. Может ли привести к развитию каких-либо заболеваний переуплотненное содержание сельскохозяйственных животных или птицы?

**ТЕМА 19. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОТЕСТИРОВАНИЯ ДЛЯ
ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАКОПЛЕНИЯ ТОКСИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В
ПОЧВАХ**

Биотестирование и биоиндикация – это два важных исследовательских приема, в которых о качестве среды, о факторах, воздействующих на эту среду, судят по выживаемости, продуктивности, поведению, а также по различным физиологическим параметрам живых организмов. Биотестирование подразумевает использование живых организмов, специально помещаемых в данную среду, а биоиндикация – живых организмов, естественным образом обитающих в данной среде. Биотесты – это выполняемые по определенной схеме и в определенных условиях испытания действия того или иного вещества (или смеси веществ) на организмы, путем регистрации одного или нескольких биологических или физиолого-биологических показателей состояния тест-объекта.

Биотестирование является самым распространенным и чувствительным методом контроля уровня загрязнения почв и вод. Для этой цели рекомендуется использовать семена быстро прорастающих растений (редиса, кресс-салата или др.), определенное количество которых проращивается на испытываемой среде – почве или воде (из водоема, реки, ручья и т.д.) и в контроле. Через определенное

время учитывают количество проросших семян и рассчитывают степень токсичности почвы или воды для растений.

Цель занятия: овладеть методом биотеста для определения токсических веществ в почвах.

Оборудование, реактивы, материалы: 1) чашки Петри; 2) фильтровальная бумага; 3) семена растений (кресс-салат или редис); 4) кусочки стекла; 5) почвенные образцы из разных мест отбора (предположительно содержащие токсические вещества).

Задание. Провести биотестирование образцов почвы на наличие токсических веществ, сделать вывод о возможных причинах загрязнения почвы.

Ход анализа. Работа выполняется в следующем порядке:

1. В четыре чашки Петри насыпается по 50 см³ почвы, которая смачивается дистиллированной (или прокипяченной водопроводной) водой с таким расчетом, чтобы вода появилась над поверхностью почвы.

2. На поверхность жидкой кашицы кладется кружок из фильтровальной бумаги.

3. На мокрую поверхность фильтровальной бумаги (в каждую из четырех чашек) помещают 100 семян. Чашки накрывают крышками.

4. Другую партию чашек Петри (4 чашки) используют для контрольного варианта. Для этого на дно чашки кладут промытые кусочки стекла и наливают воду (дистиллированную или прокипяченную водопроводную), чтобы она покрыла эти кусочки. На поверхность воды кладут кружок фильтровальной бумаги. Затем на нее помещают 100 семян и также накрывают крышкой.

5. Все восемь чашек оставляют в комнате на столе (желательно при температуре 20-25°C), покрыв их темной бумагой. Через 12 часов делают учет проросших семян. Отдельно учитывают проросшие семена в опыте и контроле (в каждой чашке) и вычисляют среднее значение для опыта и контроля. Результаты контроля принимают за 100% и находят процент снижения всхожести семян в опыте. Затем на основании вычисленных результатов определяют в

относительных единицах токсичности (ОЕТ) степень загрязнения испытуемого субстрата (почвы). Результаты анализа оформляют в виде таблицы 32.

ОЕТ = 100% - % всхожести семян в опыте.

Пример вычисления. Предположим, что в контрольных чашках взошло 95; 93; 97; 95 семян. В среднем это будет 95 семян. Предположим далее, что в чашках опыта на почве взошло 75; 77; 73; 71 семян (в среднем 74 семени).

Вычисляем % всхожести семян в опыте, причем, количество взошедших семян в контроле принимаем за 100.

$$95 - 100\% \quad x = \frac{74 \times 100}{95} = 77,9\%$$

$$74 - x$$

Находим величину ОЕТ: ОЕТ = 100% - 77,9% = 22,1%. Это значит, что испытуемая почва понизила всхожесть семян на 22,1%.

Таблица 32 – Форма записи результатов биотестирования образцов почвы на наличие токсических веществ

№ п/п	Место отбора пробы почвы	Количество взошедших семян, шт.		ОЕТ, %	Выводы
		контроль	опыт		

Вопросы по теме

1. В чем заключаются методы биотестирования и биоиндикации?
2. Какие живые объекты обычно применяются при проведении биотестирования?
3. Что такое ОЕТ?
4. Какие вещества, загрязняющие почву или воду, могут вызвать снижение всхожести испытуемых семян?

ТЕМА 20. РАСЧЕТ ИНДЕКСА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ (ИЗА)

Мониторинг атмосферного воздуха включает систему наблюдений за содержанием загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, атмосферных осадках и снежном покрове, оценку состояния и динамики изменения атмосферного воздуха. Поступление загрязняющих веществ в атмосферный воздух происходит в результате деятельности природных и антропогенных источников, а также в результате регионального и трансграничного переноса.

Загрязняющие вещества могут оказывать негативное влияние на состояние здоровья человека, животных, а также на рост, развитие и продуктивность растений.

Задача оценки выбросов является сложной по причине многообразия источников поступления загрязняющих веществ в атмосферу, а также протекающих в атмосфере физических и химических процессов

Степень суммарного загрязнения атмосферного воздуха рядом веществ может оцениваться по индексу загрязнения атмосферы (ИЗА), который рассчитывается по приоритетным для данной территории загрязняющим веществам. Как правило, ИЗА рассчитывается по среднегодовым концентрациям загрязняющих веществ по формуле

$$\text{ИЗА} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \right)^{\alpha_i}, \text{ где}$$

C_i – среднегодовая концентрация загрязняющего вещества, мг/м³;

ПДК_i – среднесуточная (среднегодовая) предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества, мг/м³;

α_i – безразмерный коэффициент, учитывающий опасность вещества ($\alpha_i = 1,7$ для веществ 1-го класса опасности, $\alpha_i = 1,3$ – для веществ 2-го класса опасности, $1,0$ – для веществ 3-го класса и с неустановленным классом, $0,9$ – для веществ 4-го класса опасности).

Уровень загрязнения атмосферы считается низким, если $\text{ИЗА} \leq 5$, повышенным – при $5 < \text{ИЗА} < 7$, высоким – при $7 \leq \text{ИЗА} < 14$ и очень высоким – при $\text{ИЗА} \geq 14$.

Цель занятия: освоить методику расчета показателя ИЗА, сделать вывод о степени суммарного загрязнения воздуха в конкретном случае для одного из городов республики.

Задание. Определить ИЗА в городе в соответствии с вариантом выданного задания (таблицы 33, 34). Уровень загрязнения атмосферного воздуха по значению показателя ИЗА определяется в зависимости от количества

приоритетных загрязнителей и по таблице 35. Сделать заключение об уровне загрязнения атмосферного воздуха.

Таблица 33 - Среднегодовые концентрации основных загрязняющих веществ в атмосферном воздухе по отдельным городам Беларуси, мкг/м³

Вариант	Город	Взвешенные вещества	Диоксид серы	Оксид углерода	Диоксид азота	Сероводород	Фенол	Аммиак	Формальдегид
1	Бобруйск	15	-	879	37	-	1,3	21	7,6
2	Брест	25	15	938	39	-	-	-	10,3
3	Витебск	52	-	530	11	-	1,4	29	10,5
4	Гомель	33	-	500	33	-	0,6	12	6,8
5	Гродно	31	15	509	28	-	-	15	6,8
6	Минск	21	10	470	34	-	0,3	14	6,4
7	Могилев	<15	19	495	52	1,0	1,8	18	6,6
8	Новополоцк	<15	32	916	27	1,2	1,0	8	3,2
9	Орша	<15	10	1100	23	-	-	-	10,4
10	Пинск	43	-	517	32	-	-	-	12,5
11	Полоцк	<15	46	1256	58	1,2	1,0	15	3,9
12	Светлогорск	50	-	751	32	-	-	-	14,0

Таблица 34 - Значения предельно допустимых концентраций

Наименование вещества	Предельно допустимая концентрация, мг/м ³			Класс опасности
	рабочей зоны	максимально разовая	среднесуточная	
Пыль неорганическая	-	0,5	0,15	3-й
Диоксид серы	10	0,5	0,05	3-й
Оксид углерода	20	5	3	4-й
Диоксид азота	2	0,085	0,04	2-й
Сероводород	10	0,008	0,008	2-й
Фенол	-	-	0,003	2-й
Аммиак	20	0,2	0,2	4-й
Формальдегид	0,5	0,035	0,003	2-й

Таблица 35 - Определение уровня загрязнения воздуха

Уровень загрязнения атмосферного воздуха	Число загрязнителей, n			
	2-3	4-9	10-20	более 20
Допустимый	0-1	0-1,9	0-3,1	0-4,4
Средний	1,1-2	2-3	3-4	4-5
Умеренный	2,1-4	3,1-6	4,1-8	5,1-10
Сильный	4,1-8	6,1-12	8,1-16	10,1-20
Очень сильный	> 8,1	> 12,1	>16,1	>20,1

Вопросы по теме

1. Что такое ИЗА?
2. Какие загрязнители атмосферного воздуха относятся к веществам 1 класса опасности?
3. При каких значениях ИЗА уровень загрязнения атмосферного воздуха считается низким?
4. Какие загрязняющие вещества поступают в атмосферу преимущественно с выхлопными газами автотранспорта?

ТЕМА 21 - АЛЛЕЛОПАТИЧЕСКИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В АГРОЦЕНОЗАХ

Изучение вопросов взаимного влияния растений друг на друга имеет огромное теоретическое и практическое значение. Раскрытие неясных сторон взаимодействия является новым резервом повышения продуктивности культурных и естественных сообществ, создания устойчивых и долговечных агроценозов.

Аллелопатия – это способность одних растений выделять в окружающую среду вещества отпугивающие, подавляющие или стимулирующие развитие других.

Аллелопатия достаточно распространенное в природе явление. Это своеобразный механизм защиты от врагов. Появляется он в виде выделений эфирных масел, органических газов и их производных, алкалоидов, гликозидов, органических кислот и др. веществ надземными органами растений и корнями.

Способностью выделять в окружающую среду вещества обладают как древесные, так и травянистые дикие виды и культурные растения.

Среди древесных пород выделяется ель, каштан, орех, сосна и др., из травянистых форм такие сорные растения как галинзога многоцветковая, пырей ползучий, амброзия полыннолистная и др. Аллелопатическая активность присуща и для культурных растений. К ним можно отнести из овощных культур: чеснок, лук, группа эфирно-масличных культур, укроп, петрушка, пастернак, томаты, баклажаны, тыква, редис, репа, свекла и др.; из полевых: рапс, овес, ячмень, лен-долгунец и т.д.; из плодовых – яблоня, груша, малина, смородина, виноград; из декоративных цветочных – петуния, лилия, вербена, настурция, тагетис и т.д.

Аллелопатические взаимодействия основаны на том, что одни виды растений создают вокруг себя аллелопатическое поле, а другие приспособляются переносить наличие активных веществ в своей среде обитания и даже требовать некоторого содержания для активного роста; третьи – сильно угнетаются и со временем выпадают из сообщества; четвертые – нечувствительны к выделениям донора и могут длительное время произрастать рядом.

Такие сложные взаимоотношения между растениями положены учеными в основу одного из направлений стратегии устойчивого развития сельского хозяйства. Оно предполагает переход от монокультуры в агроценозе к поликультуре.

Поликультура – это одновременное возделывание нескольких культур на одном поле.

Преимущества поликультуры:

– Лучшее использование ресурсов среды за счет дифференцированного распределения сельскохозяйственных культур по экологическим нишам (разная высота растений, различное расположение листьев, глубина залегания корней, особенности минерального питания и др.).

– Проявление аллелопатии – взаимного влияния организмов друг на друга посредством выделения продуктов жизнедеятельности.

– Уменьшение пестицидной нагрузки на агроценоз. Использование аллелопатии для подавления сорняков, отпугивания вредителей культур, уничтожения болезнетворных организмов.

– Уменьшение доз применения минеральных удобрений за счет введения в сообщество бобового компонента.

– Стабилизация продуктивности за счет увеличения видового разнообразия.

– Ослабление эрозионных процессов.

Различают три типа ведения агроценоза:

– смешанный посев – две или более культуры возделываются одновременно без четкого размещения по рядам (клевер-тимофеевка);

– рядовой посев – одновременное выращивание двух или более культур, причем одна или несколько выращиваются рядами (кукуруза-огурец, кукуруза-фасоль и др.);

– ленточный посев – культуры выращиваются лентами или полосами, причем ширина полос позволяет вести уборку и обработку культур (рожь-гречиха).

Комплексное изучение аллелопатических свойств на ранних стадиях онтогенеза дает возможность расширить понимание роли и значения экзометаболитов при возделывании поликультуры в сельскохозяйственном производстве.

Цель занятия: охарактеризовать аллелопатические взаимодействия между культурными растениями и сорняками.

Методика проведения исследований аллелопатического взаимодействия сорняков и культурных растений на ранних стадиях онтогенеза заключается в определении энергии прорастания и процента всхожести семян, а также изменения физических параметров проростков семян (длины и массы стеблей, длины и массы корней) разных концентрациях сорняков. Контрольный вариант – дистиллированная вода.

Оборудование, реактивы, материалы: 1) термостат, 2) электронные весы, 3) электроплитка, 4) семена культурных растений (огурец, горох, люпин, редис,

ячмень, томат и т.д.), 5) сырая наземная часть сорняков, 6) чашки Петри, 7) мерный цилиндр, 8) стаканчики на 500 мл, 9) ножницы, 10) линейка, 11) бумажные фильтры, 12) дистиллированная и кипяченая вода.

Задание 1. Выявить влияние калинов сорняков на культурные растения на этапе их прорастания.

Ход работы:

Приготовление водной вытяжки сорных растений.

В колбу емкостью 750 мл переносят 100 г измельченной воздушно-сухой массы сорняка, заливают закипевшей водой и выдерживают раствор в течении 30 минут.

Объем воды по вариантам опыта берется 200, 400 и 600 мл. По истечении необходимого времени вытяжку отфильтровывают в чистые колбы через плотный складчатый фильтр. На колбах химическим карандашом отмечают, с какого растения приготовлен раствор.

Постановка опыта. В опыте можно использовать семена тех сельскохозяйственных культур, которые могут прорасти в течение 5–7 дней. Семенной материал тщательно просматривается. Отбираются неповрежденные, крупные и выровненные, с типичной окраской семена.

Отобранные семена в количестве 50 штук для мелкосеменных и 20 штук для крупносеменных культур помещают в чашки Петри, на дно которых предварительно укладывается фильтровальная бумага. Семена равномерно распределяют по поверхности чашки и заливают 10 мл водной вытяжки. Чашку закрывают крышкой и сверху химическим карандашом записывают вид сорняка. Проращивание проводится в термостате при температуре 22 – 23 °С. В качестве контрольного варианта используется дистиллированная вода.

Снятие результатов. Энергию прорастания отмечают на 5 сутки по количеству семян, приступивших к прорастанию.

Полностью опыт снимают на 7-е сутки. Взвешивают массу корней и надземной части проростка, подсчитывают невсхожие семена (всхожими считаются семена, прорвавшие оболочку), измеряют длину корней. Затем

приступают к обработке аналитического материала. Рассчитывают всхожесть семян, длину и массу одного корня, данные заносят в таблицу 36.

Таблица 36 – Влияние сорняков на развитие семян культурных растений на этапе прорастания

Наименование культуры	Варианты опыта	Количество семян, шт.			Энергия прорастания, %	Всхожесть, %	
		исходное	проросло				
			на 5 сутки	на 7 сутки			
1	2	3	4	5	6	7	
Масса, г		Соотношение массы корней и надземной части	Длина корня, см		± к контролю		
корней	надземной части		общая	одного корня	см	%	
8	9	10	11	12	13	14	

По полученным результатам сделать выводы.

Задание 2. Выявить влияние культурных растений друг на друга на ранних этапах развития.

Методика закладки опыта такая же, как и в задании 1. Разница состоит в том, что на проращивание в чашку Петри размещаются семена двух культур по предложенной студентами схеме. Заливаются семена дистиллированной водой. По результатам обработки данных делают выводы о совместимости культур и возможного их возделывания в поликультуре агроценоза.

Вопросы по теме

1. Что такое аллелопатия?
2. Какими преимуществами обладает поликультура?
3. Какие из овощных культур обладают хорошей совместимостью?
4. С чем связано исчезновение травянистой растительности на территориях, заросших борщевиком Сосновского?

ТЕМА 22. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ПЛОЩАДИ ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ

Плотность популяции определяется как количество особей вида на единице площади (главным образом на земной поверхности) или же в единице объема (водная среда, экспериментальная культура), например, 200 деревьев на 1 га, 50 человек на 1 км², 20 головастиков на 1 м³ воды. В некоторых случаях этот показатель оценивается через число встреч на маршруте движения животного

(весенние учеты по пению самцов птиц, оценка популяций перелетных птиц, зимние учеты млекопитающих по следам на снегу и т. п.). Максимальная плотность для различных видов организмов и условий существования сильно варьирует. На одном гектаре земли может обитать значительно больше особей мышей, чем, скажем, оленей или кабанов.

В агрофитоценозах каждое растения конкурирует с соседним за элементы питания, свет и влагу. Увеличение нормы высева и плотности агроценоза усиливает взаимодействие растений друг на друга. Это связано с конкуренцией за свет, влагу и элементы почвенного питания. В результате нарушается оптимальное взаимодействие, что приводит к снижению продуктивности фотосинтеза агроценоза. В таких агроценозах снижается продуктивная кустистость и озерненность колосьев. В загущенных агроценозах наблюдается преобладание роста вегетативных органов растений.

В связи с этим проблема снижения конкуренции и реализации потенциальных возможностей генотипа растений тесно связана с выявлением оптимальной густоты стояния растений, т. е. с нормой высева. Максимальное значение продуктивности, зависящее от почвенно-климатических условий и сортовых особенностей культуры, соответствует оптимальной величине стеблестоя. Следует отметить, что у зерновых культур урожайность зависит не только от площади питания и внесения удобрений, но и от таких показателей, как кущение и полегание. В связи с этим результаты многочисленных опытов по выявлению оптимальных норм высева часто носят противоречивый характер. Вопрос о густоте стояния растений является актуальным в связи с изучением пригодности любого нового сорта к механизированному возделыванию и быстрому внедрению его в производство.

Оборудование, материалы: 1) растения зерновых культур, высеянных с различной нормой высева, 2) линейки, 3) весы ВЛКТ-500.

Цель занятия: Изучить параметры растений, высеянных с различной площадью питания; определить оптимальную площадь питания растений.

Ход работы. Работа выполняется в лабораторных условиях. Группа делится на звенья из четырех человек. Каждое звено получает растения с разной площадью питания. Результаты измерений заносят в таблицу 37.

Таблица 37 - Параметры изучаемых растений при различной плотности

Показатели	Шт/м ²				
	100	200	300	400	500
Высота растений (среднее), см					
Количество листьев на 1 растение, шт					
Длина листьев (среднее), см					
Ширина листьев (среднее), см					
Масса наземной части растений, г					
Масса корневой системы растений, г					

Вопросы по теме

1. Что такое плотность популяции?
2. От каких факторов зависит оптимальная густота стояния растений?
3. Как отражается на развитии растений увеличение нормы высева и плотности агроценоза?
4. Какова оптимальная площадь питания изучаемых растений?

ТЕМА 23. ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И ДЛИНЫ СВЕТОВОГО ДНЯ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ

Из внешних условий *температура и свет* являются одними из основных факторов, оказывающих влияние на рост и развитие растений. Свет управляет ростом растений: они растут в направлении большей освещенности. Он является необходимым фактором для биосинтеза органических веществ, составляющих основу для увеличения массы растения, оказывает непосредственное воздействие на химические и физические процессы, происходящие в организмах, влияет на обмен веществ. У растений, выросших при недостатке света, междоузлия вытягиваются, становятся слабыми, более высокими и приобретают светло-зеленую окраску.

Физиологическая реакция организмов на суточный ритм освещения (соотношение длины дня и ночи) называется фотопериодизмом. Фотопериодизм у растений проявляется в изменении процессов роста и развития, одно из основных проявлений этой реакции – фотопериодическая индукция цветения.

Кроме фотопериодизма у растений наблюдается термопериодизм - реакция растений на смену повышенных и пониженных температур, выражающаяся в изменении процессов роста и развития. Это общая реакция пойкилотермных организмов, способствующая выживанию и успешному прохождению онтогенеза. Чем ближе к полюсу, тем ярче выражена термопериодическая приспособленность растений и тем большие колебания температур становятся потребностью для многих видов. Изменение климата, происходящее в настоящее время, неоднозначно влияет на различные виды растений. Некоторые из них с увеличением температуры на планете постепенно перебираются из естественной среды произрастания в более прохладные районы.

Свет и температура – взаимосвязанные абиотические факторы. Исследования, например, оптимальных условий роста томата показали, что болезни томата, появляющиеся вследствие непрерывного освещения (хлороз, задержка роста), можно предупредить, если чередовать свет и темноту с 24-часовым циклом или изменять температуру с тем же циклом.

Цель занятия: Изучить совместное влияние температуры и времени освещенности на развитие растений, выявить оптимальное сочетание факторов для культуры и сделать выводы.

Оборудование, материалы: 1) Растения пшеницы, выращенные при разной температуре и длине светового дня; 2) весы технохимические; 3) линейка; 4) фильтровальная бумага.

Ход работы. Провести морфологическое описание опытных растений, выращенных при различной температуре и длине дня (таблица 38).

Таблица 38 – Условия выращивания растений пшеницы по вариантам

вариант	температура	освещенность
1	27	да
2	20	да
3	24	да
4	10	да
5	20	нет

При анализе определить количество листьев на одном растении, площадь листовой пластины, длину первого междоузлия, количество и длину корней. Определить массу надземной части и листа. Полученные результаты занести в таблицу 39, сделать соответствующие выводы.

Таблица 39 - Влияние длины дня на вегетативные органы растений

Варианты опыта	Морфологическая характеристика растений							
	лист			корень		масса, г		соотношение массы корней и листьев
	количество листьев на 1 растение	длина 1 междоузлия, см	площадь листовой пластины, см	количество корней	длина корней, см	листья	корней	

Вопросы по теме

1. Что такое фотопериодизм и термопериодизм?
2. Одинаково ли влияет изменение климата, происходящее в настоящее время, на растения разных видов?
3. Как отражаются на морфологических характеристиках растений низкие и высокие температуры, недостаток света?
4. Как изменялось соотношение массы корней и листьев в вариантах опыта?

**ТЕМА 24. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ
К ВЫСОКИМ ТЕМПЕРАТУРАМ**

Характерными признаками современности почти во всех регионах Земли стали увеличение числа жарких дней, более высокие максимальные температуры, уменьшение числа морозных дней; при этом в большинстве континентальных районов волны тепла становятся более частыми; отмечается уменьшение разброса температур. Такие климатические условия создают угрозу для многих представителей дикорастущей флоры, а также могут приводить к значительному снижению продуктивности сельскохозяйственных культур.

Принцип метода предложен Ф.Ф.Мацковым и основан на установлении порога повреждения живых клеток от экстремальных температур. Если подвергнуть листья действию высокой температуры, а затем погрузить в слабый раствор соляной кислоты, то поврежденные и мертвые клетки побуреют вследствие свободного проникновения в них кислоты, которая вызовет

превращение хлорофилла в феофитин (бурого цвета), тогда как неповрежденные клетки останутся зелеными. У растений, имеющих кислый клеточный сок, феофитинизация может произойти и без обработки соляной кислотой, так как при нарушении полупроницаемости тонопласта органические кислоты проникают из клеточного сока в цитоплазму и вытесняют магний из молекулы хлорофилла.

Данную работу лучше проводить в первую половину вегетации, когда у древесных пород не наблюдается естественного разрушения хлорофилла.

Цель занятия: Оценить устойчивость растений к высоким температурам, построив график повреждения растений в диапазоне наблюдаемых температур и ряды термостойкости растений; сделать соответствующие выводы.

Оборудование, реактивы, материалы: 1) водяная баня; 2) термометр; 3) пинцет; 4) чашки Петри (5 шт.); 5) стакан с водой; 6) тонкая проволока; 7) карандаш по стеклу; 8) 0,2 н. раствор соляной кислоты; 9) свежие листья древесных растений.

Ход работы. Перед занятием нагреть водяную баню до 40°C, в самом начале занятия погрузить в нее пучок из 5 одинаковых листьев исследуемых растений, скрепив черешки проволокой. Выдержать листья в воде в течение 30 мин, поддерживая температуру на уровне 40 °С. Затем взять первую пробу: оторвать по одному листу каждого вида растений и поместить в чашку Петри с холодной водой. После охлаждения взять лист пинцетом и перенести в чашку с соляной кислотой.

Поднять температуру в водяной бане до 50°C и через 10 мин после этого извлечь из нее еще по одному листу, повторив операцию и перенести охлажденный в воде лист в новую чашку Петри с HCl. Так постепенно довести температуру до 80°C, беря пробы через каждые 10 мин при повышении температуры на 10°C.

Через 20 мин после погружения листа в HCl учесть степень повреждения по количеству бурых пятен. Результаты записать в таблицу 40, обозначив отсутствие побурения знаком «-», слабое побурение – «+», побурение более 50

% площади листа – «++» и сплошное побурение – «+++», Записать результаты по разным древесным растениям в общую таблицу.

Таблица 40 - Оценка устойчивости растений к высоким температурам

Объект	Степень повреждения листьев				
	40	50	60	70	80

Вопросы по теме

1. Как может изменяться окраска зеленых листьев под действием высоких температур?
2. Что такое феофитин?
3. Наблюдаются ли видовые отличия растений по их устойчивости к высоким температурам?
4. Какие температуры из наблюдаемого диапазона оказались критическими для исследуемых растений?

ТЕМА 25 - ВЛИЯНИЕ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР НА КОАГУЛЯЦИЮ БЕЛКОВ У РАСТЕНИЙ

Большинство растений средних и северных широт периодически подвергается действию низких температур. С изменением климата связаны разнообразные экстремальные погодные явления, которые проявляются не только в виде жары и засухи, но также и в виде поздних заморозков, либо низких отрицательных температур в отсутствии снежного покрова в зимний период. Как результат создается угроза вымерзания посевов. Устойчивость к этому фактору определяется генетическими свойствами растений, их физиологическим состоянием. Особенно сильно страдают южные интродуценты в ботанических садах, а также сельскохозяйственные культуры, введенные из южных широт в более северные (кукуруза, томаты, перец, в отдельные годы – картофель). Это выражается в обратимой или необратимой потере листьями тургора, частичной или полной гибели ассимилирующей поверхности. Страдают в первую очередь молодые листья, плохо одревесневшие побеги. Это явление сглаживается при наличии в клеточном соке защитных веществ (криопротекторов), роль которых выполняют сахара, свободные аминокислоты, соли органических и неорганических кислот. Сахара образуются в процессе

фотосинтеза и их накопление у определенных групп растений смягчает или предотвращает коагуляцию белков.

Цель занятия: Определить характер воздействия низких температур на коагуляцию растительных белков и оценить влияние сахарозы на данный процесс.

Оборудование, реактивы, материалы: 1) центрифуга; 2) центрифужные пробирки; 3) термометр; 4) ступки с пестиками; 5) смесь снега с солью (3:1); 6) сахароза; 7) дистиллированная вода; 8) листья различных растений.

Задание:

1. Оценить этапы замерзания растений;
2. Определить величину осадка при полном замерзании;
3. Определить влияние сахарозы на время наступления полного замерзания;
4. Построить ряды устойчивости растений к замерзанию.

Ход работы. К трем частям снега или битого льда добавить одну часть поваренной соли, тщательно перемешать лопаточкой (температура должна быть – 20 °С). Изолировать смесь в ведерке плотной бумагой. Лед предварительно заморозить в морозилке и сложить в 2–3-литровый широкогорлый термос.

Для охлаждения можно пользоваться и сухим льдом, однако его нельзя хранить в замкнутом пространстве (термосе), так как при освобождении газа может быть взрыв.

1. Взвесить 2–3 г молодых листьев акации белой или катальпы (неморозостойкие породы), тополя черного (морозостойкая порода) или листья комнатных растений, растереть в ступке с 4 мл воды, добавив 6 мл при смывании, отделить обрывки тканей центрифугированием и разлить зеленый раствор хлорофилл-протеида в пробирки. Следует отметить, что у комнатных растений зимой белок образуется плохо, поэтому необходимо увеличивать навеску до 3–5 г.

Заморозить растворы во всех пробирках в смеси снег–соль или лед–соль, рассматривая их через каждые 5 мин; отметить разницу в замерзании растворов от разных растений.

Растопить образовавшийся лед и подвергнуть растворы центрифугированию. Отметить разницу в величине осадка, представляющего коагулированный хлорофилл-белковый комплекс.

Опыт показывает разное время замерзания растворов и разную степень коагуляции белков у различных растений при замораживании.

2. Подготовить растертый образец, как указано выше, и до замораживания добавить в пробирку сахарозу до полного ее растворения при встряхивании и перемешивании. Заморозить растворы хлорофилл-белкового комплекса с сахарозой и без нее, проследить коагуляцию белка и защитное действие сахарозы. Заполнить таблицу 41.

Использовать следующую градацию:

1. Начало замерзания (гомогенная масса с кристаллами льда) – «+».
2. Частичное замерзание (множественные кристаллы льда, но не сплошной слой) – «++».
3. Полное замерзание (появление сплошного слоя льда: при переворачивании пробирки вода не выливается) – «+++».

Таблица 41- Оценка степени коагуляции белков различных растений

Вариант	Время, мин						Величина осадка, мм
	5	10	15	20	25	30	
без сахарозы							
с сахарозой							

Вопросы по теме

2. Какие вещества в клеточном соке растений выполняют роль криопротекторов?
3. При каких погодных условиях может происходить на полях вымерзание озимых культур?
4. За счет чего можно повысить морозоустойчивость растений?
5. Как в опыте повлияла сахароза на время и степень наступления коагуляции белков?

ТЕСТЫ ПО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ЭКОЛОГИИ

ОСНОВЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ЭКОЛОГИИ. ПРИРОДНО-РЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

1. Влияние различных видов производственной деятельности человека на окружающую среду изучает:

- 1) общая (биологическая) экология
- 2) геоэкология
- 3) социальная экология
- 4) экология человека
- 5) прикладная экология

2. Какой из методов экологии представляет собой аналитический контроль за какими-либо явлениями или объектами?

- 1) наблюдение
- 2) эксперимент
- 3) моделирование
- 4) прогнозирование
- 5) мониторинг

3. Как называется единый природный комплекс, образованный живыми организмами и их средой обитания?

- 1) биосфера
- 2) экосистема
- 3) популяция
- 4) сообщество
- 5) экологическая ниша

4. Какой из экологических законов указывает на необходимость максимально использовать природные закономерности, а не стремиться переделать природу (закон Б.Коммонера)?

- 1) природа знает лучше
- 2) все должно куда - то деваться

- 3) все связано со всем
 - 4) за все надо платить
 - 5) человек знает лучше, чем природа
5. Какой из перечисленных природных ресурсов относится к категории невозобновимых?
- 1) вода
 - 2) почва
 - 3) нефть
 - 4) солнечная энергия
 - 5) растительный мир
6. Какой из перечисленных природных ресурсов относится к категории возобновимых?
- 1) строительные пески
 - 2) почва
 - 3) нефть
 - 4) железная руда
 - 5) известняк
7. Какой из перечисленных природных ресурсов относится к категории неисчерпаемых?
- 1) пресная вода
 - 2) почва
 - 3) нефть
 - 4) солнечная энергия
 - 5) растительный мир
8. Могут ли возобновимые природные ресурсы превращаться в невозобновимые?
- 1) да, при нерациональном их использовании
 - 2) нет, это невозможно
 - 3) такое происходит очень редко
 - 4) это касается только вырубки лесов

5) это касается только исчезновения отдельных видов животных

9. Как изменяется численность населения планеты?

- 1) снижается
- 2) растет с небольшой скоростью
- 3) растет с большой скоростью
- 4) остается стабильной
- 5) колеблется в небольших пределах

10. Возможно ли решение продовольственной проблемы, стоящей перед населением Земли, за счет повышения уровня производительности сельскохозяйственного производства?

- 1) да, этот уровень можно и нужно повышать в большинстве стран
- 2) да, этот уровень нужно повышать в некоторых развивающихся странах
- 3) нет, уровень с.-х. производства уже достаточно высокий
- 4) да, можно повысить этот уровень экстенсивным путем
- 5) нет, это сделать невозможно из-за множества причин

ПРИРОДНЫЕ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ (АГРОЭКОСИСТЕМЫ)

1. Как называется живой компонент экосистемы, т.е. совместно проживающие и взаимосвязанные организмы экосистемы (животные, растения, микроорганизмы)?

- 1) биотоп
- 2) биоценоз
- 3) зооценоз
- 4) фитоценоз
- 5) микробоценоз

2. Растительное сообщество, входящее в состав экосистемы, называется:

- 1) биотоп
- 2) биоценоз
- 3) фитоценоз

4) зооценоз

5) микробоценоз

3. Исторически сложившаяся совокупность живых организмов (растений, животных, микроорганизмов) и абиотической среды вместе с занимаемым ими участком земной поверхности называется:

1) биогеоценоз

2) биоценоз

3) биотоп

4) популяция

5) биосфера

4. Как называется межвидовая связь, основанная на использовании одним организмом другого в качестве местообитания?

1) топическая

2) фабрическая

3) трофическая

4) форическая

5) обратная

5. Межвидовая взаимосвязь, основанная на пищевых интересах, называется:

1) трофической

2) фабрической

3) топической

4) форической

5) обратная

6. Природные трофические цепи, как правило, имеют не более 4-5 звеньев.

Это связано в первую очередь с:

1) недостатком корма для животных

2) низкой продуктивностью растений

3) большими потерями энергии на каждом уровне

4) низким видовым разнообразием

5) заполненностью экологических ниш

7. Последовательная смена биоценозов (экосистем), преемственно возникающих на одной и той же территории в результате влияния природных или антропогенных факторов, называется:

- 1) экологической нишей
- 2) сукцессией
- 3) экологической валентностью
- 4) гомеостазом
- 5) конкурентным исключением

8. В цепи питания растения занимают трофический уровень:

- 1) продуцентов
- 2) первичных консументов
- 3) вторичных консументов
- 4) третичных консументов
- 5) редуцентов

9. Травоядные животные занимают трофический уровень:

- 1) продуцентов
- 2) первичных консументов
- 3) вторичных консументов
- 4) третичных консументов
- 5) редуцентов

10. Место организма в природе и весь образ его жизнедеятельности, включающий местообитание, отношение к факторам среды и способ питания, называется:

- 1) трофическим уровнем
- 2) местообитанием
- 3) экологической нишей
- 4) экологической валентностью
- 5) толерантностью

11. Симбиоз - это:

- 1) случай, когда представители двух видов не взаимодействуют друг с

другом

- 2) обоюдовыгодное сожительство особей разных видов
- 3) случай, когда организмы только одного вида извлекают пользу из сообщества с другим, нанося ему ущерб
- 4) межвидовые взаимоотношения, когда возникают отрицательные воздействия для одного вида и безразличные для другого
- 5) случай, когда организмы одного вида извлекают пользу из сообщества с другим, не нанося ему ущерба

12. Симбиоз растений с клубеньковыми бактериями-азотфиксаторами наиболее широко распространен среди представителей семейства:

- 1) бобовых
- 2) астровых
- 3) крестоцветных
- 4) розоцветных
- 5) пасленовых

13. Комменсализм - это:

- 1) случай, когда представители двух видов не взаимодействуют друг с другом
- 2) обоюдовыгодное сожительство особей разных видов
- 3) случай, когда организмы только одного вида извлекают пользу из сообщества с другим, нанося ему ущерб
- 4) межвидовые взаимоотношения, когда возникают отрицательные воздействия для одного вида и безразличные для другого
- 5) случай, когда организмы одного вида извлекают пользу из сообщества с другим, не нанося ему ущерба

14. Какие из компонентов биоценоза являются автотрофами:

- 1) продуценты
- 2) консументы 1-го порядка
- 3) консументы 2-го порядка
- 4) консументы 3-го порядка

5) редуценты

15. Сколько процентов энергии переходит на каждый последующий трофический уровень:

1) 90%

2) 50%

3) не более 10%

4) не менее 10%

5) 100%

16. Какое из перечисленных растений является агрессивным чужеродным видом во флоре РБ?

1) ромашка аптечная

2) подорожник большой

3) борщевик Сосновского

4) пырей ползучий

5) лебеда раскидистая

17. Какое из перечисленных насекомых является агрессивным чужеродным видом в фауне РБ?

1) колорадский жук

2) капустная белянка

3) жужелица фиолетовая

4) шмель моховой

5) оса обыкновенная

18. Что происходит, согласно правилу Г. Гаузе, если два вида со сходными требованиями к среде обитания вступают в конкурентные отношения:

1) один вид погибает, либо изменяет свою экологическую нишу

2) оба вида погибают

3) оба вида мигрируют

4) оба вида вырабатывают адаптации

5) оба вида меняют свои экологические ниши

19. Что из перечисленного можно отнести к категории агроэкосистем?

- 1) реку
- 2) лес
- 3) пашню
- 4) озеро
- 5) населенный пункт

20. Что из перечисленного можно отнести к категории агроэкосистем?

- 1) рыбоводный пруд
- 2) лес
- 3) реку
- 4) озеро
- 5) город

21. Какой из перечисленных признаков присущ агроэкосистемам?

- 1) высокая продуктивность
- 2) большое видовое разнообразие
- 3) высокая устойчивость
- 4) замкнутый круговорот веществ
- 5) способность к саморегуляции

22. Какой отбор используется человеком при выведении новых сортов культурных растений и пород животных?

- 1) естественный
- 2) искусственный
- 3) избирательный
- 4) эффективный
- 5) всесторонний

23. Какой отбор «работает» в природных экосистемах?

- 1) естественный
- 2) искусственный
- 3) избирательный
- 4) эффективный
- 5) всесторонний

24. Могут ли агроэкосистемы нормально функционировать без вмешательства человека?

- 1) нет, они при этом превращаются в природные экосистемы или приходят в упадок
- 2) да, это их неотъемлемое свойство
- 3) да, даже лучше, чем при его вмешательстве
- 4) да, но при благоприятных климатических условиях
- 5) это зависит от абиотических условий

25. Возможно ли повышение устойчивости агроэкосистем?

- 1) нет, на их устойчивость нельзя повлиять
- 2) нет, их устойчивость зависит только от природных факторов
- 3) нет, их устойчивость может только снижаться
- 4) да, за счет повышения в них видового разнообразия
- 5) да, за счет уменьшения в них видового разнообразия

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВ. МЕЛИОРАЦИЯ И РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ

1. Выберите правильные утверждения из предложенных:

- 1) площади пахотнопригодных земель в мире увеличиваются на 8-9 млн. га ежегодно
- 2) площади пахотнопригодных земель в мире уменьшаются на 8-9 млн. га ежегодно
- 3) площади пахотнопригодных земель в мире остаются неизменными
- 4) площади с.-х. земель в Беларуси постоянно увеличиваются за счет осушения болот
- 5) площади с.-х. земель в Беларуси постоянно увеличиваются за счет вырубки лесов

2. Плодородие, которое приобретает почва в результате целенаправленной деятельности человека, называется:

- 1) природное

- 2) естественное
 - 3) искусственное
 - 4) первичное
 - 5) вторичное
3. Эрозия, протекающая под растительным покровом со скоростью, сопоставимой со скоростью почвообразовательного процесса, называется:
- 1) антропогенной
 - 2) нормальной или геологической
 - 3) ускоренной
 - 4) пастбищной
 - 5) замедленной
4. Как называется эрозия, ведущая к образованию оврагов и рытвин?
- 1) линейной (вертикальной)
 - 2) абразией
 - 3) дефляцией
 - 4) механической
 - 5) водно-плоскостной
5. Смыв верхнего горизонта почвы на склонах при стекании талой или дождевой воды сплошным потоком называется:
- 1) дефляцией
 - 2) абразией
 - 3) водно-плоскостной эрозией
 - 4) вертикальной эрозией
 - 5) горизонтальной
6. Ветровая эрозия называется:
- 1) дефляцией
 - 2) абразией
 - 3) водно-плоскостной эрозией
 - 4) вертикальной эрозией

- 5) горизонтальной
7. Какой вид эрозии может наблюдаться в районах орошаемого земледелия при нарушении норм полива?
- 1) механическая
 - 2) ирригационная
 - 3) дефляция
 - 4) вертикальная
 - 5) водно-плоскостная
8. Какой вид эрозии может наблюдаться при работе на полях мощной и скоростной почвообрабатывающей техники, вызывающей разрушение и перемещение верхнего горизонта почвы?
- 1) пастбищная
 - 2) ирригационная
 - 3) механическая
 - 4) дефляция
 - 5) вертикальная
9. Какие почвы наиболее подвержены ветровой эрозии?
- 1) осушенные торфяные
 - 2) глинистые
 - 3) суглинистые
 - 4) супесчаные
 - 5) песчаные
10. Какие почвы наиболее подвержены водной эрозии?
- 1) осушенные торфяные
 - 2) глинистые
 - 3) суглинистые
 - 4) супесчаные
 - 5) песчаные
11. К какой группе противоэрозионных мероприятий относится оценка степени подверженности земель эрозионным процессам:

- 1) организационно-хозяйственным
- 2) агротехническим
- 3) агрохимическим
- 4) лесотехническим
- 5) технологическим

12. К какой группе противоэрозионных мероприятий относится распашка полей поперек склона, использование таких приемов как прерывистое бороздование, щелевание, кротование:

- 1) организационно-хозяйственным
- 2) агротехническим
- 3) агрохимическим
- 4) лесотехническим
- 5) технологическим

13. Какая из перечисленных культур лучше всего защищает почву от эрозии?

- 1) картофель
- 2) свекла
- 3) пшеница
- 4) ячмень
- 5) клевер

14. Какая из перечисленных культур хуже всего защищает почву от эрозии?

- 1) картофель
- 2) люцерна
- 3) пшеница
- 4) ячмень
- 5) клевер

15. Какими культурами рекомендуется насыщать почвозащитные севообороты?

- 1) пропашными
- 2) овощными
- 3) однолетними травами

4) многолетними травами

5) многолетними кустарниками

16.Какие культуры рекомендуется исключать из севооборотов с целью защиты почвы от эрозии?

1) пропашные

2) однолетние травы

3) многолетние травы

4) зерновые

5) бобовые

17.Какие причины могут вызвать засоление почвы на полях?

1) промывной водный режим почвы

2) недостаточный полив

3) избыточное внесение удобрений

4) эрозия почвы

5) неправильный севооборот

18.Какой вид засоления почвы наблюдается в местах хранения солесодержащих отходов?

1) первичное

2) вторичное

3) третичное

4) нормальное

5) чрезмерное

19.Какой вид засоления наблюдается при превышении норм полива?

1) первичное

2) вторичное

3) третичное

4) нормальное

5) чрезмерное

20.В каком районе Беларуси наблюдается третичное засоление почвы?

1) в Солигорском

- 2) в Гомельском
- 3) в Кобринском
- 4) в Клецком
- 5) в Борисовском

21. Совокупность организационно-хозяйственных и агротехнических мероприятий, направленных на улучшение с.-х. угодий называется:

- 1) мелиорацией
- 2) ирригацией
- 3) культивацией
- 4) рекультивацией
- 5) реанимацией

22. К какому виду мелиорации относится осушение болот?

- 1) гидротехническая
- 2) культуртехническая
- 3) агролесомелиорация
- 4) химическая мелиорация
- 5) физическая мелиорация

23. К какому виду мелиорации относится удаление камней, кустарниковой растительности и скотобойных кочек на лугах?

- 1) гидротехническая
- 2) культуртехническая
- 3) агролесомелиорация
- 4) химическая мелиорация
- 5) физическая мелиорация

24. К какому виду мелиорации относится известкование и гипсование почвы?

- 1) гидротехническая
- 2) культуртехническая
- 3) агролесомелиорация
- 4) химическая мелиорация

5) физическая мелиорация

25. Допускается ли в республике повторное заболачивание ранее осушенных торфяных почв?

1) да, когда нецелесообразна реконструкция мелиоративных систем

2) нет, все осушенные торфяники используются как с.-х. угодья

3) нет, на этих территориях идет торфодобыча

4) да, если рядом есть водоем

5) нет, если торфяники снижают плодородие, их рекультивируют

26. Когда в Беларуси проводилась крупномасштабная гидротехническая мелиорация (осушение болот)?

1) 1800-1812 гг.

2) 1900-1917 гг.

3) 1941-1945 гг.

4) 1960-1980 гг.

5) 1990-2000 гг.

27. Восстановление нарушенных земель называется:

1) культивацией

2) трансформацией

3) мелиорацией

4) ирригацией

5) рекультивацией

28. Что из нижеперечисленного **не** относится к объектам рекультивации?

1) овраги

2) болота

3) выработанные торфяники

4) карьеры

5) смытые земли

29. К какому этапу рекультивации относится создание почвенного и растительного покрова?

1) подготовительному

- 2) начальному
- 3) горно-техническому
- 4) агрохимическому
- 5) биологическому

30. Каково основное направление использования рекультивированных объектов, если ими являются карьеры?

- 1) сельскохозяйственное
- 2) лесохозяйственное
- 3) воднохозяйственное
- 4) производственное
- 5) растениеводческое

ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ АГРОЭКОСИСТЕМ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕНЕЗА

1. Какая минимальная атомная масса служит критерием, позволяющим отнести химический элемент к категории тяжелых металлов?

- 1) 15
- 2) 20
- 3) 50
- 4) 100
- 5) 110

2. Могут ли металлы, относящиеся к категории тяжелых, оказывать положительное действие на организмы?

- 1) нет
- 2) почти никогда
- 3) почти всегда
- 4) да, многие из них являются жизненно важными микроэлементами
- 5) крайне редко

3. Каким основным путем тяжелые металлы поступают в растения?

- 1) из воздуха

- 2) из почвы
 - 3) из атмосферных осадков
 - 4) из удобрений
 - 5) из грунтовых вод
4. Какой из перечисленных ниже тяжелых металлов относится к числу наиболее опасных?
- 1) Pb
 - 2) Mn
 - 3) Fe
 - 4) Zn
 - 5) Mo
5. На каких территориях почва может содержать повышенное количество тяжелых металлов?
- 1) вдоль автотрассы
 - 2) возле животноводческого комплекса
 - 3) на любом поле
 - 4) на газонах
 - 5) на берегу водоема
6. Может ли сельскохозяйственное производство рассматриваться как источник поступления в почву тяжелых металлов?
- 1) да, тяжелые металлы содержатся как примесь в минеральных удобрениях
 - 2) нет
 - 3) нет, им является только промышленность
 - 4) нет, им является только автотранспорт
 - 5) нет, ими являются промышленность и автотранспорт
7. Какой из перечисленных ниже тяжелых металлов в большом количестве содержится в почве придорожной полосы?
- 1) медь
 - 2) марганец

3)свинец

4)кадмий

5)ртуть

8. Зависит ли подвижность тяжелых металлов в почве от ее свойств?

1) нет

2) да, от ее кислотности

3) нет, только от самого металла

4) нет, только от погодных условий

5) а, от содержания в почве влаги

9. Какие мероприятия могут снизить накопление тяжелых металлов в продукции растениеводства?

1) известкование кислых почв

2) внесение высоких доз азотных удобрений

3) рекультивация земель

4) минимализация обработки почвы

5) отказ от применения органических удобрений

10.Какие мероприятия могут снизить накопление тяжелых металлов в продукции растениеводства?

1) применение орошения

2) внесение высоких доз всех удобрений

3) промывка почвы

4) безотвальная обработка почвы

5) мероприятия по гумусонакоплению

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И ПЕСТИЦИДОВ

1. Нитраты – это ионы:

1) NO_3^-

2) NH_4^+

3) SO_4^{2-}

4) PO_4^{3-}

5) CO_3^-

2. Что из нижеперечисленного может привести к накоплению в растениях нитратов?

1) избыточное внесение микроудобрений

2) повышенные дозы известковых удобрений

3) недостаточное внесение органических удобрений

4) недостаточное внесение азотных удобрений

5) несбалансированность минерального питания растений, недостаток света

3. Могут ли органические удобрения привести к накоплению растениями избыточного количества нитратов?

1) нет, это касается только азотных удобрений

2) да, это касается недостаточных доз органических удобрений

3) нет, это касается известковых удобрений

4) да, это касается высоких доз органических удобрений

5) нет, органические удобрения не влияют на накопление нитратов

4. Как влияет на качество растениеводческой продукции накопление в ней большого количества нитратов?

1) ухудшает качество, вызывает отравления и заболевания человека и животных

2) улучшает вкусовые качества любой продукции

3) повышает содержание витаминов в овощах и фруктах

4) улучшает качество кормов

5) повышает питательную ценность кормов

5. Выберите неправильное утверждение из приведенных ниже:

1) чем выше доза азота – тем выше урожай

2) урожай повышается с увеличением доз азота, но до определенного предела, затем он даже снижается

- 3) зависимость между дозами азота и урожайностью носит нелинейный характер
 - 4) избыточное внесение азота может снизить урожай
 - 5) избыточное внесение азота может вызвать накопление нитратов
6. Влияют ли биологические особенности растений на накопление нитратов?
- 1) нет, влияют только внешние факторы: свет, температура и т.д.
 - 2) нет, влияет только доза внесенных азотных удобрений
 - 3) нет, влияют только условия выращивания
 - 4) да, влияют: листовые овощи, корнеплоды всегда накапливают мало нитратов
 - 5) да, влияют: листовые овощи, корнеплоды всегда накапливают много нитратов
7. Может ли дробное внесение азотных удобрений способствовать снижению накопления нитратов?
- 1) да, может при проведении поздних азотных подкормок
 - 2) да, может при отказе от поздних азотных подкормок
 - 3) нет, важна только общая норма внесенного азота
 - 4) нет, азотные удобрения вообще не влияют на накопление нитратов
 - 5) нет, важно только соотношение N:P:K
8. Может ли использование медленнодействующих азотных удобрений способствовать снижению накопления нитратов?
- 1) да
 - 2) нет, никогда
 - 3) нет, важна только общая норма внесенного азота
 - 4) нет, азотные удобрения вообще не влияют на накопление нитратов
 - 5) нет, важно только соотношение N:P:K
9. Можно ли снизить накопление нитратов в растениях за счет улучшения освещенности посевов?
- 1) нет, на освещенность повлиять нельзя

- 2) нет, обеспеченность растений светом не зависит от человека
- 3) нет, освещенность не влияет на накопление нитратов
- 4) да, для этого нужно использовать искусственное освещение
- 5) да, можно улучшить освещенность за счет оптимальной нормы высадки (высева) растений

10. Можно ли уменьшить содержание нитратов в уже произведенной продукции?

- 1) нет, нельзя
- 2) да, ее переработкой
- 3) нет, это возможно только в процессе выращивания
- 4) нет, это количество постепенно даже увеличивается
- 5) да, это возможно при хранении продукции в теплом помещении

11. Как в целом называют все химические соединения, применяемые в сельском хозяйстве для защиты культурных растений?

- 1) гербициды
- 2) инсектициды
- 3) фунгициды
- 4) пестициды
- 5) зооциды

12. Может ли современное сельскохозяйственное производство обходиться без химических средств защиты растений?

- 1) да
- 2) да, это вполне достижимо даже в крупных хозяйствах
- 3) да, пестициды вообще должны быть запрещены
- 4) пока не может, за исключением альтернативного растениеводства, когда получают экологически чистую продукцию
- 5) нет, пестициды нужны, чтобы повысить качество любой сельскохозяйственной продукции

13. Химические средства защиты растений, используемые для борьбы с сорной растительностью, называются

- 1) гербициды
- 2) инсектициды
- 3) фунгициды
- 4) акарициды
- 5) зооциды

14. Каким требованиям должны отвечать современные пестициды?

- 1) они должны быть быстроразлагающимися, с узким (избирательным) спектром действия
- 2) они должны сохранять токсичность несколько лет
- 3) они должны иметь как можно более широкий спектр действия
- 4) они должны быть высокотоксичными
- 5) они должны сразу оказывать отравляющее действие

15. Как называется метод защиты растений, при котором используют насекомых-энтомофагов: трихограмму, энкарзию, златоглазку?

- 1) химический
- 2) агротехнический
- 3) механический
- 4) биологический
- 5) биохимический

16. Могут ли пестициды уничтожать наряду с вредными и полезные организмы?

- 1) да, это всегда происходит
- 2) могут, особенно если не соблюдаются технологические нормативы
- 3) нет, пестициды действуют только на организм-мишень
- 4) нет, пестициды применяются в слишком маленьких дозах
- 5) нет, при применении пестицидов всегда строго соблюдается технология

17. Можно ли защитить сельскохозяйственные растения беспестицидными методами?

- 1) нет
- 2) да, это нетрудно сделать

- 3) да, хотя это достаточно затратный метод
- 4) нет, биометоды малоэффективны
- 5) нет, агротехнические и биологические методы уже себя исчерпали

18. Биоаккумуляция пестицидов – это:

- 1) разложение их живыми организмами
- 2) накопление их в грунтовых водах
- 3) загрязнение ими почвы
- 4) связывание их частичками почвы
- 5) накопление их живыми организмами в концентрации большей, чем в окружающей среде

19. Биотрансформация пестицидов – это:

- 1) изменение их химической структуры под действием ферментов организма
- 2) разложение их живыми организмами
- 3) загрязнение ими грунтовых вод
- 4) загрязнение ими почвы
- 5) связывание их частичками почвы

20. Как называется единая система защиты растений, отдающая предпочтение биологическим, агротехническим и физическим методам?

- 1) всесторонней
- 2) интегрированной
- 3) смешанной
- 4) альтернативной
- 5) биохимической

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОД В УСЛОВИЯХ АГРАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

1. Пресной называется вода, в 1 литре которой содержание солей составляет (г/л):

- 1) более 100
- 2) более 50

3) 25-50

4) 1-25

5) до 1

2. Какое количество рек в Беларуси?

1) 50

2) 500

3) 5 тысяч

4) около 20 тысяч

5) около 50 тысяч

3. Какие отрасли народного хозяйства по характеру использования воды относятся к категории водопользователей?

1) которые пользуются водой, не расходуя ее и не ухудшая качества

2) которые потребляют воду, сокращая ее запасы и ухудшая качество

3) которые, потребляя воду, значительно сокращают ее запасы

4) которые, потребляя воду, очень сильно влияют на ее качество

5) которые потребляют очень большое количество воды

4. Растениеводство как отрасль сельскохозяйственного производства относится к категории:

1) водопользователь

2) водопотребитель

3) водозагрязнитель

4) водоистребитель

5) водоснабженец

5. Самые большие объемы пресной воды в мире используются:

1) в коммунальном хозяйстве

2) на питьевое водоснабжение

3) в легкой промышленности

4) в сельском хозяйстве

5) в перерабатывающей промышленности

6. Самые большие объемы пресной воды в Беларуси используются:

- 1) в сельском хозяйстве
- 2) в пищевой промышленности
- 3) в нефтеперерабатывающей промышленности
- 4) в тяжелой промышленности
- 5) в коммунальном хозяйстве (хозяйственно-питьевые нужды)

7. Эвтрофикация – это

- 1) осушение болот
- 2) улучшение сельскохозяйственных угодий
- 3) цветение водоемов
- 4) восстановление нарушенных земель
- 5) очистка водоемов

8. Основными элементами, вызывающими эвтрофикацию водоемов, являются:

- 1) азот, фосфор, калий
- 2) ртуть, свинец
- 3) углерод, сера
- 4) магний, кальций
- 5) медь, цинк

9. Как изменяется концентрация кислорода в воде, когда идет эвтрофикация водоема?

- 1) незначительно повышается
- 2) значительно повышается
- 3) снижается
- 4) остается неизменной
- 5) все время изменяется

10. Как изменяется биомасса фитопланктона (зеленых, сине-зеленых водорослей), когда идет эвтрофикация водоема (цветение)?

- 1) значительно повышается
- 2) снижается, но незначительно
- 3) значительно снижается

4) остается неизменной

5) все время изменяется

11. Могут ли минеральные удобрения способствовать развитию процесса эвтрофикации (цветения водоемов)?

1) нет, обычно этого не происходит

2) нет, эвтрофикацию могут вызывать только органические удобрения

3) да, особенно если нарушается технология их хранения, транспортировки и внесения

4) нет, эвтрофикацию могут вызывать только сточные воды населенных пунктов

5) нет, минеральные удобрения не содержат биогенных элементов

12. Ширина водоохранной зоны зависит от:

1) крутизны прилегающих склонов и характера прилегающих угодий

2) длины реки или площади зеркала озера

3) формы русла реки

4) формы озера

5) уровня залегания грунтовых вод

13. Ширина прибрежной полосы зависит от:

1) крутизны прилегающих склонов и характера прилегающих угодий

2) глубины реки или озера

3) формы русла реки, озера

4) ширины реки, размера озера

5) уровня залегания грунтовых вод

14. В прибрежной полосе запрещается:

1) заготовка смолы-живицы

2) кошение травы

3) сбор ягод

4) сбор грибов

5) распашка земель

15. В водоохранной зоне запрещается размещение:

- 1) зернотоков
- 2) овощехранилищ
- 3) складов минеральных удобрений и ядохимикатов
- 4) парков
- 5) санаториев

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ВЕДЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА В УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

1. Какая площадь территории Республики Беларусь подверглась радиоактивному загрязнению в результате аварии на ЧАЭС?
 - 1) 8%
 - 2) 23 %
 - 3) 35 %
 - 4) 51%
 - 5) 85%
2. Какая область Беларуси в наибольшей степени подверглась радиоактивному загрязнению?
 - 1) Минская
 - 2) Витебская
 - 3) Гродненская
 - 4) Брестская
 - 5) Гомельская
3. Загрязнение каким радионуклидом в РБ носит наиболее масштабный характер?
 - 1) йодом
 - 2) америцием
 - 3) плутонием
 - 4) цезием
 - 5) калием
4. Химическим аналогом какого биогенного элемента является

радиоактивный цезий?

- 1) йода
- 2) калия
- 3) магния
- 4) кальция
- 5) меди

5. Химическим аналогом какого элемента является радиоактивный стронций?

- 1) йода
- 2) калия
- 3) магния
- 4) кальция
- 5) меди

6. Как изменяется подвижность радионуклидов при увеличении содержания в почве гумуса?

- 1) уменьшается
- 2) увеличивается
- 3) не изменяется
- 4) вначале уменьшается, затем возрастает
- 5) возрастает, но не сразу

7. Как изменяется подвижность радионуклидов при увеличении кислотности почвы?

- 1) уменьшается
- 2) увеличивается
- 3) не изменяется
- 4) вначале уменьшается, затем возрастает
- 5) возрастает, но не сразу

8. Влияет ли на подвижность радионуклидов гранулометрический состав почвы?

- 1) да, радионуклиды более подвижны в почвах легкого

гранулометрического состава

2) да, радионуклиды более подвижны в почвах тяжелого гранулометрического состава

3) нет, не влияет никогда

4) нет, обычно не влияет

5) влияет, но не всегда

9. Можно ли за счет внесения удобрений снизить подвижность радионуклидов в почве?

1) нет, это невозможно

2) да, только за счет внесения органических удобрений

3) да, только за счет внесения микроудобрений удобрений

4) да, только за счет внесения азотных удобрений

5) да, этому способствует внесение известковых, калийных, фосфорных и органических удобрений

10. Можно ли за счет агротехнических мероприятий снизить накопление радионуклидов в сельскохозяйственной продукции?

1) нет, на накопление радионуклидов вообще повлиять нельзя

2) да, это возможно за счет внесения азотных удобрений

3) да, за счет специальных севооборотов, подбора культур, специальной обработки почвы

4) нет, это возможно только за счет внесения известковых удобрений

5) нет, можно только переработать полученную продукцию

ОРГАНИЗАЦИЯ УСТОЙЧИВЫХ АГРОЭКОСИСТЕМ И ПРОИЗВОДСТВО ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЙ ПРОДУКЦИИ

1. Агробиогеоценозы характеризуются:

1) высокой устойчивостью

2) низкой устойчивостью

3) низкой продуктивностью

4) высокой способностью к саморегуляции

- 5) высокой стабильностью
2. Совпадают ли по смыслу понятия «экологически чистая» и «экологически безопасная» продукция?
- 1) да, это одно и то же
 - 2) да, в разных странах ее называют по-разному
 - 3) да, это названия одинаковой по качеству продукции
 - 4) нет, экологически чистую продукцию получают без использования пестицидов и синтетических минеральных удобрений
 - 5) нет, «экологически безопасная» продукция более качественная, чем «экологически чистая»
3. Как правильно называется продукция, произведенная по традиционным технологиям и удовлетворяющая всем существующим санитарно-гигиеническим нормативам качества?
- 1) экологически безопасная продукция
 - 2) экологически чистая продукция
 - 3) сверхчистая продукция
 - 4) элитная продукция
 - 5) первосортная продукция
4. Как называется растениеводческая продукция, произведенная без использования пестицидов, синтетических удобрений, и с соблюдением ряда других условий?
- 1) экологически безопасная продукция
 - 2) экологически чистая продукция
 - 3) сверхчистая продукция
 - 4) элитная продукция
 - 5) первосортная продукция
5. Каково основное содержание концепции устойчивого развития?
- 1) обеспечивать потребности нынешнего поколения без ущерба для природных ресурсов
 - 2) любой ценой обеспечивать потребности нынешнего поколения

- 3) максимально использовать природные ресурсы
 - 4) снизить до минимума использование природных ресурсов
 - 5) развивать те направления, которые не связаны с потреблением природных ресурсов
6. Производится ли в Республике Беларусь экологически чистая (органическая) сельскохозяйственная продукция с соответствующим сертификатом качества?
- 1) нет, в республике нет подходящих для этого чистых земель
 - 2) да, в больших объемах в фермерских хозяйствах
 - 3) да, в небольших объемах в фермерских хозяйствах
 - 4) да, только овощная продукция
 - 5) да, только животноводческая продукция
7. В чем состоит сущность адаптивного земледелия и растениеводства?
- 1) отказ от использования любых удобрений
 - 2) адаптация средств интенсификации к конкретным внешним условиям
 - 3) полный отказ от применения пестицидов
 - 4) использование только органических удобрений
 - 5) максимальное использование адаптационной способности организмов

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ

1. Проанализируйте приведенную ниже цитату и дайте свой ответ на поставленный вопрос. *«Что такое экология? Этико-философская концепция и форма защиты растений и животных? Политическое течение? Движение протеста против ядерной энергетики и загрязнения? Неоромантическая тоска о возврате к Природе? Научная дисциплина, отпочковавшаяся от биологии? Или нечто, сочетающее в себе все? Что это: философия, проповедь, миф или наука?»* - Ф. ди Кастри, директор отдела экологических наук ЮНЕСКО.
2. В чем заключается экологический смысл афоризма Публия Сира: *«Лягушка с золотого трона прыгнет в болото»*?
3. Американский эколог Б.Коммонер кратко сформулировал принципы рационального природопользования в виде следующих законов: *«Все связано со всем»*, *«Все должно куда-то деваться»*, *«За все надо платить»* и *«Природа знает лучше»*. Объясните смысл этих законов, используя приведенные ниже примеры.
 - 1) По мнению ученых, почвы, не обладающие достаточным естественным плодородием, имеющие низкий балл бонитета (20 и ниже), должны изыматься из сельскохозяйственного производства.
 - 2) Осушение болот может привести к снижению уровня грунтовых вод, исчезновению рек.
 - 3) С целью предотвращения трансграничных аэральных выбросов существуют нормативные ограничения на высоту заводских труб.
 - 4) В Канаде усиленное уничтожение волков едва не привело к гибели популяций чернохвостого оленя.
 - 5) Недостаточное внесение удобрений в почву сельскохозяйственных угодий

приводит к отрицательному балансу элементов питания в них и, как следствие, – к падению плодородия.

4. Плодородие почвы является эмерджентным свойством. (Эмерджентность (от англ. *emergent* – внезапно возникающий, непредвиденный) – это системный эффект, т.е. наличие у какой-либо системы особых свойств, не присущих её элементам; несводимость свойств системы к сумме свойств её компонентов). Объясните этот факт, перечислив основные элементы плодородия почвы.
5. Если смешать песок, глину, воду и минеральные удобрения, будет ли эта смесь почвой?
6. Почвенные грибы – гетеротрофные организмы – от одноклеточных до нитчатых, их мицелий может достигать тысяч метров. Среди них есть возбудители заболеваний растений, паразиты, хищники. В то же время с точки зрения экологии все эти грибы как представители почвенного биоценоза имеют свою положительную функцию. В чем она состоит?

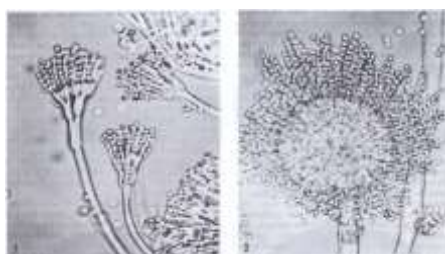


Рис. 1 Почвенные грибы

7. В чем заключается закон Ю.Либиха? Почему его называют законом лимитирующего фактора или законом минимума? Какое значение данный закон имеет для сельскохозяйственной практики? При ответе используйте рис. 2.



Рис. 2. Бочка Либиха

8. Какой закон аутоэкологии демонстрирует зависимость, показанная на рис. ...? Объясните, являются ли приспособления организмов к отдельным факторам среды (температуре, свету, солености и т.д.) независимыми друг от друга.

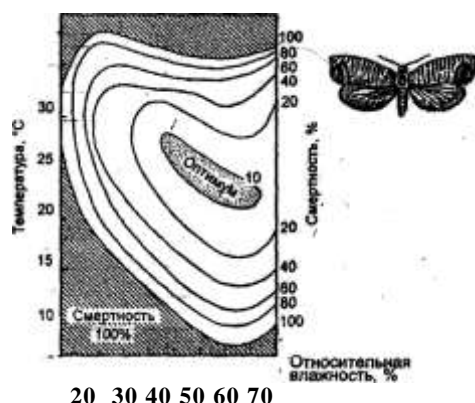


Рис. 3. Смертность куколок яблоневой плодожорки в зависимости от влажности и температуры

9. Растения ярового ячменя выдерживают температуры от 0°C (нижний предел, минимум) до 42°C (верхний предел, максимум), фасоли — от 9°C до 46°C. Для каких растений температура почвы и воздуха +2°C весной будет являться лимитирующим фактором?
10. Какой закон аутоэкологии демонстрирует следующий пример: при достаточном внесении в почву азотных, фосфорных и калийных удобрений дефицит лишь одного микроэлемента меди может вызвать существенное снижение урожайности пшеницы.
11. Объясните, почему при техногенном загрязнении почвы цинк из жизненно необходимого микроэлемента может превратиться в протоплазматический яд.
12. Исчезновение любого вида растений, животных, микроорганизмов необратимо обедняет генофонд Земли. Назовите основные причины происходящего в настоящее время исчезновения многих видов живых организмов.

Для информации: с 1600 г. по настоящее время человеком уничтожено 162 вида птиц (381 вид на грани исчезновения) и около 100 видов млекопитающих (255 видов на грани исчезновения). Гибель 75% видов млекопитающих и 86%

видов птиц из числа исчезнувших обусловлена влиянием антропогенных факторов.

13. Определите тип взаимодействий между бобовыми растениями и клубеньковыми бактериями ризобиум. Растение снабжает бактерий глюкозой. Они же, в свою очередь, ассимилируют из газообразной фазы почвы азот, делая его доступным растениям. Благодаря бактериям-симбионтам, некоторые растения могут получать 0,25-0,5 кг азота в год. Именно такие растения первыми заселяют бедные земли, часто захватывая значительные площади.
14. Взрослые особи насекомых-энтомофагов ведут свободный образ жизни, откладывая яйца в тело или на поверхность личинок других насекомых, в яйца последних, а иногда и в других взрослых беспозвоночных (пауков, мокриц и т. д.). Личинки, развиваясь в теле хозяина, питаются его тканями, медленно приближая гибель последнего. Определите тип межвидового взаимодействия. Какие энтомофаги используются в сельскохозяйственной практике?
15. С чем связана опасность внедрения в сложившиеся экосистемы чужеродных (инвазивных) видов? Приведите примеры таких видов во флоре и фауне Беларуси.
16. Борщевик Сосновского - многолетнее зонтичное растение, которое в середине 20-го века культивировалось как силосное. В настоящее время в республике Беларусь проводится комплекс мероприятий по борьбе с этим растением. С чем это связано?



Рис. 4. Борщевик Сосновского

17. При освоении австралийского континента туда было завезено много овец. Через несколько лет было замечено, что пастбищная растительность стала угнетаться и сохнуть из-за накопившегося слоя овечьего навоза. Оказалось, что в местной энтомофауне нет жуков-навозников, которые бы могли переработать отходы овец. Какой был найден выход из ситуации?
18. Азиатский карп, завезенный в реки американского штата Иллинойс несколько десятков лет назад, в настоящее время захватил значительные акватории и начал вытеснять многие аборигенные виды рыб. Объясните ситуацию с точки зрения экологических закономерностей.
19. В Калифорнии с целью уничтожения комаров воду в озере Клеар обработали препаратом ДДТ в концентрации 0,02 мг/л. Через некоторое время у рыбацких птиц, обитающих на этом озере из-за нежизнеспособности эмбрионов, развивающихся в яйцах, перестали выводиться птенцы. Объясните, в чем заключается связь между обработкой озера ДДТ и нежизнеспособностью эмбрионов у птиц с озера Клеар.
20. Общее количество нефти и нефтепродуктов, ежегодно попадающих в воды Мирового океана, превышает 10 млн т. Как нефтяные пленки влияют на обмен веществ между океаном и атмосферой? Какое влияние оказывают нефтепродукты, попадающие в океан, на жизнедеятельность живых организмов?
21. В 2-х одинаковых сосудах выращивается культура хлореллы. В один сосуд поместили планктонных ракообразных, питающихся хлореллой, и через некоторое время обнаружили, что в этом сосуде частота деления клеток хлореллы выше, чем в контрольном сосуде. Как Вы можете объяснить это явление?
22. Сильное «цветение» воды, наблюдаемое иногда в прудах и озерах, часто сопровождается замором рыбы. Как Вы объясните это явление, и какие факторы могут его вызывать?
23. К каким отрицательным экологическим последствиям могут привести сооружение на реке каскада водохранилищ и зарегулирование стока?

24. Какими способами можно защитить урожай сельскохозяйственных растений от вредителей без использования ядохимикатов?
25. Почему предельно допустимые концентрации различных загрязнителей должны быть ниже тех концентраций, которые начинают вредить здоровью человека?
26. На какие органы и ткани организма оказывают особенно сильное влияние разные виды токсикантов и почему?
27. Современное сельское хозяйство Беларуси является интенсивным. Что означает этот термин? Каковы основные направления интенсификации сельскохозяйственного производства?
28. Продовольственная безопасность является одной из главных целей аграрной и экономической политики любого государства. Впервые термин «продовольственная безопасность» был введен в международный оборот после зернового кризиса 1972–1973 гг. Что такое продовольственная безопасность страны?
29. С чем связано появление и развитие органического (экологического, биологического, альтернативного) земледелия? В чем заключаются его основные принципы и правила?
30. В чем заключаются основные меры адаптации сельскохозяйственного производства Республики Беларусь к изменению климата?

ЛИТЕРАТУРА

1. Черников, В.А. Агроэкология: учеб. Пособие / В.А.Черников [и др.].- М.: Колос, 2000. - 536с.
2. Основы экологии и экономика природопользования : практикум : учебное пособие / Т. А. Голубева. - Минск : ИВЦ Минфина, 2010. - 247 с.
3. Практикум по экологии: для студентов небиологических специальностей высших учебных заведений / О. В. Поворова, Г. Н. Тихончук / Министерство образования Республики Беларусь- Могилев : МГУ им. А. А. Кулешова, 2007.
4. Методические указания по определению азота нитратов и нитритов в почвах, природных водах, кормах и растениях. – М., 1981. – 62 с.
5. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. – М., 1989. – 25 с.
6. Новиков Ю.В., Ласточкина К.О., Болдина З.Н. Методы исследования качества воды водоемов. М.: Медицина, 1990 г., С. 40-44.
7. Основы природопользования. Практикум: учеб. пособие для студентов учреждений высшего сельскохозяйственного образования / И.П.Козловская, С.И.Коврик. – Минск: ИВЦ Минфина, 2012. – 176 с.
8. Практикум по агрохимии / под ред.: Вильдфлуша И.Р., Кукреш С.П., Холдянкова С.Ф. и др./.- Мн.: Ураджай, 1998. – 270 с.
9. Русин Г.Г. Физико-химические методы анализа в агрохимии. – М.: ВО «Агропромиздат», 1990. – 302 с.
10. Федорова А.И., Никольская А.Н. Практикум по экологии и охране окружающей среды.- М.: ВЛАДОС, 2001.- 288 с.
11. Практикум по агроэкологии: учеб. Пособие для вузов / В.П. Герасименко. – СПб. [и др.]: Лань, 2009. – 432 с.
12. Барановская Н.В., Чубик М.П. Практикум по общей экологии: практикум. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. - 38 с.
13. Кулеш В.Ф., Маврищев В.В. Практикум по экологии. – Минск: Вышэйшая школа, 2007. – .271 с.
14. Колесниченко Е.Ю., Морозова Т.С. Практикум по сельскохозяйственной экологии. – Белгород: изд-во «Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я.Горина». - 2014. – 98с.

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ В ЛАБОРАТОРИИ

В лабораториях студентам приходится работать с кислотами, щелочами, горючими, взрывоопасными и ядовитыми веществами, пользоваться аналитическими и электрическими приборами. Поэтому здесь необходимо соблюдать дисциплину и установленные правила. Основными причинами несчастных случаев, происходящих в лабораториях, являются неподготовленность студентов к выполнению данной аналитической работы и нарушение правил техники безопасности. Только менее 1% всех несчастных случаев обусловлено стечением непредвиденных обстоятельств.

Приступая к аналитической работе, студент должен ясно представлять характер и последовательность проведения анализа, работать аккуратно и без суеты. Все результаты анализа, расчеты и выводы записываются только в рабочую тетрадь.

В лаборатории не разрешается работать без спецодежды. В помещениях лаборатории запрещается принимать пищу или хранить продукты питания, загромождать рабочие столы посторонними предметами.

Концентрированные кислоты и щелочи, ядовитые вещества, едкие и летучие жидкости берут с помощью мерных цилиндров или автоматической пипеткой, снабженных специальным заборным устройством (резиновой грушей, пипетатором).

При использовании концентрированных кислот для приготовления растворов во избежание их разбрызгивания при нагревании приливают кислоту в воду, а не наоборот.

Все электроприборы, питающиеся от сети, должны быть заземлены. Перед включением прибора необходимо тщательно осмотреть шнур, проверить исправность изоляции. Не следует включать приборы мокрыми руками. Работающие в лаборатории должны знать, где находится рубильник, выключатель, с помощью которых, в случае пожара от электропроводки,

немедленно отключить электроприборы от сети. Запрещается оставлять без присмотра работающие приборы с легковоспламеняющимися и взрывоопасными веществами, газовые горелки, сетевые аналитические и электронагревательные приборы.

При химических ожогах кислотами, щелочами и другими едкими веществами, прежде всего ватным тампоном удаляют с пораженного места их остатки (капли), промывают большим количеством воды и обрабатывают нейтрализующими веществами – 2-3%-ным раствором пищевой соды или бикарбоната аммония при поражении кислотой и 2%-ным раствором уксусной или борной кислоты при поражении щелочью. Пораженные места смазывают мазью от ожогов или борным вазелином и накладывают повязку.

При поражении электротоком пострадавшего немедленно обесточивают путем отключения рубильника и тотчас же делают искусственное дыхание до прихода медицинского работника.

Вспомогательная таблица по расчету содержания азота нитратов в растениях
(мг/кг сырого растительного материала) при соотношении пробы и
экстрагирующего раствора 1:4
(на основе формулы: $N-NO_3 = \text{Antilog}(4,75 - pNO_3)$)

pNO_3	мг/кг	pNO_3	мг/кг	pNO_3	мг/кг	pNO_3	мг/кг	pNO_3	мг/кг	pNO_3	мг/кг	pNO_3	мг/кг	pNO_3	мг/кг
1,00	5623	1,40	2239	1,80	891,3	2,20	354,8	2,60	141,3	3,00	56,2	3,40	22,4	3,80	8,9
1,01	5495	1,41	2188	1,81	871,0	2,21	346,7	2,61	138,0	3,01	54,9	3,41	21,9	3,81	8,7
1,02	5370	1,42	2138	1,82	851,1	2,22	338,8	2,62	134,9	3,02	53,7	3,42	21,4	3,82	8,5
1,03	5248	1,43	2089	1,83	831,8	2,23	331,1	2,63	131,8	3,03	52,5	3,43	20,9	3,83	8,3
1,04	5129	1,44	2042	1,84	812,8	2,24	323,6	2,64	128,8	3,04	51,3	3,44	20,4	3,84	8,1
1,05	5012	1,45	1995	1,85	794,3	2,25	316,2	2,65	125,9	3,05	50,1	3,45	20,0	3,85	7,9
1,06	4898	1,46	1950	1,86	776,2	2,26	309,0	2,66	123,0	3,06	49,0	3,46	19,5	3,86	7,8
1,07	4786	1,47	1905	1,87	758,6	2,27	302,0	2,67	120,2	3,07	47,9	3,47	19,1	3,87	7,6
1,08	4677	1,48	1862	1,88	741,3	2,28	295,1	2,68	117,5	3,08	46,8	3,48	18,6	3,88	7,4
1,09	4571	1,49	1820	1,89	724,4	2,29	288,4	2,69	114,8	3,09	45,7	3,49	18,2	3,89	7,2
1,10	4467	1,50	1778	1,90	707,9	2,30	281,8	2,70	112,2	3,10	44,7	3,50	17,8	3,90	7,1
1,11	4365	1,51	1738	1,91	691,8	2,31	275,4	2,71	109,6	3,11	43,7	3,51	17,4	3,91	6,9
1,12	4266	1,52	1698	1,92	676,1	2,32	269,2	2,72	107,2	3,12	42,7	3,52	17,0	3,92	6,8
1,13	4169	1,53	1660	1,93	660,7	2,33	263,0	2,73	104,7	3,13	41,7	3,53	16,6	3,93	6,6
1,14	4074	1,54	1622	1,94	645,7	2,34	257,0	2,74	102,3	3,14	40,7	3,54	16,2	3,94	6,5
1,15	3981	1,55	1585	1,95	631,0	2,35	251,2	2,75	100,0	3,15	39,8	3,55	15,9	3,95	6,3
1,16	3890	1,56	1549	1,96	616,6	2,36	245,5	2,76	97,7	3,16	38,9	3,56	15,5	3,96	6,2
1,17	3802	1,57	1514	1,97	602,6	2,37	239,9	2,77	95,5	3,17	38,0	3,57	15,1	3,97	6,0
1,18	3716	1,58	1479	1,98	588,8	2,38	234,4	2,78	93,3	3,18	37,2	3,58	14,8	3,98	5,9
1,19	3631	1,59	1445	1,99	575,4	2,39	229,1	2,79	91,2	3,19	36,3	3,59	14,4	3,99	5,8
1,20	3548	1,60	1413	2,00	562,3	2,40	223,9	2,80	89,1	3,20	35,5	3,60	14,1	4,00	5,6
1,21	3467	1,61	1380	2,01	549,5	2,41	218,8	2,81	87,1	3,21	34,7	3,61	13,8	4,01	5,5
1,22	3388	1,62	1349	2,02	537,0	2,42	213,8	2,82	85,1	3,22	33,9	3,62	13,5	4,02	5,4
1,23	3311	1,63	1318	2,03	524,8	2,43	208,9	2,83	83,2	3,23	33,0	3,63	13,2	4,03	5,2
1,24	3236	1,64	1288	2,04	512,9	2,44	204,2	2,84	81,3	3,24	32,4	3,64	12,9	4,04	5,1
1,25	3162	1,65	1259	2,05	501,2	2,45	199,5	2,85	79,4	3,25	31,6	3,65	12,6	4,05	5,0
1,26	3090	1,66	1230	2,06	489,8	2,46	195,0	2,86	77,6	3,26	30,9	3,66	12,3	4,06	4,9
1,27	3020	1,67	1202	2,07	478,6	2,47	190,5	2,87	75,9	3,27	30,2	3,67	12,0	4,07	4,8
1,28	2951	1,68	1175	2,08	467,7	2,48	186,2	2,88	74,1	3,28	29,5	3,68	11,8	4,08	4,7
1,29	2884	1,69	1148	2,09	457,1	2,49	182,0	2,89	72,4	3,29	28,8	3,69	11,5	4,09	4,6
1,30	2818	1,70	1122	2,10	446,7	2,50	177,8	2,90	70,8	3,30	28,2	3,70	11,2	4,10	4,5
1,31	2754	1,71	1096	2,11	436,5	2,51	173,8	2,91	69,2	3,31	27,5	3,71	11,0	4,11	4,4
1,32	2692	1,72	1072	2,12	426,6	2,52	169,8	2,92	67,6	3,32	26,9	3,72	10,7	4,12	4,3
1,33	2630	1,73	1047	2,13	416,9	2,53	166,0	2,93	66,1	3,33	26,3	3,73	10,5	4,13	4,2
1,34	2570	1,74	1023	2,14	407,4	2,54	162,2	2,94	64,6	3,34	25,7	3,74	10,2	4,14	4,1
1,35	2512	1,75	1000	2,15	398,1	2,55	158,5	2,95	63,1	3,35	25,1	3,75	10,0	4,15	4,0
1,36	2455	1,76	977,2	2,16	389,0	2,56	154,9	2,96	61,7	3,36	24,6	3,76	9,8	4,16	3,9
1,37	2399	1,77	955,0	2,17	380,2	2,57	151,4	2,97	60,3	3,37	24,0	3,77	9,6	4,17	3,8
1,38	2344	1,78	933,3	2,18	371,5	2,58	147,9	2,98	58,9	3,38	23,4	3,78	9,3	4,18	3,7
1,39	2291	1,79	912,0	2,19	363,1	2,59	144,5	2,99	57,5	3,39	22,9	3,79	9,1	4,19	3,6

Приложение 3

Вспомогательная таблица для определения содержания нитратов (мг/л) в воде
(на основе формулы $N-NO_3 = \text{Antilog}(4,19 - pNO_3)$)

мВ	pNO ₃	мг/л	мВ	pNO ₃	мг/л	мВ	pNO ₃	мг/л	мВ	pNO ₃	мг/л	мВ	pNO ₃	мг/л
200	1,50	489,8	226	1,92	186,0	252	2,34	70,8	278	2,76	26,9	304	3,20	9,8
201	1,51	478,6	227	1,94	177,8	253	2,36	67,6	279	2,78	25,7	305	3,21	9,6
202	1,52	467,7	228	1,96	169,8	254	2,38	64,6	280	2,80	24,6	306	3,23	9,1
203	1,54	446,7	229	1,98	162,2	255	2,40	61,7	281	2,81	24,0	307	3,25	8,7
204	1,55	436,5	230	2,00	154,9	256	2,42	58,9	282	2,82	23,4	308	3,26	8,5
205	1,56	426,6	231	2,01	151,4	257	2,44	56,2	283	2,84	22,4	309	3,28	8,1
206	1,58	407,4	232	2,02	147,9	258	2,46	53,7	284	2,85	21,9	310	3,30	7,8
207	1,59	398,1	233	2,04	141,3	259	2,48	51,3	285	2,87	20,9	311	3,31	7,6
208	1,61	380,2	234	2,05	138,0	260	2,50	49,0	286	2,89	20,0	312	3,32	7,4
209	1,63	363,1	235	2,06	134,9	261	2,51	47,9	287	2,91	19,1	313	3,34	7,1
210	1,65	346,7	236	2,10	123,0	262	2,52	46,8	288	2,93	18,2	314	3,35	6,9
211	1,66	338,8	237	2,10	117,5	263	2,54	44,7	289	2,94	17,8	315	3,36	6,8
212	1,67	331,1	238	2,13	114,8	264	2,55	43,7	290	2,95	17,4	316	3,38	6,5
213	1,69	316,2	239	2,14	112,2	265	2,57	41,7	291	2,97	16,6	317	3,40	6,2
214	1,70	309,0	240	2,15	109,6	266	2,59	39,8	292	2,99	15,9	318	3,41	6,0
215	1,72	295,4	241	2,16	107,2	267	2,61	38,0	293	3,01	15,1	319	3,43	5,8
216	1,74	288,4	242	2,17	104,7	268	2,62	37,2	294	3,03	14,5	320	3,45	5,5
217	1,75	275,4	243	2,19	100,0	269	2,64	35,5	295	3,05	13,8	321	3,47	5,2
218	1,77	263,0	244	2,20	97,7	270	2,65	34,7	296	3,07	13,2	322	3,49	5,0
219	1,78	257,0	245	2,21	95,5	271	2,66	33,9	297	3,09	12,6	323	3,51	4,8
220	1,80	245,5	246	2,23	91,2	272	2,67	33,1	298	3,10	12,3	324	3,53	4,6
221	1,82	234,4	247	2,25	87,1	273	2,69	31,6	299	3,13	11,5	325	3,55	4,4
222	1,84	223,9	248	2,26	85,1	274	2,70	30,9	300	3,15	11,0	326	3,57	4,2
223	1,86	213,8	249	2,28	81,3	275	2,71	30,2	301	3,16	10,7	327	3,59	4,0
224	1,88	204,2	250	2,30	77,6	276	2,73	28,8	302	3,17	10,5	328	3,61	3,8
225	1,90	195,0	251	2,32	74,1	277	2,75	27,5	303	3,19	10,0	329	3,63	3,6