

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

АГРОНОМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**МЕТОДЫ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ
ИССЛЕДОВАНИЙ**

Методические указания к проведению
практических занятий

Новосибирск 2012

УДК 504 (075)
ББК 28.081

Кафедра агроэкологии и микробиологии

Составитель канд. биол. наук *Н. А. Малахова*

Рецензент канд. биол. наук *О. Н. Снытко*

Методы экологических исследований: метод. указания /Новосиб. гос. аграр. ун-т. Агроном. фак.; сост. Н. А. Малахова. – Новосибирск: Изд-во НГУА, 2012. – 28 с.

Методические указания предназначены для студентов, обучающихся по направлению подготовки 110100 – Агрохимия и агропочвоведение очной формы обучения с присвоением степени «Бакалавр сельского хозяйства».

Утверждены и рекомендованы к изданию методической комиссией агрономического факультета (протокол № 1 от 23 января 2012 г.).

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания предназначены для студентов сельскохозяйственных вузов, обучающихся по направлению 110100 – Агрохимия и агропочвоведение очной формы обучения. В них рассмотрены методики по выполнению практических работ. Практические занятия способствуют овладению методами аналитических работ по контролю за состоянием окружающей среды (атмосферного воздуха, воздушной среды помещений, водных объектов и др.). Кроме того, они способствуют накоплению опытных данных по состоянию окружающей среды, их систематизации, анализу, обобщению, использованию для прогнозирования экологической обстановки. Для написания руководства к выполнению практических работ использованы учебные пособия и методические указания по выполнению практических работ по экологии и охране окружающей среды.

Практическое занятие 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВОДЫ

Цель: выяснить основные органолептические показатели воды (температура, прозрачность, цвет, осадок, плёнка, запах, вкус и привкусы).

Материалы: вода водоёма.

Оборудование и реактивы: для *определения температуры*: термометр с ценой деления $0,1^{\circ}\text{C}$; для *определения прозрачности*: 1) цилиндр с плоским дном; 2) шрифт, высота букв которого составляет 2 мм, а толщина линий букв – 0,5 мм; 3) линейка; для *определения цветности*: 1) цилиндр на 100 мл; 2) мерные колбы на 1 л; 3) дистиллированная вода; 4) стандартный раствор № 1: 0,0875 г бихромата калия, 2 г сульфата кобальта и 1 мл серной кислоты с плотностью 1,84 г/мл растворяют в дистиллированной воде и доводят объем до 1 л; 5) раствор № 2: 1 мл концентрированной H_2SO_4 доводят дистиллированной водой до 1 л; для *определения запаха*: 1) колба с притертой пробкой; 2) коническая колба на 200 мл; 3) часовое стекло; 4) электрическая плитка, 5) термометр.

Органолептические свойства нормируются по интенсивности их восприятия человеком. Это запах, привкус, цветность, прозрачность, мутность, температура, примеси (пленка, водные организмы).

Задания для работы

1. Определение температуры проводится сразу после отбора пробы или непосредственно в водоеме термометром с ценой деления $0,1^{\circ}\text{C}$. Термометр держат в воде не менее 5 мин.

2. Для определения прозрачности 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.

3. Для определения осадка взболтанную в бутылке воду наливают в цилиндр слоем примерно 30 см и оставляют в покое на 1 ч. Осадок оценивают количественно (нет, незначительный, заметный, большой) и качественно (песчаный, глинистый, илистый, кристаллический, хлопьевидный). Отмечают также цвет осадка.

4. Цветность определяют визуально. Для этого в колориметрический цилиндр наливают 100 мл профильтрованной исследуемой воды и, просматривая окраску контрольных растворов сверху вниз, находят цилиндр, окраска жидкости в котором совпадает с окраской воды в цилиндре с исследуемой водой.

Для приготовления шкалы цветности смешивают стандартные растворы № 1 и № 2 в цилиндрах в следующих соотношениях:

Хромово-кобальтовая шкала цветности

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

5. При определении запаха в колбу с притертой пробкой заполняют на $\frac{2}{3}$ объема исследуемой водой, сильно встряхивают, открывают пробку и вдыхают ее запах. Для усиления интенсивности запахов воду подогревают. Коническую колбу на 200 мл наполняют на $\frac{1}{2}$ ее объема исследуемой водой, закрывают часовым стеклом и нагревают до 60 °С. Затем колбу вращательным движением взбалтывают и, сдвинув стекло, быстро определяют запах.

Интенсивность запаха определяют по пятибалльной шкале: 0 – не ощущается; 1 – обнаруживается только опытным исследователем; 2 – слабый, обнаруживается только в том случае, если указать на него; 3 – заметный, обнаруживается и вызывает неодобрение; 4 – отчетливый, обращающий на себя внимание и делающий воду непригодной для питья; 5 – очень сильный, делающий воду совершенно непригодной.

Естественные запахи описывают, придерживаясь следующей терминологии:

Символ	Характер запаха
А	Ароматный
Б	Болотный
Г	Гниlostный
Д	Древесный
З	Землистый
П	Плесневый
Р	Рыбный
С	Сероводородный
Т	Травянистый

6. Определение привкусов проводят с заведомо безопасной водой при 20 °С. Воду набирают в рот малыми порциями, не проглатывая. Отмечают наличие вкуса (солёный, горький, кислый, сладкий) или привкуса (щелочной, железистый, металлический, вяжущий и др.) 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 загрязненными сточными водами или свидетельствовать о наличии биологически активных веществ, выделяемых синезелеными водорослями.

7. Сделать выводы по органолептическим свойствам отобранных проб воды.

Практическое занятие 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИКРОКЛИМАТА ПОМЕЩЕНИЙ

Цель: определить влажность и скорость движения воздуха в помещении.

Материал: воздух помещения.

Оборудование и материалы: 1) психрометр Ассмана; 2) таблица для расчета; 3) кататермометр шаровой; 4) секундомер; 5) стакан с горячей водой.

КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Воздух жилого дома и рабочих помещений содержит гораздо больше опасных загрязнителей, чем атмосферный воздух. Это связано, во-первых, с тем, что все больше материалов и оборудования, используемых в помещениях, выделяют потенциально опасные вещества. Во-вторых, помещения становятся все более герметизированными, следовательно, загрязняющие вещества могут накапливаться там до опасных уровней. В-третьих, действие загрязнителей внутри помещения гораздо длительней, чем на открытом воздухе.

В среднем 70–80% своего времени человек проводит в помещении, причем те, кто больше всего уязвим для загрязнения – беременные женщины, маленькие дети, пожилые люди, – находятся дома ещё больше. Существует множество загрязнителей воздуха в жилых помещениях. Среди них:

– *формальдегид, фенол и другие синтетические органические соединения*, которые применяются для склеивания фанеры и ДСП, а также в качестве добавок для пористой резины и пластиковых обивочных материалов;

– *разнообразные продукты, образующиеся при сжигании органического топлива* в печах и каминах (CO, NO, углеводороды и др.);

– *разнообразные химические вещества*, применяемые в качестве моющих средств, клеи, пестициды, освежители воздуха, дезинфицирующие средства, аэрозоли всех видов;

– *радон* – радиоактивный газ, образующийся при спонтанном расщеплении радиоактивных веществ в недрах земли; он поднимается к поверхности земли и составляет часть естественного воздействующего на всех радиоактивного фона; когда теплый воздух выходит сквозь крыши домов, создается разрежение и радон поступает через нижние этажи; задерживаясь в помещении, он может достигать опасных концентраций; природный газ, используемый для приготовления пищи и обогрева, строительные материалы и вода также могут быть источником радона;

– *асбест* – природный материал, состоящий из волокнистых кристаллов. Его широко используют в качестве теплоизоляционного и огнеупорного материала при прокладке труб парового отопления, в перекрытиях зданий, в покрытии гладильных досок и т.д., в некоторых красках и кровельных материалах;

– *курение*: оно несет несравненно больший риск, чем среднее воздействие любого из перечисленных веществ, и может давать синергический эффект вместе с другими загрязнителями внутри помещений; доказано также, что курение повышает риск для тех, кому приходится курить пассивно;

– *взвешенные частицы* – частицы менее 2,5 мкм содержатся в дыме сигарет, в различных аэрозольных товарах, выделяются также другими внутренними источниками; бактерии, растительная пыльца, споры грибов и растений и вирусы тоже представляют собой взвешенные частицы, концентрация их соответствует условиям и активности жизни людей в помещениях; кондиционеры воздуха и испарительные охладители являются аппаратами, в которых патогенные организмы могут концентрироваться и в дальнейшем выделяться как «живые аэрозоли».

Загрязнение воздуха производственных помещений отличается еще большим разнообразием и более высокой концентрацией химических веществ. Действие вредных ве-

ществ в условиях производства усугубляется различными сопутствующими факторами внешней среды (высокой температурой воздуха, шумом, вибрацией, излучением и т. д.).

В понятие «метеорологические условия» или «микроклимат» помещений входят те физические факторы производственной среды, которые влияют на тепловое состояние организма. Это температура, влажность, движение воздуха и тепловое излучение. Имеющиеся по этим показателям нормы учитывают время года и категорию производимых работ.

Организация исследования в каждом отдельном случае имеет некоторые особенности, однако во всех случаях необходимо соблюдать ряд общих правил.

1. Производить замеры в нескольких точках помещения на уровне 1,25–1,5 м от пола.

2. Повторять замеры в разное время дня и в разное время года.

3. Одновременно с измерениями внутри помещения производить измерение на открытом воздухе.

4. Отмечать все особенности производственного процесса, состояние работы вентиляции и т. п. в момент измерения.

Задания для работы

1. Определить температуру и относительную влажность по аспирационному психрометру Ассмана. Измерение температуры обычно сочетается с определением влажности и производится по сухому термометру психрометра. Можно пользоваться обычным ртутным (химическим) термометром со шкалой на 100 °С.

2. Скорость движения воздуха определяют кататермометром. Кататермометр нагревают в воде с температурой 65–75 °С. При этом спирт поднимается на определенную высоту. Нагретый прибор вынуть из воды, насухо вытереть и подвесить в точке исследования. По секундомеру отметить время, в течение которого спирт опустится с 38 до 35 °С.

3. Произвести расчет скорости движения воздуха в помещении.

4. Величину охлаждения кататермометра определяют по формуле

$$H = \frac{F}{t},$$

где H – величина охлаждения в милликалориях с 1 см^2 поверхности резервуара кататермометра за 1 с, характеризующая охлаждающую способность воздуха при данных условиях, $\text{мкал}/(\text{см}^2 \cdot \text{с})$;

F – фактор прибора, показывающий количество тепла, теряемое 1 см^2 поверхности прибора при охлаждении с 38°C до 35°C (постоянная величина);

t – время охлаждения прибора, с.

Скорость движения воздуха вычисляется по формуле

$$\frac{H}{Q} = A + \frac{B \cdot V}{1 + K \cdot V},$$

где V – искомая скорость движения воздуха, м/с ;

H – величина охлаждения кататермометра;

Q – разность между средней температурой кататермометра ($36,5^\circ\text{C}$) и температурой окружающего воздуха;

A, B, K – эмпирические коэффициенты, равные:

при скорости менее 1 м/с : $A = 0,29$; $B \sim 0,903$; $K = 1,994$;

при скорости более 1 м/с : $A = 0,29$; $B = 0,366$; $K = 0,174$.

5. Сделать соответствующие выводы по анализируемому воздуху помещения.

Практическое занятие 3. АНАЛИЗ ЗАГРУЖЕННОСТИ ПРИУНИВЕРСИТЕТСКОЙ ТЕРРИТОРИИ АВТОТРАНСПОРТОМ С ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ОЦЕНКОЙ УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Цель: провести анализ загруженности автомобильным транспортом улиц приуниверситетской территории.

Материал и оборудование: две параллельные улицы приуниверситетской территории (Добролюбова и Никитина); анемометр, психрометр.

КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Существенной составляющей загрязнения воздушной среды городов, особенно крупных, являются выхлопные газы автотранспорта, которые в ряде столиц мира, административных центрах России, городах-курортах составляют 60–80 % от общих выбросов. Многие страны, в том числе и Россия, принимают различные меры по снижению токсичности выбросов путем лучшей очистки бензина, замены его на более чистые источники энергии (газовое топливо, этанол, электричество), снижения количество свинца в добавках к бензину. Проектируются более экономичные двигатели с более полным сгоранием горючего, создание в городах зон с ограниченным движением автомобилей и др. Несмотря на принимаемые меры, из года в год растет число автомобилей, и загрязнение воздуха не снижается.

Известно, что автотранспорт выбрасывает в воздушную среду более 200 компонентов, среди которых угарный газ, углекислый газ, окислы азота и серы, альдегиды, свинец, кадмий и канцерогенная группа углеводородов (бензапирен и бензоантроцен). При этом наибольшее количество токсичных веществ выбрасывается автотранспортом в воздух на малом ходу, на перекрестках, остановках перед свето-

форами. Так, на небольшой скорости бензиновый двигатель выбрасывает в атмосферу 0,05 % углеводов (от общего выброса), а на малом ходу – 0,98 %, окиси углерода – соответственно 5,1 и 13,8 %. Подсчитано, что среднегодовой пробег каждого автомобиля 15 тыс. км. В среднем за это время он обедняет атмосферу на 4350 кг кислорода и обогащает ее на 3250 кг углекислого газа, 530 – окиси углерода, 93 – углеводов и 7 кг окислов азота.

Данная практическая работа дает возможность оценить загруженность участка улицы разными видами автотранспорта, сравнить в этом отношении разные улицы и изучить окружающую обстановку.

Задания для работы

Студенты разделяются на группы по 3–4 человека (один считает, другой записывает, остальные дают общую оценку обстановки). Студентов предварительно инструктируют, затем размещают на определенных участках разных улиц. Сбор материала по загруженности улиц автотранспортом производится путем разового подсчета. Интенсивность движения автотранспорта определяется методом подсчета автомобилей разных типов в течение 20 мин. Учет ведется способом точкования.

Автомобили разделяют на три категории: с карбюраторным двигателем, дизельные, автобусы, согласно данным, представленным в таблице. Производят оценку движения транспорта по отдельным улицам, сравнение суммарной загруженности различных улиц города в зависимости от типа автомобилей, дают объяснение различий. Загрязнение атмосферного воздуха отработанными газами автомобилей удобно оценивать по концентрации окиси углерода в миллиграммах на 1 м³.

1. На каждой точке наблюдений произвести оценку улицы. В оценку входит определение типа улицы: городские

улицы с односторонней застройкой (набережные, эстакады, высокие насыпи), жилые улицы с двусторонней застройкой, дороги в выемке, магистральные улицы и дороги с многоэтажной застройкой с двух сторон, транспортные тоннели; уклона; скорости ветра; относительно влажности воздуха; наличия защитной полосы из деревьев и др.

2. Произвести оценку загруженности автомобильным транспортом на исследованной улице в течение 20 мин. Для того, чтобы рассчитать объём автотранспорта в 1 ч, необходимо умножить число каждого вида на три.

3. Определить концентрацию окиси углерода (K_{CO}) (Фёдорова, Никольская, 2001):

$$K_{CO} = (0,5 + 0,01 \cdot N \cdot K_T) \cdot K_A \cdot K_y \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_{II} ,$$

где 0,5 – фоновое загрязнение атмосферного воздуха нетранспортного происхождения, мг/м³;

N – суммарная интенсивность движения автомобилей на городской дороге, авт./ч;

K_T – коэффициент токсичности автомобилей по выбросам в атмосферный воздух окиси углерода;

K_A – коэффициент, учитывающий аэрацию местности;

K_y – коэффициент, учитывающий изменение загрязнения атмосферного воздуха окисью углерода в зависимости от величины продольного уклона;

K_C – коэффициент, учитывающий изменения концентрации окиси углерода в зависимости от скорости ветра;

K_B – то же в зависимости от относительной влажности воздуха;

K_{II} – коэффициент увеличения загрязнения атмосферного воздуха окисью углерода у пересечений.

4. Коэффициент токсичности автомобилей определяется как средневзвешенный для потока автомобилей по формуле

$$K_T = \sum P_i \cdot K_{Ti} ,$$

где P_i – состав автотранспорта в долях единицы;
 K_{Ti} – определяется по табл. 1.

Таблица 1

Тип автомобиля	Коэффициент K_T
Легкий грузовой	2,3
Средний грузовой	2,9
Тяжелый грузовой (дизельный)	0,2
Автобус	3,7
Легковой	1,0

Значение коэффициента K_A , учитывающего аэрацию местности, определяется по табл. 2.

Таблица 2

Тип местности по степени аэрации	Коэффициент K_A
Транспортные тоннели	
Транспортные галереи	
Магистральные улицы и дороги с многоэтажной застройкой с двух сторон	2,7
Жилые улицы с одноэтажной застройкой, улицы и дороги в выемке	1,5
Городские улицы и дороги с односторонней застройкой, набережные, эстакады, виадуки, высокие насыпи	1,0
Пешеходные тоннели	0,6
	0,4
	0,3

Для магистральной улицы с многоэтажной застройкой $K_A = 1$.

Значение коэффициента K_y , учитывающего изменение загрязнения воздуха окисью углерода в зависимости от величины продольного уклона, определяется по табл. 3.

Таблица 3

Продольный уклон, град.	Коэффициент K_y
0	1,00
2	1,06
4	1,07
6	1,18
8	1,55

Коэффициент изменения концентрации окиси углерода в зависимости от скорости ветра K_C определяется по табл. 4.

Таблица 4

Скорость ветра, м/с	Коэффициент K_C
1	2,70
2	2,00
3	1,50
4	1,20
5	1,05
6	1,00

Значения коэффициента K_B , определяющего изменение концентрации окиси углерода в зависимости от относительной влажности воздуха, приведены в табл. 5.

Таблица 5

Относительная влажность	Коэффициент K_B
100	1,45
90	1,30
80	1,15
70	1,00
60	0,85

Коэффициент увеличения загрязнения воздуха окисью углерода у пересечений приведен в табл. 6.

Таблица 6

Тип пересечения	Коэффициент K_{II}
Регулируемое пересечение	
со светофорами обычное	1,8
со светофорами управляемое	2,1
саморегулируемое	2,0
Нерегулируемое	
со снижением скорости	1,9
кольцевое	2,2
с обязательной остановкой	3,0

5. Предложить меры по снижению выбросов отработанных газов на автомагистралях.

6. Провести сравнение объёма автотранспорта и уровня загрязнения атмосферного воздуха двух исследованных улиц приуниверситетской территории.

Практическое занятие 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПЫЛЬЮ ПО ЕЁ НАКОПЛЕНИЮ НА ЛИСТОВЫХ ПЛАСТИНКАХ РАСТЕНИЙ

Цель: определить загрязнение приуниверситетской территории пылью по её накоплению на листовых пластинках.

Оборудование и материалы: 1) весы аналитические или торсионные; 2) термостат; 3) калька; 4) вата; 5) пинцеты; 6) фильтровальная бумага; 7) линейки; 8) садовый секатор; 9) микроскоп.

КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

В условиях городов и других обжитых территорий одним из мощных загрязнителей воздуха является пыль, которая переносится на большие расстояния при распылении почв, при выбросах от цементных, керамических заводов, предприятий по производству силикатного кирпича, а так-

же от движущегося автотранспорта. В последнем случае это мелкие частички почвы и различных солей, продукты снашивания шин и размельчения асфальтового покрытия. Все эти частицы, составляющие пыль, оседают на листьях, вдыхаются человеком, вызывая нарушение работы дыхательных путей, силикозы, провоцируя кашель и слезотечение. Наибольшее задержание пыли листьями отмечено у различных видов тополей, которые распространены в озеленительных посадках городов России. Тополя вообще являются наиболее устойчивыми из древесных пород к различным типам воздушных загрязнений.

Задания для работы

1. Листья одного вида тополя, наиболее распространенного в городе (черного, бальзамического и др.), отбирают заранее с двух параллельных улиц приуниверситетской территории (Добролюбова и Никитина) с высоты 1,5–3 м (высота слоя воздуха, вдыхаемого человеком) в 10–15-кратной повторности. Одновременно отбирают листья тополей, произрастающих в чистой зоне (контроль). Листья помещают в пакеты из кальки и осторожно доставляют в лабораторию, избегая стряхивания пыли.

2. В лабораторных условиях на торсионных или аналитических весах взвешивают кусочек влажной ваты, завернутый в кальку (с точностью до 0,001 г). Лист тополя тщательно обтирают этой ваткой с двух сторон (разворачивать кальку следует с помощью пинцета), после чего ватку взвешивают в кальке повторно. Массу пыли (P) рассчитывают как разницу между вторым и первым взвешиванием ($P = P_2 - P_1$). Измерив величину листовых пластинок вдоль (a) и поперек (b), высчитывают площадь листа с учетом переводного коэффициента (k):

$$S = a - b \cdot k.$$

Коэффициент колеблется для различных видов тополей от 0,60 до 0,66. Конечный результат выглядит так:

$$m = \frac{P}{S}, \text{ мг/см}^2,$$

где m – масса пыли на 1 см² листа.

3. Фильтровальную бумагу смачивают водой до отека. На нее помещают лист своей верхней, а затем рядом – нижней стороной и прикрывают листом кальки или пленкой, прижимают. На фильтре получается отпечаток, который оценивают визуально по степени загрязнения (сплошное – 100 %, наполовину – 50 % и т. д.). Для этих же целей можно использовать липкую пленку скотч, которую накладывают на лист растения, снимают и приклеивают к белому листу бумаги.

4. Пыль смывают с 30–50 листьев кисточкой в предварительно взвешенную испарительную чашку, воду упаривают, чашку с пылью высушивают в сушильном шкафу при температуре +105 °С до постоянной массы, а затем взвешивают. Количество пыли рассчитывают в миллиграммах на 1 см² листа.

5. Полученные данные занести в таблицу.

Место взятия	Площадь листьев тополя, см ²	Количество пыли	
		мг/см ²	% от контроля

6. Полученные данные по запыленности листьев в разных экологических условиях сравнить с контролем (принимается за 100 %).

7. Сделать соответствующие выводы по загрязнению исследуемой территории пылью.

Практическое занятие 5. ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ НИТРАТОВ В ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ

Цель: проанализировать содержание нитратов в продуктах питания.

Материал и оборудование: 1) ступки малые с пестиками; 2) предметные стекла; 3) марлевые салфетки; 4) мелкие емкости – пузырьки из-под пенициллина с пробками; 5) пипетки химические на 5 мл; 6) пипетки медицинские; 7) скальпели; 8) 1 %-й раствор дифениламина в концентрированной серной кислоте; 9) исходный раствор NaNO_3 для построения калибровочной кривой; 10) дистиллированная вода; 11) термостойкий химический стакан на 0,5–1 л для кипячения овощей; 12) электроплитка; 13) части различных овощей, содержащих наибольшее количество нитратов, с неокрашенным соком (капуста, огурцы, кабачки, картофель, дыня и др.).

КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

В природе темпы поглощения нитратного азота часто могут превышать скорость его метаболизации. Это связано с тем, что в течение многих веков эволюция растений шла в условиях недостатка азота и вырабатывались системы не ограничения поступления, а накопления азота.

Попадая с растительной пищей в организм человека или животного, нитраты восстанавливаются до нитритов, которые блокируют снабжение клеток кислородом и вызывают ряд серьезных заболеваний.

Допустимой суточной дозой потребления нитратов считается 300–320 мг, или 4 мг/кг живой массы.

Интенсификация сельскохозяйственного производства и увеличение доз азотных удобрений делают очень серьезной проблему избыточного накопления нитратной формы азота в продуктах растениеводства.

Накопление нитратов различными культурами носит наследственно закрепленный характер. Зерновые культуры практически не накапливают нитратов. Среди овощей максимальной способностью накапливать нитраты обладают капустные, тыквенные, сельдерейные. Наибольшее количество нитратов накапливают редька, свекла столовая, капуста, салат, шпинат, редис, картофель. Пределы содержания нитратов в товарной части урожая у этих растений составляют 600–3000 мг/кг сырой массы. Томаты, сладкий перец, баклажаны, чеснок, горох отличаются низким содержанием нитратов – 20–300 мг/кг. У ряда овощей установлена сортовая специфика накопления нитратов.

Повышенное содержание нитратного азота в растениях чаще всего бывает следствием низкой культуры производства и несоблюдения технологии. Существуют предельно допустимые санитарно-гигиенические нормы содержания нитратов, которыми необходимо руководствоваться при производстве и потреблении продукции растениеводства. Для картофеля – 250 мг/кг, огурцов и томатов открытого грунта – 150–200, закрытого грунта (теплицы) – 300–400, зеленных культур – 2000–3000 мг/кг.

Для обеспечения безопасности потребления продуктов растениеводства необходим регулярный контроль содержания в них нитратов.

В предлагаемой работе изложен метод определения нитратов у различных видов, сортов, тканей и частей овощной продукции, который основан на хорошо известной реакции нитрат-иона с дифениламином, в варианте с использованием выжатого сока растений.

Задания для работы

1. За несколько дней до занятия студентам дается задание принести различные овощи, купленные в магазине, или с собственного участка. Овощи следует вымыть и обсушить.

2. В один из пузырьков наливают 10 мл исходного раствора NaNO_3 , соответствующего по концентрации максимальному содержанию нитратов в овощах – 3000 мг/кг. Следует отметить, что в отдельных органах растений встречаются и значительно большие концентрации.

3. Готовят серию калибровочных растворов путем разбавления пополам предыдущего (например, к 3 мл исходного раствора прибавляют 3 мл дистиллированной воды, взбалтывают и т. д.) Получают серию растворов с разным содержанием нитратов: 3000, 1500, 750, 375, 188, 94, 47, 23 мг/кг.

4. Под предметное стекло подкладывают лист белой бумаги, на стекло капают две капли изучаемого раствора и две такие же капли дифениламина в трехкратной повторности. Описывают реакцию согласно следующей градации, которую можно использовать как для калибровочных растворов, так и для двух типов анализов (по Церлинг, 1965):

Баллы	Характер окраски	Содержание нитратов, мг/кг
6	Сок или срез окрашиваются быстро и интенсивно в иссиня-черный цвет. Окраска устойчива и не пропадает	>3000
5	Сок или срез окрашиваются в темно-синий цвет. Окраска сохраняется некоторое время	3000
4	Сок или срез окрашиваются в синий цвет. Окраска наступает не сразу	1000
3	Окраска светло-синяя, исчезает через 2–3 мин	500
2	Окраска быстро исчезает, окрашиваются главным образом проводящие пучки	250
1	Следы голубой, быстро исчезающей окраски	100
0	Нет ни голубой, ни синей окраски. На целых растениях возможно порозовение	0

Следует отметить, что основой для определения содержания нитратов в соке должны быть собственные исследования, а не вышеприведенная таблица, так как окраска может варьировать в зависимости от качества реактивов, срока их годности, температуры в помещении и других показателей.

5. Овощи и плоды расчленяют на части: зона, примыкающая к плодоножке, кожура, периферийная часть, срединная часть, кочерыжка (у капусты), жилки, лист без жилок. Вырезанные части мелко режут ножом и быстро растирают в ступке, сок отжимают через 2–3 слоя марли. Две капли сока капают на чистое предметное стекло, положенное на белую бумагу, добавляют 2 капли дифениламина. Быстро описывают все наблюдаемые реакции согласно схеме. Повторность опыта 3-кратная. В случае сомнений в содержании нитратов в той или иной части овощной продукции капают рядом калибровочный раствор с известной концентрацией вещества и повторяют реакцию с дифениламином. Анализ начинают с сока капусты и картофеля, затем помещают эти овощи в термостойкий химический стакан с кипящей дистиллированной водой и кипятят 10–15 мин, после чего анализируют и отварные овощи, и отвар. За время варки делают анализ различных частей других овощей и плодов.

6. Оформить результаты исследований в форме таблицы.

Содержание нитратов в различных овощах и плодах

Исследуемое растение	Часть	Баллы	Содержание нитратов, мг/кг
1	2	3	4
Картофель свежий	Под кожурой Срединная часть		
Картофель отварной	Под кожурой Срединная часть		

1	2	3	4
Капуста	Жилки Кочерыжка Лист		
Капуста отварная	Жилки Кочерыжка Лист		
Отвар			

7. Сделать выводы согласно полученным данным опыта.

Практическое занятие 6. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ФРУКТОВЫХ И ОВОЩНЫХ СОКОВ ПО ПОКАЗАТЕЛЮ СОДЕРЖАНИЯ ВИТАМИНА С

Цель: оценка содержания витамина С в соках и эффективности использования последних для достижения соответствующего уровня потребления аскорбиновой кислоты.

Материал и оборудование: раствор 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия, раствор соляной кислоты, мерная колба объёмом 100 мл, 5 вариантов отобранных образцов фруктовых и овощных соков.

КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Витамин С, или аскорбиновая кислота, относится к водорастворимым витаминам, проявляющим антиоксидантные свойства, т. е. окисляясь сама, аскорбиновая кислота препятствует процессам окисления биологически активных веществ в организме.

Это соединение в организме человека участвует в биосинтезе коллагена, повышает иммунитет, препятствует развитию анемии и способствует быстрому заживлению ран. Суточная потребность человека в витамине С составляет 55 мг для женщин и 70 мг для мужчин. Уровень потре-

бления витамина С спортсменами, для организма которых характерно интенсивное протекание процессов окисления, гораздо выше и составляет 200–250 мг/сут. Следует отметить, что курящим людям также требуется повышенное количество витамина С, так как никотин способствует интенсивному выведению аскорбиновой кислоты с мочой. Лауреат Нобелевской премии Л. Полинг показал, что ежедневный прием больших количеств витамина С (1–2 г) при простудных заболеваниях способствует более легкому протеканию заболевания и более быстрому выздоровлению. Известно, что длительный дефицит аскорбиновой кислоты в диете, например в условиях полярных экспедиций, приводит к развитию цинги. В то же время высокие дозы этого витамина (более 3 г ежедневно) могут способствовать развитию язвы, поскольку витамин С представляет собой кислоту. Эпидемиологические исследования в России показали, что более 80% населения страны испытывают недостаток потребления этого жизненно важного витамина.

Среди многочисленных методов анализа содержания витамина С в пищевых продуктах, используемых во всем мире, наиболее простым, быстрым и, как следствие, распространенным является метод визуального титрования 2,6-дихлорфенолиндофенолятом натрия. Этот метод основан на окислительно-восстановительной реакции, сопровождающейся появлением розового окрашивания анализируемого раствора, соответствующего окисленной форме фенолята.

Задания для работы

1. *Раствор 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия* получают растворением 0,2 г реактива в 250 мл дистиллированной воды в мерной колбе. Готовый реактив фильтруют через складчатый фильтр и хранят в плотно закрытой колбе в темноте в холодильнике.

2. *Установление титра фенолята.* Растворяют 100 г (точная навеска) аскорбиновой кислоты в разбавленной соляной кислоте в мерной колбе на 100 мл, перемешивают, отбирают 10 мл, переносят в другую мерную колбу на 100 мл и доводят до метки раствором соляной кислоты. Отбирают 1 мл полученного раствора и титруют приготовленным раствором фенолята натрия.

3. Титр фенолята определяют по формуле

$$T = \frac{a}{V - 0,03},$$

где a – навеска аскорбиновой кислоты, г;

V – объем фенолята, пошедший на титрование стандартного раствора аскорбиновой кислоты, мл;

0,03 – коэффициент поправки на реактивы.

4. В плоскодонную колбу на 100 мл отбирают от 5 до 10 мл сока в зависимости от регламентируемого содержания витамина С, добавляют 5 мл разбавленной соляной кислоты и титруют раствором 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия до розового окрашивания анализируемого раствора, не исчезающего в течение 30 с (в кислой среде фенолят разрушается с образованием бесцветных соединений). Содержание витамина С определяют по формуле

$$AK = \frac{T(V_{\phi} - 0,03) \cdot 100}{V_{пп}} \text{ мг/100 мл сока,}$$

где T – титр фенолята, г/мл;

V_{ϕ} – объем фенолята, пошедший на титрование, мл;

$V_{пп}$ – объем сока, взятый на титрование, мл;

0,03 – коэффициент поправки на реактивы;

100 – коэффициент пересчета на 100 мл сока.

5. Оформить результаты исследования в виде таблицы:

№	Наименование сока	Фирма-изготовитель	Содержание витамина С, мг/100 мл		Объем сока, обеспечивающий суточную потребность в витамине С (70 мг)
			регламентировано	найденно	

6. Сделать выводы согласно проведенным опытам.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Основной

1. *Агроэкология*: учеб./под ред. В. А. Черникова, А. И. Чекереса. – М.: Колос, 2000.
2. *Голубкина Н. А.* Лабораторный практикум по экологии /Н. А. Голубкина, М. А. Шамина. – М.: ФОРУМ, 2004. – 56 с.
3. *Мазирова М. А.* Практикум по агроэкологии /М. А. Мазирова, Т. А. Трифонова. – Владимир: Владим. гос. ун-т, 2001. – 137 с.
4. *Фёдорова А. И.* Практикум по экологии и охране окружающей среды: учеб. пособие /А. И. Фёдорова, А. Н. Никольская. – М.: ВЛАДОС, 2001. – 288 с.
5. *Церлинг В. В.* Как «кормить» растения /В. В. Церлинг. – М.: Знание, 1965. – 47 с.

Дополнительный

6. *Амирханова Н. А.* Лабораторные работы по экологии /Н. А. Амирханова и др. – Уфа, 1996.
7. *Черников В. А.* Определение экотоксикантов в воде, воздухе, почве, растениях и продукции растениеводства: метод. указания /В. А. Черников, В. Г. Попов, Л. В. Мосина. – М.: МСХА, 1995. – 89 с.
8. *Яшин И. М.* Почвенно-экологические исследования в ландшафтах: метод. указания /И. М. Яшин, Л. Л. Шишов, В. А. Раскато. – М.: МСХА, 2000. – 560 с.

Составитель Малахова Наталья Анатольевна

МЕТОДЫ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Методические указания к проведению
практических занятий

Редактор Т. К. Коробкова
Компьютерная вёрстка Т. А. Измайлова

Подписано в печать 17 мая 2012 г. Формат 60x84 $\frac{1}{16}$.
Объем 1,3 уч.-изд. л., 1,75 усл. печ. л.
Тираж 100 экз. Изд. № 56. Заказ № 545.

Отпечатано в издательстве
Новосибирского государственного аграрного университета
630039, Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, каб. 106.
Тел./факс (383) 267-09-10. E-mail: 2134539@mail.ru