

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Комин Андрей Эдуардович

Должность: ректор

Дата подписания: 12.02.2019 12:08:27

Уникальный программный ключ:

f6c6d686f0c899fdf76a1ed8b448452ab8cac6fb1af6547b6d40cdf1bdc60ae2

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Приморская государственная сельскохозяйственная
академия»**

Институт животноводства и ветеринарной медицины

Кафедра химии и генетики

Экологическая химия

**учебное пособие для студентов очной и очно-заочной форм обучения
по специальности 36.05.01 Ветеринария**

Уссурийск 2016

Экологическая химия: учебное пособие для студентов очной, очно-заочной форм обучения по специальности 36.05.01 Ветеринария/ Приморская гос. с.-х. академия; сост. Н.А. Чугаева. – Уссурийск, 2016.- 113 с.

Пособие предназначено для подготовки к занятиям и зачетам студентов специальности 36.05.01 Ветеринария. В нем рассматриваются основные методы и приемы определения токсикантов в окружающей среде, пищевых продуктах, а также рассмотрен вопрос об инструментальных методах анализа в экологической химии. Приведены анкеты для определения содержания витаминов и минеральных веществ в организме человека. Пособие может быть рекомендовано также преподавателям при подготовке и проведении занятий по биологической химии и ветеринарно-санитарной экспертизе.

Рецензент: Максина Н.В., к.х.н., доцент кафедры естественно-научного образования школы педагогики ДВФУ

Печатается по решению методического совета ФГБОУ ВО «Приморская государственная сельскохозяйственная академия»

Содержание

Раздел 1. Макро- и микроэлементы в окружающей среде и живых организмах.....	5
Вопросы и задания.....	9
Раздел 2. Тяжелые металлы – загрязнители окружающей среды и пищевых продуктов.....	9
Лабораторная работа 1. Действие тяжелых металлов на живой организм.....	18
Лабораторная работа 2. Определение ионов Fe^{3+} в пищевых продуктах.....	19
Вопросы и задания.....	19
Раздел 3. Получение экологически безопасной сельскохозяйственной продукции.....	20
Лабораторная работа 3. Определение качества молочной продукции.....	22
Лабораторная работа 4. Определение качества мясной продукции.....	23
Лабораторная работа 5. Алкалоиды в продукции растениеводства.....	25
Лабораторная работа 6. Качественная оценка нитратов в продукции растениеводства с использованием дифениламина.....	27
Вопросы и задания.....	28
Раздел 4. Токсичные вещества в почве и воде.....	29
Лабораторная работа 7. Определение токсичных веществ в природной воде и почвенной вытяжке.....	31
Вопросы и задания.....	32
Раздел 5. Нитраты, нитриты и нитрозамины в продуктах питания.....	32
Лабораторная работа 8. Определение нитритов и нитратов в пищевых продуктах.....	34
Вопросы и задания.....	34
Раздел 6. Физико-химические методы анализа в экологической химии.....	35
Лабораторная работа 9. Фотоколориметрическое определение концентрации Cu^{+2} методом градуировочного графика.....	46
Лабораторная работа 10. Спектрофотометрическое определение железа.....	48
Лабораторная работа 11. Определение нитритного, нитратного и аммонийного азота в воде.....	52
Лабораторная работа 12. Определение нитратов в почвах методом спектрофотометрии.....	61
Вопросы и задания.....	62
Раздел 7. Экология питания.....	62
Лабораторная работа 13. Цветные реакции на белки.....	89
Лабораторная работа 14. Специфичность действия амилазы и сахаразы.....	89
Лабораторная работа 15. Влияние температуры на скорость ферментативной реакции.....	90
Лабораторная работа 16. Качественные реакции на витамины.....	90
Лабораторная работа 17. Качественные реакции на углеводы.....	91

Лабораторная работа 18. Выделение холестерина из мозга. Качественные реакции на холестерин.....	92
Лабораторная работа 19. Гидролиз нуклеопротеидов. Исследование продуктов гидролиза нуклеопротеидов.....	93
Лабораторная работа 20. Качественные реакции на гормоны.....	94
Лабораторная работа 21. Исследование анаэробного распада крахмала.....	95
Лабораторная работа 22. Качественное определение неорганических соединений костной ткани.....	96
Анкетирование на обеспеченность витаминами и минеральными веществами организма человека.....	102
Вопросы к зачету по экологической химии.....	106
Темы рефератов по экологической химии.....	110
Литература.....	112

Макро- и микроэлементы в окружающей среде и живых организмах.

1.1. Классификация химических элементов

Из 104 элементов Периодической системы Д.И. Менделеева в живых организмах обнаружено около 80. По значению для животных и человека В.В. Ковальский все химические элементы разделил на три группы:

1. Это элементы, постоянно содержащиеся в животных организмах, они включаются в обмен веществ, входят в состав белков, жиров, углеводов, ферментов, гормонов, витаминов, пигментов, являются незаменимыми. Их называют еще истинными биоэлементами. К ним относятся O, C, H, N, P, K, Na, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, Co, Mo, Se, Cl.

2. Это элементы, которые также постоянно содержатся в животных организмах, но физиологическая роль их малоизучена. Это 27 элементов. Среди них Cd, Cr, Ni, Sn, Al, Ti, Ag, Pb, Hg, Bi, U.

Набор элементов в этих двух группах не является неизменным. В 20-е годы наш выдающийся ученый В.И. Вернадский на основе начатого им широкого изучения химического состава организмов к числу обязательных или незаменимых относил 11 элементов. Тогда, в 20-е годы, ряд элементов, входящих в первую группу, заканчивался Fe. Но Вернадский полагал, что и Mn должен войти в эту группу. А такие истинные биоэлементы как Cu, Zn, которые сегодня известны достаточно хорошо, в те годы из-за малого их содержания в организмах определялись эпизодически. Сегодняшний уровень знаний и аналитических возможностей позволяет пересмотреть отношение к таким элементам, как Ni, Cr и даже Cd, и отнести их к разряду необходимых. И если по Cd мнения могут разойтись, то по Ni, Cr решение будет однозначным – жизненно необходимы. По мнению многих специалистов, к серьезным кандидатам на жизненную необходимость относятся также Pb, Sn, Rb.

3. Это элементы, которые также обнаруживаются в организме животных, но нерегулярно. Порядок их содержания в тканях и органах изучен плохо, биологическая роль не выяснена. К этой группе относятся не только такие редкие и мало известные, как Eu, Tb, Sm, Nd, но и довольно известные и широко используемые In, W, Au и др.

По содержанию в организме животных элементы разделяются на макро- и микроэлементы. Все элементы, количество которых в сухом веществе организмов попадает в порядок величин от 10 до 0,01%, относятся к макроэлементам, ниже 0,01% - к микроэлементам.

Среди необходимых организмам металлов к макроэлементам относятся только Ca, K, Na, Mg; остальные – микроэлементы (табл. 1).

Содержание химических элементов в организме животных
(по Ковальскому, 1974; Рейли, 1985)

Порядок содержания, % на сухое вещество	1 группа	2 группа
10n - n	O, C, H, N, Ca	
n - 0, n	P, K, S, Cl, Na	
0, n - 0, 0n	Mg	
0, 0n - 0, 00n	Zn, Fe	Sr
0, 00n - 0, 000n	Cu	Cd, Br, Li, Cs
0, 000n - 0, 0000n	I, Mn, V	F, Sn, B, Si, Cr, Al, Ba

В организмах животных макро- и микроэлементы выполняют три **основные функции**: входят в состав костей и зубов; в виде растворимых солей участвуют в регулировании состава жидкостей клеток организма; являются кофакторами многих ферментов и входят в состав функциональных белков. Хотя функции их в некоторой степени перекрываются, макроэлементы играют главную роль при выполнении первых двух функций; микроэлементы в основном выполняют третью функцию. Так железо и медь, например, содержатся в коферментах многих ферментов, участвующих в окислительно-восстановительных реакциях; цинк и марганец функционируют как активаторы некоторых ферментов.

1.2. Распределение важнейших биогенных элементов в организме человека

Органы человека по-разному концентрируют в себе различные химические элементы, т.е. микро- и макроэлементы неравномерно распределяются между разными органами и тканями. Большинство микроэлементов накапливается в печени, костной и мышечной тканях. Эти ткани являются основным депо (запасником) для многих микроэлементов.

Хорошо известно, что цинк концентрируется в поджелудочной железе, йод – в щитовидной, фтор – в эмали зубов, алюминий, мышьяк, ванадий накапливаются в волосах и ногтях, кадмий, ртуть, молибден – в почках, олово – в тканях кишечника, стронций – в предстательной железе, костной ткани, барий – в пигментной сетчатке глаза, бром, марганец, хром – в гипофизе и т.д.

В организмах микроэлементы могут находиться как в связанном состоянии, так и в виде свободных ионных форм. Установлено, что кремний, алюминий, медь, титан находятся в тканях головного мозга в виде комплексов с белками, тогда как марганец – в ионном виде.

Водород и кислород – макроэлементы. Они входят в состав воды, которой в организме взрослого человека в среднем содержится около 65%. Вода неравномерно распределена по органам и тканям. Так, в желудочном соке, слюне, плазме крови, лимфе вода составляет от 99,5 до 90%. В моче, сером веществе головного мозга, почках – 80%, в

белом веществе головного мозга, печени, коже, спинном мозге, мышцах, легких, сердце – 70-80%. Меньше всего – 40% воды содержится в скелете.

C, Y, O, N, S, P, являясь макроэлементами, входят в состав белков, нуклеиновых кислот и других биологически активных соединений организма. Содержание углерода в белках составляет от 51 до 55%, кислорода – от 22 до 24%, азота – от 15 до 18%, водорода - от 6,5 до 7%, серы – от 0,3 до 2,5%, фосфора – от 0,5%. О содержании белков в различных органах и тканях, и о примерном содержании макроэлементов можно судить на основании данных из табл. 2.

Таблица 2

Содержание белков в тканях различных органов животных и человека (% от сухой массы)

Органы и ткани	%	Органы и ткани	%
Селезенка	84	Головной мозг	45
Легкие	82	Кишечник	63
Мышцы	80	Кожа	63
Почки	72	Кости	28
Сердце	60	Зубы	24
Печень	57		

Как видно из табл.2, максимальное количество белков (примерно 80%) содержится в селезенке, легких, мышцах, минимальное – (примерно 25%) – в костях и зубах.

Основная часть фосфора входит в состав фосфолипидов. Примерно 600 г их содержится в костной ткани. Это составляет 85% от массы всего фосфора, находящегося в организме человека. Концентрируется фосфор и в твердых тканях зубов, в состав которых он входит вместе с Ca, Cl, F, в виде гидроксил-, хлор-, фторapatитов.

Ca преимущественно концентрируется в костной ткани и зубной эмали. Na и Cl содержатся во внеклеточных жидкостях, а K и Mg - во внутриклеточных.

Десять металлов, жизненно необходимых для живого организма, получили название **«металлы жизни»**. Так установлено, что в организме человека массой 70 кг содержание «металлов жизни» составляет:

кальция – 1700 г, калия – 250 г, натрия – 70 г, магния – 42 г, железа – 5 г, цинка – 3 г, меди – 0,2 г, марганца, кобальта, молибдена – менее 0,1 г.

В теле взрослого человека содержится около 3 кг минеральных солей, причем 2,5 кг приходится на долю костных тканей.

1.3. Биологическая роль макро- и микроэлементов в организме

Биологическая роль элементов в организме человека чрезвычайно разнообразна.

Главная функция макроэлементов состоит в построении тканей, поддержании постоянства осмотического давления, ионного и кислотно-основного состава.

Микроэлементы, входя в состав ферментов, гормонов, витаминов, биологически активных веществ в качестве комплексообразователей или активаторов, участвуют в обмене веществ, процессах размножения, тканевом дыхании, обезвреживании токсических веществ. Микроэлементы активно влияют на процессы кроветворения, окисления и восстановления, проницаемость сосудов и тканей.

Имеются данные, что содержание некоторых элементов в организме человека меняется с возрастом. Так, содержание Cd в почках и Mo в печени к старости повышается. Максимальное содержание Zn наблюдается в период полового созревания, затем оно понижается и в старости доходит до минимума. Уменьшается с возрастом и содержание других микроэлементов, например V и Cr.

Недостаток в пищевом рационе таких элементов как Fe, Cu, F, Zn, I, Ca, P, Mg и некоторых других, приводит к серьезным последствиям для здоровья человека.

Минеральные компоненты, которые в ничтожно малых количествах являются жизненно необходимыми, при более высоких концентрациях становятся токсичными.

Ряд элементов (Ag, Hg, Pb, Cd) считаются токсичными, так как попадание их в организм уже в микроколичествах приводит к тяжелым патологическим явлениям.

1.4. Применение биогенных элементов

Биогенные элементы нашли широкое применение в сельском хозяйстве. Добавление в почву незначительных количеств микроэлементов – бора, меди, марганца, цинка, кобальта, молибдена – резко повышают урожайность многих культур. Оказывается, что микроэлементы, увеличив активность ферментов в растениях, способствуют синтезу белков, витаминов, нуклеиновых кислот, сахаров и крахмала. Некоторые из них положительно влияют на фотосинтез, ускоряют рост и развитие растений, созревание семян. Микроэлементы добавляют в корм животным, чтобы повысить их продуктивность.

Соединения, содержащие в составе Cu, используют в животноводстве для избавления крупного рогатого скота от синей гнили на копытах.

Анализ содержания и соотношения микроэлементов в организме человека находит применение и в судебно-медицинской экспертизе. Например, в случае алкогольного отравления под влиянием этилового спирта в печени повышается содержание кальция, а натрия и калия становится меньше. При этом в сердце и почках, наоборот, содержание кальция снижается.

Широко используют различные элементы и их соединения в качестве лекарственных средств.

Таким образом, изучение биологической роли элементов, выяснение взаимосвязи обмена этих элементов и других биологически активных веществ – гормонов, ферментов, витаминов – способствует созданию новых лекарственных препаратов и разработке оптимальных режимов их дозирования как с лечебной, так и с профилактической целью.

Вопросы и задания

1. В земной коре массовая доля алюминия составляет 7,45%. Почему в живых организмах алюминий содержится в очень незначительных количествах? Объясните явление «травяного столбняка» у крупного рогатого скота.
2. Какие существуют классификации химических элементов, входящих в живой организм?
3. В земной коре меди содержится значительно меньше, чем титана, а в живом организме меди содержится в десятки раз больше. Как это можно объяснить?
4. При судебно-медицинской экспертизе было установлено повышенное содержание кальция и пониженное содержание натрия и калия в печени. Отравление каким веществом могло иметь место?
5. В каком состоянии большинство р-элементов находится в организме?
6. Назовите основные биологические функции, выполняемые d-элементами в организме.
7. Существует ли взаимосвязь между токсичностью металла и его атомным радиусом?
8. Приведите уравнения реакции влияния кислотных дождей на перевод в раствор токсичных металлов.

Раздел 2

Тяжелые металлы – загрязнители окружающей среды и пищевых продуктов

Начиная с конца 60-х годов определение «микроэлементы» применительно к металлам стало все чаще и чаще заменяться сочетанием **«тяжелые металлы» (ТМ)**. В англоязычной литературе эти металлы называются также «следовыми» (trace metals). И наконец, в 80-е годы за ТМ закрепился синоним **«токсичные металлы»**. Еще в 1976 году Д. Фиппс в книге «Металлы и метаболизм» определил как токсичные такие металлы, которые не являются жизненно необходимыми и которые даже в малых дозах приводят к нарушению

нормальных метаболических функций. Фиппс предупреждал, что патологические следствия и опасная доза металла трудно определимы, изменчивы и зависят от многих факторов, особенно таких, которые могут влиять на уровень поступления металла в организм и регулировать обусловливаемый металлами метаболизм. Такая эволюция терминов не случайна и идет «в ногу» с изменениями, происходящими в среде, с изменениями в биосфере Земли в целом.

С точки зрения химии, к ТМ относятся более 40 химических элементов периодической системы Д.И.Менделеева с атомными массами свыше 50 атомных единиц массы (а.е.м.). Иногда ТМ называют элементы, которые имеют плотность более 7-8 тыс.кг/м³.

2.1 Поступление, трансформация и миграция ТМ в окружающей среде

Поступление тяжелых металлов в окружающую среду происходит как в результате естественных процессов (образование аномально обогащенного металлами морского и вулканического аэрозоля, выветривание почв и горных пород), так и антропогенных выбросов.

Многие тяжелые металлы в настоящее время добываются в количествах, сопоставимых с участвующими в природных круговоротах, или даже превосходящих их. Например, для меди, свинца, хрома добыча и вовлеченность в естественные круговороты характеризуются следующими цифрами (табл. 3).

Таблица 3

Металлические элементы в естественных круговоротах (Мг/год)

Металл	Добыча	Речной сток	Биологический круговорот
Cu	6,0	1,8	2,07
Pb	2,4	2,9	0,21
Cr	2,0	2,5	0,47

Использование извлеченных из земных недр металлов, как правило, приводит к их рассеиванию в окружающей среде за счет истирания, коррозии, улетучивания (последнее относится главным образом к элементарноорганическим соединениям свинца, ртути, олова, сурьмы, мышьяка и селена).

Металлургические предприятия, сжигание различных видов топлива поставляют в атмосферу Fe, Mn, Co, Pb, Zn, Cu, V, W, Cd и др. Так, от ТЭЦ, сжигающей около 500 т угля в сутки ежегодно выбрасывается в атмосферу примерно: V – 37, Pb- 21, As - 20, F – 13, Ni – 10, Be – 1 т. Не меньшие их количества дополнительно поступают в атмосферу из золонакопителей.

В атмосфере металлы подвергаются различным превращениям с изменением валентности и растворимости. Например, металлургические комбинаты, тепло- и электростанции выбрасывают тяжелые металлы

преимущественно в нерастворимой форме в составе твердых частиц. Однако в ходе атмосферного переноса происходит постепенное их выщелачивание из минеральной алюмосиликатной матрицы и переход в ионную, водорастворимую форму, которая является более доступной для живых клеток организма и, как следствие, более токсичной (табл. 4).

Таблица 4

Изменение доли водорастворимой формы некоторых металлов при атмосферном переносе

Источник	Расстояние от источника, км	Доля водорастворимой фракции, %		
		Cu	Ni	Pb
Череповецкий металлургический комбинат	0-2	2,5	1,4	0,1
	10	6,2	3,1	4,8
	50	13	11	5,2
	80	15	17	8,1
Химкомбинат, Усолье-Сибирское	0-5	16	35	48
	10	32	63	76
	15	33	77	93
ГРЭС	0-5	47	1,1	45
	10	50	4,7	62
	25	75	13	62

Как видно из табл. 4, по мере удаления от источника возрастает доля водорастворимой фракции некоторых металлов.

2.2. Основными техногенными источниками атомов ТМ для окружающей среды служат:

- 1) Предприятия тепло- и электроэнергетики;
- 2) Предприятия черной и цветной металлургии;
- 3) Горнодобывающие предприятия;
- 4) Цементные заводы;
- 5) Химические комбинаты;
- 6) Автотранспорт.

Большая часть загрязняющих компонентов, входящих в состав промышленных выбросов, выводится из атмосферы вблизи источников. В результате этого в районах размещения крупных предприятий всегда формируются искусственные геохимические аномалии. Ореолы рассеяния определяются в таких случаях в основном характером преобладающих в данной местности ветров, режимом осадков, а также ландшафтом. Как правило, протяженность техногенных аномалий больше в равнинных, не покрытых лесами местностях (до 25-30 км от источника).

В настоящее время в России наблюдается тенденция децентрализации системы теплоснабжения потребителей, вытеснение ТЭЦ и крупных котельных индивидуальными или малыми системами отопления. Для г.Уссурийска Приморского края с развитым жилым частным сектором характерно наличие большого числа малых автономных источников теплоснабжения. Вследствие менее совершенной

организации процессов горения в малых котлах это приводит к перерасходу топлива, повышенному выбросу вредных веществ и ухудшению экологической обстановки. Высота дымовых труб этих малых котельных составляет 18-30 м (высота трубы крупной котельной – 70 м), поэтому они имеют ограниченные возможности рассеивания выбросов в атмосфере. Более того, агрегаты малой энергетики располагаются в центре своих нагрузок, непосредственно в жилой зоне. Вследствие этого зоны влияния отдельных малых котельных могут сливаться, образуя одну большую зону загрязнения воздуха; их выбросы становятся сопоставимыми с выбросами от котлов ТЭЦ, что, несомненно, связано с неполнотой сгорания топлива.

Главный механизм очищения среды от соединений тяжелых металлов – гравитационное, сухое и влажное осаждение их на подстилающую поверхность. По результатам измерений в 1990 – 2000 гг. в странах Западной Европы, поток различных металлов на почву характеризовался следующими величинами (мг/(м²•год)): Pb-2-50, Zn-5-35, Cu-1-25, Ni-0,2-2, Cd и Cr-0,1-1. На северо-востоке США в те же годы этот поток для свинца, цинка и кадмия лежал в пределах 20-50, 47-54 и 0,7-2 мг/(м²•год) соответственно. Следовательно, осаждение из атмосферы – один из важных путей загрязнения почв и водоемов этими элементами.

1.4. Биологическое действие тяжелых металлов

Химические элементы, выделенные решением Европейской экономической комиссии ООН в группу наиболее опасных тяжелых металлов, включают Hg, Pb, Cd, Cr, Mn, Ni, Co, V, Cu, Fe, Zn, Sb. К опасным химическим веществам относятся также типичные металлоиды мышьяк и селен. Особенно опасными для живого организма оказываются металлы, не входящие в состав биомолекул, т.е. **ксенобиотики**: Hg, Cd, Pb. Все они образуют особо прочные соединения с концевыми тиогруппами белков, и поэтому их называют **тиоловыми ядами**.

Большинство из перечисленных металлов относятся к d-элементам. Наличие вакансий в электронных оболочках d-элементов обуславливает легкость их включения в комплексные соединения, в том числе и с биолигандами. Благодаря этому такие металлы с переменной валентностью, как Fe, Mn, Cr, Co, Ni, V, Cu наряду с цинком и молибденом, входят в состав **протетических групп ферментов** и некоторых белков. В составе комплексов с биомолекулами они участвуют в переносе кислорода, алкильных групп и во многих других жизненно важных процессах и реакциях. Однако индивидуальная потребность организмов в тяжелых металлах очень мала, а поступление из внешней среды избыточных количеств этих элементов приводит к различного рода токсическим эффектам.

На **биодоступность и токсичность металлов** прямо или косвенно **влияют** многие абиотические факторы: pH и Eh среды, жесткость, щелочность, соленость, температура и др. Особое значение первые два

показателя имеют для таких элементов, как железо, марганец, хром, изменяющих валентность под действием этих факторов. Их формы с более высокой степенью окисления характеризуются, как правило, более высокой токсичностью.

Так, в формировании активной формы **гормона инсулина** выдающаяся роль принадлежит Zn^{2+} . Возможно, что отсутствие должного уровня гормональной активности у синтетического инсулина связано с какими-то тонкими особенностями структуры, которые препятствуют возникновению биологически активного комплекса протомеров с Zn^{2+} . Та или иная конформация молекул высокополимерной РНК в огромной степени определяется ионной силой раствора, а многие катионы (Cr, Ni, Fe, Zn, Mn и др.) принимают непосредственное участие в формировании спиральной структуры нуклеиновых кислот.

В присутствии некоторых из перечисленных катионов повышается температура плавления нуклеиновых кислот, что свидетельствует о более высокой стабильности их молекул. Предполагают, что указанная стабилизация достигается благодаря возникновению межмолекулярных сшивок через ионы металлов **по типу “слоеного пирога”**. Аналогично этому ионы металлов принимают участие в строении нуклеопротеинов, связывая молекулы белков и нуклеиновых кислот.

«Синие оксидазы» – это медьсодержащие оксидазы, их концентрированные растворы имеют синий цвет. Характерным представителем этой группы оксидаз является аскорбатоксидаза – белок с $M = 130000 - 140000$, содержащий 8 атомов меди на молекулу и состоящий из двух равных субъединиц. Она открыта А. Сцент - Дьердьи (1928) и очищена Х. Таубером (1938).

Многие катионы (Mn^{2+} , Zn^{2+} , Ni^{2+} и др.) активно участвуют в ферментативном катализе, связывая на короткое время очень непрочными связями либо субстрат и фермент (при возникновении фермент-субстратного комплекса), либо кофермент с апоферментом (в двухкомпонентных ферментах). В табл. 5 приведены некоторые данные об активировании катионами металлов некоторых ферментативных процессов.

Таблица 5

Ферменты, активируемые катионами металлов

Класс ферментов	Наименование ферментов	Металлы, активирующие фермент
1. Оксидоредуктазы	Аскорбатоксидаза	Cu
	Полифенолоксидаза	Cu
	Ксантинооксидаза	Mo

2.Трансферазы	Ацетилтрансфераза	Mg, K
	Гексокиназа	Mg, Mn
	Аминоацилтрансфераза	Mn
3. Гидролазы	Аргиназа	Mg, Co
	Аденозинтрифосфатаза	Mn
	Карбоксипептидаза	Zn
	Фосфатаза	Co
4. Лиазы	Альдолаза	Zn, Co
	Карбоксилаза	Mn, Cu, Zn, Co
5. Лигазы	Аминоацил-тРНК-синтетаза	Mg, Zn
	Ацил-КоА-синтетаза	Mg
6. Изомеразы	Фосфоглюкомутаза	Mn, Co

1.5. Биологическое действие некоторых ТМ на организм сельскохозяйственных животных и птицы

Никель. Изучение содержания никеля в организмах сельскохозяйственных животных в обогащенной никелем биогеохимической провинции, показало, что никель больше всего концентрируется шерстью, кожей, рогами, т.е. органами эктодермального происхождения. У овец в этой биогеохимической провинции очень распространено заболевание глаз – кератит и керато-конъюнктивит (до 30 % ягнят и 22 % телят). Роговица глаз, как органа эктодермального происхождения, также богата никелем, причем в роговице, пораженной бельмом, содержание Ni значительно выше. По - видимому, повышенное накопление никеля в роговице является причиной эндемического заболевания, выражающегося в появлении бельма.

Органы с пониженным обменом – шерсть, рога – депонируют никель, способный быть токсичным в больших концентрациях для организма, и, возможно, что отмеченное в никелевых районах повышение шерстяной продуктивности овец является одним из приспособительных изменений организма в ответ на избыточное поступление никеля.

Дефицит этого микроэлемента приводит к ряду нарушений. Так, недостаток никеля в рационе цыплят вызывает замедление роста, дерматиты и деформацию конечностей; у крыс зарегистрированы низкий темп роста, уменьшение подвижности, повышение уровня смертности в

помете. Никельдефицитное состояние человека в литературе не описано, хотя принципиально оно возможно.

В тоже время никель принадлежит к числу высокотоксичных и канцерогенных элементов. Его повышенное содержание в организме может вызывать злокачественные образования толстого кишечника, рак легких, оказывать эмбриотоксичное и иное воздействие.

Кадмий. Кадмий в животных организмах был открыт в 1930 г.: Г. Фокс и Г. Ремедж определили его в золе печени гребешка *Pecten maximus*. Толчком к резкому возрастанию интереса к этому элементу была вспышка в Японии болезни итаи-итаи, причиной которой является избыточное попадание кадмия в пищу.

Существует целый ряд факторов, приводящих к увеличению количества кадмия, попадающего в организм человека. Одним из таких факторов является курение. С каждой сигаретой курильщики вдыхают 0,1 - 0,2 мкг кадмия, в легких абсорбируется от 25 до 50 % поступившего кадмия, это означает, что при выкуривании 20 сигарет в организм всасывается около 0,5 - 2 мкг кадмия.

Установлено, что продолжительное поступление кадмия в организм вызывает тяжелые заболевания почек, костей, анемию, гипертонию. Наиболее чувствительным и поражаемым органом являются почки. Заболевание выражается в повреждении проксимальных канальцев почек, приводящем к нарушению их абсорбционной функции. Обычно абсорбирующиеся в канальцах низкомолекулярные белки начинают выводиться из организма в возрастающих количествах (канальцевая протеинурия). Вслед за этим может нарушаться абсорбция аминокислот и фосфора. Нарушение обмена фосфора и кальция, происходящего в почках, может повлечь за собой десорбцию этих минеральных компонентов из костей. Повреждения в почках, вызванные кадмием, обычно обратимы. Заболевание костей в результате кадмиевого отравления является, по-видимому, вторичным.

В результате дисфункции почечных канальцев в присутствии кадмия при дефиците кальция происходит декальцификация скелета, приводящая к деформации костей, их необычной хрупкости и ломкости.

Исследования токсичности кадмия на многих животных выявило также его тератогенное, эмбриотоксическое и гонадотропное действие.

Хром. Согласно исследованиям С. Боровика и А. Войнара, хром является постоянным компонентом органов человека, обладающих внутрисекреторными функциями. Его содержание (в граммах на 100 г зола органа) составляет :

в гипофизе - 0,003; в надпочечных железах - 0,002; в щитовидной железе - 0,002; в яичниках - 0,001; в поджелудочной железе - 0,001; в семенниках - 0,0005.

Хром содержится в различных продуктах, он обнаруживается в следующих концентрациях (мг / кг):

в морских продуктах 0 – 0,44; злаках - 0 – 0,52; фруктах - 0 – 0,2; овощах - 0 – 0,36; мясе - 0,02 – 0,56; молоке - 0 – 0,01; масле - 0 – 0,17.

В оболочках семян отмечается значительная концентрация хрома. При рафинировании пищевых продуктов обычно происходят большие потери хрома. Так, сахар - сырец содержит 0,3 мг / кг хрома, а рафинированный – 0,02 мг / кг, аналогично неполированный рис - 0,16, полированный – 0,04 мг / кг. Различия содержания хрома в непросеянной пшенице и белой муке менее существенны – 0,05 и 0,03 мг / кг соответственно.

По всей видимости, основная биологическая роль хрома заключается в поддержании нормального уровня содержания глюкозы в организме. Недостаток металла в рационе приводит к нарушению глюкозного и липидного обмена и может привести к диабету и атеросклерозу

Есть сведения о стимулирующем действии хрома на рост сельскохозяйственных растений. Животные, в пище которых не хватает хрома, плохо растут и живут недолго.

Известно, что несмотря на низкое накопление хрома в органах и тканях, плод животного снабжается значительным количеством этого элемента и что уровень хрома в тканях с возрастом снижается. Интересно, что во всех тканях, кроме печени и почек, снижение концентрации хрома происходит в течение первых месяцев жизни. В печени и почках ребенка содержание хрома сохраняется на одном уровне от рождения до 10 - летнего возраста. Наличие хрома в теле новорожденных животных и яйцах птиц указывает на то, что физиологические концентрации хрома в организмах не токсичны.

Свинец. Войнар (1960) приводит следующие величины содержания свинца в органах человека в мг / 100 г влажной ткани:

почки - 0,027; мышцы - 0,010; сердце - 0,038; мозг - 0,013; печень - 0,130; селезенка - 0,030; легкие - 0,028; кости длинные - 1,88; ребра - 0,47; желудок - 0,022; кишечник - 0,023.

Особенно большое сродство к свинцу имеют ядра клеток, находящихся в состоянии деления. Интенсивно накапливается свинец в костном мозгу и в тканях злокачественных опухолей.

Метаболизм свинца имеет много общего с метаболизмом кальция. Оба металла содержатся в кристаллической структуре костей, которые в основном состоят из фосфата кальция. При избыточном поступлении свинца в организм, он постепенно проникает в костную структуру, подменяя кальций, и остается потенциально опасным в течение многих месяцев.

Из организма животных и человека свинец выводится с фекалиями, мочой и потом. Около 90 % поступившего свинца выводится с фекалиями, 7,5 % - с мочой. Другими путями выведения являются секреция органов желудочно-кишечного тракта, волосы, ногти и пот.

Отмечено выведение свинца из организма и с молоком, в женском молоке обнаружено 0,12 мг / л свинца, повышенное содержание свинца в

женском, а также в коровьем молоке наблюдается в местностях с очень высоким содержанием свинца в окружающей среде.

Железо. Железо широко распространено в животном и растительном мире и является истинным биоэлементом, постоянно содержится в живых организмах, входит в состав ферментов, гормонов, витаминов и по своему значению для организма является незаменимым. Биологические функции этого металла многочисленны и разнообразны. Выделяют функциональное, транспортное и депонированное железо.

К функциональному относится железо, содержащееся в дыхательных белках – гемоглобине и миоглобине, пигменте хлорофилле, различных ферментах – каталазах, пероксидазах, цитохроме С. и др. Гемоглобин – дыхательный белок, имеется почти у половины всех видов животных, а также обнаружен в плесневых грибах, простейших, у растений – в точках роста и корневых клубеньках бобовых. Гемоглобиновое железо составляет 75 – 80 % от его общего количества в организме человека. Цитохромы и металлофлавопротеиды принимают участие в переносе электронов в цепи окислительно – восстановительных реакций, обеспечивающих тканевое дыхание.

Железопроtein трансферрин выполняет функции переноса металла и связывания свободно циркулирующего в сыворотке крови железа, создавая обменный фонд элемента в организме. Запасное железо депонируется в клетках печени, селезенки и костного мозга в составе ферритина и гемосидерина. Эти сложные белковые комплексы содержат около 25 % железа, находящегося в организме.

Абсорбированное в клетках слизистой железо окисляется из двухвалентного в трехвалентное, а затем соединяется с транспортным белком трансферрином. Этому процессу способствует медьсодержащий белок церулоплазмин. Перенесенное в селезенку и печень трехвалентное железо превращается в ферритин.

При избытке железа в организме развивается сидероз, характеризующийся высоким содержанием железа в печени. Кроме пищевой перегрузки железом известен экзогенный сидероз, который встречается у шахтеров, добывающих железную руду, у электросварщиков и выражается в массивном отложении железа в легких. Железодефицитное состояние, называемое анемией – повсеместно распространенное заболевание.

Для водных животных и, в частности, рыб слишком большое содержание соединений металла в среде губительно. Так, для щуки, линя и форели губительна концентрация железа 1 – 2 мг / л при рН 5,0 – 6,7. Между тем сточные воды некоторых производств содержат во много раз больше металла.

1.6. Детоксикация ТМ в живых организмах

Живые организмы проявляют определенную устойчивость к воздействию металлов. Такая устойчивость может обеспечиваться либо

высокой метаболической активностью, которая обуславливает транспорт веществ в клетку и из неё, либо наличием механизмов детоксикации.

Процесс детоксикации может осуществляться несколькими путями. Экзогенная детоксикация заключается в интенсивном выделении клетками в среду специфических органических веществ, обезвреживающих токсичность ионов путем комплексообразования. Эндогенная детоксикация связана с внутриклеточными биохимическими процессами, направленными на изоляцию или связывание токсичных веществ с дальнейшим выделением их или локализацией в клетках. Так, например кадмий, связывается сульфгидрильными группами низкомолекулярных белков с образованием металлотионеинов. Прочность связывания металла тионеинами обуславливает, с одной стороны нейтрализацию поступающего в организм металла и выведение его из метаболизма, с другой – задержку металла и накопление его в организме с возрастом.

Лабораторная работа 1. Действие тяжелых металлов на живой организм

Белки вступают во взаимодействие со многими соединениями (кислотами, ионами тяжелых металлов, спиртами и т.п.), а также конкурируют с ними за молекулы растворителя (воды). Во многих случаях результатом указанных процессов является выпадение белков в осадок.

Опыт 1. Осаждение белков солями тяжелых металлов. Белки осаждаются солями меди, свинца, ртути, цинка, серебра и других тяжелых металлов. Денатурация белков солями тяжелых металлов вызывается глубокими нарушениями вторичной и третичной структур макромолекул белка.

Ход работы. В четыре пробирки наливают по 1-2 мл 1%-ного раствора белка и по каплям добавляют растворы солей: в первую – ацетата свинца, во вторую – сульфата меди (II), в третью – хлорида железа (III), в четвертую – нитрата серебра (до выпадения осадков).

Опыт 2. Белки как противоядие для ионов ТМ. Взаимодействие ионов металлов с белками (т.е. инактивация ферментов) основано на образовании многочисленных донорно-акцепторных связей (акцептор – ион, донорные центры белка – группы $-\text{NH}_2$, $-\text{OH}$, $-\text{SH}$, $-\text{COOH}$ и др.). При этом может происходить сначала частичное, затем более глубокое разрушение пространственной структуры белка, которое по своей сути относится к явлению необратимой денатурации. Именно на этом явлении основано использование молока как противоядие при отравлении тяжелыми металлами.

Ход работы. Реактивы: 0,5- 1%-ный раствор соли свинца, молоко, растворы крахмала и амилазы, раствор йода.

Растворы наливают в равных объемах в следующей последовательности: первая пробирка – раствор амилазы, воду, растворы соли свинца и крахмала; во вторую пробирку – раствор амилазы, молоко, растворы соли свинца и крахмала. Содержимое пробирок перемешивают, через 20 минут добавляют в обе пробирки по две капли раствора йода. В обеих пробирках находились ионы свинца, инактивирующие амилазу, но в присутствии молока активность амилазы сохранилась, о чем свидетельствует отсутствие синего окрашивания раствора при добавлении йода.

Лабораторная работа 2. Определение ионов Fe^{3+} в пищевых продуктах

В случае большого недостатка железа в организме возникает заболевание – железodefицитная анемия (малокровие). Железо содержится в мышечном белке и во многих ферментах. Главное депо железа – печень: здесь у взрослого человека может быть запасено до 1 г железа. Избыточное количество железа приводит к образованию нерастворимого в воде железосодержащего белка, который не используется организмом и, откладываясь в тканях и органах, вызывает нарушение их функций и приводит к заболеваниям.

В связи с вышесказанным необходимо знать, в каких пищевых продуктах содержатся ионы железа и уметь определять их присутствие.

Ход работы. Берут сок овощей или фруктов и определяют в нем наличие ионов Fe^{3+} . К 10 мл исследуемого сока прибавляют 1-2 капли HCl и 0,2 мл (4 капли) 50%-ного раствора $KSCN$. Перемешивают и наблюдают развитие окраски. Примерное содержание железа находят по табл. 6. Применение этого метода для окрашенных соков затруднено.

Таблица 6

Приближенное определение ионов Fe^{3+}

Окрашивание (рассмотрение пробирки на белом фоне)	Примерное содержание ионов Fe^{3+} , мг/г
Отсутствие	Менее 0,05
Едва заметное желтовато-розовое	От 0,05 до 0,1
Слабое желтовато-розовое	От 0,1 до 0,5
Желтовато-розовое	От 0,5 до 1,0
Желтовато-красное	От 1,0 до 2,5
Ярко-красное	Более 2,5

Вопросы и задания

1. Дайте определение ТМ с химической и токсикологической точки зрения.
2. Перечислите основные источники поступления ТМ в биосферу.
3. Приведите примеры отрицательного воздействия ТМ на живой организм.

4. В какой форме находятся ТМ в окружающей среде? Приведите примеры.
5. Опишите процесс трансформации ТМ в почве.
6. Опишите процесс трансформации ТМ в живом организме.
7. Объясните фразу «Белки – это противоядие для ТМ».
8. Объясните смысл использования медного купороса в сельском хозяйстве, на садовом участке при опрыскивании растений, как антисептика в медицине.
9. Почему нельзя держать кислые продукты в алюминиевой посуде?
10. Ляпис (нитрат серебра) применяют как бактерицидный препарат. На чем основано его действие?
11. Как влияет рН среды на форму нахождения металла? Приведите примеры.
12. Опишите основные методы детоксикации окружающей среды и живого организма от ТМ.
13. Какие ферменты содержат в своем составе ТМ? Приведите примеры.

Раздел 3

Получение экологически безопасной сельскохозяйственной продукции

Организм животных и окружающая среда взаимосвязаны и влияют друг на друга. Поэтому в животноводстве необходимо осуществлять мероприятия как по охране окружающей среды от загрязнения отходами самого животноводства, так и по защите животных от неблагоприятного воздействия окружающей среды.

Интенсификация сельскохозяйственного производства углубила противоречие между природными и аграрными биоценозами. Применение минеральных удобрений, пестицидов, тяжелой техники, неоправданной мелиорации создало целый спектр экологических проблем: загрязнение продуктов питания, кормов нитратами и нитритами, миграция их в грунтовые воды и попадание в открытые водоемы, загрязнение почв и продукции сельскохозяйственного производства тяжелыми металлами и остаточными количествами пестицидов, воздействие пестицидов на биоту, изменение фитоценозов, потеря плодородия почв в результате дегумификации и эрозии, опустынивание. Это далеко не полный перечень экологических проблем, существующих в сельскохозяйственном производстве.

Для получения экологически безопасной животноводческой продукции необходимо разработать соответствующую технологию в животноводстве, обеспечить каждое животноводческое предприятие экологическим паспортом, совершенствовать генотип животных с целью повышения устойчивости к болезням.

Роль азотных удобрений в повышении урожайности сельскохозяйственных культур очень велика: азот входит в состав белков, нуклеиновых соединений, хлорофилла, витаминов, БАВ. В оптимальных дозах азотные удобрения на 20-40% увеличивают продуктивность растений.

Накопление нитратов в клеточном соке – это нормальная реакция на повышенное азотное питание. Поэтому, если уровень азотного питания превышает потребность растений в азоте на синтез белка, растения обязательно будут содержать токсичные концентрации нитратов. Если фотосинтез будет идти не с максимальным коэффициентом, то вероятность накопления нитратов резко возрастает, это происходит потому, что восстановление нитратов идет в фотосинтетическом аппарате растений и на этот процесс расходуется большое количество энергии. Следовательно, все факторы, которые отрицательно влияют на фотосинтез, могут стать причиной накопления нитратов. Среди них наибольшее значение имеют засуха, повышенная облачность, недостаток микроэлементов, входящих в состав нитрат-редуктазной системы, некоторые гербициды.

Наибольшее количество нитратов накапливают зеленые овощи и растения из семейства капустных. Значительно меньше нитратов кумулируют растения из семейства сельдерейных – морковь, петрушка, сельдерей.

Критерием оценки растениеводческой продукции в отношении нитратов являются их предельно-допустимые концентрации, утвержденные Минздравом в 1988 г. (табл. 7).

Таблица 7

Допустимые уровни содержания нитратов в растениеводческой продукции

Наименование продукта	Содержание нитрат-иона, мг/кг сырой массы	
	Открытый грунт	Защищенный грунт
Картофель	250	-
Капуста белокочанная ранняя	900	-
Капуста белокочанная поздняя	500	-
Морковь ранняя	400	-
Морковь поздняя	250	-
Томаты	150	300
Огурцы	150	400
Свекла	1400	-
Лук репчатый, луковицы	80	-
Лук зеленый	600	800
Листовые овощи	2000	3000
Дыни	90	-
Арбузы	60	-
Перец сладкий	200	400
Кабачки	400	400

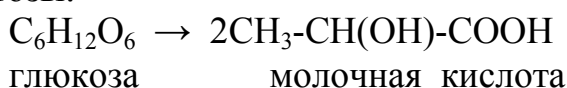
Виноград	60	-
Груши	60	-
Яблоки	60	-
Продукты диетического питания	50	-
Компоты, соки, пюре	50	-
Консервированные овощи для питания детей старше 4 месяцев	200	-
Тыква для изготовления консервов для детского питания	200	-

Центральное место в профилактике – это применение оптимальных, экологически обоснованных доз азотных удобрений с учетом типа почвы, содержания в ней биогенных элементов. Большую роль играет выбор сортов, в наименьшей степени накапливающих нитраты.

При несоблюдении вышеперечисленных условий токсины попадают по пищевой цепи в организм человека и, накапливаясь, дают отрицательный эффект.

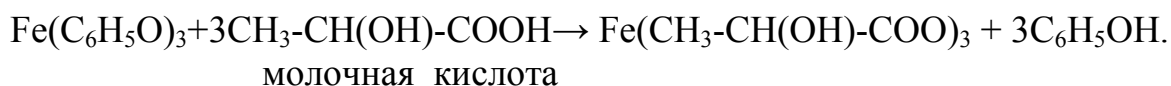
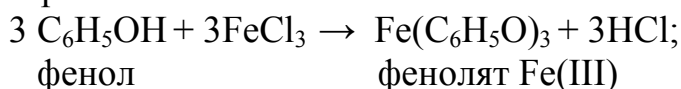
Лабораторная работа 3. Определение качества молочной продукции

Опыт 1. Обнаружение молочной кислоты в молочной сыворотке и других кисломолочных продуктах. При хранении молока происходит накопление в нем молочной кислоты. Кислота образуется в результате молочнокислого брожения глюкозы, образовавшейся при гидролизе лактозы:



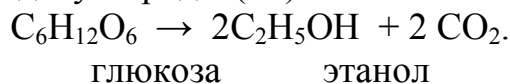
Ход работы. Кисломолочные продукты фильтруют. В первую пробирку наливают 5 капель фильтрата и 1-2 капли универсального индикатора. Определяют среду фильтрата.

Во вторую пробирку наливают 2-3 капли водного раствора фенола и 1 каплю раствора хлорида железа (III). К образовавшемуся раствору фенолята железа (III) добавляют по каплям полученный фильтрат кисломолочного продукта до изменения первоначальной окраски раствора:



Опыт 2. Обнаружение этанола в кефире и молочной сыворотке.

Лактоза молока при гидролизе образует галактозу и глюкозу. Последняя под влиянием ферментов дрожжей может сбраживаться, окисляться до этилового спирта и оксида углерода (IV):



Ход работы. Для открытия этанола кефир и молочную сыворотку фильтруют. В пробирки наливают по 5 капель фильтрата кефира и сыворотки и добавляют по 5 капель 10%-ного раствора NaOH, а также несколько капель раствора йода в йодиде калия. В присутствии этанола жидкость мутнеет, появляется запах йодоформа:



Сделать соответствующие выводы о свежести молочной продукции.

Опыт 3. Определение кислотности молока титриметрическим методом. Сущность метода состоит в титровании кислых компонентов молока раствором щелочи в присутствии фенолфталеина.

Бюретку наполняют 0,1 Н раствором щелочи (NaOH, KOH), устанавливают уровень ее на нулевом делении. В колбу на 100 мл отмеряют пипеткой 10 мл молока, прибавляют 20 мл дистиллированной воды и три капли фенолфталеина. Смесь перемешивают и титруют 0,1 Н раствором щелочи до появления слабо-розовой окраски, не исчезающей в течение 1 минуты. По шкале бюретки определяют количество щелочи в мл, пошедшей на титрование 10 мл молока.

Кислотность молока в градусах Тернера (под градусом Тернера понимают (°Т) количество мл 0,1 Н раствора щелочи, необходимого для нейтрализации 100 мл молока) равна объему 0,1 Н раствора щелочи, пошедшего на титрование, умноженному на 10:

$$\text{Кислотность (°Т)} = V (\text{щелочи, пошедшей на титрование}) \cdot 10$$

Расхождение между параллельными определениями должно быть не более 1°Т.

Для приготовления контрольного эталона окраски в такую же колбу отмеряют 10 мл молока, 20 мл дистиллированной воды и 1 мл 2,5%-ного раствора сульфата кобальта (II).

Титрование необходимо вести всегда с одной скоростью. При быстром титровании результаты получаются ниже, чем при медленном.

Сделать соответствующие выводы о свежести молока исходя из полученных данных по кислотности.

Лабораторная работа 4. Определение качества мясной продукции

Для анализа берут мясо или рыбу и с помощью химических методов определяют их качество.

Опыт 1. Определение свежести мяса. Ход работы. Мелко изрубленное мясо кладут в пробирку и заливают дистиллированной

водой. Пробирку закрывают пробкой и сильно встряхивают, оставляют стоять на 30 минут при комнатной температуре. Затем берут 0,5 мл 0,5%-ного раствора метиленового синего, приливают в пробирку и помещают ее в водяную баню, нагретую до 40°C. Если мясо свежее, то оно не обесцвечивает раствор метиленового синего в течение часа. Если же жидкость в пробирке обесцвечивается полностью или наполовину за счет образования восстановленной формы метиленового синего, то мясо не считается свежим.

Опыт 2. Определение сероводорода. Сероводород выделяется при гниении мяса.

Ход работы. Небольшое количество его можно определить так. Берут 4%-ный раствор ацетата свинца, разбавляют его 30%-ным раствором КОН до растворения образующегося белого осадка. Небольшой химический стакан с кусочками испытуемого мяса накрывают белой фильтровальной бумагой, которую в середине пропитывают 2-3 каплями полученного реактива. В случае присутствия сероводорода через 10-15 минут на бумаге, где был нанесен реактив, появляется бурое пятно сульфида свинца.

Это указывает на плохое качество мяса. Сделать выводы по данному опыту.

Опыт 3. Определение качества рыбы.

А) испытание лакмусовой бумажкой.

В теле рыбы делают глубокий надрез, в который помещают лакмусовую бумажку, смоченную дистиллированной водой, прижимают бумажку стеклянной палочкой.

Свежая или мороженая рыба имеют нейтральную или слабокислую реакцию (бумажка немного краснеет). Если реакция щелочная или сильно щелочная, то это означает, что рыба недоброкачественная.

Б) проба на сероводород

Кусочек испытуемой рыбы кладут в пробирку, в которую опускают полоску фильтровальной бумаги, смоченную раствором ацетата свинца (бумажка не должна касаться кусочка рыбы).

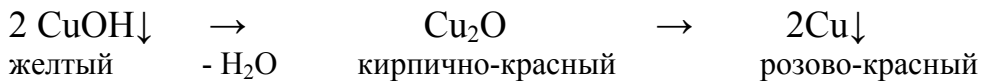
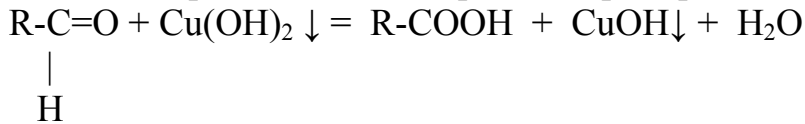
Пробирку слегка прикрывают корковой пробкой. Если в течение 15 минут бумажка потемнеет от выделяющегося сероводорода, то рыба считается испорченной. Чем сильнее выделяется сероводород, тем чернее становится фильтровальная бумажка.

Опыт 4. Определение качества меда. Мед – сложный пищевой продукт, углеводная часть которого представляет собой смесь продуктов гидролиза сахарозы и самой сахарозы. Зрелый мед должен содержать фруктозу и глюкозу. Поддельный мед содержит крахмал, муку, мел, сахар и ряд других веществ.

Готовят раствор меда, добавив к нему равный объем дистиллированной воды, перемешивают. В 4 пробирки наливают по 5 капель раствора меда. В первую пробирку добавляют 2-3 капли соляной кислоты, во вторую – 1-2 капли раствора йода, в третью – открывают

глюкозу с помощью гидроксида меди (II) и нагревают на спиртовке, в четвертую – добавляют 3 мл ванилинового реагента и греют 2 минуты на спиртовке, открывают фруктозу с помощью ванилина (0,2 г ванилина растворить в смеси 25 мл конц. HCl с 75 мл 85%-ной H₃PO₄).

Реакции, протекающие в третьей пробирке:



По результатам исследования делают вывод о наличии глюкозы и фруктозы в исследуемом образце меда.

Лабораторная работа 5. Алкалоиды в продукции растениеводства

Алкалоиды – особая группа азотсодержащих органических веществ, обладающих основными свойствами. Они чаще содержатся в растениях, иногда – в животных организмах и обладают высокой физиологической и фармакологической активностью.

Многие природные алкалоиды имеют очень сложное строение, установление которого представляет трудную задачу. Поэтому из известных в настоящее время около тысячи алкалоидов только свыше 200 имеют установленное строение.

Опыт 1. Определение соланина в картофеле. Соланин – гликоалкалоид – ядовитое вещество, содержащееся в отваре цветков картофеля, в проросшем и позеленевшем картофеле, в его ботве и семенах. При употреблении в пищу позеленевших клубней, которые находились на поверхности земли или хранились на свету, возможны отравления или летальный исход. Корма с большим количеством соланина вызывают у животных отравления.

Ход работы. Реактивы и оборудование: предметное стекло, лезвия или нож, фарфоровая чашка, пипетки (3 шт.), 80-90%-ный раствор уксусной кислоты, концентрированная серная кислота ($\rho=1,84$), 5%-ный раствор перекиси водорода.

С клубня картофеля сделать несколько срезов толщиной 1-3 мм. Срезы помещают в фарфоровую чашку и на них наносят по каплям вначале уксусную кислоту, затем концентрированную серную кислоту и, наконец, несколько капель 5%-ного раствора перекиси водорода. Почти немедленно в местах среза, содержащих соланин, появляется темно-малиновое или красное окрашивание.

Предельная концентрация соланина составляет 20 мг на 100 г картофеля.

Сделать соответствующие выводы.

Опыт 2. Определение кофеина в сухом чае. Кофеин – алкалоид, содержащийся в семенах кофейного дерева, листьях чая, орехах кола, в семенах дерева какао. Он оказывает сильное возбуждающее действие на центральную нервную систему и сердце, вследствие чего широко применяется в медицине в качестве возбуждающего средства. Кофеин стимулирует также сосудодвигательный центр и оказывает сосудорасширяющее действие.

Общепризнанно, что чай по своему действию на организм намного превосходит кофе. В нем много микроэлементов, дубильных веществ, эфирных масел, органических кислот, витаминов А, В₁, В₂, РР и особенно Р и С. Считают, что чай действует на организм мягче и длительнее, чем кофе. Кофе и какао – сильные раздражители желудочной секреции, особенно при длительном употреблении. Поэтому их нельзя пить при язве желудка, гастритах с повышенной кислотностью. При пониженной кислотности рекомендуется принимать эти напитки с небольшим количеством сахара.

Какао обладает свойством тормозить эвакуацию содержимого из желудка. Кофе при длительном употреблении и злоупотреблении ведет к раздражению слизистых оболочек, усилению перистальтики и поносу, учащает сердцебиение, дыхание и вызывает иногда небольшое психологическое возбуждение. Имеются данные, что это может привести к повышению сахара в крови у диабетиков, способствовать заболеванию сердца и сосудов.

Несомненно, чай, кофе и какао – полезные для организма напитки, но употребляя их, необходимо учитывать эти рекомендации.

При выполнении этого опыта можно не только определить содержание кофеина в зернах кофе или листьях чая, но и его количество.

Ход работы. Реактивы и оборудование: часовые стекла (4 шт.), водяная баня, пипетки (4 шт.), фарфоровая чашка, 5%-ный раствор перекиси водорода, раствор разбавленной соляной кислоты, концентрированный раствор аммиака, дистиллированная вода, кофеин (тв.), стеклянный шпатель (2 шт.)

Небольшое количество растертых листьев чая или бобов кофе или какао помещают на часовое стекло и накрывают вторым часовым стеклом. Осторожно нагревают, наблюдая возгонку кофеина, который оседает на верхнем стекле в виде длинных, слегка окрашенных игл.

На полученный кофеин проводят качественные реакции.

В фарфоровую чашку помещают 0,1 г кофеина и приливают несколько капель 5%-ного раствора перекиси водорода и 2 капли соляной кислоты. Смесь выпаривают досуха на водяной бане. В

результате окисления кофеина образуется амалиновая кислота оранжевого цвета.

Полученное вещество делят пополам. Первую часть смачивают 1-2 каплями аммиака. Появится пурпурная окраска. Амалиновая кислота при реакции с концентрированным раствором аммиака превращается в пурпурат аммония.

Вторую часть смачивают 2-3 каплями воды и вносят 3-5 мг кодеина. Появится васильково-синяя окраска.

Сделать соответствующие выводы по проведенному опыту.

Лабораторная работа 6. Качественная оценка нитратов в продукции растениеводства с использованием дифениламина

Сущность метода состоит в визуальной оценке окрашенных соединений, образующихся при взаимодействии нитратов с дифениламином. Нижний предел обнаружения нитратов в анализируемой пробе – 1 мг/кг. Метод может быть использован при определении нитратов во всех продуктах растениеводства.

Реактивы и приборы: серная кислота, дифениламин, нитрат натрия, нитрат калия, дистиллированная вода; предметное стекло, стеклянные палочки, мерные колбы вместимостью 100 мл, пипетки Мора на 1, 5, 10 мл, цилиндры вместимостью 50, 100 мл, весы аналитические.

Подготовка проб к анализу: пробы овощей и фруктов измельчают с помощью терки. Измельченную пробу тщательно перемешивают, отделяя сок, который дальше используется для анализа.

Приготовление стандартных растворов.

Раствор № 1. 4,89 г нитрата калия (или 4,11 г нитрата натрия), высушенного при температуре 100-105°C до постоянной массы, взвешивают с точностью до второго десятичного знака, помещают в мерную колбу емкостью 1 л, растворяют дистиллированной водой и доводят объем до метки водой.

Раствор № 2. Раствор № 1 разбавляют водой в два раза (к 100 мл №1 прилить 100 мл воды). Замаркировать.

Раствор № 3. Раствор №2 разбавляют водой в два раза (к 10 мл №2 прилить 10 мл воды).

Раствор № 4. Раствор № 1 разбавляют водой в десять раз (к 10 мл №1 прилить 100 мл воды).

Раствор № 5. Раствор № 1 разбавляют водой в двадцать раз (к 10 мл №1 прилить 200 мл воды).

Раствор № 6. Раствор № 4 разбавляют водой в три раза (к 10 мл №4 прилить 30 мл воды).

Раствор № 7. Раствор № 5 разбавляют водой в три раза (к 10 мл №5 прилить 30 мл воды).

Шкала стандартных растворов

№ колбы	1	2	3	4	5	6	7
концентрация нитрат-ионов, мг/л	3000	1500	750	300	150	100	50

Приготовление раствора дифениламина в концентрированной серной кислоте. 0,2 г дифениламина взвешивают на аналитических весах, затем растворяют в 20 мл. серной кислоты, маркируют.

Проведение испытаний происходит на предметных стеклах. На предметное стекло, помещенное на лист белой бумаги, на расстоянии 15 мм наносят последовательно капли растворов сравнения. На это же предметное стекло наносят сок исследуемых образцов продуктов, приготовленных к анализу. Одновременно добавляют по одной капле раствора дифениламина в серной кислоте к растворам сравнения и соку.

Окраска развивается в течение 20-30 сек. В зависимости от концентрации нитратов интенсивность окраски меняется от бледно-голубой до интенсивно синей. Сделать соответствующие выводы о содержании нитратов в исследуемых продуктах растениеводства.

Вопросы и задания

1. Дайте классификацию инфекционным болезням в связи с экологическими факторами.
2. Получение экологически безопасной с/х продукции:
 - а) говядины;
 - б) свинины;
 - в) молочной продукции.
3. Экологическая паспортизация животноводческих предприятий.
4. Обеспечение качества окружающей среды и животноводческой продукции.
5. Использование мяса больных животных. Способы обезвреживания и порядок использования. Мясо условно годное.
6. Химические загрязнители мяса. Мясо как источник токсинов, микотоксинов, канцерогенных и мутагенных веществ, попадающих из окружающей среды.
7. Дайте классификацию алкалоидам.
8. Приведите примеры алкалоидов, известных вам. Дайте им краткую характеристику.
9. К какому классу органических соединений относятся глюкоза, фруктоза? Запишите их формулы. Укажите строение их функциональных групп.
10. Почему происходит накопление нитратов в продукции растениеводства?

11. Укажите пути снижения опасности загрязнения продукции сельскохозяйственного производства нитратами.

Раздел 4

Токсичные вещества в почве и воде

В последние десятилетия человек стал причиной быстрой деградации почв, хотя потери почв имели место на протяжении всей человеческой истории.

Насчитывают не менее **6 типов антропогенно-технических воздействий**, которые могут вызвать разного уровня ухудшение почв. В их числе:

1. Водная и ветровая эрозия;
2. Засоление, подщелачивание, подкисление;
3. Заболачивание;
4. Физическая деградация, включая уплотнение и коркообразование;
5. Разрушение и отчуждение почвы при строительстве, добыче полезных ископаемых;
6. Химическое загрязнение почвы.

Охрана почв заключается в том, чтоб предотвратить или свести к минимуму все виды разрушения почв и почвенного покрова.

Химическое загрязнение почв может быть вызвано следующими причинами:

1. Атмосферным переносом загрязняющих веществ (ТМ, кислотные дожди, фтор, мышьяк, пестициды);
2. Сельскохозяйственным загрязнением (удобрения, пестициды);
3. наземным загрязнением – отвалы крупнотоннажных производств, отвалы тепло-энергетических комплексов;
4. Загрязнением нефтью и нефтепродуктами.

ТМ поступают в почву преимущественно из атмосферы с выбросами промышленных предприятий, а свинец – с выхлопными газами автомобилей. Из атмосферы в почву **ТМ попадают чаще всего в форме** оксидов, сульфидов, где постепенно растворяются, переходя в гидроксиды, карбонаты или в форму обменных ионов.

Если почва прочно связывает ТМ (особенно в богатых гумусом глинистых почвах), это предохраняет от загрязнения грунтовые и питьевые воды, растительную продукцию. Но тогда сама почва может постепенно становится все более загрязненной и в какой-то момент может произойти разрушение органического вещества почвы с выбросом ТМ в почвенный раствор. В итоге такая почва окажется непригодной для сельскохозяйственного использования. Общее количество свинца, которое может задержать метровый слой почвы на 1 га, достигает 500-

600 т; такого количества свинца даже при очень сильном загрязнении в обычной обстановке не бывает.

Почвы песчаные, малогумусные устойчивы против загрязнения. Это значит, что они слабо связывают ТМ, легко отдают их растениям или пропускают их через себя с фильтрующимися водами. На таких почвах возрастает опасность загрязнения растений и подземных вод.

В этом заключается одно из трудноразрешимых противоречий: легко загрязняющиеся почвы предохраняют окружающую среду, но почвы, устойчивые к загрязнению, не обладают защитными свойствами в отношении живых организмов и природных вод.

Если почвы загрязнены ТМ и радионуклидами, то очистить их практически невозможно. Пока известен единственный путь: засеять такие почвы быстрорастущими культурами, дающими большую зеленую массу. Такие культуры извлекают из почвы токсичные элементы, а затем собранный урожай подлежит уничтожению. Но это довольно длительная и дорогостоящая процедура.

Можно снизить подвижность токсичных соединений и поступление их в растения, если повысить рН почвы известкованием или добавлять большие дозы органических веществ, например торфа. На загрязненных ТМ почвах можно выращивать культуры, не используемые в качестве продовольствия или кормов, например цветы.

Химические элементы постоянно осуществляют круговорот «почва – вода – живой организм», поэтому качество сельскохозяйственной продукции, кормов в большой степени зависят от химико-экологического состояния почвы и источников водоснабжения.

Фильтруемость и накопление примесей в почвах, а также способность почв к регенерации определяют их буферную способность по отношению к антропогенным воздействиям. При снижении способности почвы к обеззараживанию вредных веществ последние могут интенсивнее распространяться в окружающей среде, чем в случае «здоровой» почвы.

В то время как загрязнение воздуха или воды можно заметить или обнаружить, загрязнения почвы могут оставаться скрытыми в течение длительного времени.

Для проведения химико-экологического анализа состояния почвы необходимо подготовить почвенную вытяжку.

Приготовление почвенной вытяжки. Ход работы. Из образца отбирают пробу, почву тщательно растирают пестиком в фарфоровой ступке.

На весах берут навеску почвы 25 г и переносят в колбу емкостью 250 мл, куда наливают 50 мл дистиллированной воды.

Колбу несколько раз взбалтывают. Содержимое отстаивают 5-10 минут и фильтруют через стеклянную воронку с бумажным фильтром в колбу емкостью 100 мл. фильтр должен плотно прилегать к стенкам

воронки и немного не доходить до ее верхнего края. Фильтруемый раствор следует наливать более чем до половины фильтра.

Весь анализ ведется с почвенной вытяжкой.

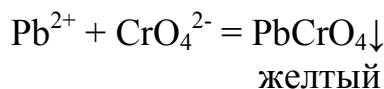
Качественный анализ токсичных примесей в воде и водной почвенной вытяжке идентичны.

Лабораторная работа 6. Определение токсичных веществ в природной воде и почвенной вытяжке

Обнаружение катионов свинца. Ход работы. Взятую пробу пропустить через бумажный фильтр в стакан. Определяют рН фильтрата с помощью универсального индикатора.

Реагент: хромат калия (10 г K_2CrO_4 растворить в 90 мл воды). Условия проведения реакции: рН=7,0; температура комнатная; осадок нерастворим в воде и уксусной кислоте.

В пробирку помещают 10 мл пробы, прибавляют 1 мл раствора реагента. Если выпадет желтый осадок, то содержание катионов свинца более 100 мг/л:



Если наблюдают помутнение раствора, то концентрация катионов свинца больше 20 мг/л, а при опалесценции – 0,1 мг/л.

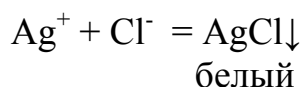
Сделать соответствующие выводы.

Обнаружение хлорид-ионов. Ход работы. Реагенты: нитрат серебра (5 г $AgNO_3$ растворить в 95 мл воды), азотная кислота (1:4).

Условия проведения реакции: рН<7,0; температура комнатная.

К 10 мл пробы прибавляют 3-4 капли азотной кислоты и приливают 0,5 мл раствора нитрата серебра.

Белый осадок выпадает при концентрации хлорид-ионов более 100 мг/л:



Помутнение раствора наблюдается, если концентрация хлорид-ионов более 10 мг/л, опалесценция – более 1 мг.

При добавлении избытка аммиака раствор становится прозрачным.

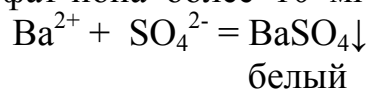
Сделать соответствующие выводы.

Обнаружение сульфат-ионов. Ход работы. Реагент: хлорид бария (10 г $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ растворить в 90 г воды); соляная кислота (16 мл HCl с $\rho=1,19$ растворить в воде и довести объем до 100 мл).

Условия проведения реакции: рН<7,0; температура комнатная; осадок нерастворим в азотной и соляной кислотах.

К 10 мл пробы прибавляют 2-3 капли соляной кислоты и приливают 0,5 мл раствора хлорида бария.

При концентрации сульфат-иона более 10 мг/л выпадает осадок:



Если наблюдается опалесценция, то концентрация сульфат-ионов более 1 мг/л.

Сделать соответствующие выводы по данному опыту.

Обнаружение нитрат-ионов. Ход работы. Реагент: дифениламин (1 г дифениламина растворить в 100 мл H_2SO_4 с $\rho=1,84$).

Условия проведения реакции: $\text{pH}<7,0$; температура комнатная.

К 1 мл пробы по каплям вводят реагент. Бледно-голубое окрашивание наблюдается при концентрации нитрат-ионов более 0,001 мг/л, голубое – более 1 мг/л, синее – более 100 мг/л.

Сделать соответствующие выводы по данному опыту.

Обнаружение сульфидов. Ход работы. Реагенты: нитропруссид натрия (5 г $\text{Na}_2[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}]$ растворить в 95 мл воды); гидроксид натрия (30 г NaOH растворить в 70 мл воды).

Условия проведения реакции: $\text{pH}<7,0$; температура комнатная.

К 10 мл пробы прибавляют 0,5 мл свежеприготовленного раствора нитропруссид натрия и 3 капли гидроксида натрия. Если появляется фиолетовое окрашивание, то концентрация сульфид-ионов более 0,25 мг/л.

Сделать соответствующие выводы по данному опыту.

Вопросы и задания

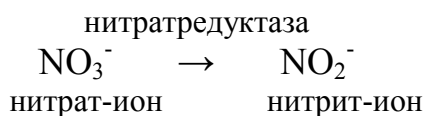
1. Классификация токсикантов природных вод и почвы.
2. Формы миграции загрязняющих веществ в почве и воде.
3. Примеры химических веществ, мигрирующих в почве в растворенном виде.
4. Почва как природный биогеохимический барьер. Виды поглотительной способности почвы.
5. Кислотные дожди. Влияние атмосферных осадков на кислотно-основные характеристики почвы.
6. Биотрансформация химических токсикантов в системе «вода – почва – растение – животное – человек» на примере ТМ.

Раздел 5

Нитраты, нитриты и нитрозамины в продуктах питания

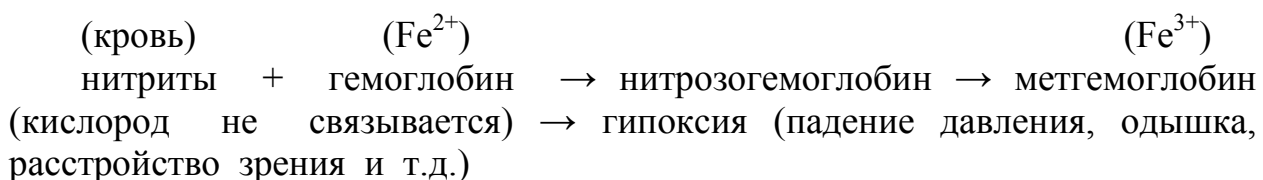
В последние годы в связи с неконтролируемым потреблением минеральных удобрений в сельскохозяйственном производстве возникла проблема «нитратов». Высокие дозы азотных удобрений (нитратов), не сбалансированные с другими удобрениями, способствуют их накоплению в растениях. Опасность возникает при существенном избытке нитратов, которые попадают в организм вместе с пищей.

Превращение нитратов происходит под влиянием ферментов микрофлоры толстого кишечника. В результате жизнедеятельности бактерий в анаэробных условиях нитраты восстанавливаются до нитритов:



Наибольшую опасность для организма представляет взаимодействие нитрат-ионов со вторичными аминами, которые образуются в результате превращений аминокислот в кишечнике до их всасывания под влиянием жизнедеятельности бактерий. Вторичные амины реагируют с нитрит-ионами с образованием нитрозаминов, большинство из которых обладают канцерогенным действием.

Нитрит-ионы, взаимодействуя с гемоглобином крови, переводят его Fe^{2+} в Fe^{3+} , которое свойственно метгемоглобину и не способно транспортировать кислород. Это воздействие можно выразить схемой:



Установлено, что нитриты очень быстро образуются из нитратов при любом нарушении оболочек растений под влиянием жизнедеятельности микроорганизмов.

Специалисты отмечают влияние нитритов на семенники, щитовидную железу и иммунную систему.

Нитриты и нитраты натрия и калия являются фиксаторами миоглобина (белка мышечной ткани), их добавляют в колбасные изделия и консервы с целью сохранения «естественной» красно-розовой окраски этих продуктов.

В связи с этим необходимо знать содержание нитритов и нитратов в плодах, овощах, колбасе перед их потреблением.

Подготовка проб овощей и плодов к анализу. Все плоды и овощи перед опытом очищают от всяких загрязнений. Так, например, у капусты удаляют верхний слой зеленых загрязненных листьев и кочерыжки, у репчатого лука – верхние, отмершие чешуи. Затем измельчают, используя гомогенизаторы, пропускают мякоть через капроновое сито. Полученный сок используют в качестве проб для анализа.

Ход работы. Реактивы: 0,9%-ный раствор поваренной соли в дистиллированной воде (физиологический раствор), раствор риванола (1 таблетку растворяют при нагревании в 200 мл аптечной соляной кислоты), раствор антипирина (1 таблетку растворяют в 50 мл аптечной соляной кислоты), 1%-ный раствор дихромата калия, цинковая пыль.

Овощи и фрукты содержат большое количество витамина С, поэтому нельзя анализировать пробы на нитраты и нитриты без предварительной обработки. Разбавленные соки овощей и фруктов перед анализом следует хорошенько прокипятить 5-10 минут, а затем довести водой до прежнего объема. Аскорбиновая кислота при нагревании разрушается.

После кипячения пробы нейтрализуют до $\text{pH}=7$. Если в них появляется осадок или муть, то пробы фильтруют.

Лабораторная работа 7. Определение нитритов и нитратов в пищевых продуктах

Определение нитритов в овощах и фруктах. Риванольная реакция.
К 1 мл анализируемой пробы приливают 2 мл физиологического раствора. Затем 2 мл разведенной пробы смешивают с 1 мл риванольного реактива. Полученную смесь оставляют на 2 минуты для развития окраски. Если появляется бледно-розовая окраска, то содержание нитрит-ионов более 1,3 мг/л.

Антипириновая реакция. К 1 мл пробы приливают 1 мл физиологического раствора и 1 мл раствора антипирина и быстро добавляют 2 капли 1%-ного раствора дихромата калия. Смесь нагревают до кипения. Если в течение 5 минут раствор становится бледно-розовым, то значит в нем содержится более 1,6 мг/л нитрит-ионов.

Сделать соответствующие выводы по проведенным опытам.

Определение нитратов в овощах и фруктах. Риванольная реакция.
К 1 мл исследуемой пробы приливают 2,2 мл физиологического раствора. Отбирают пипеткой 1 мл солянокислого раствора риванола и насыпают на кончике скальпеля порошок цинка. Если в течение 3-5 минут желтая окраска риванола исчезнет и раствор окрасится в бледно-розовый цвет, то содержание нитратов выше 20 мг/л.

Сделать соответствующие выводы по проведенным опытам.

Вопросы и задания

1. Классификация токсичных веществ. Действие нитратов на живой организм.
2. Классификация токсичных веществ. Действие нитритов на живой организм.
3. Классификация токсичных веществ. Действие нитрозаминов на живой организм.
4. Источники поступления нитратов, нитритов и нитрозаминов в организм и пути их удаления.
5. Метаболизм нитратов и нитритов в живом организме.

Раздел 6

Физико-химические методы анализа в экологической химии

Все методы анализа основаны на использовании зависимости физико-химического свойства вещества, называемого аналитическим сигналом или просто сигналом, от природы вещества и его содержания в анализируемой пробе. В классических методах химического анализа в качестве такого свойства используется или масса осадка (гравиметрический метод), или объем реактива, израсходованный на реакцию (титриметрический анализ). Однако химические методы анализа не в состоянии удовлетворять многообразные запросы практики, особенно возросшие в результате научно-технического прогресса и развития новых отраслей науки, техники и народного хозяйства в целом. Наряду с черной и цветной металлургией, машиностроением, энергетикой, химической промышленностью и другими традиционными отраслями большое значение для промышленно-энергетического потенциала страны стали иметь освоение атомной энергии в мирных целях, развитие ракетостроения и освоения космоса, прогресс полупроводниковой промышленности, электроники и ЭВМ, широкое применение чистых и сверхчистых веществ в технике. Развитие этих и других отраслей поставило перед аналитической химией задачу снизить предел обнаружения до $10^{-5} \dots 10^{-10} \%$. Только при содержании так называемых «запрещенных» примесей не выше $10^{-5} \%$ жаропрочные сплавы сохраняют свои свойства. Примерно такое же содержание примеси гафния допускается в цирконии при использовании его в качестве конструкционного материала ядерной техники. Еще меньшее содержание загрязнений (до $10^{-10} \%$) допускается в материалах полупроводниковой промышленности (кремний, германий и др.). Существенно изменяются свойства металлов, содержание примесей которых находится на уровне $10^{-5} \%$ и меньше. Например, хром и бериллий становятся ковкими и тягучими, вольфрам и цирконий становятся пластичными, а не хрупкими. Определение столь малых содержаний гравиметрическим и титриметрическим методом практически невозможно, и только применений физико-химических методов анализа, обладающих гораздо более низким пределом обнаружения, позволяет решать аналитические задачи такого рода.

Другой важной особенностью физико-химических методов анализа является их экспрессность, высокий темп получения результатов. Современные автоматические квантомеры позволяют получать результаты буквально через несколько минут после поступления пробы в лабораторию. Современная информация о составе сырья, о степени химического предела и т.д. дает возможность технологу активно вмешиваться в ход технологического процесса и вводить необходимые коррективы. Весьма существенное значение имеет экспрессность анализа и в металлургическом производстве, где корректировать состав стали можно по ходу плавки в

зависимости от результатов анализа. Сокращение времени плавки, нередко зависящее от быстроты анализа, дает большой экономический эффект, снижая энергетические и другие затраты.

Физико-химические методы позволяют проводить анализ на расстоянии. Яркими примерами являются анализ лунного грунта, выполненный рентгенфлуоресцентным устройством непосредственно на луноходе, определение состава атмосферы, окружающей планету Венера, и т. д. Важное практическое значение имеет дистанционный анализ в земных условиях, например, когда анализируются препараты высокой радиоактивности, токсичности, а также при анализе морских вод на больших глубинах и решении других аналогичных аналитических задач.

Многие приборы, используемые в физико-химических методах анализа, позволяют автоматизировать сам процесс анализа или некоторые его стадии. Автоматические газоанализаторы контролируют состав воздуха в шахтах. В металлургической промышленности широко применяют автоматизированные оптические и рентгеновские квантомеры. В значительной степени автоматизирован газовый хроматографический анализ в нефтехимической, коксохимической и других отраслях промышленности. Нередко приборы физико-химических методов анализа используют непосредственно в производстве в качестве датчиков соответствующих сигналов, например при регулировании рН растворов или корректровке концентрации компонентов.

Анализ с помощью некоторых физико-химических методов может быть выполнен без разрушения анализируемого образца (недеструктивный), что имеет большое значение для некоторых отраслей промышленности, а также для криминалистики, медицины и т.д. Недеструктивный анализ может быть выполнен рентгенфлуоресцентным, радиоактивационным и некоторыми другими методами. Часто практический интерес представляет не общее содержание какого-либо элемента в пробе, а его распределение по поверхности – так называемый локальный анализ – определение элемента в данной точке образца. Этот анализ имеет значение в металловедении и других областях, где состав отдельных включений определяет качество материала, а также в минералогии, криминалистике, археологии и т.д. Выполняется локальный анализ рентгеноспектральным методом. Электроны собирают в очень тонкий пучок диаметром 1 мкм и меньше (электронный зонд) и направляют его в интересующую точку образца. По характеристикам возникающего рентгеновского излучения судят о содержании элементов в «точке». Для целей локального анализа используется также техника лазерной микроспектроскопии. Перспективным является использование ЭВМ в аналитической химии не только для расчета результатов анализа и статистической обработки, но и для решения других аналитических задач. С помощью ЭВМ можно более надежно выделять аналитический сигнал, проводить более четкое разрешение перекрывающихся сигналов. ЭВМ, встроенные в спектрофотометр и другие аналитические приборы, значительно расширяют возможности этих приборов.

Погрешность анализа физико-химическими методами составляет в среднем 2...5%, что превышает погрешность классических методов анализа. Однако такое сравнение погрешностей не вполне корректно, так как относится к разным концентрационным областям. При небольшом содержании определяемого компонента (порядка $10^{-3}\%$ и менее) классические химические методы анализа вообще непригодны, при больших концентрациях физико-химические методы успешно соперничают с химическими, а такие методы анализа, как кулонометрия, даже превышают их по точности.

Однако химические методы анализа своего значения не потеряли. Они незаменимы там, где при высоком содержании требуется высокая точность и нет серьезных ограничений по времени (например, анализ готовой продукции, арбитражный анализ, изготовление эталонов).

1. Теоретические основы оптических методов анализа

Физико-химические методы анализа – это большая группа аналитических методов, в которых используются физические приборы.

Эти методы называются еще инструментальными. В настоящее время инструментальные методы бурно развиваются, являются востребованными при выполнении аналитических исследований.

Общее число физико-химических методов анализа очень велико – оно составляет несколько десятков. Наибольшее практическое значение среди них имеют следующие (рис. 1)

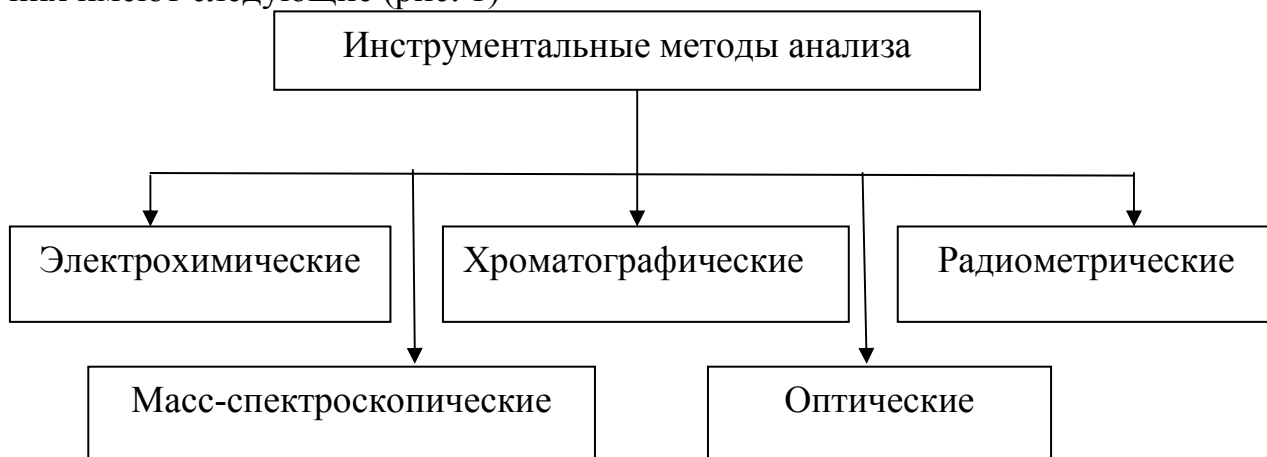


Рис.1. Классификация физико-химических методов

Методы анализа, основанные на взаимодействии электромагнитного излучения атомов и молекул вещества, носят название оптические методы анализа.

Оптические методы включают в себя абсорбционные методы, использующие спектры поглощения молекул (ионов) и атомов в видимой, УФ - и ИК-областях, и эмиссионные методы, использующие спектры излучения (эмиссии) атомов и ионов в видимой и УФ-областях.

Классификация оптических методов представлена на рис. 2.

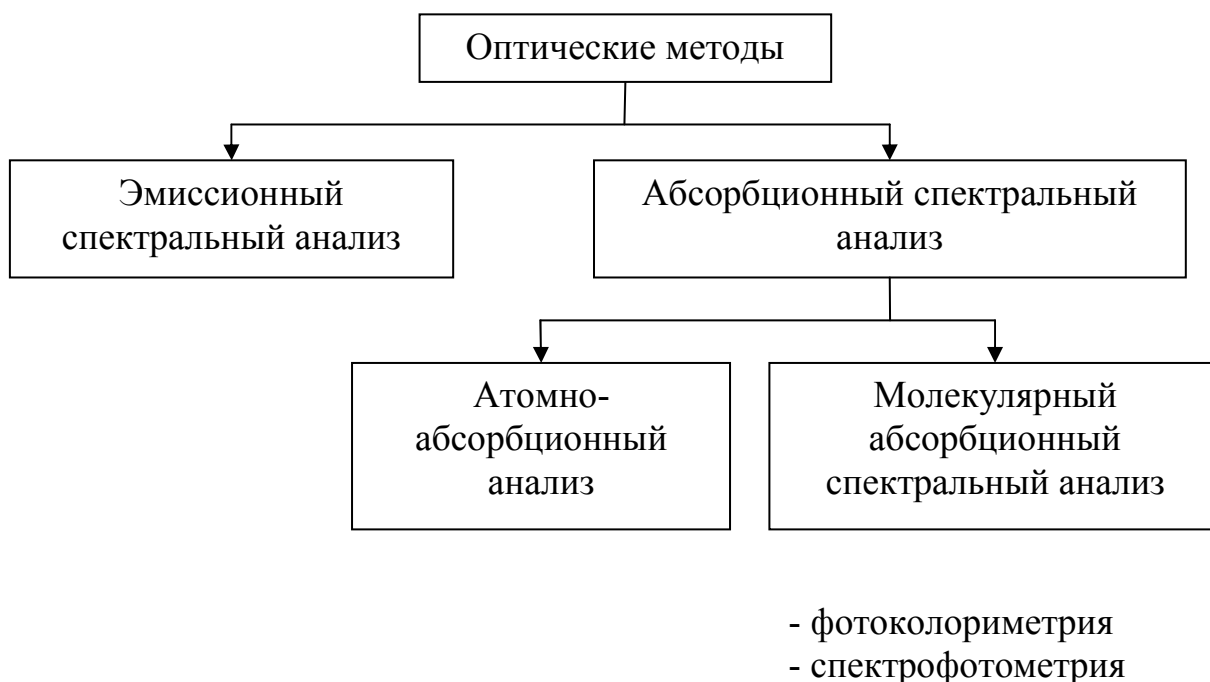


Рис. 2. Оптические методы анализа

Оптические абсорбционные методы — это методы анализа, основанные на поглощении электромагнитного излучения анализируемыми веществами. Именно оптические абсорбционные методы получили широкое распространение в научно-исследовательских и сертификационных лабораториях. При поглощении света атомы и молекулы поглощающих веществ переходят в новое возбужденное состояние. В зависимости от вида поглощающих веществ и способа трансформирования поглощенной энергии различают атомно-абсорбционный, молекулярно-абсорбционный анализ, нефелометрию и люминесцентный анализ.

Атомно-абсорбционный анализ основан на поглощении световой энергии атомами анализируемых веществ. Обязательным условием является атомизация, а затем возбуждение.

Молекулярный абсорбционный анализ основан на поглощении света молекулами анализируемого вещества и сложными ионами в ультрафиолетовой, видимой и инфракрасной областях спектра (спектрофотометрия, фотоколориметрия, ИК-спектроскопия). Основной вклад в изменение энергии молекулы вносит электронный переход, но у молекулы чисто электронный переход не осуществим — он сопровождается изменением колебательной и вращательной энергий. Поэтому молекулярный спектр поглощения состоит из множества спектральных линий. Линии с близкой энергией сливаются в одну полосу поглощения. Возвращаясь в исходное состояние, молекула чаще теряет поглощенную энергию в виде теплоты, реже — в виде излучения. Поскольку возбуждаемых молекул по

сравнению с общим числом мало, выделившаяся теплота не влияет на состояние излучаемой системы.

Фотоколориметрия и спектрофотометрия основаны на взаимодействии излучения с однородными системами, их обычно объединяют в одну группу фотометрических методов анализа. Метод абсорбционной спектроскопии имеет высокую чувствительность (низкий предел обнаружения), они избирательны и точны. Методы могут быть применены для анализа больших и малых содержаний, но особенно ценной их особенностью является возможность определения примесей (до 10^{-5} ... 10^{-6} %). Важное значение имеет избирательность многих фотометрических методов, позволяющая проводить определения элементов в сложных пробах без химического разделения компонентов. Погрешность фотометрических методов обычно составляет 3...5 %, уменьшаясь в благоприятных случаях до 1...2 % и нередко до 0,5...1.0 %. Методы абсорбционной спектроскопии используются химической, металлургической, металлообрабатывающей и других отраслях промышленности, горном деле, сельском хозяйстве, медицине. Простые, быстрые и точные фотометрические методы анализа применяются для контроля производства, определения примесей и решения многих других важных вопросов в заводских и научно-исследовательских лабораториях. Большое значение имеют эти методы для исследования различных реакций, установления состава и устойчивости образующихся соединений. Успехи химии координационных соединений и достижения приборостроения дают все основания ожидать дальнейшего повышения точности и чувствительности этих методов.

Эмиссионная спектроскопия. Эмиссия – это излучение, т.е. методы основаны на излучении электромагнитной энергии, в результате возникает атомный спектр, это метод качественного анализа и полуколичественного, т.к. количественная оценка определяется интенсивностью спектральных линий. При общей оценке методов эмиссионной спектроскопии необходимо, прежде всего, отметить их низкий предел обнаружения, точность, быстроту выполнения анализов и универсальность. Средний предел обнаружения методами эмиссионной спектроскопии составляет 10^{-3} ... 10^{-4} % (до 10^{-5} %), а при использовании приемов обогащения он снижается до 10^{-5} ... 10^{-7} %. Погрешность определения характеризуется в среднем величиной 1 ...2 %. В связи с экспрессностью, точностью и другими достоинствами эмиссионный спектральный анализ широко используется в практике. Значительная часть определений в металлургической и машиностроительной промышленности выполняется с помощью спектрального анализа. Многочисленные применения нашел спектральный анализ и в других отраслях народного хозяйства и техники (геологии, химической промышленности, сельском хозяйстве).

1.1. Теоретические основы спектрофотометрии

Закон Бугера – Ламберта – Бера (основной закон светопоглощения)

Атом, ион или молекула, поглощающая квант света, переходит в более высокое энергетическое состояние. Обычно это бывает переход с основного, невозбужденного уровня на один из более высоких, чаще всего на первый возбужденный уровень. Вследствие поглощения излучения при прохождении его через слой вещества интенсивность излучения уменьшается и тем больше, чем выше концентрация светопоглощающего вещества.

Закон Бугера – Ламберта – Бера связывает уменьшение интенсивности света, прошедшего через слой светопоглощающего вещества, с концентрацией вещества и толщиной слоя. Чтобы учесть потери света на отражение и рассеяние, сравнивают интенсивность света, прошедшего через исследуемый раствор и растворитель. При одинаковой толщине слоя в кюветах из одинакового материала, содержащих один и тот же растворитель, потери на отражение и рассеяние света будут примерно одинаковы у обоих пучков, и уменьшение интенсивности света будет зависеть от концентрации вещества.

Уменьшение интенсивности света, прошедшего через раствор характеризуется коэффициентом пропускания (пропусканием) T :

$$T = I/I_0$$

где I и I_0 - соответственно интенсивность света, прошедшего через раствор и растворитель.

Взятый с обратным знаком логарифм T называется оптической плотностью A :

$$-\lg T = -\lg I/I_0 = \lg I_0/I = A$$

Уменьшение интенсивности света при прохождении его через раствор подчиняется закону Бугера – Ламберта – Бера:

$$I = I_0 * 10^{-\varepsilon l c}$$

или

$$I/I_0 = 10^{-\varepsilon l c}$$

или

$$\lg T = A = \varepsilon / C$$

где ε – молярный коэффициент поглощения, l - толщина светопоглощающего слоя, c – концентрация раствора.

Физический смысл ε ; если принято $l = 1 \text{ см}$ и $c = 1 \text{ моль/л}$, тогда $A = \varepsilon$. Следовательно, молярный коэффициент поглощения равен оптической плотности одномолярного раствора при толщине слоя 1 см.

Отклонение от закона Бугера – Ламберта – Бера

Поведение поглощающих свет систем подчиняются закону Бугера – Ламберта – Бера лишь при монохроматичности светового потока, отсутствии химических измерений в поглощающей свет систем подчиняются закону системе и постоянстве коэффициента преломления. При нарушении этих условий молярный коэффициент поглощения изменяет и график зависимости

A и C искажается. Если ε уменьшается, наблюдаются отрицательные отклонения от закона, если увеличивается – положительные.

Причины отклонения от основного закона светопоглощения может быть обусловлены немонахроматичностью светового потока, рассеянием света, случайным излучениями. Может быть вызваны химическими взаимодействиями. Истинные причины связаны с изменением коэффициента преломления.

Немонахроматичность светового потока обусловлена несовершенством оптических приборов: каждый прибор имеет определенную разрешающую силу, и выходная щель пропускает излучение в каком-то интервале дли волн.

Химические взаимодействия поглощающего вещества в растворе также являются причиной отклонения от закона Бугера — Ламберта — Бера. Исследуемое вещество может взаимодействовать (протонирование или депротонирование, ассоциация или диссоциация и др.) с растворителем или другими компонентами раствора. В результате появляются поглощающие частицы с другими оптическими свойствами. Отсюда возможны положительные и отрицательные отклонения от основного закона поглощения.

Истинные ограничения закона светопоглощения связаны с изменением коэффициента преломления среды n , а, следовательно, с изменением скорости света и длины волны. При малых концентрациях изменением n пренебрегают. При необходимости вводят поправку, умножая значение A или ε на отношение $n/(n^2 + 2)^2$.

Следует заметить, что зависимость оптической плотности от толщины поглощающего слоя всегда прямолинейна.

Все отклонения от основного закона светопоглощения приводят к тому, что молярный коэффициент поглощения, рассчитанный по экспериментально найденным значениям оптической плотности, отличается от истинного молярного коэффициента, не зависящего от условий измерения A . Молярный коэффициент поглощения, рассчитанный в конкретных условиях, называют наблюдаемым (средним).

Закон аддитивности

Оптическая плотность – экстенсивное свойство вещества. Поэтому оптическая плотность смеси веществ равна сумме оптических плотностей каждого из них. Это справедливо при условии подчинения каждого вещества закону Бугера – Ламберта – Бера и в отсутствии химических взаимодействий между ними. Итак, для смеси m веществ при одной и той же длине волны имеем

$$A = \varepsilon_1 c_1 l + \varepsilon_2 c_2 l + \varepsilon_m c_m l$$

где ε – молярный коэффициент поглощения; c – концентрация раствора; l = толщина поглощающего слоя, см.

Принцип аддитивности (суммирования) оптических плотностей широко используется в аналитической химии.

1.2. Характеристика инструментальных методов

Основными характеристиками любого метода анализа являются чувствительность, предел обнаружения, воспроизводимость и правильность.

Чувствительность – это параметр, характеризующий изменение измеряемого сигнала y при изменении концентрации c . Для количественной оценки чувствительности S :

$$S = \frac{dy}{dc} \text{ или } S = \frac{\Delta y}{\Delta c}$$

Таким образом, S – это первая производная функции $y = f(c)$. На практике удобно использовать линейную зависимость y от c :

$$y = ac + b,$$

где, a – коэффициент чувствительности, b – значение параметра y в отсутствии определяемого компонента ($c=0$), т.е. значение y холостой пробы. Очевидно, что a – тангенс угла наклона прямой $y = f(c)$, отсекающей отрезок b – по оси y (рис.1). Эту прямую называют градуировочным графиком.

Коэффициенты a и b можно вычислить методом регрессионного анализа. Если проведено n измерений параметра y при различных значениях c , то по методу наименьших квадратов

$$a = \frac{n \sum c_i y_i - \sum c_i \sum y_i}{n \sum c_i^2 - (\sum c_i)^2},$$

$$b = \frac{\sum y_i - a \sum c_i}{n}.$$

Если зависимость между y и c нелинейна, то стараются превратить ее в линейную. Например, функцию типа $y = kc^n$ можно привести к линейному виду логарифмированием:

$$\lg y = \lg k + n \lg c$$

Воспроизводимость – параметр, отражающий случайные ошибки изменения и показывающий степень разброса повторных (параллельных) измерений. Критериями воспроизводимости служат отклонение d от среднего результата серии измерений \bar{y} и размах выборки w (т.е. разность между максимальным и минимальным значениями). Если разброс значений y можно описать нормальным (гауссовым) распределением, то для оценки воспроизводимости обычно рассчитывают дисперсию V , стандартное отклонение s или относительное стандартное отклонение s_r :

$$s = \sqrt{\frac{\sum^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1}}, \quad V = s^2, \quad s_r = \frac{s}{\bar{y}}.$$

Существуют специальные приемы для установления типа распределения. Результаты измерения аналитического сигнала, как правило, подчиняются закону нормального распределения. Для расчета критериев воспроизводимости существуют стандартные программы.

Предел обнаружения $c_{\min, P}$ – наименьшая концентрация, которую можно обнаружить с доверительной вероятностью P :

$$C_{\text{мин},P} = \frac{Y_{\text{мин}} - \bar{Y}_{\text{хол}}}{S},$$

где $Y_{\text{мин}}$ – предельное значение аналитического сигнала, которое еще можно измерить на данной пробе; $\bar{Y}_{\text{хол}}$ – среднее значение этого параметра в холостом опыте; S – коэффициент чувствительности.

Для оценки $Y_{\text{мин}}$ используют статистические критерии – k (коэффициент, характеризующий доверительную вероятность) и $S_{\text{хол}}$ (стандартное отклонение холостого опыта):

$$Y_{\text{мин}} = \bar{Y}_{\text{хол}} + kS_{\text{хол}}.$$

Коэффициент k принимают равным 2, 3 и выше (обычно 3). Чем больше значение k , тем выше предел надежного обнаружения сигнала.

Итак, для оценки предела обнаружения нужно найти стандартное отклонение холостого опыта (желательно провести не менее 12 измерений) и коэффициент чувствительности измерения:

$$C_{\text{мин},P} = \frac{kS_{\text{хол}}}{S}.$$

При большом числе измерений ($n > 20$) $s \rightarrow \sigma$, поэтому говорят о двух-, трех- или шестисигмовом критерии оценки предела обнаружения.

Разницу в пределах обнаружения меньше чем в 2 раза не следует считать значимой. Следует иметь в виду, что реально определяемые концентрации элементов на один-два порядка выше предела обнаружения. Поэтому важной характеристикой метода является диапазон определяемых концентраций, т.е. интервал содержаний компонента, в котором возможно определение данным методом. Наименьшее значение, ограничивающее этот диапазон, называют нижним пределом определяемых содержаний (концентраций), $c_{\text{н}}$, наибольшее значение – верхним пределом, $c_{\text{в}}$.

Правильность – параметр, характеризующий близость полученного и истинного значений измеряемой величины. Правильность характеризуется систематической погрешностью, которая связана с работой прибора (например, если шкала смещена на какую-то величину, то во все измерения будет входить одна и та же погрешность), с индивидуальными особенностями аналитика, с ошибками расчета (например, неправомочным округлением чисел) и главным образом с методическими погрешностями. Источником методических погрешностей может быть неоднородность анализируемого материала, неадекватное применение метода анализа (например, применение методики определения фосфора в листьях растений для определения фосфора в природной воде с большим содержанием кремния), влияние примесей или основы анализируемого объекта, а также примесей в реагентах и растворителях. Опасность систематической погрешности особенно велика при анализе сложных объектов, таких, как почва, руды, минералы.

Существуют определенные приемы выявления систематической погрешности, из них наиболее известны:

1. использование стандартных образцов – специально подготовленных материалов, состав и свойства которых достаточно установлены и официально удостоверены;

2. варьирование массы навески;
3. метод добавок (метод «введено-найдено»);
4. сравнение результатов анализа независимыми методами.

Если известно истинное значение μ , то правильность – это разность между ним и полученным результатом ($\mu - \bar{x}$). Обычно μ неизвестно, в лучшем случае знают действительное значение, максимально приближающиеся к истинному.

Если выявлены и устранены или учтены систематические погрешности, то результат определения представляют в виде среднего значения с указанием доверительного интервала, в который попадает результат с заданной вероятностью P :

$$\bar{x} \pm \frac{s}{\sqrt{n}} t_p,$$

где \bar{x} – среднее значение; s – стандартное отклонение; n – число определений; t_p – коэффициент Стьюдента.

Для более правильного расчета концентрации определяемого компонента используют холостую пробу, для учета посторонних мешающих сигналов.

1.3. Методы определения концентрации в оптическом анализе

Все аналитические методы основаны на получении и измерении аналитического сигнала, т.е. любого проявления химических и физических свойств вещества, которое можно использовать для установления качественного состава анализируемого объекта или для количественной оценки содержащихся в нем компонентов. Для перехода от аналитического сигнала к определению концентрации или состава анализируемого образца используются подходы: калибровочного графика, метода стандартных серий, метод добавок. Все подходы используют стандартные образцы (эталон).

Метод градуировочного графика. Готовят серию из 4-6 растворов определяемого вещества с известной концентрацией, измеряют их оптическую плотность при одних и тех же длине волны и длине кюветы, строят график зависимости оптической плотности A от концентрации c . Если получается прямая линия (т. е. растворы подчиняются закону Бугера — Ламберта — Бера), можно описать ее уравнением

$$y = ax + b,$$

где x — концентрация раствора c ; y — его оптическая плотность A ; a — угловой коэффициент, равный коэффициенту поглощения (если использована молярная концентрация, то $a = \epsilon$); b — отрезок на оси оптической плотности, отсекаемый прямой, т. е. значение оптической плотности холостого раствора $A_{\text{хол}}$. Следовательно, уравнение градуировочного графика при фотометрических измерениях имеет вид

$$A = \epsilon c + A_{\text{хол}}$$

Значение ϵ рассчитывают для каждого стандартного раствора серии и берут среднее. Зная ϵ , рассчитывают концентрацию исследуемого раствора по его оптической плотности:

$$c = \frac{A - A_{\text{хол}}}{\varepsilon}$$

Более точно значения ε и $A_{\text{хол}}$ находят методом наименьших квадратов, который дает возможность оценить погрешности измерений (стандартные отклонения) этих величин и, следовательно, погрешность определения неизвестной концентрации. Тогда уравнение прямой будет иметь вид

$$A = (\varepsilon \pm s_\varepsilon)c + (A_{\text{хол}} \pm s_{\text{хол}})$$

Метод добавок. Метод заключается в том, что сначала измеряют оптическую плотность A_x раствора с неизвестной концентрацией (c_x), а затем в тех же условиях оптическую плотность A_x того же раствора с добавкой некоторого известного количества определяемого вещества c_1 . Таким образом, во втором растворе концентрация определяемого вещества равна $c_x + c_1$, а оптическая плотность этого раствора A_x складывается из A_x и оптической плотности добавки, равной εc_1 :

$$A_1 = A_x + \varepsilon c_1$$

После математических преобразований полученного выражения имеем

$$c_x = \frac{A_x}{A_1 - A_x} c_1$$

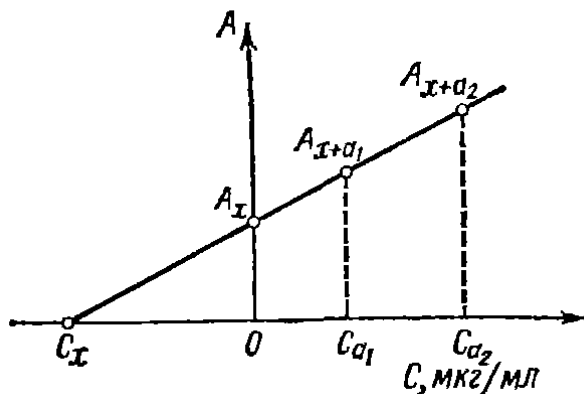


Рис. 3. Определение концентрации методом добавок

Метод добавок можно использовать в графическом варианте (рис. 3.). В этом случае по оси концентраций откладывают добавленное количество стандартного раствора. Значения A_1 , и A_x , при которых добавка равна 0, откладывают по оси ординат. Соединяют обе точки и продолжают до пересечения с осью концентраций. Отсекаемый отрезок является определяемой концентрацией c_x . Через две точки прямую обычно не проводят во избежание большой ошибки. Поэтому готовят еще один раствор, содержащий добавку c_2 , измеряют его оптическую плотность A_2 и проводят прямую через три точки.

Важно правильно выбрать количество добавки. Погрешность будет наименьшей, если первая добавка близка к определяемому количеству, а вторая — в 2 раза больше первой. Такие добавки должны обеспечить угол наклона прямой, близкий к 45° .

Метод добавок особенно употребим при определении веществ в присутствии примесей, которые могут повлиять на поглощение исследуемого компонента. Именно такие случаи часто встречаются при анализе реальных объектов, в частности почв. При измерении методом добавок все растворы содержат одинаковое количество примесей.

Условие применимости метода — подчинение растворов закону Бугера — Ламберта — Бера.

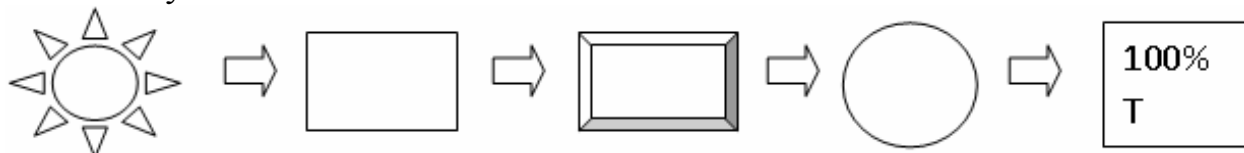
Метод сравнения. Готовится раствор исследуемого компонента, измеряется его оптическая плотность $A_x = \epsilon l c_x$. Затем готовится стандартный раствор определяемого иона с концентрацией $c_{ст}$ и измеряется его оптическая плотность $A_{ст}$. Концентрация стандартного раствора $c_{ст}$ подбирается таким образом, чтобы $A_{ст}$ было близко по значению к A_x . При работе с двумя стандартными растворами концентрации стандартных растворов подбираются по условию: $c_{см1} < c_x < c_{см2}$. Измеряются оптические плотности, которые также должны быть в соотношении $A_{ст} < A_x < A_{ст'}$. Тогда $c_x = c_{см} \cdot \frac{A_x}{A_{см}}$ при работе с одним стандартным раствором. При двух точках сравнения

$$c_x = c_{см} + \frac{c_{см2} - c_{см1}}{A_{см2} - A_{см1}} (A_x - A_{см1}).$$

2. Устройство физико-химических приборов

Блок схема спектрофотометра

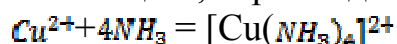
Все оптические приборы ряда спектрофотометров имеют следующую блок схему



1 – Источник света 2 – Монохроматор 3 – Кюветное отделение 4 – Детектор
5 - Дисплей

Лабораторная работа 8. Фотоколориметрическое определение концентрации ионов Cu^{2+} методом градуировочного графика.

Метод основан на образовании ионом Cu^{2+} с аммиаком комплекса, окрашенного в интенсивно синий цвет, окраска достаточно устойчива.



Реактивы, необходимые для построения калибровочного графика

- Стандартный раствор соли меди.

3,927г сульфата меди $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ химически чистого перенесите в мерную колбу емкостью 1000 мл, растворите в дистиллированной воде, прилейте 5мл концентрированной H_2SO_4 (пл. 1,84 г/см³) и доведите водой до метки. В 1мл полученного раствора содержится 1мг иона Cu^{2+} (T = 1мг/мл)

- Раствор аммиака 1:3

- Раствор сравнения (нулевой раствор)

10мл разбавленного (1:3) раствора NH_3 перенесите в мерную колбу на 50 мл, добавьте 1 каплю H_2SO_4 (пл. 1,84 г/см³) и доведите дистиллированной водой до метки.

Построение калибровочного графика

В шесть пронумерованных мерных колб на 50мл отмерьте пипеткой Мора соответственно 2,5; 5; 10; 15; 20; 25мл стандартного раствора соли Cu^{2+} . В каждую колбу прибавьте по 10мл разбавленного (1:3) раствора NH_3 и доведите объем дистиллированной водой до метки.

Рассчитайте концентрацию ионов Cu^{2+} (мг/мл) в каждой колбе по формуле:

$$C_{\text{мг/мл}} = \frac{T \cdot V}{50}, \text{ где}$$

T – титр стандартного раствора, равный 1 мг/мл

V – объем стандартного раствора, мл

Определите величину оптической плотности всех приготовленных растворов, начиная с наиболее концентрированного, используя красный светофильтр, результаты занесите в таблицу 9.

Таблица 9

Исходные данные для построения калибровочного графика

№ колбы	1	2	3	4	5	6
Vстанд. Р-ра меди, мл	2,5	5	10	15	20	25
$C_{Cu^{2+}}$, мг/мл						
Д (оптич. плотность)						

Постройте калибровочный график, откладывая концентрации меди по горизонтальной оси, а соответствующие оптические плотности – по вертикальной.

Определение концентрации меди в исследуемом растворе

В мерную колбу объемом 50мл возьмите для анализа определенный объем исследуемого раствора, прилейте 10мл раствора NH_3 (1:3) и доведите объем в колбе водой до метки, раствор перемешайте и определите оптическую плотность раствора в тех же условиях, в которых, получены данные для калибровочного графика (размер кюветы, светофильтр). Определив оптическую плотность, найдите по калибровочному графику концентрацию ионов Cu^{2+} (мг/мл). концентрацию ионов Cu^{2+} (мг/л) в анализируемом водном растворе рассчитайте по формуле:

$$C_{(\text{мг/л})} = \frac{C_{Cu^{2+}} \cdot 50 \cdot 10^3}{V}, \text{ где}$$

$C_{Cu^{2+}}$ - концентрация ионов Cu^{2+} , определенная по калибровочному графику (мг/мл);

V – объем исследуемого раствора, взятый для анализа (мл)

Сделать выводы по полученным результатам.

Лабораторная работа 9. Спектрофотометрическое определение железа

В поверхностных водах железо содержится в виде минеральных и органических комплексных соединений с гуминовыми и фульвокислотами, а также коллоидных или тонкодисперсных взвесей гидроксида железа (III). Формы его малоустойчивы и легко переходят одна в другую, так Fe^{2+} окисляется до Fe^{3+} , соли которого, гидролизуясь, отлагаются в виде бурых гидроксидов, а при наличии в воде сероводорода Fe^{3+} восстанавливается до Fe^{2+} . Концентрация железа в природных водах намного ниже 1 мг/л, что объясняется постоянным присутствием в воде анионов OH^- , CO_3^{2-} , H_2PO_4^- , HS^- , осаждающих катион железа, а также адсорбцией ионов железа на взвешенных глинистых минералах, гидроксиде железа, карбонате кальция и органических остатках растений и животных. Активно извлекают железо и водные организмы, так для ряда водорослей оптимальные концентрации железа лежат в пределах 0,14 – 1,4 мг/л.

В подземных водах преобладающей формой существования железа (II) является гидрокарбонат, устойчивый лишь в отсутствие растворенного кислорода. Реже встречаются сульфиды, карбонаты и сульфаты двухвалентного железа.

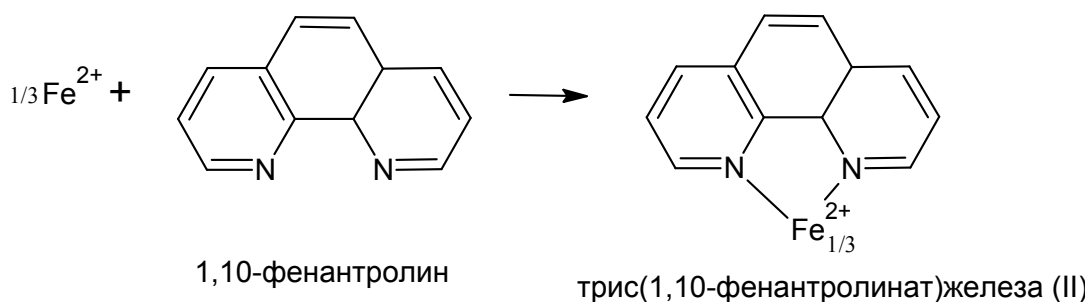
Источниками загрязнения поверхностных вод железом являются сточные воды предприятий черной и цветной металлургии, химической промышленности и другие. Вода, содержащая значительное количество железа, имеет кислую реакцию, неприятный привкус, запах и непригодна для рыбоводных целей. Концентрация железа свыше 0,5 мг/л токсична для рыб, так как на жабрах рыб отлагается бурый налет, который приводит к их гибели. Большие количества железа, оседая на дне в виде железной окалины, создают мощные донные отложения, которые полностью уничтожают живые организмы.

Железо – важный биогенный элемент, оно присутствует в организмах всех животных и растений (в среднем около 0,02%). Существуют организмы (концентраторы), способные накапливать его в больших концентрациях (например, железобактерии – вплоть до 17 – 20%). В организме взрослого человека 3,5 г железа и главное депо железа – печень, где может быть запасено до 1 г данного элемента. Избыточное количество железа приводит к образованию нерастворимого в воде железосодержащего белка. Этот белок не может быть использован организмом и, откладываясь в тканях и органах, вызывает нарушение их функций и приводит к заболеванию. У человека возникают головные боли, потеря аппетита, сильная усталость и головокружение. Установлено, что вода с повышенным содержанием железа оказывает выраженное неблагоприятное влияние на кожные покровы человека, вызывая сухость, зуд и другие аллергические явления. Избыток железа сказывается и на кроветворной системе, вызывая различные

заболевания крови. ПДК для воды рыбохозяйственных водоемов не установлена, для водоемов питьевого и культурно – бытового водопользования – 0,3 мг/л.

Определение железа с использованием 1,10-фенантролина

Для определения иона железа его переводят в комплекс Fe (II) с 1,10-фенантролином $\text{Fe}(\text{C}_{12}\text{H}_8\text{N}_2)_3^{2+}$ и измеряют оптическую плотность его раствора при помощи спектрофотометра. максимум светопоглощения находят из спектра поглощения. Для восстановления Fe^{3+} до Fe^{2+} и предотвращения его обратного окисления добавляют гидроксилламин (в виде гидрохлорида для увеличения растворимости).



Реактивы и растворы:

1. Стандартный раствор железа (II): Для приготовления стандартного раствора железа взвесьте 0,0176 г сульфата железа (II)-аммония $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, количественно перенесите навеску в мерную колбу объемом 250 мл и растворите в достаточном количестве дистиллированной воды. Затем добавьте 0,7 мл концентрированной серной кислоты, разбавьте до метки дистиллированной водой и тщательно перемешайте. Полученный раствор содержит 10,0 мг/л железа. Если масса навески отличалась от указанной, рассчитайте соответствующее значение концентрации.
2. Раствор 1,10-фенантролина: растворите 25 мг моногидрата 1,10-фенантролина в 25 мл дистиллированной воды. Раствор хранят в пластиковой посуде.
3. Раствор гидрохлорида гидроксилламина. Растворите 10 г (ч.д.а.) вещества в 100 мл дистиллированной воды.
4. Раствор ацетата натрия: растворите 10 г ацетата натрия в 100 мл дистиллированной воды.

Ход работы

В мерные колбы объемом 100 мл внесите пипеткой 1, 2, 5, 10 и 25 мл стандартного раствора железа. В еще одну такую же колбу поместите 50 мл воды для раствора сравнения. В мерной колбе объемом 100 мл находится и анализируемый раствор. В каждую колбу (включая колбу с анализируемым раствором) добавьте 1 мл раствора гидрохлорида гидроксилламина и 5 мл

раствора 1,10-фенантролина. Для установления необходимого значения рН в каждую колбу добавьте 8 мл раствора ацетата натрия; при этом возникает красная окраска комплекса железа (II) с 1,10-фенантроином. (комплекс образуется в диапазоне рН 2-9. При добавлении ацетата натрия нейтрализуется кислота, присутствующая в растворе, и значение рН устанавливается в нужном диапазоне). После добавления всех реагентов оставьте растворы на 15 мин или более для полного развития окраски (развившись, окраска устойчива в течении нескольких часов). Разбавьте каждый раствор точно до объема 100 мл. после разбавления концентрация железа в стандартных растворах составляет 0,1, 0,2, 0,5, 1,0 и 2,5 мг/л соответственно.

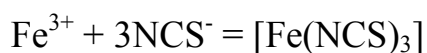
Для раствора с концентрацией 2,5 мг/л запишите спектр поглощения в диапазоне 400-700 нм (или близкому к нему, в соответствии с возможностями прибора). Измерения проводите с шагом 25 нм, а вблизи максимума поглощения – 5 и 10 нм. Конкретные указания по работе на спектрофотометре вы получите у преподавателя. В качестве раствора сравнения используйте раствор контрольного опыта. Постройте зависимость оптической плотности от длины волны (для этого можно воспользоваться электронными таблицами). Зная значение мольной концентрации железа в растворе и длины кюветы, можно рассчитать молярный коэффициент поглощения комплекса железа (II) с фенантролином при длине волны максимального поглощения.

Постройте градуировочную зависимость, измерив, оптические плотности всех растворов в максимуме поглощения. В тех же условиях измерьте оптическую плотность анализируемого раствора. При помощи электронных таблиц постройте градуировочный график в виде зависимости оптической плотности от концентрации стандартного раствора (мг/л). По этому графику из оптической плотности анализируемого раствора рассчитайте концентрацию железа (II) в нем. Для нахождения этой величины введите в одну из ячеек таблицы формулу расчета концентрации по величине оптической плотности, тангенсу угла наклона и отсекаемого осью отрезка градуировочной зависимости. В отчете приведите общее содержание железа в образце (мкг), молярный коэффициент поглощения комплекса и спектр комплекса железа (II) с фенантролином. Расчет молярного коэффициента осуществляется по формуле:

$$\lg T = A = \epsilon / C$$

Определение железа с использованием роданида аммония

Определение основано на получении окрашенного комплексного соединения роданида железа (III), интенсивность окраски которого находится в прямой зависимости от концентрации Fe(III). Катион железа (III) с роданид – ионами NCS⁻ в зависимости от концентрации образует ряд комплексов кроваво – красного цвета, обуславливающих различную интенсивность окрашенного раствора:



При выполнении анализа необходимо создавать в растворах постоянный избыток NCS^- ионов. В настоящей методике проведения определения Fe^{3+} этот избыток составляет 0,13 моль/л. Образовавшаяся кроваво – красная окраска раствора неустойчива. Раствор быстро бледнеет вследствие восстановления катионов железа (III) в железо (II) роданид ионами, особенно в присутствии некоторых катализаторов. Поэтому фотометрировать раствор необходимо сразу же после приготовления и обязательно в присутствии окислителя HNO_3 .

Оборудование, реактивы

1) фотоколориметр ФЭК – 56 М или КФК – 2; 2) мерные колбы; пипетки; 4) основной стандартный раствор железоаммонийных квасцов $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$, содержащий 0,1 мг Fe^{3+} в 1 мл раствора: навеску 0,8634 г растворяют в воде, подкисленной 5 мл $\text{H}_2\text{SO}_{4(k)}$, переносят количественно в мерную колбу на 1 л и доводят объем раствора дистиллированной водой до метки; 5) 10% раствор роданида аммония – 10 г NH_4NCS и 90 мл H_2O ; 6) раствор азотной кислоты HNO_3 (1:1): один объем азотной кислоты смешивается с одним объемом дистиллированной воды; 7) персульфат аммония $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$.

Ход работы

1. Построение калибровочной кривой

Для построения калибровочной кривой готовят ряд стандартных растворов из основного стандартного раствора. Для этого в мерные колбы на 50 мл вносим соответственно 0,5 мл; 0,4 мл; 0,3 мл; 0,2 мл; 0,1 мл основного стандартного раствора. Затем в каждую колбу вносим 1 мл HNO_3 (1:1) и 5 мл 10% NH_4NCS и доводим раствор до метки дистиллированной водой.

Для каждого раствора измеряют оптическую плотность на фотоколориметре ($\lambda = 490$ нм), раствор сравнения – дистиллированная вода. Строят калибровочный график в координатах $D - T$, где D – оптическая плотность каждого раствора, T – титр раствора, который рассчитывается по формуле:

$$T_{\text{ст}} = \frac{T_{\text{осн.ст.р-ра}} \cdot V_{\text{осн.ст.р-ра}}}{V_{\text{мерн.колбы}}},$$

где $T_{\text{осн.ст.р-ра}}$ – титр основного стандартного раствора (0,1 мг/мл); $V_{\text{осн.ст.р-ра}}$ – объем основного стандартного раствора, внесенный в каждую колбу; $V_{\text{мерн.колбы}}$ – объем мерной колбы (50 мл).

Так, для раствора с максимальной концентрацией:

$$T_{\text{ст. р-ра}} = \frac{0,1\text{мг} / \text{мл} \cdot 0,5\text{мл}}{50\text{мл}} = 0,001 \text{ мг/мл}$$

Зная титры стандартных растворов и оптическую плотность для каждого раствора, строят калибровочную кривую. По оси абсцисс откладывают титр всех стандартных растворов, а по ординат – значения их оптической плотности.

2. Определение Fe^{3+} в исследуемой воде

Берут 25 мл пробы воды и переносят в коническую колбу на 50 мл. Приливают 1 мл разбавленной (1:1) азотной кислоты и вносят 2-3 кристалла персульфата аммония для окисления Fe^{2+} в Fe^{3+} . Раствор нагревают до кипения на водяной бане, выдерживают 10 минут и охлаждают. Затем в колбу добавляют 5 мл 10% раствора NH_4NCS , при этом исследуемая проба воды окрашивается в красный цвет, интенсивность окраски которого зависит от концентрации ионов Fe^{3+} в исследуемой воде. Измеряют оптическую плотность полученного раствора и по калибровочной кривой определяют титр исследуемого раствора. Зная титр, определяют массу железа в 1 л исследуемой воды.

Лабораторная работа 10. Определение нитритного, нитратного и аммонийного азота в воде

Определение нитритного азота

Нитриты NO_2^- образуются в водоемах в результате окисления аммиака и восстановления нитратов. Окисление аммиака до нитрит-ионов протекает по схеме $NH_4^+ + 2O_2 \rightarrow NO_2^- + 2H_2O$ и осуществляется как бактериями – нитрификаторами, так и при фотохимическом окислении в поверхностных слоях воды при интенсивном ультрафиолетовом облучении. Не исключена возможность протекания этой реакции и при каталитическом действии ферментов.

Нитриты поступают в водоем и с дождевыми водами, в которых их может содержаться до 2 мг/л. Восстановление нитратов до нитритов может происходить не только под действием бактерий, но и во время грозы под влиянием электрических зарядов. Образующиеся нитрит-ионы неустойчивы и под воздействием нитробактерий окисляются далее в нитрат-ионы. Нитрификация протекает только в аэробных условиях. Таким образом, в воде происходит круговорот соединений азота по схеме:

растения \rightarrow животные \rightarrow продукты распада $\rightarrow NH_4^+ \rightarrow NO_2^- \rightarrow NO_3^- \rightarrow$
 \rightarrow растения

В чистых природных водах нитриты отсутствуют или содержатся в концентрациях 0,01 – 0,001 мг/л, главным образом, из-за их нестойкости. Превышение этих концентраций указывает на недавнее органическое загрязнение водоемов промышленными, агропромышленными и особенно

хозяйственно-бытовыми сточными водами, а также на незавершенный процесс минерализации органического вещества. ПДК нитритов для поверхностных вод – 0,02 мг/л, для сточных вод – 0,08 мг/л. В питьевых водах содержание нитритов не должно превышать 0,003 мг/л.

Сущность метода определения NO_2^-

Определение основано на способности нитрит-ионов давать с сульфаниловой кислотой и α -нафтиламином (реактив Грисса) diaзосоединение красно-фиолетового цвета.

Это реакция является одной из самых чувствительных колориметрических реакций. Она позволяет определять тысячные доли миллиграмма нитрит-ионов в литре воды. Определению мешают мутность, цветность, взвешенные вещества, а также сильные окислители и восстановители.

Влияние взвешенных веществ и мутности устраняют фильтрованием воды через фильтр «синяя лента». Если мутность фильтрованием не удаляется, к 300 мл воды добавляют 0,5 г активированного угля или 1,5 г гидроксида алюминия с добавлением небольшого количества гидроксида калия. Влияние окислителей и восстановителей в сильно загрязненных пробах устраняют соответствующим разбавлением пробы дистиллированной водой.

Оборудование, реактивы

1) фотоколориметр; 2) электроплитка; 3) мерные колбы; 4) пипетки; 5) стаканы; 6) реактив Грисса, 10% раствор. Если нет готового сухого препарата, то его готовят: а) сульфаниловая кислота: 1 г сульфаниловой кислоты растворяют при нагревании и непрерывном помешивании смеси, состоящий из 15 мл уксусной кислоты и 15 мл дистиллированной воды, затем раствор охлаждают и доводят объем до 300 мл дистиллированной водой; б) α -нафтиламин: 0,2 г α -нафтиламина растворяют в 40 мл дистиллированной воды, нагревая раствор до кипения. Полученный раствор охлаждают и добавляют к нему смесь из 15 мл ледяной кислоты и 243 мл дистиллированной воды. Растворы α -нафтиламина и сульфаниловой кислоты хранят в отдельных склянках в темноте и смешивают в равных количествах перед употреблением; 7) уксусная кислота, 12% раствор: 25 мл ледяной уксусной кислоты разбавляют до 200 мл дистиллированной водой; 8) основной стандартный раствор NaNO_2 или KNO_2 : навеску 4,9279 г NaNO_2 или 6,0077 г KNO_2 растворяют в мерной колбе на 1 л, доводят до метки. Раствор консервируют добавлением 2 мл хлороформа. 1 мл раствора содержит 1 мг NO_2^- ; 9) рабочий стандартный раствор: разбавляют основной стандартный раствор дистиллированной водой в мерной колбе сначала в 50

раз, а затем полученный раствор еще в 10 раз. 1 мл раствора содержит 2 мкг NO_2^- . Готовят рабочий раствор в день определения нитритов.

Ход работы

100 мл исследуемой осветленной или предварительно разбавленной воды помещают в колбу или стакан, приливают 5 мл реактива Грисса и перемешивают. Окраска появляется через 40 минут и сохраняется неизменной в течение 3 часов. Через 40 минут растворы фотометрируют в кюветах толщиной 5 см с зеленым светофильтром ($\lambda = 530\text{nm}$) по отношению к дистиллированной воде с добавлением реактива Грисса.

Содержание нитритов находят по калибровочному графику.

При очень малом содержании нитритов, когда окраска в исследуемой пробе не проявляется в течение 30 минут, пробу воды и стандарты следует подогревать в течение 10 минут на водяной бане ($50\text{-}60^\circ\text{C}$), охладить и фотометрировать с этими стандартами.

Построение калибровочного графика

В ряд мерных колб на 100 мл вносят рабочий стандартный раствор в количестве 0,1; 0,2; 0,4; 0,8; 1,2; 1,6, что соответствует содержанию 2; 4; 8; 12; 16 мкг/л азота нитритов. В колбу доливают дистиллированную воду до метки и прибавляют 5 мл 10% - ного раствора Грисса, перемешивают и через 40 минут фотометрируют. Калибровочный график строят в координатах: оптическая плотность – содержание азота нитритов (мкг/л).

Содержание азота нитритов (мкг/л) рассчитывают по формуле:

$$X = \frac{A \cdot 100}{V},$$

где A – количество азота нитритов, найденное по калибровочному графику (мкг); V – объем пробы, взятой для анализа (мл).

Определение нитратного азота

В природных водах азот находится в виде неорганических и разнообразных органических соединений. К неорганическим формам этого элемента относятся аммоний, нитриты и нитраты. Наиболее важными из них являются нитраты, которые наряду с фосфатами необходимы для нормального функционирования водных экосистем. Содержание нитрат-ионов в водоемах связано с процессами нитрификации и поступлением аллохтонных соединений, содержащих азот. Ввиду хорошей растворимости, нитрат-ион дождевой воды или из удобрений, а также, появляющийся в

результате окисления почвенного органического вещества и отходов животных, вымывается из почв в реки.

Нитраты являются конечными продуктами распада органического вещества, и поэтому наличие этих ионов в воде при одновременном отсутствии аммиака и нитритов указывает на завершённый процесс минерализации.

Помимо биологической ассимиляции, денитрификация в средах с низким содержанием кислорода приводит к уменьшению содержания нитратов в почвах, реках и подземных водах. При недостатке кислорода и наличии безазотистых веществ (крахмала, целлюлозы) кислород нитратов расходуется на окисление данных соединений. При этом процессе происходит переход связанного азота в газообразный, который не может быть использован большинством высших растений и водорослей.

В чистых природных водах содержание нитратов невелико и составляет 0,1 – 5 мг/л. В пределах до 10 мг/л нитраты не оказывают отрицательного влияния на водные организмы. Увеличение содержания нитратов до 20 – 30 мг/л связано с поступлением с/х стоков с удобряемых полей и сточных вод некоторых производств. Возросшие концентрации NO_3^- стали одной из причин эвтрофирования поверхностных вод, так как азот и фосфор выступают в них как лимитирующие факторы для автотрофного (растительного) звена экосистем.

Обогащение вод азотом и фосфором неизбежно сопровождается зарастанием водоемов, размножением в них водорослей, в том числе оказывающих наибольший отрицательный эффект на качество воды – сине-зеленых.

Процесс антропогенного эвтрофирования, вызывая быстрое и подчас необратимые нарушения функциональных связей экосистемы, приводит к ухудшению качества воды, подрыву полезной продуктивности, а иногда и полной утрате природных ресурсов водоема. Основные отрицательные последствия этого процесса – массовое развитие планктонных водорослей, появление неприятного запаха и вкуса воды, увеличение содержания органического вещества, снижение прозрачности и цветности воды.

Утвержденных нормативов на предельные концентрации минеральных соединений фосфора и азота, при повышении которых начинается эвтрофикация водоема, в настоящее время не существует. Имеются лишь эмпирические данные для различных водоемов, позволяющие косвенно судить об экологических нормативах на биогенные вещества. Принято считать, что цветение воды становится вероятным, когда содержание минерального азота превышает 0,3 – 0,5 мг/л, а минерального фосфора – 0,01 – 0,03 мг/л.

Количественное содержание нитратов в воде водоема колеблется по сезонам года. Оно достигает максимальных значений осенью и минимальных

– летом, в период интенсивного фотосинтеза. ПДК нитратов для водоемов хозяйственно-бытового назначения – 10 мг/л. Рекомендуемая величина нитратов для питьевых вод – 0,05 мг/л.

Определение нитратного азота в воде по собственному поглощению
методом стандартной добавки

Предложенный метод является быстрым, простым и точным определением нитратов методом УФ-спектрофотометрии по собственному поглощению. Этот метод удобен для контроля питьевой воды. Его результаты сопоставимы с данными, полученными фенолдисульфидным методом. При большом содержании в пробах воды органического материала (вода окрашена) и мутности более 30° необходима предварительная обработка воды суспензией гидроксида алюминия, иначе результаты будут неверными. Поглощением нитритов можно пренебречь, если их содержание не более 0,5 мг/л.

Реактивы и растворы

1. Рабочий стандартный раствор KNO_3 с концентрацией 5 мг_N/л готовить разбавлением основного раствора в 50 раз. 5 мл основного раствора с помощью пипетки перенести в мерную колбу емкостью 250 мл, довести до метки и перемешать (или 10 мл в колбу на 500 мл).

Ход работы

В две мерные колбы, емкостью 50 мл, внести по 10 мл пробы воды. В одну из колб прилить 2 мл стандартного раствора KNO_3 (концентрация 0,01 мг_N/мл). растворы в обеих колбах разбавить дистиллированной водой, довести до метки, перемешать, фотометрировать в кварцевой кювете ($l = 1\text{ см}$) относительно дистиллированной воды при длинах волн 210 и 220 нм. При содержании азота нитратного более 5 мг/л объем пробы следует уменьшить до 2-5 мл, а при содержании менее 0,5 мг/л объем пробы следует увеличить до 20-40 мл. значения оптических плотностей должны быть в пределах 0,3 – 0,8. Концентрацию определяем расчетным методом. Вычисление концентрации расчетным способом сводится к решению уравнений

$$y_1 = D_1^0 + K_1 \cdot x \quad K_1 = \frac{D_1 - D_1^0}{c_a}$$

$$y_2 = D_2^0 + K_2 \cdot x \quad K_2 = \frac{D_2 - D_2^0}{c_a}$$

$$X = \frac{(D_2^0 - D_1^0) \cdot C_a}{D_1 - D_1^0 + D_2^0 - D_2}$$

При $D_2^0 < D_1^0$ значение X отрицательно и расчет следует вести по формуле:

$$X = \frac{(D_1^0 - D_2^0) \cdot C_a}{D_1 - D_1^0 + D_2^0 - D_2}$$

где, X – концентрация азота нитратного, мг/л; D_1^0 и D_2^0 – оптические плотности раствора без добавки при длинах волн 210 и 220 нм; $D_1 - D_2$ –

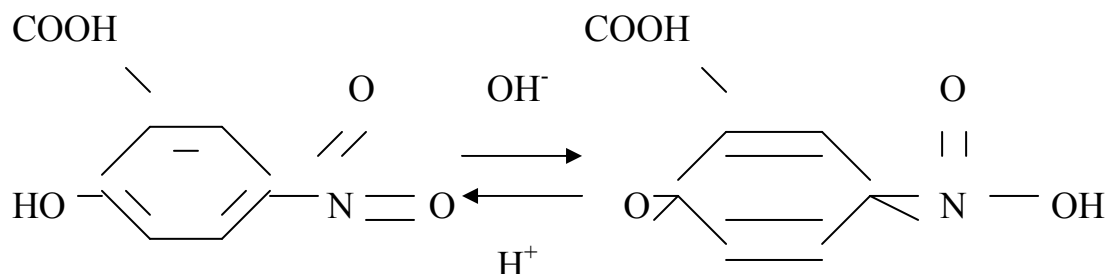
соответствующие оптической плотности с добавкой; C_a - концентрация добавки KNO_3 (стандарта), mg_N/l .

Сделать соответствующие выводы.

Сущность метода определения нитратов с салициловой кислотой

Определение основано на реакции нитрования салициловой кислоты в среде концентрированной серной кислоты. При этом образуется смесь мононитро-салициловых кислот (3-нитро и 5-нитро). При дальнейшем добавлении едкой щелочи образуются соли этих кислот, окрашивающие раствор в желтый цвет. Окраска обусловлена соотношением 2-х таутомерных форм – бесцветной бензоидной и ярко-желтой хиноидной или аци-формы. Это соотношение зависит от природы нитрофенола и от концентрации ионов H^+ и OH^- .

Прибавление щелочи способствует образованию солей нитрофенолов в аци-форме желтого цвета. Уравнение реакции:



бензоидная – бесцветная форма

хиноидная (аци-форма) – окрашенная

Мешают определению окрашенные органические соединения, хлориды более 200 mg/l , железо более 5 mg/l , тяжелые металлы, нитриты более 2 mg/l . Органические вещества, железо и тяжелые металлы устраняют добавлением 3 мл суспензии гидроксида алюминия к 150 мл пробы. Влияние нитритов устраняется добавлением к 20 мл пробы 0,05 г сернокислого аммония и упариванием досуха на водяной бане. После охлаждения сухой остаток доводят до первоначального объема дистиллированной водой.

Оборудование, реактивы

1) фотоколориметр; 2) водяная баня; 3) пипетки; 4) колбы мерные; 5) фарфоровые чашки ($d = 7-9$ см); 6) капельницы; 7) цилиндры мерные; 8) раствор салициловой кислоты, 1%: навеску 0,25 г салициловой кислоты растворяют в 25 мл спирта или можно взять 1% спиртовой раствор салициловой кислоты (салициловый спирт); 9) раствор гидроксида натрия и сегнетовой соли растворяют в 300 мл дистиллированной воды, охлаждают, переносят в мерную колбу на 500 мл и доводят до метки; 10) серная кислота концентрированная; 11) гидроксид алюминия, суспензия: растворить 125 г алюмокалиевых квасцов в 1 л воды, нагреть до $60^{\circ}C$ и к полученному

раствору медленно, при непрерывном помешивании прибавить 55 мл концентрированного раствора аммиака, дать смеси постоять около часа, слить жидкость декантацией, осадок многократно промыть водой (отделяя каждый раз его декантацией) до полного удаления ионов аммония (контроль реактивом Несслера); 12) основной стандартный раствор KNO_3 с концентрацией 250 мг/л – 500 мл: взвесить 0,9093 KNO_3 , предварительно высушенного при 105°C до постоянного веса, перенести в мерную колбу на 500 мл, растворить в воде, добавить для консервации 1 мл хлороформа, довести объем до метки, перемешать. Хранить хорошо закупоренным до 6 месяцев; 12) рабочий стандартный раствор KNO_3 с концентрацией 5 мг/л: 5 мл основного раствора с помощью пипетки перенести в мерную колбу на 250 мл, довести до метки, перемешать (или 10 мл в колбу на 500 мл) – 1 мл рабочего раствора KNO_3 содержит 5 мкг NO_3^- .

Ход определения

В зависимости от концентрации 5 – 10 мл пробы воды переносят в фарфоровые чашки, добавляют 2 мл салициловой кислоты и выпаривают в фарфоровой чашке на водяной бане досуха. После охлаждения сухой остаток смешивают с 2 мл серной кислоты и оставляют на 10 минут. Затем содержимое чашки разбавляют 10 – 15 мл дистиллированной воды, приливают 15 мл раствора гидроксида натрия и сегнетовой соли, переносят в мерную колбу вместимостью 50 мл, смывая стенки чашки дистиллированной водой, после охлаждения доводят до метки, полученный окрашенный раствор фотометрируют при $\lambda = 410$ нм.

По калибровочной кривой находят концентрацию NO_3^- в мг/л.

Построение калибровочной кривой

Рабочий стандартный раствор KNO_3 с концентрацией 5 мг/л с помощью пипетки перенести в фарфоровые чашки в количествах 0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,4; 1,8 мл для малых концентраций (в фотоколориметре использовать кювету с $L = 5$ см) и в количествах 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 7,0 мл для больших концентраций (использовать кювету с $L = 1$ см) прибавить в каждую чашку 0,5 – 1 мл раствора салициловой кислоты, выпарить на водяной бане досуха и далее по методике.

После доведения объемов в мерных колбах на 50 мл получим растворы с концентрацией азота нитратов соответственно: 0; 0,02; 0,04; 0,06; 0,08; 0,1; 0,14; 0,18 мг/л (при $L = 5$ см) и 0,15; 0,2; 0,25; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7 мг/л (при $L = 1$ см).

Построить калибровочную кривую, откладывая на оси ординат значения $D_{\text{ст}}$, а на оси абсцисс – величину концентрации $N(\text{NO}_3^-)$, мг/л.

Содержание нитрат – ионов находят по формуле:

$$X = \frac{C_x \cdot 10}{V},$$

где X – содержание нитрат ионов, мг/л; V – объем пробы воды, взятый для исследования, мл; C_x – содержание нитрат-ионов, найденное по графику, мг/л.

Определение аммонийного азота

Связанный азот, на долю которого приходится около 30% от общего его количества играет первостепенную роль в биологической продуктивности поверхностных вод. Основными источниками азота, необходимого для жизнедеятельности планктона, служат неорганические формы связанного азота: аммонийный, нитратный и нитритный.

Ионы аммония появляются в поверхностных водах и как первичный продукт обмена веществ, так и на последней стадии полной минерализации микроорганизмами – аммонификаторами органических остатков. Аммиак в свободном состоянии в чистых водах отсутствует или находится в количестве десятых или сотых долей мг/л, так как он легко реагирует с водой, превращаясь в ион аммония NH_4^+ . Поэтому под аммиаком обычно понимают суммарное содержание в воде NH_3 и NH_4^+ .

Аммонийный азот потребляется фитопланктоном в процессе фотосинтеза и используется для синтеза новых органических амидов и аминокислот, при этом водоросли затрачивают значительно меньшую энергию по сравнению с ассимиляцией нитратов. Повышенная концентрация NH_4^+ возможна только в анаэробных условиях, в которых невозможен процесс эвтрофикации. Поэтому очень большая его концентрация встречается в подземных водах закрытых структур, связанных с нефтеносными слоями. Для поверхностных вод в условиях существования фотосинтеза в режиме NH_4^+ наблюдаются закономерные изменения концентрации: уменьшение весной и летом в результате ассимиляции его растениями и увеличение в осенний период при усилении процессов распада, накопившегося за лето органического вещества.

С другой стороны, значительное содержание аммиака в воде указывает на свежее органическое загрязнение при условии подтверждения этого другими показателями. Источниками поступления азотсодержащих сточных вод в водоемы могут коммунально-бытовые, сельскохозяйственные, а также стоки предприятий пищевой промышленности. Гидроксид аммония является наиболее токсичным из всех соединений аммиака. Он раздражает слизистые оболочки, приводит к поражению глаз и дыхательных путей, вызывает воспаление легких.

Следовательно, определение концентрации аммонийного азота необходимо не только для оценки биологической продуктивности и интенсивности минерализации органических веществ, но и экологического

состояния водоема. ПДК аммиака 0,05 мг/л для водоемов рыбохозяйственного водопользования или 2 мг/л (по азоту) для водоемов санитарно-бытового водопользования.

Сущность метода определения ионов аммония

Ионы аммония определяют фотометрически по реакции с реактивом Несслера. Принцип метода основан на том, что аммоний с реактивом Несслера образует йодид меркураммония, который окрашивает раствор в желто-коричневый цвет. Интенсивность окраски пропорциональна содержанию аммония в воде.



Так как соли кальция и магния, обычно содержащиеся в природных водах, при взаимодействии с реактивом Несслера могут выпасть в осадок, их связывают раствором виннокислого натрия-калия (сегнетовой солью). Диапазон определяемых концентраций аммония – 0,05 – 4 мг/л.

Оборудование, реактивы

1) фотоколориметр; 2) электроплитка; 3) мерные колбы; 4) пипетки; 5) раствор сегнетовой соли $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ – растворяют 50 г соли при нагревании в дистиллированной воде, доводят раствор до 100 мл, перемешивают, фильтруют, добавляют 5 мл 10% - ного раствора NaOH и кипятят 30 минут (для удаления следов NH_3). Объем раствора вновь доводят до 100 мл; 6) реактив Несслера (щелочной раствор тетраидмеркурата калия K_2HgI_4 , торговый препарат); 7) безаммиачная вода – дистиллированную воду с добавкой щелочи (25 мл 5% - ного раствора NaOH на 1 л воды) кипятят 1 час; 8) стандартный раствор NH_4Cl . Основной раствор: растворяют в безаммиачной воде 296,5 мг безводного NH_4Cl , высушенного при 100°C , и разбавляют такой же водой до 100 мл; 1 мл полученного раствора содержит 100 мкг NH_4^+ . Рабочий раствор: разбавляют безаммиачной дистиллированной водой 5 мл основного стандартного раствора до 100 мл; 1 мл полученного раствора содержит 5 мкг NH_4^+ .

Ход работы

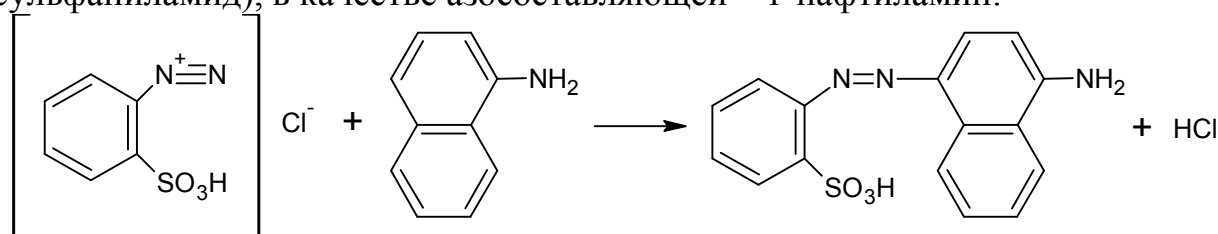
К 100 мл пробы воды добавляют 0,2 мл раствора сегнетовой соли и 0,2 мл реактива Несслера, перемешивают и через 10 минут измеряют оптическую плотность раствора при 425 нм в кювете толщиной 1 см на фоне дистиллированной воды. Из полученного значения оптической плотности вычитают оптическую плотность холостой пробы. Холостую пробу проводят со 100 мл безаммиачной дистиллированной водой, в которую вносят те же реактивы, что и в анализируемую воду. Концентрацию ионов аммония в пробе определяют по калибровочному графику.

Построение калибровочного графика

В мерные колбы на 50 мл наливают 0, 1, 2, 3, 4, 6 и 10 мл стандартного раствора NH_4Cl концентрации 5 мкг NH_4^+ в 1 мл. Разбавляют до метки безаммиачной водой, перемешивают, отбирают из каждой колбы по 10 мл и переносят в пробирки. Концентрация ионов аммония в растворах составляет 0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,6 и 1 мг/л. Определение ионов аммония ведут по методике, описанной выше. Из полученных значений оптических плотностей вычитают оптическую плотность холостого раствора. Строят калибровочный график в координатах: на оси абсцисс – концентрация ионов NH_4^+ , на оси ординат – оптическая плотность.

Лабораторная работа 11. Определение нитратов в почвах методом спектрофотометрии

Реакцию Грисса с успехом используют для определения малых количеств нитратов, нитритов, солей аммония. Нитраты предварительно восстанавливают, а амины окисляют до нитрита, который принимает участие в реакции диазотирования аминов. Поэтому реакция специфична, поскольку диазотирование протекает только в присутствии нитрит-иона. Нитраты из почв извлекают раствором хлорида калия и восстанавливают гидразином. Для ускорения восстановления применяют соли меди. В качестве диазосоставляющей используют сульфаниловую кислоту (или сульфаниламид), в качестве азосоставляющей – 1-нафтиламин:



Реактивы и растворы

1. Стандартный раствор KNO_3 , $0,125 \text{ мг} \cdot \text{мл}^{-1}$ ($0,903 \text{ г}$ высушенного при $100 - 105^\circ \text{C}$ KNO_3 растворяют в 1 л 1 М раствора KCl).
2. Реагент Грисса: готовят (раствор I) – в колбу вместимостью 1 мл помещают 500 мл дистиллированной воды, 100 мл H_3PO_4 (конц.), 5 г сульфаниламида и 1 г нафтиламина, встряхивают смесь до полного растворения и разбавляют до метки дистиллированной водой; раствор хранят в склянке из оранжевого стекла не более 3 мес ; (раствор II) – в колбу вместимостью 1 л помещают 250 мл раствора I и $0,2 \text{ г}$ ЭДТА, разбавляют до метки дистиллированной водой (раствор готовят в день определения)
3. $0,25 \%$ раствор сульфата меди. ($2,5 \text{ г}$ $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ растворяют в 1 л дистиллированной воды).
4. $2,75 \%$ раствор гидразина ($27,5 \text{ г}$ $\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{SO}_4$ растворяют в 1 л дистиллированной воды, хранят не более 3 мес).

5. 0,5 % раствор пиррофосфата натрия (5 г $\text{Na}_2\text{P}_2\text{O}_7$ и 8 г NaOH растворяют в 1 л дистиллированной воды, хранят не более 3 мес.).
6. 1 М раствор хлорида калия.

Ход работы

Для построения калибровочного графика в восемь мерных колб вместимостью 250 мл помещают стандартный раствор KNO_3 в количестве 0, 1, 2, 4, 6,8, 10, 12 мл. разбавляют до метки дистиллированной водой. В конические колбы вместимостью 200 мл помещают по 5 мл каждого из приготовленных растворов, добавляют 10 мл раствора пиррофосфата натрия и 10 мл раствора II и снова перемешивают. Через 15 мин измеряют оптическую плотность при 545 нм относительно раствора калибровочного графика, не содержащего нитрата калия (первый раствор ряда).

Для определения нитрата в почве навеску встряхивают с раствором хлорида калия, отфильтровывают и отбирают в коническую колбу 5 мл фильтрата. Далее проводят все указанные операции. Если значение оптической плотности выходит за пределы калибровочного графика, разбавляют фильтрат в несколько раз раствором хлорида калия. Сделать соответствующие выводы.

Вопросы и задания

1. Выведите закон Бугера –Ламберта –Бера.
2. Чем определяется выбор оптического прибора и длины кюветы для измерения концентрации веществ?
3. Почему применение спектрофотометрии для определения больших концентраций веществ затруднительно?
4. Какие способы снижения систематических и случайных погрешностей вы могли бы предложить?
5. Какие реакции вы предложили бы для фотометрического определения следующих элементов: Zn, Cu, Fe, Co, Ni, Mn ?
6. Как измениться оптическая плотность и пропускание раствора при увеличении толщины светопоглощающего слоя?
7. Какие условия следует соблюдать, чтобы при фотометрировании растворов аммиаката меди (II) получить линейную зависимость А-С?

Раздел 7

Экология питания

Загрязнения окружающей среды наносят вред организму человека через питьевую воду, воздух, продукты питания и нарушается естественное равновесие внутренней среды человека. Показатели внутренней среды – это обмен веществ, функциональная эффективность его систем и прежде всего пищеварительной.

Биологическая сущность человека осталась той же, что и тысячи лет назад, а условия жизни и питания резко изменились. Процессы урбанизации привели к тому, что производство продуктов питания стало делом промышленности, появились ранее неизвестные пищевые добавки, пищевые красители, модификационные соединения. В результате значительно изменился состав и ассортимент потребляемых пищевых продуктов.

Главным экологическим аспектом в экологии питания являются знания о факторах, загрязняющих продукты питания, воду и их биохимическое влияние на системы организма. Часто в пище обнаруживаются нежелательные примеси, снижающие иммунитет, избыток лекарственных препаратов, тяжелые металлы, пестициды.

Проблема взаимоотношения организма и окружающей среды, а также проблема охраны внутренней среды занимают ведущее место в экологии человека.

Ниже приведены схемы распада (окисления) поступающих в организм с пищей белков, жиров и углеводов (рис.1), а также взаимосвязь обмена главных классов органических соединений (рис.2).

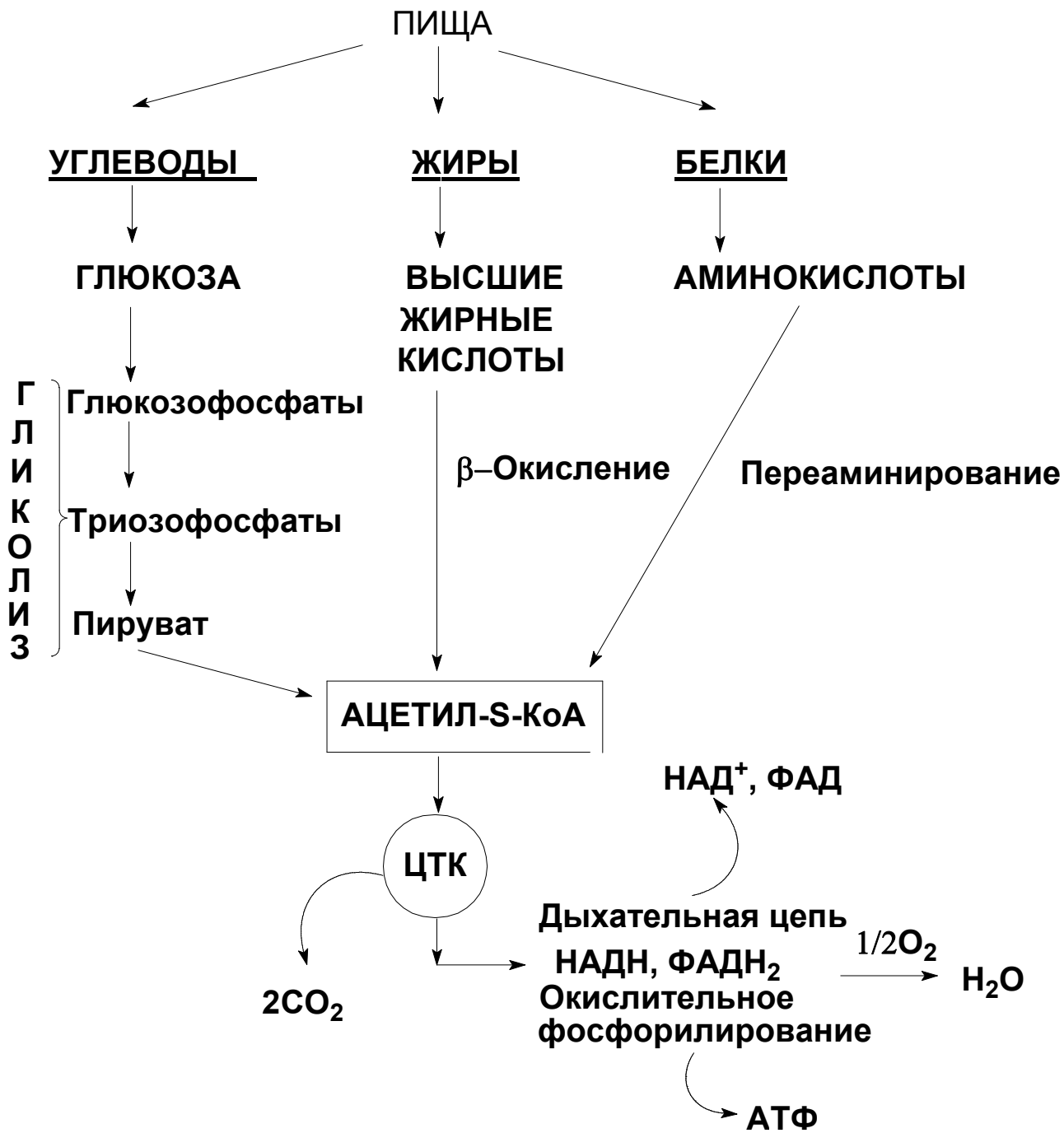


Рис. 1. Общая схема окисления (распада) поступающих с пищей углеводов, жиров и белков

Пища обеспечивает наш организм питательными веществами, которые требуются ему для выработки энергии, образования тканей и поддержания их жизнедеятельности. Пища состоит из молекул белков, жиров, углеводов, витаминов, минеральных солей и воды.

Питание – это процесс как непосредственного принятия пищи, то есть ввод питательных веществ в организм, так и усвоение их для выработки энергии, образования тканей и поддержания их жизнедеятельности.

Энергетическая ценность пищи измеряется в калориях. При распаде в процессе пищеварения один грамм белков выделяет 4,1 ккал, один грамм жиров - 9,3 ккал и один грамм углеводов – 3,7 ккал. Суточная потребность детей 4 – 6 лет составляет 2000 ккал в сутки, 7 – 10 лет – 2300 ккал, молодых людей 20-25 лет, занимающихся умственным трудом или физическим трудом – 2800 ккал.

В процессе пищеварения белки, жиры и углеводы расщепляются на свои составные единицы – мономеры, которые всасываются в кровь и лимфу, а оттуда расходуются на различные нужды организма.

Белки

Белки состоят из четырех элементов – углерода, водорода, кислорода и азота, которые, соединяясь между собой, образуют мономеры белков – аминокислоты.

Белки выполняют в организме роль ферментов, катализаторов физиологических процессов, осуществляют транспортировку различных веществ (белки эритроцитов участвуют в переносе кислорода в ткани и углекислого газа из них), поддерживают осмотическое давление крови, осуществляют защитные функции организма (свертывание крови, иммунитет), выполняют гормональную функцию, поскольку большинство гормонов организма имеют белковую природу. Важнейшая функция белков – пластическая (они участвуют в построении клеток и тканей).

Полноценные белки присутствуют в пище животного происхождения – говядине, телятине, баранине, свинине, мясе домашней птицы, рыбе и молоке, яйцах и сыре. Растительная пища бедна полноценными белками. Особенно опасно белковое голодание для растущего детского организма.

В России потребность взрослого человека в белке считается равной 1,2 г/кг массы тела. Избыток белков приводит к перенапряжению пищеварительного тракта, образованию в нем продуктов гниения и неполного расщепления белков, вызывающих интоксикацию организма и смещение кислотно-щелочного равновесия крови в кислую сторону, все это увеличивает нагрузку на почки, что может привести к их функциональному истощению.

Жиры (липиды)

Они являются источником энергии и жирорастворимых витаминов. Жиры необходимы для организма и поддержания здоровья, исключать их из рациона питания нельзя.

Жиры – более богатый источник энергии, чем углеводы. В одном грамме жиров содержится в 2 раза больше калорий, чем в одном грамме углеводов. Жиры – главное вещество, с помощью которого организм запасает энергию в жировых клетках. Если этот процесс идет очень интенсивно, то человек становится тучным. Однако запасы жира защищают организм от холода, и из них образуются жирорастворимые витамины – А, D, Е, К. Благодаря тому, что продвижение жиров по желудку совершается медленно, человек, съевший что-то жирное, долго не испытывает голода. В жирах содержится холестерин, участвующий в образовании клеточных мембран, оболочек нервных клеток, половых гормонов и желчи. Холестерин может вырабатываться в организме, а также поступать в него с пищей животного происхождения. Для организма вреден как избыток, так и недостаток уровня холестерина в крови. Однако холестерин накапливается в организме при переедании, неподвижном образе жизни и курении, что делает его главным фактором риска ишемической болезни сердца.

Самый надежный способ понизить общее содержание холестерина – соблюдать диету и увеличить физические нагрузки. Рекомендуется уменьшить общее потребление животных жиров и контролировать собственный вес.

Жиры состоят из атомов углерода, водорода и кислорода. В процессе пищеварения жиры расщепляются на мономеры – глицерин и жирные кислоты. Суточная потребность взрослого человека в жирах равна 1 – 1,5 г/кг массы тела, из них 1/3 должна быть представлена жирами растительного происхождения. Рафинирование растительных масел снижает их пищевую ценность. При рафинировании растительные масла лишаются некоторых незаменимых жирных кислот, что снижает их пищевую ценность. Линолевая, линоленовая и арахидоновая жирные кислоты относятся к незаменимым факторам питания.

Углеводы

Углеводы – питательные вещества, источник энергии. Их молекулы состоят из атомов углерода, водорода и кислорода. Углеводы подразделяются на простые (моносахариды), дисахариды и сложные (полисахариды). В процессе пищеварения сложные углеводы расщепляются на простые. Основным мономером и простых и сложных углеводов является глюкоза.

Моносахариды (глюкоза, фруктоза, галактоза) и дисахариды (лактоза, мальтоза, сахароза) обладают сладким вкусом.

Сложные углеводы состоят из трех и более мономеров и образуют длинные молекулярные цепи. Полисахариды сладким вкусом не обладают. К ним относятся крахмал, гликоген, целлюлоза, пектин.

Концентрация глюкозы в крови поддерживается на постоянном уровне – около 0,1 %. Избыток глюкозы откладывается в виде гликогена в печени и жира в подкожной клетчатке. Если углеводы с пищей не поступают, то уже через 12 – 18 часов резко усиливаются процессы окисления жиров и человек начинает худеть.

Целлюлозы и пектина много во фруктах, овощах и в наружных покровах семян злаков. Оба эти вещества входят в состав пищевых волокон, которые участвуют в продвижении пищи по пищеварительному тракту, способствуя утилизации кишечных шлаков. Тем самым они снижают вероятность запоров, рака толстого кишечника и других заболеваний.

В качестве профилактики онкологических заболеваний толстого кишечника рекомендуется ежедневно потреблять от 20 до 30 г растительных волокон, включая в рацион питания большего количества хлеба грубого помола, каш, фруктов, овощей, сухих бобов и гороха.

Оптимальным считается потребление углеводов 6-8 г/кг массы тела, т.е. 50-60% суточной энергетической ценности рациона. Пищевыми источниками углеводов являются мука, крупы, хлеб, макаронные и хлебобулочные изделия, фрукты, овощи, сахар, мед, конфеты, варенье, творожные сырки, мороженое, компоты, кисели, фруктовые соки и воды.

Преимущественное потребление легкоусвояемых углеводов приводит к ожирению и может спровоцировать сахарный диабет. В углеводном рационе человека сахар должен составлять лишь 10-20% от общего числа потребляемых углеводов. Рафинированный сахар является носителем «пустых» калорий. В пищу рекомендуется употреблять желтый неочищенный сахар, содержащий помимо чистого углевода более 100 различных микроэлементов.

Правильно организованное питание имеет большое значение для нормального физического и нервно-психического развития ребенка и подростка. Недостаточность питания задерживает рост и развитие, понижает сопротивляемость организма; избыточное – нарушает процессы обмена, ухудшает аппетит, расстраивает пищеварение. Рациональное питание строится с учетом возрастной физиологической потребности организма ребенка и подростка в белках, жирах и углеводах (табл. 10).

Таблица 10

**Суточная потребность детей и подростков в белках,
жирах и углеводах (г на 1 кг веса)**

возраст	белки	жиры	углеводы
1-3	4,0-4,2	4,0	10-15
3-7	3,5	3,5	10-15
7-11	3,0	3,0	10-15

11-15	2,5	2,5	10-12
15-18	2,0	2,0	8-10

Усвоение пищи зависит от вида продукта и разнообразия питания. Лучше усваиваются продукты животного происхождения (табл. 11), при этом главное значение имеет усвоение белков. Из мяса, рыбы, яиц и молочных продуктов белки усваиваются лучше, чем из хлеба, круп, овощей и плодов. Важнейший фактор правильного питания – разнообразная пища. Однообразная пища приедается и хуже усваивается. Пища, состоящая из мяса, хлеба и круп, дает в среднем 75% усвоения содержащихся в них белков, а при добавлении овощей усвояемость возрастает до 85-90%. Значительно повышает усвоение ценных пищевых веществ правильная термическая обработка продуктов и их измельчение.

Таблица 11

Усвоение пищевых веществ из различных продуктов при смешанной пище

продукты	Процент усвоения		
	белков	жиров	углеводов
Мясо, рыба, изделия из них	95	90	-
Молоко, молочные продукты, яйца	96	95	98
Сахар	-	-	99
Ржаной хлеб, бобовые и крупы, кроме манной, риса, толокна	70	92	94
Хлеб из муки высшего, 1-го, 2-го сортов, макароны, манная крупа, рис, «Геркулес», толокно	85	93	96
Картофель	70	-	95
Овощи	80	-	85
Фрукты, ягоды	85	-	90

Витамины

Витамины – низкомолекулярные органические соединения, с высокой биологической активностью, которые или совсем не синтезируются или синтезируются в недостаточном количестве. Витамины после превращений в организме входят в состав ферментов, которые являются катализаторами биохимических процессов в организме. Если витаминов в пище мало или они вообще отсутствуют, развиваются болезни.

Витамины классифицируются на водорастворимые и жирорастворимые.

Классификация и номенклатура витаминов

Буквенное обозначение	Химическое название	Физиологическое название	Суточная потребность человека, мг
водорастворимые			
B ₁	тиамин	антиневритный	2,0
B ₂	рибофлавин	Витамин роста	2,0
B ₃	Пантотеновая кислота	антидерматитный	12,0
B ₅ (PP)	Никотиновая кислота	антипелларгический	25,0
B ₆	пиридоксин	антидерматитный	2,0
B ₁₂	цианокобаламин	антианемический	0,003
C	Аскорбиновая кислота	антицинготный	75
H	биотин	антисеборрейный	0,15
жирорастворимые			
A	ретинол	антиксерофтальмический	2,5
D	кальциферол	антирахитический	0,0025 (для взрослых)
E	токоферол	антистерильный	15,0
K	филлохинон	антигеморрагический	0,25
Q	убихинон	-	-

Водорастворимые витамины содержатся во многих пищевых продуктах. Организм не способен запастись водорастворимыми витаминами, поэтому потреблять их нужно каждый день. Избыток витаминов организм выводит с мочой. На водорастворимые витамины пагубно влияет тепло, поэтому при термической обработке они часто разрушаются. Если свежие фрукты и овощи слишком долго варить или замачивать, они могут потерять много водорастворимых витаминов.

Жирорастворимые витамины поступают в организм с жирами. Избыток этих витаминов (в особенности А и D) могут запастись жировые клетки.

Суточная потребность детей и подростков в витаминах(мг %)

возраст	A	B ₁	B ₂	B ₆	C	D	PP
1-1,5	1,0	0,8	1,1	0,9	35,0	0,15	9,0
1,5-2	1,0	0,9	1,2	1,0	40,0	0,15	10,0
3-4	1,0	1,1	1,4	1,3	45,0	0,15	12,0
5-6	1,0	1,2	1,6	1,4	50,0	0,15	13,0
7-10	1,5	1,4	1,9	1,7	50,0	0,15	15,0
11-13	1,5	1,7	2,3	2,0	60,0	0,15	19,0
14-17 (юноши)	1,7	1,9	2,5	2,2	80,0	0,15	21,0
14-17 (девушки)	1,5	1,7	2,2	1,9	70,0	0,1	18,0

Минеральные вещества

Это неорганические соединения, на долю которых приходится около 5% массы тела. Минеральные вещества в первую очередь служат структурными компонентами зубов, мышц, клеток крови и костей. Они необходимы для мышечного сокращения, свертывания крови, синтеза белков и проницаемости клеточной мембраны. Организм не способен вырабатывать минеральные вещества самостоятельно, поэтому он вынужден получать их с пищей. Многие минеральные вещества растворимы в воде и поэтому легко выводятся из организма с мочой.

Минеральные вещества подразделяются на два класса: макроэлементы (фосфор, калий, кальций, сера, натрий, хлор, магний), требующиеся организму в большем количестве; микроэлементы (железо, марганец, медь, йод, кобальт, цинк, фтор), требующиеся организму в микродозах.

Натрий является главным фактором поддержания водно-солевого баланса в жидкостях организма (включая кровь), участвует в проведении нервных импульсов. Мы потребляем натрий главным образом в виде поваренной соли. Человеку достаточно потреблять 0,5 – 1,5 чайной ложки поваренной соли в сутки. Избыток соли ведет к повышению кровяного давления, связанному с ишемической болезнью сердца, сердечной недостаточностью и болезнями почек.

Кальций и сопутствующий ему фосфор требуется получать в любом возрасте. Особенно остро нуждаются в этих элементах дети и беременные женщины. Уровень кальция в организме можно увеличить за счет введения в рацион молочных продуктов, бобов и гороха, рыбы, зелени, фиников, изюма и зерновых.

Вода

Вода – один из наиболее важных компонентов организма, составляющий около 2/3 его массы. Вода служит растворителем для питательных веществ и шлаков, она участвует в регуляции температуры тела и поддержании кислотно-щелочного равновесия; вода участвует во всех протекающих в организме химических реакциях.

Без пищи человек может находиться 2 недели или дольше, без воды – всего 5 – 7 дней. Когда количество воды в организме уменьшается на 1% от веса тела, человек начинает испытывать жажду. Если потери воды достигают 10%, то может возникнуть почечная недостаточность. Если организм человека теряет 20% содержащейся в нем воды, наступает смерть от обезвоживания.

Ежедневно организм теряет в зависимости от климатических условий 2-3 л воды с дыханием, потом, мочой, калом. Для возвращения этих потерь взрослые люди должны ежедневно выпивать около 6-8 стаканов воды. Остальное её количество поступает в организм с различными напитками и пищей. Водой богаты многие пищевые

продукты, в особенности фрукты и овощи. В среднем водный баланс составляет 2,5 л.

Пищевые добавки

В пищевой промышленности применяется большая группа веществ, объединяемая общим термином пищевые добавки.

Их применение допустимо только в том случае, если они даже при длительном использовании, не угрожают здоровью человека.

Обычно пищевые добавки разделяют на несколько групп:

1. вещества, улучшающие внешний вид продуктов;
2. вещества, изменяющие консистенцию продукта;
3. ароматизаторы;
4. подслащивающие вещества;
5. вещества, увеличивающие сроки хранения продуктов.

Среди веществ, определяющих внешний вид продуктов, важное место принадлежит пищевым красителям. Для придания пищевым продуктам и полуфабрикатам различной окраски используют природные и синтетические красители. Наиболее широко их применяют при производстве кондитерских изделий, напитков, маргарина, консервов и др.

Примерами природных красителей являются энокраситель, получаемый из выжимок красных сортов винограда и ягод бузины; начали использовать в качестве желтых, розово-красных красителей пигменты, содержащиеся в соке кизила, красной и черной смородины, клюквы, брусники; пигменты чая, содержащие катехины и антоцианы; красный краситель, выделенный из свеклы. Сахарный колер – продукт карамелизации сахара, это приятно пахнущая, темно-коричневая жидкость, которая используется для окраски напитков, кондитерских изделий, в кулинарии.

Среди синтетических красителей можно отметить следующие: индигокармин, при растворении в воде дает растворы интенсивно синего цвета, используется в кондитерской промышленности и при производстве сахара-рафинада; тартразин желтый – образует растворы оранжево-желтого цвета, применяют при производстве напитков; нитрит и нитрат калия применяют при обработке мяса и мясных продуктов для сохранения красного цвета.

Загустители, желе- и студнеобразователи – большая группа пищевых добавок, используемая для получения коллоидных растворов повышенной вязкости, студней и гелей.

Среди них выделяют натуральные пищевые добавки: желатин, пектин, агароиды, крахмал, растительные камеди и вещества, получаемые искусственно: метилцеллюлоза, амилопектин, модифицированные крахмалы.

Вещества данной группы в основном используются в кондитерской промышленности при производстве мармелада, желе, конфет, фруктовых соков, мороженого, а также при изготовлении майонеза и рыбных консервов.

С давних времен в пищевой промышленности используются вещества, обладающие сладким вкусом. С учетом требований науки о питании, расширения производства низкокалорийных продуктов, а также продуктов для людей с сахарным диабетом, расширяется выпуск заменителей сахарозы.

Примерами подслащивающих веществ могут быть: мед, лактоза, сорбит и ксилит, аспартам. В основном эти вещества используются в кондитерской промышленности и при производстве напитков, при приготовлении продуктов детского питания.

Нельзя оставить без внимания такую группу веществ, как ароматизаторы – они усиливают вкус и аромат пищевых продуктов. Природные выделяют из фруктов, овощей и растений в виде соков, эссенций. Синтетические ароматизаторы включают большое количество компонентов: эфирные масла, альдегиды, спирты и т.д. Из вкусовых веществ, усиливающих аромат и вкус, чаще всего используется L-глутаминовая кислота и её соли, применяемые при производстве концентратов, первых и вторых блюд.

Список разрешенных пищевых добавок для производства пищевых продуктов постоянно пересматривается и обновляется в связи с получением новых научных данных об их свойствах и внедрении новых препаратов.

7.2. Генетически модифицированные продукты питания

История изучения строения, биосинтеза и функций ДНК связана с возникновением и решением общебиологической проблемы наследственности.

На рубеже 19-20 вв. генетические и цитологические исследования привели к выводу, что ответственными за передачу признаков по наследству являются хромосомы. При этом можно выделить некоторый наследственный признак, который передается с определенным участком хромосомы – геном. Всему набору признаков организма соответствует набор генов всех хромосом – генотип.

Матричные биосинтезы рассматриваются как механизм копирования, точного воспроизведения генотипа и фенотипа. Копирование создает молекулярную основу одного из фундаментальных свойств жизни – наследственности. Противоположное свойство – изменчивость – столь же существенно, поскольку наряду с наследственностью обеспечивает возможность естественного отбора и биологической эволюции.

Молекулярную основу изменчивости организмов составляют наследуемые изменения первичной структуры ДНК – мутации. Мутации возникают в результате ошибок синтеза ДНК в процессе репликации

или при репарации повреждений ДНК, вызванных разного рода внешними факторами. Другой механизм изменчивости составляют рекомбинации – обмен участками ДНК между гомологичными хромосомами при половом размножении.

Успехи биохимии последнего десятилетия привели к разработке методов, позволяющих манипулировать генами с целью изменения генотипа, а следовательно и фенотипических признаков организма. Это направление исследований получило название генной инженерии. Основная цель таких исследований – научиться создавать новые фенотипы путем прямой пересадки генов из одного организма в геном другого, а также исправлять этим методом наследственные дефекты генома, т.е. лечить наследственные болезни. Первые успехи генной инженерии связаны с получением новых форм микроорганизмов, синтезирующих полезные для человека продукты, в том числе лекарственные вещества.

Процедура пересадки гена включает следующие операции:

1. получение гена;
2. получение рекомбинантной гибридной ДНК;
3. введение рекомбинантной ДНК в клетку;
4. клонирование и размножение рекомбинантной ДНК.

С развитием генной инженерии появилась возможность заставить микроорганизмы синтезировать нужные человеку вещества, которые получить другими методами сложно.

В 1980 г. была получена рекомбинантная плазмида, содержащая ген интерферона человека. Плазмиду ввели в клетки и они начали продуцировать интерферон – белок, который природные штаммы бактерии не синтезируют. Созданы также микроорганизмы, синтезирующие человеческие гормоны соматостатин, соматотропин, инсулин и человеческий фермент урокиназу.

Сегодня на Земле живет более 6 млрд человек, примерно четверти из них хронически недостает еды или её необходимых компонентов – от белков до витаминов.

Полей и пастбищ Земли уже не хватает, выход один – резко увеличить отдачу имеющихся с/х площадей. Справиться с этой задачей по силам генной инженерии.

Пионером в производстве генетически модифицированных продуктов является Китай.

В 1992 г. они стали производить устойчивый к вредителям трансгенный табак, а первое съедобное ГМ-растение – помидор «Флавр-Савр» – получило «путевку в жизнь» в США в 1994 г. С тех пор в лабораториях мира подверглись генетической модификации и уже подготовлены к промышленному выращиванию десятки разных с/х культур.

Пока удается «передать» всего один ген (определяющий один признак). Переносить набор из нескольких генов биотехнологи ещё не

научились. Все «пересаженные» гены имеют вирусное или бактериальное происхождение. Вегетарианцы могут не волноваться: растений с «животными» генами среди промышленных сортов нет.

Что касается создания трансгенных животных, то с ними работа идет гораздо медленнее, но есть достижения и здесь: в США и Канаде созданы быстрорастущий лосось и даже свинья с высоким содержанием ненасыщенных жирных кислот в тканях. Однако эти проекты пока далеки от коммерческого производства.

Мы давно являемся потребителями изделий из генетически модифицированных растений. Мы носим рубашки, белье и джинсы из трансгенного хлопка. И едим продукты, многие из которых произведены с использованием ГМ-культур. Маргарин вполне может быть сделан трансгенного рапсового масла, а кетчуп – из ГМ-томатов. Основу большинства биодобавок составляет генетически модифицированная соя. Она же входит в состав конфет, шоколада, кондитерских изделий, соевой вермишели, сыра и мяса, соевого соуса.

ГМ-кукуруза используется для приготовления поп-корна и масла, идет на корм скоту и птице. А это значит, что мясо (говядина, свинина, курятина) и готовые мясные изделия и полуфабрикаты могут содержать достижения биоинженеринга. Картофельные чипсы, пюре или фри могут быть сделаны из трансгенного картофеля.

Кроме пищевой промышленности ГМ-организмы давно и успешно используют в фармацевтике. Речь идет о гормонах и белковых препаратах, производимых бактериями или дрожжами, в клетки которых вставлены человеческие гены. В аптеках многих стран уже не встретишь такие препараты, как инсулин интерферон, изготовленные традиционным, не трансгенным способом.

В последние годы в пищевой промышленности часто применяют модифицированные крахмалы, свойства которых в результате разнообразных видов воздействия (физического, химического, биологического) заметно отличаются от свойств обычного крахмала. Так модифицированные крахмалы отличаются от обычного по степени гидрофильности, способности к клейстеризации и студнеобразованию. Их используют в хлебопекарной и кондитерской промышленности, в том числе и для получения безбелковых диетических продуктов питания. В России разрешено использовать только окисленный и диальдегидный крахмал при производстве пшеничного хлеба.

7.3. «Экологические ловушки»

Отрицательные влияния изменения качества внешней химической среды и продуктов питания на метаболизм живых организмов в последнее время получили название «экологических ловушек». Ярким примером является влияние некоторых пестицидов – средств защиты растений. Например, диизопропилфторфосфат (ДФФ) оказывает

инактивирующее влияние на фермент ацетилхолинэстеразу, выполняющий важную роль ингибирования ацетилхолина, накапливающегося при нейрхимических процессах в нервных тканях. Ядохимикаты опасны не только для тех видов, против которых они используются. Применение их в хозяйственных целях может приводить к сильному загрязнению среды. Мировое производство дихлордифенилтрихлорэтана (ДДТ) в течение почти 30 лет достигало ежегодно 100 тыс.т., а применение спасало урожаи многих с/х культур, а также и лесные насаждения. Препараты ДДТ создавали помехи в экосистемах для вредных консументов, защищали урожаи, но сам ДДТ и некоторые примеси в препаратах, помимо токсичности для теплокровных животных, обладают способностью прогрессивно накапливаться в звеньях пищевых цепей.

Диоксины – группа веществ, которые называют суперэкоксикантами в силу их высокой токсичности и биологической активности. Они образуются во многих технологических процессах – от целлюлозно-бумажного, металлургического до биологической очистки сточных вод и хлорирования питьевой воды, сжигания отходов, сгорания топлива в двигателях.

Диоксины способны накапливаться в организме, являясь причиной многих тяжелых заболеваний и вызывая острые и хронические отравления и перерождения кожи и слизистых оболочек, нарушений в развитии плода у женщин, разрушение печени, злокачественных образований, могут быть причиной иммунодефицита.

Перечень «экологических ловушек» дополняется примером с нитратами и нитритами, связанными с широким применением в качестве удобрений нитратов в сельском хозяйстве. В качестве агентов азотного питания растений применяют натриевую, калийную, аммонийную селитры, то есть соли азотной кислоты (нитраты). Их интенсивное поступление в растения приводит к тому, что они не полностью включаются в обменные процессы и накапливаются в листьях, стеблях и корнях, причем избыток частично восстанавливается до аммиака.

При попадании избытка нитратов в организм теплокровных с пищей они превращаются в более токсичные нитриты, вступающие во взаимодействие с аминами и амидами. В результате возможно образование нитрозосоединений.

Накопление в организме человека нитратов при длительном употреблении такой растительной пищи вызывает тяжелые нарушения обмена веществ, аллергию, нервные расстройства. В крови нитраты превращают двухвалентное железо гемоглобина в трехвалентное, что нарушает перенос кислорода от легких к тканям. Что касается нитрозосоединений, то в ряде случаев они способны вызывать злокачественные новообразования, рак желудка, лейкоз. Поступление нитратов в организм в дозе более 5 мг на 1 кг массы тела уже

является опасным. Суточная доза поступающих в организм с пищей нитратов не должна превышать 320 мг, а нитритов – 9 мг.

7.4. Требования и правила питания

Питание должно отвечать трем основным требованиям:

1. адекватность питания, т.е. по своей энергетической ценности (калорийности) и химическому составу оно должно соответствовать интенсивности обменных процессов в организме, полу, возрасту, выполняемой работе, состоянию организма, а также времени года, климату и другим факторам.
2. Сбалансированность питания, т.е. оптимальное соотношение в рационе питания белков, жиров, углеводов. Наилучшим соотношением белков, жиров и углеводов является 1:1:4 – для взрослых и 1:1:6 – для детей.
3. Режим питания – это количество пищи и время её приема. Суточный рацион питания необходимо делить на 3-4 приема пищи.

Правила питания включают:

1. учет энергетических затрат в организме – при высокой физической нагрузке организм потребляет 45 ккал/кг, при среднем и умственном труде – 35-40 ккал/кг, при легком труде – 30 ккал/кг.
2. учет сезонности в питании – в России в зимне-весенний период наблюдается дефицит витаминов в рационе населения, что требует соответствующей коррекции в рационе питания.
3. Учет сочетаемости продуктов – Г.Шелтон (классик раздельного питания) считает недопустимым питаться крахмалистыми углеводами в сочетании с белковой пищей (мясо, яйца, сыр); отечественные диетологи рекомендуют придерживаться теории Г.Шелтона преимущественно пожилым людям, у которых функциональные возможности пищеварительного тракта снижены. Но существуют такие продукты, которые не совместимы и их нужно есть отдельно – это дыня, арбуз и молоко.
4. Учет температуры пищи – пища не должна быть холодной, так как оптимальная температура работы пищеварительных ферментов 37-38 С, и холодная пища долго не переваривается в желудке; слишком горячая пища снижает тонус желудка.
5. Тщательное пережевывание пищи – большие куски пищи долго не перевариваются, при этом дольше не наступает насыщение; также необходимо ротовое пищеварение, иначе большая нагрузка по перевариванию пищи ложится на поджелудочную железу.
6. Учет регионального питания – набор продуктов в рационе питания складывался исторически на протяжении многих веков; например,

для россиян баранина является трудноусвояемой пищей, а курятина и свинина – легкоусвояемой пищей.

7. Щадящий температурный режим в приготовлении пищи – растительные продукты лучше всего готовить на пару, на слабом огне, чтобы не вываривать и не разрушать в них витамины.
8. Не игнорировать сыроедение, которое обеспечивает организм ферментами, аккумулирующими солнечную энергию, витаминами, микроэлементами. Сырыми рекомендуется употреблять овощи, фрукты, семена, орехи, коровье молоко, яйца.

Пищевая ценность рациона питания определяется тем, насколько адекватно представлены в нем питательные вещества. Все пищевые продукты разделены на несколько основных групп: хлеб и хлебобулочные изделия; молоко и молочные продукты; мясо и мясные продукты; фрукты и овощи; жиры; пряные вещества.

Рекомендации по рациональному питанию:

1. питаться разнообразно;
2. поддерживать идеальный вес;
3. избегать жирной пищи, животных жиров и холестерина;
4. потреблять продукты с адекватным содержанием крахмала и пищевых волокон;
5. не увлекаться сладким.

Состав тела «среднего человека» при условии, если его массу принять за 75 кг, включает 18% белка (13,5 кг), 14% жира (10,5 кг), 1% углеводов (0,75 кг), 61% воды (45,75 кг) и 6% минеральных элементов (4,5 кг). Если человек теряет слишком большую массу хотя бы одного из компонентов (более 10% воды, 11% белка, 33% минеральных веществ, 40% углеводов или 90% жира), под угрозой оказывается его способность поддерживать гомеостаз. Поэтому организму безопаснее расставаться с жиром, чем с водой. Для человека весом 75 кг допустима потеря 9 кг жира, но не более 5 кг воды.

Универсальная формула веса:

Для мужчин: $(\text{рост (см)} \cdot 3 - 450 + \text{возраст(лет)}) \cdot 0,25 + 40,5$

Для женщин: $(\text{рост(см)} \cdot 3 - 450 + \text{возраст(лет)}) \cdot 0,225 + 45,0$

Избыток массы тела определяют по индексу Кетли:

$K = M/P^2$, где M – реальная масса тела в кг, P – рост (м).

Если $K=17,5-18$, то отмечается недостаток массы тела, $K=18,5-24$ – норма массы тела, $K=24,5-30$ – ожирение 1 степени, $K=30-40$ – ожирение 2 степени, K более 40 – ожирение 3 степени. У манекенщиц $K=17,2$.

7.5. Рациональное питание

При правильном, рациональном питании человек меньше подвергается различным заболеваниям и легче с ними справляется. Рациональное питание имеет также профилактическое значение для предупреждения преждевременного старения. При желудочно-кишечных,

сердечно-сосудистых и других заболеваниях специально составлен рацион и режим питания.

Питание должно быть организовано таким образом, чтобы оно обеспечивало гармоничное развитие и слаженную деятельность организма. Для этого пищевой рацион должен быть по количеству и качеству сбалансирован с потребностями человека соответственно его профессии, полу, возрасту.

Человек обладает специальными регуляторными механизмами, позволяющими использовать из принятой пищи и усваивать необходимые питательные вещества в таком количестве, которое ему требуется в данный момент, превращать в процессе обмена веществ одни вещества в другие, создавать запасы, которые мобилизуются по мере надобности. Но эти приспособления имеют определенные пределы; более ограничены в детском и пожилом возрасте.

Количество энергии, выделяемой при усвоении организмом того или иного пищевого продукта, называется калорийностью этого продукта. В табл. 14 приведена энергетическая ценность некоторых продуктов.

Таблица 14

Энергетическая ценность некоторых пищевых продуктов

продукт	Энергетическая ценность, ккал	продукт	Энергетическая ценность, ккал
Хлеб ржаной	170	Молоко	59
Хлеб пшеничный	240	Масло сливочное	749
Пирожные	320-540	Сыр	371
Сахар	379	Масло подсолнечное	899
Картофель отварной	82	Треска отварная	78
Яблоки	39	Борщ	270
Говядина отварная	254	Котлеты говяжьи	220
Сосиски	220-320	Сок виноградный	54

Для правильного составления рациона питания с учетом характера трудовой деятельности ученые-специалисты в области гигиены питания подразделяют все взрослое население на 4 группы:

- 1) лица, работа которых не требует затрат физического труда (работники умственного труда, работники пультов управления, диспетчеры и др.);
- 2) работники производств с механизированными условиями труда и сферы обслуживания, труд которых не требует большого физического напряжения (медсестры, продавцы, кондукторы и др.);

- 3) работники производств с механизированными условиями труда, труд которых связан с физическим напряжением (станочники, водители поездов, автобусов, трамваев, почтальоны);
- 4) работники полумеханизированных или немеханизированных производств средней и большой тяжести труда (шахтеры, горнорабочие, лесозаготовители, грузчики и др.).

Таблица 15

Суточная потребность в калориях взрослого трудоспособного населения по разным группам интенсивности труда

Группа интенсивности труда	возраст	мужчины		женщины	
		Умеренные физические нагрузки	Повышенные физические нагрузки	Умеренные физические нагрузки	Повышенные физические нагрузки
1	18-40	2800	3100	2400	2650
	40-60	2600	2800	2200	2350
2	18-40	3000	3300	2550	2800
	40-60	2800	3000	2350	2500
3	18-40	3200	3500	2700	2950
	40-60	2900	3100	2500	2650
4	18-40	3700	4000	3150	3400
	40-60	3400	3600	2900	3050

Для спортсменов в дни тяжелых тренировок и соревнований установлены следующие суточные нормы: для мужчин – калорийность 4500 – 5000 ккал (белки – 154-171 г, жиры – 145-161 г, углеводы – 615-638 г); для женщин – калорийность 3500-4000 ккал (белки – 120-137 г, жиры – 113-129 г, углеводы – 477-546 г).

Наиболее рациональным является четырехразовое питание, т.к. при нем создается равномерная нагрузка на пищеварительный тракт и обеспечивается наиболее полная обработка пищи полноценными по переваривающей силе соками. Прием пищи в одно и тоже время вырабатывает рефлекс на выделение в установленное время активного желудочного сока. Наиболее целесообразным является следующее распределение рациона: завтрак 25%, обед 35%, полдник 15%, ужин 25%.

Таблица 16

Формула сбалансированного питания для взрослого человека при умеренной физической нагрузке (по А.А. Покровскому, 1974)

Пищевые вещества	Дневная потребность
Вода:	1750-2200г
Питьевая (вода, чай, кофе)	800-1000г
В супах	250-500г

В продуктах питания	700г
Животные белки	80-100г
Незаменимые аминокислоты:	
Триптофан	1г
Лейцин	4-6г
Изолейцин	3-4г
Валин	3-4г
Треонин	2-3г
Лизин	3-5г
Метионин	2-4г
Фенилаланин	2-4г
Заменимые аминокислоты:	
Гистидин	1,5-2г
Аргинин	5-6г
Цистеин	2-3г
Тирозин	3-4г
Аланин	3г
Серин	3г
Глутаминовая кислота	16г
Аспарагиновая кислота	6г
Пролин	5г
Глицин	3г
Углеводы:	400-500г
Крахмал	400-450г
Сахар	50-100г
Органические кислоты (молочная, лимонная и др.)	2г
Балластные вещества (клетчатка, пектин)	24г
Жиры:	80-100г
Растительные	20-25г
Незаменимые жирные кислоты	2-6г
Холестерин	0,3-0,6г
Фосфолипиды	5г
Минеральные вещества:	
Кальций	800-1000мг
Фосфор	1000-1500мг
Натрий	4000-6000мг
Калий	2500-5000мг
Хлориды	5000-7000мг
Магний	300-500мг
Железо	15мг

Цинк	10-16мг
Марганец	5-10мг
Хром	0,02-0,5мг
Медь	2мг
Кобальт	0,1-0,2мг
Молибден	0,5мг
Селен	0,5мг
Фториды	0,5-1,0мг
Йодиды	0,1-0,2мг
Витамины:	
С	50-70мг
В ₁	1,5-2,0мг
В ₂	2,0-2,5мг
В ₅	15-25мг
В ₃	5-10мг
В ₆	2-3мг
В ₁₂	0,0012-0,005мг
Биотин	0,15-0,30мг
Холин	500-1000мг
Д	0,0025-0,01мг
А	1,5-2,5мг
Е	10-20мг
К	1-3мг
Липоевая кислота	0,5мг
Инозин	0,5-1,0мг
Общая калорийность	3000ккал

У лиц в возрасте 60 лет и старше процессы обмена веществ становятся менее интенсивными, меняется способность к усвоению отдельных питательных веществ. С этим связано и изменение потребности в калорийности пищи и количеству получаемых белков, жиров и углеводов (табл.16).

В пожилом возрасте рекомендуется значительно ограничить или исключить из рациона крепкие мясные бульоны, грибные отвары, продукты, содержащие большое количество холестерина (печень, яичный желток, мозги) и тугоплавких жиров (баранье, свиное сало). Но увеличить прием молочных продуктов, овощей и фруктов, преимущественно в сыром виде. Необходимо также ограничить количество поваренной соли. Следует также обращать внимание на кулинарную обработку пищи: рекомендуется ограничить употребление жареных, копченых, крепко соленых и маринованных блюд.

Таблица 17

Суточная потребность в калориях и основных питательных веществах для лиц пожилого возраста

возраст	Калорийность, ккал	Белки,г		Жиры,г		Углеводы,г
		всего	В т.ч. животные	всего	В т.ч. растительные	
Мужчины						
60-70	2350	80	48	76	27	320
Старше 70	2200	75	45	71	25	300
Женщины						
60-70	2100	70	42	66	23	288
Старше 70	2000	65	39	61	21	277

При беременности потребность в белках, кальции и фосфоре увеличивается. Беременная женщина должна получать от 100 до 130 г белка в сутки, главным образом полноценного и легкоусвояемого, в рационе питания следует предусмотреть получение примерно 65 г белков животного происхождения. Его основным источником служат молоко, творог, сыр, рыба и мясо. Ежедневный прием молока (0,8-1,2 л) обеспечивает организм беременной женщины необходимым количеством белка, кальция и фосфора. Необходимо питание обогащать витаминами А и каротином (источники сливочное масло, сыр, морковь), В₁ и РР (в хлебе, мясе), С (свежая и квашеная капуста, цитрусовые), D (печень, треска, палтус, сыр, яйца). Беременная женщина нуждается в повышенном поступлении в организм железа, источником которого служат печень, зелень и фрукты, яичный желток.

В период кормления ребенка необходимо повысить калорийность рациона на 1000 ккал, где 120 г белка. Увеличить количество потребляемого молока до 1,5 л, больше употреблять яиц, масла, сыра, овощей и фруктов.

Для детей от 1 года до 3 лет важно, чтобы в пище содержались белки, имеющие в составе незаменимые аминокислоты, которыми богаты молоко, творог, мясо и яйца. Потребность в жирах должна удовлетворяться в основном за счет жиров растительного происхождения (подсолнечное и кукурузное масло), т.к. они содержат много полиненасыщенных жирных кислот, которые лучше усваиваются организмом. Растительные жиры лучше всего давать в сочетании с овощными пюре и салатами.

Пища детей и подростков должна обеспечивать физиологическую потребность в энерготратах, которые составляют для детей в возрасте 1,5 – 3 лет – 1500 ккал, 3 – 5 лет – 1800 ккал, 5 – 8 лет – 2000-2400 ккал, 8 – 12 лет – 2400 – 2800 ккал, 13 – 16 лет – до 3000 ккал.

7.6. Проблема истощения пищевых ресурсов

В последнее время тревогу вызывает проблема возможного истощения пищевых ресурсов. Она связана с сокращением пахотных угодий и пастбищ, так как основным источником продуктов питания для человека остается сельское хозяйство. Главной производительной силой земледелия служат плодородные почвы. Однако человечество крайне неразумно и расточительно относится к этому богатству.

До половины пахотных земель в мире используется до полного истощения. Огромные площади пашни «съедаются» оврагами, плодородный слой смывается и выдувается. Большие площади с/х угодий отторгаются под строительство быстрорастущих городов, дорог, промышленных предприятий. Таким образом происходит абсолютное сокращение площади с/х земель.

Большой урон плодородным почвам наносят процессы опустынивания. Они угрожают прежде всего ландшафтам в жарком, засушливом климате: уничтожается растительный покров, ускоренными темпами идет дефляция и эрозия почв – в конечном счете земли могут полностью утратить свой ресурсно-экологический потенциал. Под угрозой опустынивания находится порядка 30 млн кв.км (19%) суши Земли.

Наряду с абсолютным сокращением площади с/х земель происходит её относительное уменьшение в связи с быстрым ростом населения. Считается, что если на одного человека в год с 2 га собирать 1 т зерна, то проблемы голода не будет. Пятимиллиардному населению планеты требуется 5 млрд т., а собирается всего около 1,5 млрд т зерна. Одна из причин этого в том, что на одного человека в мире приходится сегодня всего 0,28 га пахотных земель и производительность их в целом низкая. Земля уже сегодня не в состоянии прокормить всех своих жителей.

Однако проблема пищевых ресурсов не исчерпывается только сокращением и ухудшением качества с/х угодий. Не малый урон наносится и пищевым ресурсам дикой флоры и фауны. Например, большое хозяйственное значение имеют водные биоресурсы. В настоящее время в мире вылавливается ежегодно более 100 млн т рыбы и еще около 10 млн т других морепродуктов (китов, тюленей, моллюсков, водорослей). В сумме это составляет небольшую часть общей биопродукции океана, но очень существенную часть ежегодной продукции указанных групп организмов. По данным ФАО ООН, в процессе вылова ущерб наносится более чем 70% мировых эксплуатационных запасов промысловых рыб. К обеднению природных экосистем, уменьшению биологического разнообразия, к истощению пищевых ресурсов приводит все возрастающее техногенное давление на биосферу. Биосфера ежегодно теряет до 10-15 тысяч биологических видов. Все сказанное выше свидетельствует о том, что поддерживать

опережающий рост производства продовольствия становится все труднее. Это значительно обостряет продовольственную проблему во многих регионах Земли.

На земном шаре сейчас больше недоедающих и голодающих, чем когда-либо раньше, и их число увеличивается. На современной карте мира зона голода охватывает огромную территорию по обеим сторонам экватора, включая почти всю Африку к югу от Сахары, Азию, прежде всего её юго-восточную часть, страны Карибского бассейна и Южной Америки.

Из-за экономического неравенства и неравномерности распределения продовольствия более 1 млрд человек в слаборазвитых странах питаются недостаточно, а от 0,5 до 1 млрд человек хронически голодают.

Проблема хлеба насущного с давних пор волновала человека. В настоящее время для многих людей пища стала более обильной и разнообразной, а общий питательный статус стал значительно лучше, чем раньше. У людей повышается уровень знаний и растет стремление к улучшению условий жизни. Среди их забот проблема загрязнения пищи занимает далеко не последнее место. Во многих случаях для защиты от подобных загрязнений можно положиться на законы о продуктах питания. Однако, законы не всегда идут в ногу с технологическими достижениями. Перед исследователями и производителями продуктов питания часто встает проблема, как привести в соответствие преимущества применения определенных веществ с их побочным действием и угрозой здоровью производственных рабочих и потребителей.

При выборе продуктов человек должен исходить из критериев качества и сбалансированности питания, что является основой здоровья.

7.7. Утилизация бытовых отходов

Проблема полного уничтожения или частичной утилизации твердых бытовых отходов (ТБО) — бытового мусора — актуальна, прежде всего, с точки зрения отрицательного воздействия на окружающую среду.

Твердые бытовые отходы - это богатый источник вторичных ресурсов (в том числе черных, цветных, редких и рассеянных металлов), а также "бесплатный" энергоноситель, так как бытовой мусор - возобновляемое углеродсодержащее энергетическое сырье для топливной энергетики. Однако для любого города и населенного пункта проблема удаления или обезвреживания твердых бытовых отходов всегда является в первую очередь проблемой экологической. Весьма важно, чтобы процессы утилизации бытовых отходов не нарушали экологическую безопасность города, нормальное функционирование городского хозяйства с точки зрения общественной санитарии и гигиены, а также условия жизни населения в целом.

Подавляющая масса ТБО в мире пока складывается на мусорных свалках, стихийных или специально организованных в виде "мусорных полигонов". Однако это самый неэффективный способ борьбы с ТБО, так как мусорные свалки, занимающие огромные территории часто плодородных земель и характеризующиеся высокой концентрацией углеродсодержащих материалов (бумага, полиэтилен, пластик, дерево, резина), часто горят, загрязняя окружающую среду отходящими газами. Кроме того, мусорные свалки являются источником загрязнения как поверхностных, так и подземных вод за счет дренажа свалок атмосферными осадками.

В крупном мегаполисе бытовой мусор выступает в роли основного фактора, который оказывает отрицательное действие на внешнюю среду, а также на условия жизни людей. Жители мегаполиса ежедневно производят огромное количество бытовых отходов, требующих вывоза и утилизации. В условиях роста городов, с расширением строительства и производства соответственно возрастает объем и состав твердых промышленных и бытовых отходов.

Классификация твёрдых бытовых отходов

Твердые бытовые отходы (ТБО) в Российской Федерации представляют собой грубую механическую смесь самых разнообразных материалов и гниющих продуктов, отличающихся по физическим, химическим и механическим свойствам и размерам. ТБО перед их переработкой необходимо обязательно подвергнуть сепарации по группам, и уже после этого каждую группу ТБО следует подвергнуть переработке.

Опасные твёрдые бытовые отходы

Одни отходы (например, медицинские, ядохимикаты, остатки красок, лаков, клеев, косметики, антикоррозийных средств, бытовой химии) представляют опасность для окружающей среды, если попадут через канализационные стоки в водоемы или как только будут вымыты со свалки и попадут в грунтовые или поверхностные воды. Батарейки и ртутьсодержащие приборы будут безопасны до тех пор, пока не повредится корпус: стеклянные корпуса приборов легко бьются еще по пути на свалку, а коррозия через какое-то время разъест корпус батарейки. Затем ртуть, щелочь, свинец, цинк станут элементами вторичного загрязнения атмосферного воздуха, подземных и поверхностных вод.

Сжигание ТБО

Это широко распространенный способ уничтожения твердых бытовых отходов. Сложность непосредственной утилизации ТБО обусловлена, с одной стороны, их исключительной многокомпонентностью, с другой — повышенными санитарными требованиями к процессу их переработки. В связи с этим сжигание до сих пор остается наиболее распространенным способом первичной обработки бытовых отходов. Сжигание бытового мусора, помимо снижения объема и массы, позволяет получать дополнительные энергетические ресурсы, которые могут быть использованы для централизованного отопления и производства электроэнергии. К числу недостатков этого способа относится выделение в атмосферу вредных

веществ, а также уничтожение ценных органических и других компонентов, содержащихся в составе бытового мусора.

Сжигание можно разделить на два вида: непосредственное сжигание, при котором получается только тепло и энергия, и пиролиз, при котором образуется жидкое и газообразное топливо.

Мусоросжигание обеспечивает минимальное содержание в шлаке и золе разлагающихся веществ, однако оно является источником выбросов в атмосферу. Содержание кадмия, свинца, цинка и олова в копоти и пыли, выделяющихся при сжигании твердых горючих отходов, изменяется пропорционально содержанию в мусоре пластмассовых отходов. Выбросы ртути обусловлены присутствием в отходах термометров, сухих гальванических элементов и люминесцентных ламп. Наибольшее количество кадмия содержится в синтетических материалах, а также в стекле, коже, резине. При прямом сжигании твердых бытовых отходов большая часть сурьмы, кобальта, ртути, никеля и некоторых других металлов поступает в отходящие газы из негорючих компонентов, т. е. удаление негорючей фракции из бытовых отходов понижает концентрацию в атмосфере этих металлов.

Источниками загрязнения атмосферы кадмием, хромом, свинцом, марганцем, оловом, цинком являются в равной степени как горючая, так и негорючая фракции твердых бытовых отходов. Существенное уменьшение загрязнения атмосферного воздуха кадмием и медью возможно за счет отделения из горючей фракции полимерных материалов.

Все мусоросжигательные предприятия являются убыточными. В этой связи разрабатываются такие способы переработки бытовых отходов, которые позволили бы утилизировать и вторично использовать ценные компоненты, содержащиеся в них.

Переработка на вторсырьё

В среднестатистическом мусорном баке около 25% занимают пищевые отходы, 5-10% — бумага, 50% — полимеры, остальное приходится на металл, текстиль, резину, стекло и

Довольно многие компоненты ТБО могут быть переработаны в полезные продукты

Стекло обычно перерабатывают путем измельчения и переплавки (желательно, чтобы исходное стекло было одного цвета). Стекланный бой низкого качества после измельчения используется в качестве наполнителя для строительных материалов. Во многих российских городах существуют предприятия по отмыванию и повторному использованию стекланный посуды.

Стальные и алюминиевые банки переплавляются с целью получения соответствующего металла. При этом выплавка алюминия из баночек для

прохладительных напитков требует только 5% от энергии, необходимой для изготовления того же количества алюминия из руды.

Бумажные отходы различного типа уже многие десятки лет применяют наряду с обычной целлюлозой для изготовления пульпы - сырья для бумаги. Из смешанных или низкокачественных бумажных отходов можно изготавливать туалетную или оберточную бумагу и картон. К сожалению, в России только в небольших масштабах присутствует технология производства высококачественной бумаги из высококачественных отходов (обрезков типографий, использованной бумаги для ксероксов и лазерных принтеров и т.д.). Бумажные отходы могут также использоваться в строительстве для производства теплоизоляционных материалов и в сельском хозяйстве - вместо соломы на фермах.

Переработка пластика в целом - более дорогой и сложный процесс. Из некоторых видов пластика (например, PET - двух- и трехлитровые прозрачные бутылки для прохладительных напитков) можно получать высококачественный пластик тех же свойств, другие (например, ПВХ) после переработки могут быть использованы только как строительные материалы. В России переработка пластика не производится.

Вторсырье не должно превращаться в мусор, а природа - в окружающую среду! Макулатура, стекло, пластик – должны быть возобновляемыми вторичными ресурсами для заводов по переработке вторсырья.

Рекомендации

Российскому правительству необходимо обратить внимание на «сокращение отходов», что обозначает спланированную серию мероприятий, направленных на уменьшение количества и вредных свойств производимых отходов и увеличение доли отходов, которые могут быть использованы как вторсырье. Так же следует ввести сортировку мусора жителями по спец-контейнерам.

А нам следует придерживаться некоторых правил:

1. Избегать ненужной упаковки;
2. Отдавать предпочтение продуктам многоразового использования;
3. Отдавать предпочтение минимальной упаковке - приобретать товары с более легкой упаковкой и товары, продающиеся большими объемами;
4. Отдавать предпочтение упаковке, которую можно повторно использовать или переработать;
5. Отдавать предпочтение упаковке, изготовленной из вторично переработанных и/или экологически безвредных материалов;
6. Разумно полагаться на "зеленые значки", наносимые на товары и упаковку во многих странах.

Лабораторная работа 12. Цветные реакции на белки

Существуют универсальные цветные реакции, которые дают все белки (биуретовая и нингидриновая).

Биуретовая реакция. В щелочной среде в присутствии солей меди растворы приобретают фиолетовый цвет с красным или синим оттенком, зависящим от количества пептидных связей в молекуле белка. Такую реакцию дают все белки, а также продукты их неполного гидролиза – полипептиды, содержащие не менее двух пептидных связей. Биуретовая реакция обусловлена наличием в белке пептидных связей, которые в щелочной среде образуют с сернокислой медью окрашенные комплексы.

Ход работы. В одну пробирку наливают 5 капель 1%-ного раствора яичного белка, в другую – 5 капель 1%-ного раствора желатины. В каждую пробирку добавляют по 10 капель 10%-ного раствора едкого натра и по 1 капле 1%-ного раствора сульфата меди. В одной и другой пробирке появляется красно-фиолетовое (или сине-фиолетовое) окрашивание.

Нингидриновая реакция. Нингидрин, являющийся сильным окислителем, вызывает окислительное дезаминирование аминокислоты, приводящее к образованию аммиака, двуокиси углерода, соответствующего альдегида и восстановленной формы нингидрина. Нингидриновая реакция позволяет определить свободные аминокислоты даже в присутствии полипептидов.

Ход работы. В одну пробирку вносят 5 капель 1%-ного раствора яичного белка, в другую – 5 капель 1%-го желатины. В каждую пробирку добавляют по 3 капли 0,5%-ного раствора нингидрина и нагревают до кипения. Через 2-3 мин в обеих пробирках проявляется розовое, красное, а затем сине-фиолетовое окрашивание.

Лабораторная работа 13. Специфичность действия амилазы и сахаразы

Высокая степень специфичности и высокая эффективность ферментов обеспечивают строго определенные последовательности превращения субстратов. Так, амилаза расщепляет крахмал до мальтозы и далее до глюкозы, сахараза – дисахарид сахарозу на глюкозу и фруктозу.

Ход работы. 1. В одну пробирку наливают 10 капель 0,5%-ного раствора крахмала, в другую – 10 капель 0,5%-ного раствора сахарозы. В обе пробирки вносят по 5 капель раствора амилазы. Содержимое пробирок перемешивают и ставят на 10 мин в термостат при 40⁰С. После этого в пробирках проводят реакцию Троммера (смотри раздел 5) и убеждаются в том, что произошло расщепление только крахмала, но не сахарозы.

2. Сахаразу можно легко получить из дрожжей. С этой целью приблизительно 0,5 г дрожжей тщательно растирают в фарфоровой ступке для разрушения дрожжевых клеток. Затем добавляют 3 мл воды и растирают дрожжи с водой, при этом сахараза переходит в раствор. Смесь фильтруют через небольшой бумажный складчатый фильтр, и полученный фильтрат используют как источник сахаразы.

В одну пробирку наливают 10 капель 0,5%-ного раствора сахарозы, в другую – 10 капель 0,5%-ного раствора крахмала и в обе пробирки вносят по 5 капель дрожжевого фильтрата, содержащего сахаразу. Обе пробирки ставят на 10 мин в термостат при 40⁰С, после чего проводят в обеих пробирках реакцию Троммера и убеждаются в том, что расщепляется только сахароза, но не крахмал. По результатам работы сделать вывод.

Лабораторная работа 14. Влияние температуры на скорость ферментативной реакции

Константа равновесия любой химической реакции, как и скорость реакции, сильно зависит от температуры. Ферментативные реакции не являются исключением. При повышении температуры скорость ферментативных реакций увеличивается только до определенного максимального значения. Температура, при которой наблюдается максимальная скорость реакции, равна 37-40⁰С, при дальнейшем повышении температуры происходит снижение скорости реакции вследствие тепловой денатурации фермента.

Ход работы. В четыре пробирки наливают по 5 мл раствора крахмала. Затем пробирку №1 помещают в лёд, пробирки №2 и №3 – в термостат при температуре 38⁰С и пробирку №4 – в кипящую водяную баню. После этого, по возможности одновременно, внести в пробирки №1, №2 и №4 по 0,5 мл раствора амилазы, а в пробирку №3 – 0,5 мл прокипяченной амилазы. Через каждые 5 мин из пробирки №2 брать пробу на присутствие крахмала (йодная реакция). Когда в пробирке №2 закончится расщепление крахмала, то во все пробирки добавить 3-4 мл 1н. H₂SO₄ и охладить. Затем добавить во все пробирки по 2-3 капли раствора йода в йодистом калии. Сделать выводы по эксперименту.

Лабораторная работа 15. Качественные реакции на витамины

Качественная реакция на витамин А (антиксерофтальмический, ретинол)

Ход работы. В пробирку помещают 1-2 капли витамина А и приливают 5-10 капель ледяной уксусной кислоты, насыщенной сульфатом железа (II) и 1-2 капли концентрированной серной кислоты. Появляется голубое окрашивание, постепенно переходящее в розовое.

Качественная реакция на витамин D (антирахитический, кальциферол)

Ход работы. В пробирку наливают 1 мл рыбьего жира и 1 мл смеси анилина с концентрированной соляной кислотой (15:1), перемешивают, осторожно нагревают при постоянном помешивании до кипения и кипятят 0,5 мин. При наличии витамина желтая эмульсия становится сначала зеленой, а затем красной. Через 1-2 мин эмульсия делится на два слоя, из которых нижний окрашен в интенсивный красный цвет.

Качественная реакция на витамин Е (витамин размножения, токоферол)

Ход работы. В пробирку набирают 4-5 капель 0,1%-ного спиртового раствора а-токоферола, прибавляют 0,5 мл хлорида железа (III) и тщательно

перемешивают содержимое пробирки. Раствор окрашивается при нагревании в красный цвет в результате окисления токоферола хлоридом железа в токоферилхинон.

Качественная реакция на витамин В₁ (антиневритный, тиамин)

Ход работы. В пробирку налить 5 капель основного раствора сульфаниловой кислоты и прибавляют 5 капель 5%-ного раствора нитрита натрия. К полученному раствору диазореактива добавляют небольшое количество (на кончике скальпеля) тиаминхлорида и 5-7 капель 10%-ного раствора карбоната натрия. Жидкость окрашивается в розовый цвет.

Качественная реакция на витамин В₂ (рибофлавин)

Ход работы. 1/10 часть таблетки рибофлавина растворяют в 0,5 мл воды, наблюдают окрашивание и флюоресценцию раствора. В раствор добавляют 10 капель концентрированной соляной кислоты и небольшой кусочек металлического цинка. Жидкость постепенно окрашивается в розовый цвет, а затем обесцвечивается.

Качественная реакция на витамин С (аскорбиновая кислота)

Аскорбиновая кислота, окисляясь, восстанавливает гексациано-(III) феррат калия, до гексациано-(II)феррата калия, который с ионом железа в степени окисления +3 образует в кислой среде гексациано-(II)феррат железа (берлинскую лазурь).

Ход работы. К 1 мл раствора аскорбиновой кислоты прибавляют 2 капли раствора гидроксида калия, 2 капли раствора гексациано-(III) феррата калия и энергично встряхивают содержимое пробирки. Затем в пробирку добавляют 6-8 капель 10%-ного раствора соляной кислоты и 1-2 капли раствора хлорида железа (III), выпадает синий осадок берлинской лазури.

Качественная реакция на витамин Р (витамин проницаемости, рутин)

Концентрированная серная кислота образует с флавонами и с флавонолами оксониевые (флавилиевые) соли, растворы которых характеризуются ярко-желтой окраской.

Ход работы. К 1-2 мл насыщенного водного раствора рутина осторожно по стенке пробирки добавляют 1 мл концентрированной серной кислоты. На границе двух жидкостей возникает окрашенное в желтый цвет кольцо.

Лабораторная работа 16. Качественные реакции на углеводы

Качественные реакции на глюкозу:

Реакция восстановления окиси серебра (реакция «серебряного зеркала»).

Карбонильные группы моносахаридов восстанавливают аммиачный раствор окиси серебра до металлического серебра.

Ход работы. В пробирку приливают 2 мл 1%-ного раствора нитрата серебра и добавляют столько же 5%-ного раствора аммиака. К полученному аммиачному раствору оксида серебра приливают 2 мл 5%-ного раствора глюкозы и доводят до кипения. На стенке пробирки в результате выделения металлического серебра образуется «зеркало».

Реакция с реактивом Фелинга. Моносахариды при кипячении с фелинговым реактивом восстанавливают его до оксида меди (I), окисляясь до глюконовой кислоты.

Ход работы. В пробирку приливают 2 мл раствора глюкозы и прибавляют столько же реактива Фелинга. Доводят до кипения. Появляется кирпично-красная окраска от образующейся оксида меди.

Реакция Троммера. Глюкоза в щелочной среде восстанавливает оксид меди, сама окисляясь до глюконовой кислоты.

Ход работы. К 3-4 мл раствора глюкозы прибавляют 1-2 мл 5%-ного раствора едкого натра и по каплям 5%-ный раствор сернокислой меди. Раствор окрашивается в голубой цвет. Пробирку осторожно (на малом огне) нагревают до кипения. Выпадает вначале желтый осадок гидрата меди CuOH , который затем переходит в красный осадок оксида меди Cu_2O :

$\text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CuOH} \rightarrow \text{Cu}_2\text{O}$
 голубой желтая красная
 окраска окраска окраска

Качественная реакция на фруктозу:

Реакция Селиванова. При нагревании фруктозы с соляной кислотой образуется оксиметилфурфурол, который с резорцином дает соединение, окрашенное в вишнево-красный цвет.

Ход работы. В пробирку к 1 мл реактива Селиванова (раствор резорцина в 20%-ной соляной кислоте) приливают 1-2 капли раствора фруктозы и нагревают до кипения. Появляется вишнево-красное окрашивание.

Качественные реакции на полисахариды:

Реакция крахмала с иодом. Наиболее специфическая реакция на крахмал – появление синего окрашивания с иодом. Окраска обусловлена амилозой. Окраска исчезает при нагревании и восстанавливается при охлаждении крахмального клейстера.

Ход работы. В пробирку наливают 1-2 мл раствора крахмала и добавляют 1-2 капли раствора Люголя (раствор иодистого калия в иоде). Появляется насыщенное синее окрашивание. При нагревании синяя окраска исчезает, при охлаждении – восстанавливается.

Реакция гликогена с иодом. Гликоген в горячей воде образует коллоидные растворы, которые с иодом дают красно-бурое или красновато-фиолетовое окрашивание.

Ход работы. В пробирку наливают 1 мл раствора гликогена и наливают небольшое количество горячей воды. После остывания к содержимому пробирки добавляют 2 капли раствора Люголя. Появляется красновато-бурое (иногда с фиолетовым оттенком) окрашивание.

Лабораторная работа 17. Выделение холестерина из мозга. Качественные реакции на холестерол

Одним из наиболее распространенных стеролов является холестерол. Больше всего холестерина содержится в белом веществе головного мозга. Холестерол

хорошо растворим в ряде органических растворителей, лучшим растворителем для него является хлороформ.

Ход работы. Тщательно растирают в фарфоровой ступке 3-5 г мозга с 6-10 г гипса. Полученную густую массу размазывают деревянной лопаточкой по стеклянной пластинке и высушивают в сушильном шкафу при температуре 60⁰С. Сухую массу счищают ножом в сухую ступку, растирают и переносят в сухую пробирку. К сухому порошку в пробирке приливают 5-6 мл хлороформа (под тягой!) и содержимое ее тщательно взбалтывают 5-10 мин. Полученный хлороформный экстракт отфильтровывают через сухой фильтр в сухую пробирку. Его используют для проведения цветных реакций на холестерол.

Реакция Шиффа. Под действием серной кислоты происходит дегидратация и окисление холестерола. В результате этого образующиеся непредельные углеводороды с сопряженными двойными связями дают различные производные с серной кислотой и уксусным ангидридом.

Ход работы. В пробирку наливают 1 мл хлороформного раствора холестерола и осторожно по стенке пробирки подслаивают 1 мл концентрированной серной кислоты. На границе двух жидкостей появляется кольцо красного цвета.

Реакция Сальковского.

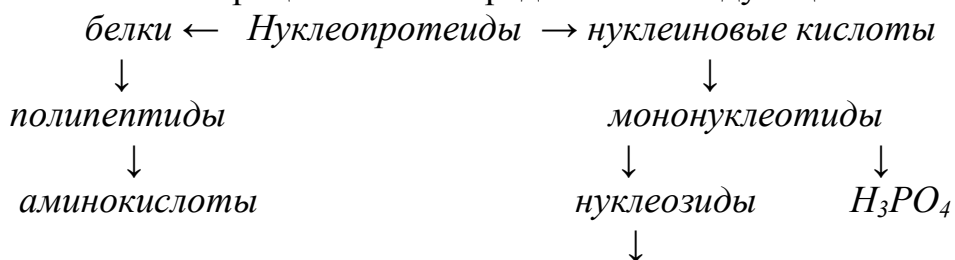
Ход работы. После проведения пробы Шиффа жидкость в пробирке осторожно встряхивают. После отслаивания верхний слой жидкости окрашивается в красный цвет, нижний имеет желто-оранжевую окраску с зеленой флуоресценцией (жидкость в проходящем свете прозрачна и желто-красного цвета, в отраженном свете кажется мутной с зеленым оттенком).

Реакция Либермана-Бурхарда. Эта реакция положена в основу количественного определения холестерола.

Ход работы. В пробирку наливают 1-2 мл хлороформного экстракта холестерола, добавляют 10 капель уксусного ангидрида и 2 капли концентрированной серной кислоты. Жидкость хорошо взбалтывают и наблюдают образование сначала красной, затем красно-фиолетовой, фиолетовой, аметистово-синей, синей и, наконец, зеленой окраски. При незначительном содержании холестерола может сразу появиться зеленая окраска.

Лабораторная работа 18. Гидролиз нуклеопротеидов. Исследование продуктов гидролиза нуклеопротеидов

Гидролиз нуклеопротеидов происходит при кипячении с разбавленной серной кислотой. Этот процесс можно представить следующей схемой:



*пуриновые или
пиримидиновые
основания, пентоза*

Ход работы. 1 г прессованных дрожжей помещают в круглодонную колбу, приливают 30-40 мл 5%-ного раствора серной кислоты, закрывают колбу пробкой с воздушным холодильником, нагревают на малом огне до кипения, подложив под колбу асбестовую сетку. Кипятят 1-1,5 ч, после чего колбу охлаждают, содержимое фильтруют через бумажный фильтр. С фильтратом проделывают перечисленные ниже реакции.

Открытие полипептидов. В пробирку приливают 2 мл фильтрата и проделывают биуретовую реакцию (смотри главу 2). Результаты опыта описывают в тетради.

Открытие пуриновых оснований. К 2 мл фильтрата добавляют концентрированный раствор аммиака до щелочной реакции на лакмус и приливают 1 мл аммиачного раствора окиси серебра. Через несколько минут выпадают хлопья осадка серебряных солей пуриновых оснований.

Открытие пентоз. 2 мл фильтрата наливают в пробирку и проводят реакцию Фелинга (смотри раздел 5).

Открытие фосфорной кислоты. В пробирку наливают 2 мл фильтрата и проводят реакцию с молибденовым реактивом (смотри главу 10). Результаты опыта описывают в тетради.

Лабораторная работа 19. Качественные реакции на гормоны

По химической природе гормоны можно разделить на три группы: производные аминокислот (гормоны щитовидной железы и мозгового слоя надпочечников); полипептиды и белки (гормоны гипофиза, поджелудочной железы); стероидные соединения (гормоны коркового слоя надпочечников и половых желез).

Качественные реакции на гормоны пептидной природы:

Реакции, свидетельствующие о белковой природе инсулина. Инсулин – белковое вещество, поэтому его раствор будет давать положительные реакции, свидетельствующие о белковой природе этого гормона.

Ход работы. В две пробирки налить по 10 капель раствора инсулина и проделать реакции, доказывающие его белковую природу: биуретовую в одной пробирке и нингидриновую – в другой (смотри раздел 2).

Реакция с разбавленным раствором едкой щелочи. При добавлении к раствору инсулина очень разбавленного раствора едкого натра или едкого кали выпадает хлопьевидный осадок, растворяющийся при подкислении.

Ход работы. К 10-15 каплям раствора инсулина добавляют по каплям 0,1%-ный раствор едкой щелочи до выпадения хлопьевидного осадка, который растворяется при подкислении 0,5%-ным раствором уксусной кислоты.

Качественные реакции на гормоны мозгового слоя надпочечников:

Реакция адреналина с хлорным железом. Растворы адреналина дают с хлорным железом изумрудно-зеленое окрашивание.

Ход работы. В пробирку наливают 0,5 мл раствора адреналина и смешивают с 2 мл дистиллированной воды, затем прибавляют 1 каплю раствора хлорного железа. Содержимое пробирки тотчас же окрашивается в изумрудно-зеленый цвет. От прибавления 1 капли раствора аммиака окраска переходит в вишнево-красную, затем принимает коричневый оттенок.

Реакция с иодноватистым калием.

Ход работы. К 0,5 раствора адреналина прибавляют 1мл 1%-ного раствора иодата калия, 10 капель 10%-ного раствора уксусной или ортофосфорной кислоты и подогревают до температуры 60-65⁰ С. Появляется интенсивное красно-фиолетовое окрашивание.

Лабораторная работа 20. Исследование анаэробного распада крахмала
Анаэробный распад глюкозы в мышцах проходит до образования молочной кислоты. Таким образом, если к кашице мышечной ткани добавить раствор крахмала (гликогена) и эту смесь поместить в анаэробные условия при температуре 36,6 – 37⁰С, то через 1-2 часа можно наблюдать образование молочной кислоты, которую открывают реакцией с серной кислотой и гваяколом или с серной кислотой и спиртовым раствором тиофена в присутствии сернокислой меди.

Ход работы. В две пробирки вносят по 0,5 г свежеприготовленной мышечной кашицы и 3 мл фосфатного буфера (рН = 8,04). Первая пробирка служит контрольной, вторая – опытной. В первую пробирку добавляют 1 мл 10%-ного раствора трихлоруксусной кислоты для разрушения ферментов мышечной ткани. В обе пробирки доливают по 1 мл 1%-ного раствора крахмала и по 1 мл вазелинового масла (для защиты реагирующих веществ от кислорода воздуха) и ставят на 1 час в термостат при температуре 36,5-37⁰С. После часа инкубации пробирки вынимают из термостата и во второй инактивируют ферменты добавлением 1 мл 10%-ного раствора трихлоруксусной кислоты. Контрольную и опытную пробы фильтруют через бумагу в сухие пронумерованные пробирки. Для осаждения углеводов к фильтрам прибавляют по 0,5 г гидрата окиси кальция и 1 мл 15%-ного раствора сернокислой меди, потом пробирки ставят на 10-15 мин., время от времени взбалтывая, после чего снова фильтруют.

С фильтрами проделывают качественную реакцию на молочную кислоту.

Реакция Уффельмана. Молочная кислота взаимодействует с реактивом Уффельмана и дает зелено-желтую окраску раствору вследствие образования молочнокислого железа.

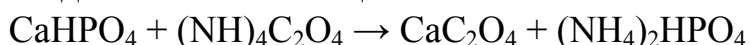
Ход работы. В две пробирки наливают по 1 мл реактива Уффельмана и добавляют в первую – 10 капель фильтра контрольной пробы, во вторую – 10 капель опытной. Во второй пробирки фиолетовый цвет реактива Уффельмана переходит в зелено-желтый. В контрольной пробе появляется очень слабая окраска, обусловленная присутствием в самой мышечной кашице некоторого количества молочной кислоты, образовавшейся до начала опыта.

Лабораторная работа 21. Качественное определение неорганических соединений костной ткани

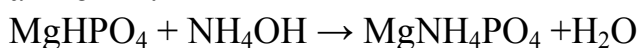
В состав костной ткани входит вода, органические и неорганические вещества. Среди последних большую часть составляет фосфат кальция и в значительно меньших количествах содержится карбонат кальция, фосфат магния и фторид кальция. Минеральные вещества распределены в органическом веществе костей в виде тончайших включений.

Ход работы. В колбу помещают примерно 5 г костной ткани, приливают 25 мл 0,5% раствора серной кислоты и оставляют на сутки. Неорганические вещества переходят в раствор.

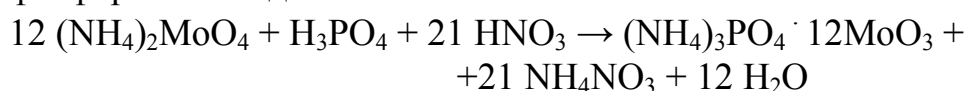
Открытие ионов кальция. Отфильтровывают 3-4 мл вытяжки в пробирку и добавляют 3-4 капли насыщенного раствора оксалата аммония. Выпадает осадок оксалата кальция:



Открытие ионов магния. Оксалат кальция, полученный в предыдущем опыте, отделяют фильтрованием. К фильтрату добавляют 3-4 капли концентрированного раствора аммиака. Выпадает осадок фосфата магний-аммония:



Открытие фосфорной кислоты. В пробирку наливают 5 мл профильтрованной вытяжки из костной ткани и прибавляют 5-6 капель молибденового реактива. Пробирку с жидкостью нагревают до кипения и наблюдают выпадение желтого кристаллического осадка фосфорномолибденовокислого аммония:



Сделать соответствующие выводы.

7.2. Генетически модифицированные продукты питания

История изучения строения, биосинтеза и функций ДНК связана с возникновением и решением общебиологической проблемы наследственности.

На рубеже 19-20 вв. генетические и цитологические исследования привели к выводу, что ответственными за передачу признаков по наследству являются хромосомы. При этом можно выделить некоторый наследственный признак, который передается с определенным участком хромосомы – геном. Всему набору признаков организма соответствует набор генов всех хромосом – генотип.

Матричные биосинтезы рассматриваются как механизм копирования, точного воспроизведения генотипа и фенотипа. Копирование создает молекулярную основу одного из фундаментальных свойств жизни –

наследственности. Противоположное свойство – изменчивость – столь же существенно, поскольку наряду с наследственностью обеспечивает возможность естественного отбора и биологической эволюции.

Молекулярную основу изменчивости организмов составляют наследуемые изменения первичной структуры ДНК – мутации. Мутации возникают в результате ошибок синтеза ДНК в процессе репликации или при репарации повреждений ДНК, вызванных разного рода внешними факторами. Другой механизм изменчивости составляют рекомбинации – обмен участками ДНК между гомологичными хромосомами при половом размножении.

Успехи биохимии последнего десятилетия привели к разработке методов, позволяющих манипулировать генами с целью изменения генотипа, а следовательно и фенотипических признаков организма. Это направление исследований получило название генной инженерии. Основная цель таких исследований – научиться создавать новые фенотипы путем прямой пересадки генов из одного организма в геном другого, а также исправлять этим методом наследственные дефекты генома, т.е. лечить наследственные болезни. Первые успехи генной инженерии связаны с получением новых форм микроорганизмов, синтезирующих полезные для человека продукты, в том числе лекарственные вещества.

Процедура пересадки гена включает следующие операции:

3. получение гена;
2. получение рекомбинантной гибридной ДНК;
4. введение рекомбинантной ДНК в клетку;
4. клонирование и размножение рекомбинантной ДНК.

С развитием генной инженерии появилась возможность заставить микроорганизмы синтезировать нужные человеку вещества, которые получить другими методами сложно.

В 1980 г. была получена рекомбинантная плазмида, содержащая ген интерферона человека. Плазмиду ввели в клетки и они начали продуцировать интерферон – белок, который природные штаммы бактерии не синтезируют. Созданы также микроорганизмы, синтезирующие человеческие гормоны соматостатин, соматотропин, инсулин и человеческий фермент урокиназу.

Сегодня на Земле живет более 6 млрд человек, примерно четверти из них хронически недостает еды или её необходимых компонентов – от белков до витаминов.

Полей и пастбищ Земли уже не хватает, выход один – резко увеличить отдачу имеющихся с/х площадей. Справиться с этой задачей по силам генной инженерии.

Пионером в производстве генетически модифицированных продуктов является Китай.

В 1992 г. они стали производить устойчивый к вредителям трансгенный табак, а первое съедобное ГМ-растение – помидор «Флавр-

Савр» – получило «путевку в жизнь» в США в 1994 г. С тех пор в лабораториях мира подверглись генетической модификации и уже подготовлены к промышленному выращиванию десятки разных с/х культур.

Пока удается «передать» всего один ген (определяющий один признак). Переносить набор из нескольких генов биотехнологи ещё не научились. Все «пересаженные» гены имеют вирусное или бактериальное происхождение. Вегетарианцы могут не волноваться: растений с «животными» генами среди промышленных сортов нет.

Что касается создания трансгенных животных, то с ними работа идет гораздо медленнее, но есть достижения и здесь: в США и Канаде созданы быстрорастущий лосось и даже свинья с высоким содержанием ненасыщенных жирных кислот в тканях. Однако эти проекты пока далеки от коммерческого производства.

Мы давно являемся потребителями изделий из генетически модифицированных растений. Мы носим рубашки, белье и джинсы из трансгенного хлопка. И едим продукты, многие из которых произведены с использованием ГМ-культур. Маргарин вполне может быть сделан трансгенного рапсового масла, а кетчуп – из ГМ-томатов. Основу большинства биодобавок составляет генетически модифицированная соя. Она же входит в состав конфет, шоколада, кондитерских изделий, соевой вермишели, сыра и мяса, соевого соуса.

ГМ-кукуруза используется для приготовления поп-корна и масла, идет на корм скоту и птице. А это значит, что мясо (говядина, свинина, курятина) и готовые мясные изделия и полуфабрикаты могут содержать достижения биоинженеринга. Картофельные чипсы, пюре или фри могут быть сделаны из трансгенного картофеля.

Кроме пищевой промышленности ГМ-организмы давно и успешно используют в фармацевтике. Речь идет о гормонах и белковых препаратах, производимых бактериями или дрожжами, в клетки которых вставлены человеческие гены. В аптеках многих стран уже не встретишь такие препараты, как инсулин интерферон, изготовленные традиционным, не трансгенным способом.

В последние годы в пищевой промышленности часто применяют модифицированные крахмалы, свойства которых в результате разнообразных видов воздействия (физического, химического, биологического) заметно отличаются от свойств обычного крахмала. Так модифицированные крахмалы отличаются от обычного по степени гидрофильности, способности к клейстеризации и студнеобразованию. Их используют в хлебопекарной и кондитерской промышленности, в том числе и для получения безбелковых диетических продуктов питания. В России разрешено использовать только окисленный и диальдегидный крахмал при производстве пшеничного хлеба.

Находящиеся в неживой природе вредные для организма вещества, продвигаясь по пищевым цепям, постепенно накапливаются в

последующих уровнях пищевой пирамиды, концентрируясь во все меньших объемах биомассы на высших пищевых уровнях.

Чем выше пищевой уровень организма, тем больше ему угрожают находящиеся в его пище вредные вещества.

Человек может находиться на различных пищевых уровнях – с точки зрения способа питания он является всеядным. Если он питается растительной пищей, то находится на уровне консумента первого порядка, если же питается мясом – то на уровне консументов высших порядков.

В водной среде основой пищевой пирамиды является вода с растворенными в ней веществами и солнечное излучение. Органические вещества образуются в процессе фотосинтеза – продуцентами являются водоросли и фитопланктон.

Он является основой питания рыб – от мелких растительноядных до хищных, а рыбы являются составной частью питания человека.

На рисунке 1 Приложения показано накопление загрязняющих веществ в пищевых цепях.

7.3. Металлические загрязнения пищевых продуктов

Поскольку окружающая среда, в которой мы живем, воздух, которым мы дышим, вода, которую мы пьем, пища, которую мы едим, содержат большое разнообразие металлов, то не удивительно, что все эти металлы в различных концентрациях попадают в наш организм. Большая часть металлов поступает с пищей. Но не все металлы остаются в организме. Часть выделяется с калом, мочой, потом, а часть концентрируется в волосах и коже. Количество металла, адсорбированного человеческим организмом из пищи, зависит от общего состояния здоровья, генетической природы, содержания витаминов в пищевых продуктах и частично от выбора диеты. Несмотря на широкие колебания концентраций металлов, можно составить таблицу среднего поступления металлов с пищей в человеческий организм и их выведения (табл.13).

Таблица 13

Среднее потребление и выделение микроэлементов

металл	Пища, мг/день	Моча, мг/день	Пот, мг/день	Волосы, мг/день
необходимые				
Хром	0,05-0,1	0,008	0,059	0,69-0,96
Марганец	2,2-8,8	0,225	0,097	1,0
Железо	15	0,25	0,5	130
Кобальт	0,3	0,26	0,017	0,17-0,28
Медь	3,2	0,06	1,59	16-56
Цинк	8-15	0,5	5,08	167-172
Селен	0,068	0,04	0,34	0,3-13

Молибден	0,3	0,15	0,061	-
Никель	0,4	0,011	0,083	-
Возможно необходимые				
Ванадий	2,0	0,015	-	0,0075
Токсичные				
Кадмий	0,215	0,03	-	-
Свинец	0,450	0,03	0,256	2,8-4,8
Ртуть	0,02	0,015	0,0009	18-19
Сурьма	0,15	0,07	0,011	6
Бериллий	0,013	0,0013	-	6,9
Мышьяк	1,0	0,195	-	-
Барий	1,25	0,023	0,085	2
Малотоксичные				
Олово	4,0	0,023	2,23	-
Рубидий	1,5	1,1	0,05	-
Алюминий	4,5	0,1	6,13	5
Титан	0,85	0,33	0,001	0,05
Цирконий	4,2	0,14	-	-
Бор	1,3	1,0	-	7

Функции микро- и макроэлементов перекрываются в некоторой степени. В организме они выполняют три основные функции:

1. входят в состав костей и зубов;
2. в виде растворимых солей участвуют в регулировании состава жидкостей и клеток организма;
3. являются кофакторами многих ферментов и входят в состав функциональных белков.

Макроэлементы играют главную роль при выполнении первых двух функций; микроэлементы в основном выполняют третью функцию.

Изготовители и поставщики пищевых продуктов должны заботиться не только о том, чтобы в продуктах не было токсичных металлов и необходимые металлы были в безопасных количествах, но и о том, чтобы пищевые продукты полностью соответствовали требованиям законодательств. Они должны следить и за тем, чтобы в продуктах не содержались металлы, которые вызывают прогоркание и другие дефекты качества. Поскольку следы металлов могут влиять на цвет, фактуру и качество продуктов, следует также учесть возможность случайного загрязнения металлами из непищевых источников, например контейнеров.

Под действием микроэлементов во время подготовки и приготовления пищевых продуктов происходит изменение цвета. Даже при концентрациях в несколько миллиграмм на килограмм образуются комплексы между ионами металлов и растительными пигментами, вызывая развитие цветности, что не всегда желательно. По традиции

зеленые овощи готовили в медной посуде, при этом пища имела ярко-зеленый цвет. Однако, вишня от меди темнеет и даже чернеет. Присутствие железа также может быть причиной изменения цвета продуктов. Оно реагирует с антоцианами некоторых фруктов, давая черное окрашивание. От этого крем и продукты, содержащие шоколад, становятся серо-зеленого цвета. Алюминий и олово также могут вызвать потемнение продуктов.

Последствием загрязнения микроэлементами может быть прогоркание жиров. Следы меди, железа и некоторых других металлов действуют как катализаторы реакции окисления ненасыщенных связей в липидах, что вызывает резкое ухудшение качества масел, используемых при приготовлении пищи, а также самих пищевых продуктов, если они содержат жиры.

Почва является основным источником поступления металлов в растения, а из них в продукты питания. Большинство растущих на достаточно богатых питательными веществами почвах растений поглощают эти вещества в ограниченных количествах, достаточных для обеспечения их роста. Однако некоторые растения способны накапливать определенные элементы в очень больших концентрациях. Примером может быть накопление селена в бобах *Astragalus racemosus*.

Селен необходим для жизнедеятельности растений и животных. Но в больших количествах он сильно токсичен. Содержание селена в земной коре составляет 0,09 мг/кг, а большинство овощей и кормовых растений могут накапливать его до 5 мг/кг без ущерба для своего развития.

Щелочные почвы имеют повышенное содержание селена. Это препятствует росту фуражных культур, которые хорошо растут в этих условиях и накапливают металл в больших количествах. Известны случаи, когда содержание селена достигало 15 г/кг. Животные, пасущиеся на пастбищах, где растет *Astragalus*, часто страдают от тяжелого отравления, известного как «щелочная болезнь».

Накопление металлов в растениях представляет реальную угрозу для человека. Мясо животных, погибающих в результате отравления свинцом или селеном, человеком не потребляются. Проблема усложняется, когда сами люди используют эти растения в пищу. Известна трагедия селения Тойями-Сити в Японии в 50-х годах, причиной которой было употребление в пищу риса, накопившего кадмий из загрязненных промышленными отходами ирригационных вод.

Среди загрязнений, попадающих в пищу при обработке, хранении в различных емкостях и контейнерах, часть вредных химических веществ, поступающих в организм человека с пищей, попадает в продукты при упаковке. В основном пища загрязняется от жестяных консервных банок.

При многолетнем хранении консервов внутри банок может происходить медленный процесс коррозии, в результате которой

увеличивается содержание олова, железа и других металлов в продуктах питания. На степень коррозии влияют различные факторы:

1. количество и природа содержащихся в пище органических кислот;
2. количество нитратов;
3. количество окислителей и восстановителей;
4. температура хранения;
5. наличие или отсутствие лаковых покрытий.

При запаивании швов консервных банок используют припой с высоким содержанием свинца.

Было выявлено, что при 20С оловянная жесть ведет себя удовлетворительно, а при 37С олово из жести за 2 года хранения почти полностью переходит в продукт, что приводит к резкому повышению содержания олова в соке. Также было показано, что переход олова в пищу увеличивается при наличии нитратов и что в присутствии нитратов токсичность олова повышается.

Анкетирование на обеспеченность микроэлементами организма человека

Тест на обеспеченность магнием

1. При покупке минеральной воды обращаете ли вы внимание на содержание в ней магния?
2. во время готовки картофеля и овощей используете ли вы длительную водную обработку?
3. редко ли вы употребляете в пищу салат и зеленые овощи?
4. Предпочитаете ли вы белый хлеб и изделия из белой муки?
5. много ли вы занимаетесь спортом?
6. Регулярно ли вы употребляете алкогольные напитки?
7. часто ли вам угрожают стрессовые ситуации?
8. часто ли вы ощущаете онемение, например, в руках?
9. случаются ли у вас защемление нервов, например, в области спины?
10. страдаете ли вы болями в сердце, учащенным сердцебиением, аритмией?
11. бывают ли у вас судороги, в частности, икроножных мышц?

Если вы на большинство вопросов ответили «нет», то ваш организм в достаточной степени обеспечен магнием.

Тест на обеспеченность организма калием

1. Страдаете ли вы мышечной слабостью?
2. повышено ли у вас давление?
3. склонны ли вы к отекам?
4. употребляете ли вы регулярно алкогольные напитки?
5. очень ли активно вы занимаете спортом?
6. едите ли вы мало свежих фруктов?
7. редко ли салат или овощи попадают к вам на стол?
8. едите ли вы мало картофеля?
9. Редко ли вы употребляете фруктовые или овощные соки?
10. во время готовки картофеля и овощей используете ли вы длительную водную обработку?
11. редко ли вы едите сухофрукты?

Если вы на большинство вопросов ответили «нет», то ваш организм в достаточной степени обеспечен калием.

Тест на обеспеченность витамином Е

1. Страдаете ли вы нарушениями кровоснабжения?
2. у вас слабые соединительные ткани?
3. образуются ли у вас после повреждения некрасивые шрамы?
4. часто ли вы бываете на солнце?
5. вы курите?
6. часто ли вы подвергаетесь негативному влиянию смога и выхлопных газов?
7. часто ли вы употребляете растительные масла?
8. вы не употребляете растительный маргарин?
9. вы не употребляете продукты из муки грубого помола?

Если вы на большинство вопросов ответили «нет», то ваш организм в достаточной степени обеспечен витамином Е.

Тест на обеспеченность железом

1. Часто ли вы чувствуете усталость и подавленность?
2. произошли ли у вас в последнее время изменения волос и ногтей (нетипичная бледность и шероховатость кожи, ломкие волосы, вмятины на ногтях)?
3. Занимаетесь ли вы профессиональным спортом?
4. Редко ли вы употребляете мясо?
5. выпиваете ли вы более трех чашек черного чая или кофе в день?
6. едите ли вы мало овощей?
7. часто ли страдаете кровотечениями?

Если вы на меньшинство вопросов ответили «да», то ваш организм в достаточной степени получает железо.

Тест на обеспеченность витамином Д

1. Страдаете ли вы остеопорозом?
2. избегаете ли вы солнца?
3. вы едите мало рыбы, мяса, яиц?
4. избегаете ли вы масла или маргарина?
5. вы не едите грибы?

Если вы на большинство вопросов ответили «нет», то ваш организм в достаточной степени обеспечен витамином Д.

Тест на обеспеченность кальцием

1. часто ли у вас бывают судороги?
2. страдаете ли вы остеопорозом?
3. бывает ли у вас аллергия, например, на солнце?
4. выпиваете ли вы ежедневно меньше 1 стакана молока?
5. употребляете ли вы мало таких молочных продуктов, как творог или сыр?
6. пьете ли вы ежедневно напитки типа «Кола»?
7. употребляете ли вы мало зеленых овощей?
8. едите ли вы много мясных продуктов?

Если вы на большинство вопросов ответили «нет», то ваш организм в достаточной степени обеспечен кальцием.

Тест на обеспеченность витамином А и бета-каротином

1. Страдаете ли вы «куриной слепотой»?
2. много ли вы работаете с экраном компьютера?
3. ваша кожа сухая или шелушащаяся?
4. страдаете ли вы повышенной восприимчивостью к инфекциям?
5. вы курите?
6. редко ли вы едите темно-зеленые овощи, такие, как листовой салат, зеленая капуста?
7. редко ли попадают в ваше меню сладкий перец, морковь и помидоры?

Если вы на большинство вопросов ответили «нет», то ваш организм в достаточной степени обеспечен витамином А и бета-каротином.

Тест на обеспеченность витаминами группы В

1. Часто ли вы чувствуете себя лишенным энергии?
2. Легко ли вы раздражаетесь?
3. часто ли вы подвергаетесь стрессам?
4. вы регулярно употребляете алкогольные напитки?
5. есть ли у вас проблема с сухостью кожи?
6. предпочитаете ли вы продукты из муки грубого помола?
7. вы не едите мясо вообще?

Если вы на большинство вопросов ответили «нет», то ваш организм в достаточной степени обеспечен витаминами группы В.

Тест на обеспеченность витамином С

1. Страдаете ли вы частыми простудами или повышенной восприимчивостью к инфекциям?
2. выкуриваете ли вы более 5 сигарет в день?
3. часто ли вы принимаете медикаменты с ацетилсалициловой кислотой или обезболивающие?
4. редко ли вы едите свежие овощи?
5. вы едите мало сырых салатов?
6. часто ли вы едите сохраняющуюся в тепле или вновь разогретую пищу?
7. вы варите овощи и картофель в большом количестве воды?

Если вы на большинство вопросов ответили «нет», то ваш организм в достаточной степени обеспечен витамином С.

Вопросы к зачету по курсу экологической химии

1. Влияние автотранспорта на состояние окружающей среды городов России
2. Загрязнение атмосферы в нефтедобывающих районах и его воздействие на здоровье человека
3. Влияние автотранспорта на состояние воздушной городской среды городов
4. Влияние автотранспорта на загрязнение атмосферного воздуха в городах Приморья
5. Загрязнение атмосферного воздуха и его источники
6. Основные загрязнители атмосферного воздуха
7. Загрязнения атмосферного воздуха из-за влияния предприятий теплоэлектроэнергетики
8. Влияние загрязнений атмосферы в районах нефтедобычи на природные экосистемы
9. Загрязнение атмосферного воздуха углеводородами и его опасность для здоровья человека
10. Санитарно-гигиенические нормативы химического загрязнения атмосферного воздуха
11. Экологические факторы и их влияние на здоровье населения Приморья
12. Экологические факторы и их влияние на здоровье населения России
13. Круговорот вещества в социоприродных экосистемах первобытного и промышленно развитого общества: сходства и различия
14. Сравнение схем круговоротов вещества в социоприродных экосистемах аграрного и промышленно развитого общества
15. Понятие, виды и устойчивость экосистем
16. Аэрозольное загрязнение атмосферы и его влияние на природную среду и здоровье человека
17. Круговорот вещества – основа устойчивости природных экосистем
18. Загрязнение водоемов нефтепродуктами: его источники и воздействие на природную среду
19. Загрязнение водоемов нефтью и нефтепродуктами на территории Приморья
20. Основные источники загрязнения почвы
21. Пестициды, их виды и опасность для окружающей природной среды
22. Пестициды, их виды и опасность для здоровья человека
23. Удобрения, их виды и опасность для здоровья человека
24. Основные загрязняющие вещества в почве

25. Загрязнение поверхностных водоемов и его основные источники
26. Основные загрязняющие вещества в водных объектах
27. Радиационное загрязнение окружающей среды и его опасность для здоровья человека
28. Основные факторы радиационного загрязнения окружающей среды
29. Особенности радиационного загрязнения окружающей среды на территории Приморья
30. Особенности загрязнения водных объектов на территории Приморья
31. Особенности загрязнения воздушной среды на территории Приморья
32. Глобальные эффекты химического загрязнения атмосферы
33. Парниковый эффект и его возможные последствия
34. Деятельность международных организаций по преодолению «парникового эффекта»
35. Биогеоценоз и экосистема: сходство и различия понятий
36. Автотрофы и их роль в круговороте вещества в биогеоценозе
37. Гетеротрофы и их роль в круговороте вещества в биогеоценозе
38. Возможные экономические последствия глобального потепления климата
39. Трофические цепи и принцип Линдемана
40. Ноогенез, рациональное природопользование и устойчивое развитие
41. Устойчивое развитие – стратегия будущего цивилизации
42. Воздействие нефтедобычи на окружающую природную среду (на примере Приморья)
43. Воздействие хозяйственной деятельности на окружающую среду (на примере Приморья)
44. Влияние аварийности на нефтепромыслах на уровень загрязнения природной среды Приморья
45. Факторы воздействия «кислых» осадков на природную среду и их экономические последствия
46. Глобальные экологические проблемы и устойчивое развитие цивилизации
47. Основы экологического права
48. Международное сотрудничество в области окружающей среды: история, опыт и перспективы
49. Демографическая проблема человечества и глобальный экологический кризис
50. Демографический взрыв как основная причина экологического кризиса
51. Отходы и их опасность для природной среды
52. Техногенные воздействия на лесные ресурсы Приморья
53. Основные принципы рационального природопользования

54. Экологические проблемы Приморья
55. Экологические проблемы крупных городов
56. Нарушения круговорота в социоприродных экосистемах
57. Глобальный экологический кризис, причины возникновения и перспективы его преодоления
58. Экология, основные понятия и связи с другими науками
59. Загрязнение окружающей среды и его влияние на здоровье человека
60. Загрязнение окружающей среды, его виды и их характеристика
61. Рациональное природопользование и экологические технологии
62. Экологические проблемы России
63. О нарушении круговорота в социоприродной экосистеме индустриального общества
64. Дайте определение и характеристику понятия загрязнения окружающей среды.
65. Классификация видов загрязнения окружающей среды.
66. Дайте общую характеристику влияния загрязнения на здоровье человека.
67. Химическое загрязнение окружающей среды.
68. Основные группы загрязняющих веществ и источники загрязнения атмосферного воздуха.
69. Основные группы загрязняющих веществ и источники загрязнения воды.
70. Основные группы загрязняющих веществ и источники загрязнения почвы.
71. Пестициды и удобрения как загрязняющие вещества.
72. Приведите краткую характеристику радиационного загрязнения.
73. Приведите классификацию основных факторов радиационного загрязнения.
74. Дайте характеристику ядерной энергетики как фактора радиационного загрязнения.
75. Что понимается под нормированием воздействий загрязнения на здоровье?
76. Санитарно-гигиенические нормативы и предельно-допустимая концентрация.
77. Дайте характеристику понятия здоровья (в соответствии с ВОЗ)
78. Дайте определение термина «заболеваемость населения».
79. Дайте характеристику средней продолжительности жизни.
80. Глобальные эффекты загрязнения атмосферы.
81. Парниковый эффект, его причины и меры противодействия ему.
82. Кислотные дожди.
83. Озоновые дыры.
84. О проблеме истощения природных ресурсов.
85. Природные ресурсы и природно-ресурсный потенциал.

86. Классификация природных ресурсов.
87. Региональная неравномерность распределения природных ресурсов на Земле.
88. Экологические технологии и безотходные производства.
89. Понятие и классификация видов и методов экологического мониторинга.
90. «Демографический взрыв», модель Томсона и демографические перспективы на XXI век
91. Особо охраняемые природные территории
92. Основы экологического права и международное сотрудничество по окружающей среде
93. Устойчивое развитие и рациональное природопользование.
94. Дайте общую характеристику экологического кризиса.
95. Экологический кризис и экологическая катастрофа
96. Дайте общую характеристику понятия окружающей среды.
97. Понятие, состав и строение биосферы
98. Этапы эволюции биосферы.
99. Ноогенез и ноосфера.
100. Понятие, состав и строение биогеоценоза с примерами
101. Соотношение понятий «биогеоценоз» и «биосфера»
102. Понятие и характеристика биотопа с примерами.
103. Определение понятия экосистем и классификация их видов.
104. Что общего и каковы отличия в понятиях экосистемы и биогеоценоза?
105. Экологические факторы (привести примеры)
106. Дайте характеристику абиотических экологических факторов.
107. Дайте характеристику биотических экологических факторов.
108. Популяция и ее структура
109. Что такое экологическая ниша?
110. Что понимается под устойчивостью экосистем.
111. Дайте определение понятия границ толерантности.
112. Продуценты и консументы (с примерами).
113. Редуценты и их роль в круговороте веществ
114. Трофические цепи и трофические сети.
115. Дайте определение понятия трофического уровня
116. Закон Линдемана или принцип 10 %
117. Можно ли говорить о круговороте энергии в экосистеме?
118. Круговорот веществ в природной экосистеме

ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ХИМИИ:

1. Экологические проблемы региона (города, поселка).
2. Экологические проблемы любой отрасли (добычи полезных ископаемых; энергетики; текстильного, деревообрабатывающего, лакокрасочного, фармацевтического и т.д. производства; транспорта; сельского хозяйства; строительства и т.д.).
3. Рост народонаселения любой конкретной страны и связанные с ним экологические и социальные проблемы.
4. Анализ проблемы истощения любого невозобновимого природного ресурса.
5. Оптимизация лесопользования как пример рационального использования возобновимых ресурсов.
6. Экологически безопасные источники получения электроэнергии.
7. Проблема потепления климата на Земле.
8. Радиационная опасность и проблема использования АЭС.
9. Анализ современной ситуации с уменьшением озонового слоя в атмосфере.
10. Проблема антропогенного загрязнения атмосферы или гидросферы или литосферы, продуктов питания.
11. Возможность экологически сбалансированного обеспечения продуктами питания населения: мира, страны, региона.
12. Анализ проблемы поддержания биоразнообразия (на Земле, стране, регионе).
13. Экология отдельных видов и сообществ.
14. Соотношение интегральных и национальных усилий в решении глобальных экологических проблем.
15. Анализ решений международного форума в Рио-де-Жанейро в 1992 по обеспечению устойчивого (сбалансированного) развития человечества.
16. Анализ действий России по охране окружающей среды.
17. История природоохранного движения в России и других странах.

18. Понятия «урбанизированная территория», «мегаполис». Функциональное зонирование территории города, назначение и характеристика отдельных зон.

19. Влияние урбанизированных территорий на климат, микроклимат городов (изменение температуры, температурные инверсии, влажность, инсоляция).

20. Проблемы утилизации ТБО и промышленных отходов на территории городов. Как этот вопрос решается в г. Уссурийске?

21. Современное состояние атмосферы города: основные загрязнители городского воздуха, их характеристика. Фотохимический смог.

22. Проблема «чистой воды» на урбанизированной территории. Источники централизованного водоснабжения в г. Уссурийске. Бытовые фильтры очистки воды.

23. Почвы городов. Растительность города – защита от загрязнения окружающей среды, требования к системе озеленения.

24. Экологические проблемы городского транспорта: классификация, воздействие на окружающую среду.

25. Организация, управление и контроль экологического состояния и природоохранной деятельности на территории города.

Литература

1. Егоров, В.В. Экологическая химия : учеб. пособие / В.В. Егоров. – СПб.: Лань, 2009. – 192 с. МО РФ
2. Егоров, В.В. Экологическая химия [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.В. Егоров. – СПб.: Лань, 2009. – 192 с. - Режим доступа: www.e.lanbook.com.

Дополнительная литература

1. Исидоров В.А. Экологическая химия / В.А. Исидоров. - СПб.: Химиздат, 2001. - 304с. – 25 экз.
2. Окара И. Экология пищевых продуктов: учеб. пособ. для студ. / И. Окара. – Хабаровск, 2002. – 284с. – 30 экз.
3. Рогов И.А. Химия пищи: учеб для студ высш учеб завед./И.А. Рогов, Л. В. Антипова, Н.И. Дунченко. – М.: КолосС, 2007. – 853 с. – (Учебники и учеб. пособия для студентов высших учеб. завед.) - 2 экз.
4. Егоров В.В. Экологическая химия: учеб. пособ. / В.В. Егоров. – СПб.: Лань, 2009. – 192с. – 10 экз.
5. Черников В.А. Экологически безопасная продукция: учеб. пособ. / В.А. Черников, О.А. Соколов. – М.: КолосС, 2009. – 438с. – 4 экз.
6. Липунов И.Н. Химия окружающей среды : учебное пособие / И.Н. Липунов, А.Ф. Никифоров ; Уральский гос. лесотехнический ун-т .— Екатеринбург : УГЛТУ, 2006 .— 319 с. – 2 экз. рек Уральским отделением УМО по образованию

Чугаева Наталья Александровна

Экологическая химия

учебное пособие для студентов очной и очно-заочной форм обучения
по специальности 36.05.01 Ветеринария

Подписано в печать _____ 2016 г.

Формат 60x90/16. Бумага писчая.

Печать офсетная. Уч.-изд.л.

Тираж 50 экз. Заказ

ФГБОУ ВО «Приморская государственная сельскохозяйственная академия»

692510 Уссурийск, пр. Блюхера, 44

Участок оперативной полиграфии ФГБОУ ВО ПГСХА
692500 Уссурийск, ул. Раздольная, 8