

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Комин Андрей Эдуардович

Должность: ректор

Дата подписания: 12.02.2019 12:08:27

Уникальный программный идентификатор: f6c6d686f0c899fdf76a1ed8b448452ab8cac6fb1af6547b6d40cdf1bdc60ae2

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Приморская государственная сельскохозяйственная академия»
Институт животноводства и ветеринарной медицины

Чугаева Н.А.

Столбова Т.В.

ЭКОТОКСИКОЛОГИЯ

учебное пособие по Экотоксикологии
для обучающихся по специальности 36.05.01 Ветеринария
ФГБОУ ВО Приморская ГСХА

Уссурийск 2016

УДК 619:615.9:577.4

ББК 20.1

Ч830

Рецензент: Т.М.Шишлова, к.биол.н., доцент кафедры естественно-научных дисциплин Школы педагогики ДВФУ

Н.А. Чугаева, канд.биол.н., доцент кафедры химии и генетики

Т.В. Столбова, канд.с.-х. наук, доцент кафедры химии и генетики

Экотоксикология: учебное пособие по Экотоксикологии для обучающихся по специальности 36.05.01 Ветеринария / ФГБОУ ВО Приморская ГСХА; сост. Н.А. Чугаева, Т.В. Столбова. – Уссурийск, 2016. – 121 с.

Учебное пособие Экотоксикология представляет собой издание по приобретению знаний по дисциплине (модулю), направленное на развитие навыков, формирование сознания и оценки состояния окружающей среды на основе химических знаний для выполнения профессиональных задач.

Учебное пособие состоит из теоретической части по основным разделам дисциплины (модуля), контрольных работ, тестовых контрольных заданий по индивидуальным вариантам. Представлены темы рефератов и вопросы к коллоквиумам по изучаемым темам.

Издается по решению методического совета ФГБОУ ВО Приморская ГСХА

© Чугаева Н.А., Столбова Т.В., 2016

© ФГБОУ ВО Приморская ГСХА, 2016

СОДЕРЖАНИЕ

Раздел 1	Биологическое действие тяжелых металлов	4
1.1	Участие металлов в процессах жизнедеятельности	8
Раздел 2	Алкалоиды	27
2.1	Роль и значение алкалоидов в растениях	27
2.2	Классификация алкалоидов	29
2.3	Происхождение алкалоидов	31
2.4	Важнейшие алкалоиды	36
Раздел 3	Методические рекомендации к лабораторному практикуму	46
3.1	Возгонка кофеина	46
3.2	Выделение никотина	48
Раздел 4	Нитраты в овощах	52
Раздел 5	Углекислый газ	65
5.1	Углекислый газ в воздухе закрытых помещений	65
5.2	Углекислый газ в воде	66
5.3	Анализ воздуха на содержание углекислого газа методом визуальной оценки	68
5.4	Методика определения углекислого газа в воде	70
Раздел 6	Здоровьесберегающие технологии (валеология) экотоксикологии	в 71
6.1	Питание как фактор здоровья	73
Раздел 7	Генетически модифицированные продукты питания	85
Раздел 8	Токсичные вещества в пище	89
8.1	Металлическое загрязнение пищевых продуктов	89
8.2	«Экологические ловушки»	94
8.3	Требования и правила питания	95
8.4	Рациональное питание	98
8.5	Проблема истощения пищевых ресурсов	106
Раздел 9	Задания для самостоятельной работы	108

Раздел 1. Биологическое действие тяжелых металлов

Разнообразие форм существования ионов тяжелых металлов и постоянная трансформация одних форм в другие под воздействием физических, физико-химических и биологических факторов водной среды существенно отражается на их биологической активности (Wells, Mayer, 1991; Wells et al, 1991).

Из общего количества металла в водных массах и донных отложениях лишь определенная его часть доступна для гидробионтов и является биологически активной.

Токсичность металла является, как правило, функцией концентрации свободных (незакомплексованных) ионов и некоторых продуктов гидролиза его соединений. Наличие в воде неорганических и органических веществ, определяющих её потенциальную комплексообразующую способность (КС), в большинстве случаев приводит к снижению накопления металла гидробионтами и уменьшению его токсичности (Линник, 1988).

Из растворенных форм наибольшей биологической активностью обладают свободные ионы металлов и их неорганические соединения по сравнению с комплексными органическими соединениями (Guo, Keap, 1980; Линник, 1986). На биодоступность и токсичность металлов прямо или косвенно влияют многие абиотические факторы: рН 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.

Установлено существенное увеличение токсичности металлов с ростом температуры, усиление острой токсичности при низких значениях рН, значительное изменение (в сторону явного уменьшения) токсичности ионов металлов в присутствии лигандов – минеральных солей, гуминовых кислот, илового субстрата (Дедю, Ашевский и др., 1988).

Многочисленные работы по изучению процесса накопления химических элементов в организмах (Патин и др., 1974; Патин, 1979; Бурдин, 1985;

Христофорова, 1989; и др.) показывают, что процесс биоконцентрирования тяжелых металлов включает три этапа: сорбцию на поверхности тканей и клеток, проникновение через клеточную мембрану и образование комплексных соединений металлов с органическими веществами клетки.

На первом этапе существенное влияние на процесс накопления оказывают структура и свойства адсорбируемой поверхности.

У большинства водорослей весь таллом окружен слизистой оболочкой из полисахаридов, обладающих высокой катионной емкостью. У бурых водорослей, например, в состав межклеточной слизи входят альгиновые кислоты, которые способны образовывать нерастворимые в воде альгинаты тяжелых металлов, сдерживая тем самым дальнейшее проникновение металлов в клетку (Наид, 1967; Лазоренко и др., 1972; Христофорова, 1989; и др.).

Патин с коллегами (1974) выяснили, что сорбционные процессы на поверхности клеток автотрофных организмов тесно связаны с дыханием и фотосинтезом. В дневное время в результате фотосинтеза происходит извлечение водорослями углекислоты из раствора, и рН среды в пограничном слое воды повышается. При этом гидролизные формы металлов сорбируются на поверхности фотосинтезирующей клетки. В темноте в процессе дыхания углекислота выделяется, рН снижается, вследствие чего растворимость гидроксидов повышается, и высвободившиеся ионы металлов закрепляются в поверхностных структурах клетки.

Проникновение металлов через плазматическую мембрану первоначально представлялось как пассивный процесс. Но данные о накоплении отдельных химических элементов и их соединений внутри клетки в больших количествах свидетельствуют о наличии активного переноса против градиента концентраций с затратой энергии за счет расщепления АТФ.

Активным путем происходит перенос многих органических молекул (сахаров, аминокислот и др.). Эти процессы могут быть сопряжены с транспортом ионов, в них принимают участие специальные белки - переносчики (Иванов и др., 1979; Eide et al., 1980; Елисеев и др., 1983). В

ряде случаев ионы тяжелых металлов попадают внутрь клетки в результате процесса эндоцитоза. Эндоцитоз начинается с сорбции поглощаемых веществ на поверхности плазмолеммы, после сорбции плазматическая мембрана начинает образовывать небольшие втягивания внутрь клетки, которые затем отшнуровываются от мембраны и в виде мелких (пиноцитозных) пузырьков свободно располагаются в цитоплазме. В результате активного транспорта через мембрану пузырька, его содержимое переходит в цитоплазму (Елисеева, Юрина, 1983).

Уровень содержания металлов в клетке можно рассматривать как результат противоположных процессов – накопления и выведения, при этом выведение - энергетически зависимый. Очевидно, что существует физиологический механизм регулирования этих процессов.

Скорость накопления микроэлементов зависит от функционального состояния организма. С подавлением его жизнедеятельности происходит более активное поступление или, вероятнее, замедляется процесс выведения металлов, т.е. нарушаются механизмы регуляции минерального обмена. В дальнейшем происходит уже нерегулируемое поступление тяжелых металлов, которое может стать причиной гибели организма (Бурдин и др., 1980; Бурдин, Крупин и др., 1990).

Внутри клетки металлы находятся в различном состоянии: в форме свободных ионов, в легко обратимой адсорбированной форме, в виде устойчивых комплексных соединений с биомолекулами (Грин, 1972; Грыжанкова и др., 1975). Тяжелые металлы имеют высокое химическое сродство к специфическим группам биомолекул: аминной, сульфгидрильной и другим функционально активным центрам аминокислот, белков и нуклеиновых кислот, к фосфатной, карбоксильной и гидроксильной группам фосфолипидов. В качестве биомолекул-лигандов выступают также витамины, гормоны, карбоновые кислоты, т.е. все те соединения, в которых есть функциональные группы, способные присоединять металлы (Экологические аспекты..., 1985). Стабильность комплексов тяжелых

металлов с органическими веществами описывается рядом устойчивости Ирвинга – Вильямса: $Cd < Mn < Co < Zn < Ni < Cu < Pb < Hg$ (Мур, Рамамурти, 1987).

Наиболее полно изучены комплексные соединения металлов с белками (Бойченко, Грыжанкова, 1974; Христофорова и др., 1976; Безруков и др., 1982; Бурдин, Полякова, 1987; Золотухина и др., 1990; и др.). В порядке убывания доли элемента, связанного с белками, тяжелые металлы располагаются следующим образом: $Zn > Cr > Ni > Mn > Fe$.

Определенные успехи достигнуты в исследовании комплексов металлов с нуклеиновыми кислотами (Крис, Яцимирский, 1966; Власюк и др., 1979; Давиденко и др., 1980; и др.). Способность связываться с ДНК возрастает в ряду: $Co < Hg < Cr < Mn < Cu < Fe < Zn$.

Способность углеводов и липидов связывать металлы хорошо изучена на примере водорослей (Глория и др., 1984; Евтушенко, 1986; и др.). Металлы по относительному содержанию в липидах водорослей могут быть расположены в следующий ряд: $Mn < Fe < Zn < Cu$ (Корякова, 1983). Липиды относятся к наиболее консервативным веществам клетки и продолжительное время сохраняются в отмерших организмах, что может служить источником обогащения металлами донных осадков (Бойченко, 1968; Грыжанкова и др., 1973).

В целом в биомассе макрофитов металлы распределены между так называемыми обменным и необменным фондами (Силкин и др., 1992). К необменному фонду относятся металлы, прочно связанные с полисахаридами, в основном сосредоточенные в клеточных стенках и практически не вовлекающиеся в метаболические процессы. В обменном фонде представлена та часть металлов, которая ассоциирована с белками, липидными комплексами, слабо связана с полисахаридами, а также присутствует в растворенной (ионной) форме и в связи с низкомолекулярными органическими соединениями.

1.1 Участие металлов в процессах жизнедеятельности

Участие металлов в процессах жизнедеятельности связано прежде всего с их способностью соединяться с высокомолекулярными веществами – белками, нуклеиновыми кислотами и другими соединениями. В результате этого взаимодействия ионы металлов наряду с другими факторами обеспечивают поддержание определенной пространственной конфигурации биополимеров, которая далеко не безразлична для проявления биологической активности макромолекул.

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 (Филиппович, 1993).

В присутствии некоторых из перечисленных катионов повышается температура плавления нуклеиновых кислот, что свидетельствует о более высокой стабильности их молекул. Предполагают (Агол и др., 1989; Борисова и др., 1989), 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 (Филиппович, 1993).

Действие более четверти известных в настоящее время ферментов тем или иным образом связано с металлами. В большинстве случаев ионы металлов вступают в непрочную связь с апоферментом, образуя с ним легко распадающийся комплекс. В виде комплекса с металлом фермент проявляет максимальную активность, приобретая соответствующую пространственную

конфигурацию, т.е. ионы металлов выступают как организаторы третичной структуры фермента, в частности как организаторы активных центров ферментов. Велика роль отдельных катионов в формировании ферментов – мультимеров, где связь между отдельными протомерами осуществляется при участии ионов Mn^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} , Ni^{2+} и др. (Фридрих, 1986; Sere, 1987).

Гораздо реже ионы металлов образуют с белком - ферментом прочное соединение. В этом случае металл не отделяется от фермента при диализе или пропускании через ионообменник, т.е. фермент представляет собой истинный металлопротеин. Так, например, осуществляется соединение ионов меди и железа в железосерных белках и «синих оксидазах» (Филиппович, 1993).

«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).

Достаточно широко распространено участие металлов в действии ферментов путем вступления ионов металлов в состав протетической группы ферментов. Классическим примером ферментов подобного типа могут служить цитохромы (Скулачѳв, 1989).

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). Примеры первого рода весьма многочисленны, они характеризуют одно из самых старых представлений о возможной роли катионов в ферментативном катализе. Образование тройного фермент-металл-субстратного комплекса отмечено при действии аргиназы, пептидгидролаз, карбоксилаз и многих других ферментов. Примером второго рода может служить присоединение флавинового кофермента к апоферменту при

посредстве ионов Fe, Cu, Mo, Zn (Коэн, 1986; Фридрих, 1986). В табл. 1 приведены некоторые данные об активировании катионами металлов некоторых ферментативных процессов.

Таблица 1

Ферменты, активируемые катионами металлов
(Филиппович, 1993)

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

Характерной особенностью обмена в клетке металлических элементов является, с одной стороны, взаимозаменяемость ряда из них и, с другой – антагонизм действия. Так, в ферментативных процессах, там, где K^+ , NH_4^+ или Rb^+ выступают как активаторы, Na^+ , Li^+ или Cs^+ , являются ингибиторами. В таких же отношениях находятся Mg^{2+} и Ca^{2+} , Mn^{2+} и

Zn^{2+} , Ni^{2+} и Cu^{2+} и т.п. Однако для ионов никеля, с одной стороны, и цинка с железом - с другой, характерен синергизм действия (Филиппович, 1993).

Изучению патологических изменений физиолого-биохимических процессов, протекающих в тканях растений и животных, под влиянием тяжелых металлов, посвящено множество работ (Bryan, 1971; Ибрагим, Патин, 1975; Золотухина и др., 1988; и др.). Изучено действие меди, ртути, цинка и других тяжелых металлов на процессы дыхания, фотосинтеза, биосинтеза пигментов, прорастание и выживание спор и проростков, начальные стадии онтогенеза беспозвоночных, деление клеток микроводорослей и т.п. (Steward, 1977; Балоде, 1981; Христофорова, Власова, 1982; Золотухина, 1987, 1990, 1993; Христофорова, 1989; Бурдин и др., 1990; Христофорова и др., 1996; и др.), а также механизмы адаптации растений к избыточному содержанию металлов (Школьник, 1960, 1974; Тарабрин, Пельтихина, 1985; Ильин, 1991; Растения в экстремальных условиях..., 1991; и др.).

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 (Камнев, 1989). Эндогенная детоксикация связана с внутриклеточными биохимическими процессами, направленными на изоляцию или связывание токсичных веществ с дальнейшим выделением их или локализацией в клетках (Mariani et al, 1990). Так, в гидробионтах металлы, главным образом кадмий, связываются сульфгидрильными группами низкомолекулярных белков с образованием металлотионеинов. Прочность связывания металла тионенинами 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.

Способность гидробионтов и рыб адаптироваться к условиям обитания при повышенном загрязнении промышленными сточными водами, содержащими тяжелые металлы, очевидно, нельзя рассматривать как целиком положительное явление. Если с позиций интенсификации процессов самоочищения в водоемах увеличение видового разнообразия и численности гидробионтов играет определенную положительную роль, то утрата хозяйственной ценности промысловыми видами рыб, непосредственно связанная с адаптацией, повышенная кумуляция компонентов промышленных стоков в теле гидробионтов, циркуляция по трофическим цепям остротоксичных компонентов сточных вод, создают прямую угрозу для здоровья человека, и явление адаптации приобретает другой, нежелательный смысл (Шахматова, 1983).

В круг изучаемых нами элементов включены железо, хром, никель, кадмий и свинец. Железо является истинным биоэлементом, физиологическая роль хрома, никеля, кадмия и свинца малоизучена. Все эти элементы, наряду с некоторыми общими свойствами, характеризуются и специфическими, такими как формы миграции в средах жизни, необходимость для живых организмов, токсичность для биоты. В связи с этим целесообразно более конкретно описать участие каждого из них в процессах жизнедеятельности.

Никель

Никель является жизненно необходимым микроэлементом. Постоянное присутствие его в растениях и животных было установлено В.И. Вернадским с сотрудниками в 1922 г. (Вернадский, 1960).

В 40-х годах выяснилось, что уже в период эмбриогенеза он концентрируется в тех органах и тканях, где происходят интенсивные обменные процессы и где сосредоточен биосинтез гормонов, витаминов и других биологически активных соединений.

В 70-х годах сначала на цыплятах, а потом на козах, свиньях и крысах были получены прямые доказательства необходимости никеля для нормального развития и существования организма (Nielsen, 1988).

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 кератоконъюнктивит (до 30 % ягнят и 22 % телят). Роговица глаз, как органа эктодермального происхождения, также богата никелем, причем в роговице, пораженной бельмом, содержание Ni значительно выше (Гололобов, 1951).

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 (Гололобов, 1951).

В настоящее время известно 5 никель-зависимых ферментов: уреазы, гидрогеназы, СО-дегидрогеназы (и СО-дегидрогеназы / ацетил-коэнзим А-синтетаза), метил-S-коэнзим М-редуктазы и один класс супероксид-дисмутаз (Hausinger, 1997), никель активирует работу аргиназы, карбоксилазы, трипсина, дезоксирибонуклеазы и других жизненно важных биомолекул; стабилизирует структуру РНК, ДНК и рибосом (Строчкова и др., 1987; Барышников и др., 1997). В организме животных и человека никель депонируется в легких, печени, поджелудочной железе, коже.

В водной среде никель накапливается в донных отложениях и его содержание в зарывающихся моллюсках выше, чем в фильтраторах, сидящих на твердых грунтах. Отмечено также неравномерное распределение этого элемента в тканях моллюсков, так минимальные концентрации никеля

найжены в мускулах гребешка, максимальные – в жабрах и печени. Яичники моллюсков содержали большее количество никеля, чем семенники. Более высокие концентрации никеля в гонадах самок, чем самцов, говорят в пользу физиологической роли этого металла. Концентрирование никеля в жабрах и печени связано с соосаждением его на гидроксиде железа, мелкодисперсные частицы которого задерживаются жабрами (Христофорова и др., 1989; Христофорова и др., 1994).

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 (Строчкова и др., 1987).

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 (Costa, 1996).

Хлорид никеля вызывает гибель рыб при концентрации 2,8 мг / л, концентрация 5 мг / л является токсичной (Герлах, 1985).

В связи с этим в программе глобального мониторинга, принятой ООН в 1980 г., никель упомянут как один из наиболее опасных загрязнителей окружающей среды (Добровольский, 1983).

Кадмий

Кадмий в неживой природе является спутником цинка. В растительных организмах Д. Малюга обнаружил $1,6 \cdot 10^{-4}$ % кадмия на сухое вещество (Малюга, 1941).

Кадмий в животных организмах был открыт в 1930 г.: Г. Фокс и Г. Ремедж (Fox , Ramage, 1931) 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 (Piskator, 1976).

Поступив в организм, кадмий связывается сульфгидрильными группами низкомолекулярных белков с образованием металлотионеинов, что, с одной стороны, является механизмом детоксикации, с другой, способствует накоплению кадмия в живых тканях. Морские организмы обычно содержат более высокие количества кадмия, чем их пресноводные и наземные аналоги.

Вместе с тем токсический эффект у пресноводных наблюдается уже при концентрациях 1 - 2 мкг / л, в то время как у морских организмов он проявляется при концентрации кадмия 7 - 100 мкг / л. Это, вероятно, связано с разными формами нахождения элемента в пресной и морской воде.

В речной воде кадмий мигрирует в основном во взвешенной форме, в морской воде переходит в растворенную форму за счет образования растворимых комплексов, прежде всего с Cl⁻ - ионами (Христофорова и др., 1994).

Считают, что свободный ион кадмия является наиболее доступной для водных организмов формой. Неорганические комплексы кадмия не поглощаются, по крайней мере, рыбой (Coombs, 1979).

Различные органические комплексы кадмия характеризуются разнообразными химическими свойствами, что влияет на их биодоступность. Такие соединения, как комплексы с НТА (нитрилотриацетатом), недоступны для водных организмов. Поглощаются биотой, но в меньшей степени, чем свободный ион Cd²⁺, комплексы с низкомолекулярными фульвокислотами, аминокислотой гистидином и карбоновыми кислотами, подобными лимонной кислоте. Иначе ведут себя гидрофобные комплексы ксантанов и дитиокарбаматов с кадмием. Они действуют как переносчики металла через биологические мембраны и приводят к большему поглощению элемента водными организмами, нежели металла в виде свободного иона. Это имеет важное значение для биоты, поскольку ксантаны используются в горной

промышленности для обогащения сульфидных руд металлов путем флотации (Кадмий..., 1994).

Организм человека абсорбирует около 60 % поступившего кадмия. Низкая концентрация в пище и воде минеральных веществ, таких, как кальций и железо, а также белков, приводит к повышению степени абсорбции кадмия.

Токсичность кадмия снижается при одновременном поступлении в организм других металлов. Подобным смягчающим эффектом обладают кобальт, селен, а также цинк и хелаты цинка. Сделано предположение, что токсическое воздействие кадмия заключается в замещении цинка в цинксодержащих ферментах (Рейли, 1985).

Рост концентрации микроэлемента в продуктах питания и питьевой воде способствует повышению его содержания в организме человека. Количество кадмия в тканях почек современных людей часто достигает 51,1 мкг / г сухой массы, тогда как музейные экспонаты этих органов 19 - го столетия содержат 15 мкг Cd / г (Jacobson , Turner, 1980). Кадмий с большим трудом выводится из организма. У детей период полувыведения кадмия, связанного с металлотионеином, составляет около 35 лет, у людей в зрелом возрасте – 12 лет (Фелленберг, 1997). Поэтому даже при небольшом содержании кадмия в среде, происходит постоянное накопление его организмом. Ежедневное поступление кадмия в организм людей, проживающих на незагрязненных территориях, составляет 10 - 50 мкг, на загрязненных – от 200 до 1000 мкг (Nordberg, 1996).

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 (Рейли, 1985).

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 (Рейли, 1985).

В результате дисфункции почечных канальцев в присутствии кадмия при дефиците кальция происходит декальцификация скелета, приводящая к деформации костей, их необычной хрупкости и ломкости (Piskator, 1976; Эйхлер, 1985).

Исследования токсичности кадмия на многих животных выявило также его тератогенное, эмбриотоксическое и гонадотропное действие (Gale, Layton, 1980; Khristoforowa et al., 1984; Lipina et al., 1987; и др.).

Хром

Хром постоянно обнаруживается в растениях и животных. Его наличие в растениях известно ещё с 1900 г (Войнар, 1960). Согласно исследованиям С. Боровика и А. Войнара, хром является постоянным компонентом органов человека, обладающих внутрисекреторными функциями. Его содержание (в граммах на 100 г золы 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.

В водных организмах содержание хрома невелико. Например, в мидиях *Mytilus edulis* его концентрация обычно не превышает 2 мкг / г. Хром не концентрируется заметно в тканях каких – либо специфических органов (Bertine, Goldberg, 1972; Bryan, Hummerstone, 1978).

Количество хрома в тканях моллюсков зависит от содержания этого элемента в среде, в местах сброса специфических стоков оно может значительно возрасть (Христофорова и др., 1994).

Хром содержится в различных продуктах, он обнаруживается в следующих концентрациях (мг / кг) (Murthy et al, 1971):

в морских продуктах	0 – 0,44
злаках	0 – 0,52
фруктах	0 – 0,2
овоцах	0 – 0,36
мясе	0,02 – 0,56
молоке	0 – 0,01
масле	0 – 0,17

В оболочках семян отмечается значительная концентрация хрома (Войнар, 1960). 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 (Schroeder, 1971).

Жизненная необходимость хрома для животного организма была доказана только в конце 50 - х годов.

По всей видимости, его основная биологическая роль 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 (Ноздрюхина, 1977).

Выделенная из дрожжей фракция, содержащая хром, была названа фактором глюкозной толерантности. Предполагают, что это комплексное соединение трехвалентного хрома, никотиновой кислоты и различных аминокислот (Meriz, 1971). В отсутствие этого вещества глюкоза, введенная в кровотоки, выводится значительно медленнее, чем обычно.

Аналогичный эффект наблюдается при отсутствии инсулина. Возможно, хром в факторе глюкозной толерантности взаимодействует с гормональным инсулином, облегчая его связывание с рецепторами клеточной мембраны. Установлено также участие хрома в структуре и функции нуклеиновых кислот (Meriz, 1982).

Данные по бело – розовому гребешку показали, что в генах самок концентрация хрома в 3 раза выше, чем у самцов. Очевидно, что находящийся в организме хром не индифферентен, и его роль в процессах жизнедеятельности обусловлена, по – видимому, химическими свойствами этого элемента – переменной валентностью и способностью к комплексообразованию.

Есть сведения о стимулирующем действии хрома на рост сельскохозяйственных растений. Животные, в пище которых не хватает хрома, плохо растут и живут недолго (Школьник, 1974).

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 (Ноздрюхина, 1985). 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 (Авцын и др., 1991).

На поступление хрома в организм оказывают влияние цинк и железо, при недостатке этих элементов усвоение хрома возрастает, при

одновременном поступлении – снижается. Это свидетельствует об общих путях абсорбции данных элементов. Абсорбция хрома желудочно-кишечным трактом зависит от химической формы элемента. Эксперименты над животными показали, что трехвалентного хрома абсорбируется мало, примерно 1 % от поглощенного количества, хроматы же абсорбируются легче в количестве 2 % (Donaldson et al, 1966).

Абсорбированный хром быстро выводится из крови. Основная часть хрома накапливается в различных органах, особенно в печени, где найдены трехвалентные соединения хрома. Концентрация хрома во всех тканях падает со временем, за исключением легких, где его содержание выше среднего из-за загрязненности окружающей среды. Выделение абсорбированного хрома происходит главным образом с мочой. Интересно, что больше всего хром накапливается в волосах - от 0,2 до 2 мг / кг (Mariz, 1982).

Хром не является остротоксичным веществом ни для животных, ни для человека. В большинстве природных ситуаций Hg, Cd, Cu, Pb, Ni, Zn более токсичны, чем хром. Однако повышение его концентрации в крови человека и животных выше 0,020 мг % может привести к тяжелым заболеваниям (Войнар, 1960).

Cr (VI) оказывает общетоксическое, нефротоксическое и гепатоксическое действия. Он вызывает специфические поражения кожи, пневмосклероз, гастриты, хромовый гепатоз и др., способен вызывать мутагенный и канцерогенный эффекты.

Хотя соединения трехвалентного хрома менее токсичны, чем шестивалентного, некоторые соли Cr (III), например ацетат и др., при вдыхании, поглощении или контакте с тканями также обладают канцерогенными свойствами (Siting, 1980; Laborda et al., 1986).

Соли Cr (III) вызывают гибель рыб через 96 часов при концентрации:

7,5 мг / л – окунь;

5,0 мг / л – гольян;

4,0 мг / л – карась.

Низшие водоросли погибают при концентрации солей Cr (III) 4,6 мг / л.

Бихромат калия (Cr (VI)) вызывает гибель низших водорослей и рыб при концентрации 0,25 мг / л (Герлах, 1985).

Свинец

Свинец обнаружен практически во всех органах и тканях растений, животных и человека. Человек, по-видимому, рождается уже с небольшим содержанием свинца в организме. Содержание свинца в теле человека с возрастом увеличивается.

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

Свинец распространяется сравнительно равномерно в различных отделах мозга. Изолированные ядра нервных клеток серого вещества коры головного мозга человека постоянно содержат 0,1 % свинца на золу. В железах внутренней секреции человека, согласно Войнару (1960), содержатся следующие количества свинца в г / 100 г золы:

поджелудочная железа	0,03
надпочечники	0,001
гипофиз	0,05
яичники	0,001

семенники	0,01
щитовидная железа	0,01

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

Концентрация свинца в водных организмах составляет примерно 0,1 мкг / г сырого вещества. Среднее содержание в мышцах взрослых рыб 0,012 – 0,06 мг на 100 г сырого вещества. По мере роста содержание свинца в их теле увеличивается (Адамович и др., 1949).

В моллюсках концентрация этого элемента выше, чем в рыбе, так в мидиях из чистых районов она составляет 4 мкг / г. Так же, как ртуть, хром и никель, свинец преобладает в почках моллюсков. Поскольку свинец существует в морской и речной воде преимущественно во взвешенном состоянии, то он может поступать в организм моллюсков – фильтраторов с пищей и взвесью. Очевидно поэтому повышенные концентрации свинца наблюдаются не только в печени и почках, но и в жабрах моллюсков – фильтраторов (Христофорова, Кавун, 1987; Христофорова и др., 1989).

Какое биологическое значение имеет свинец, являющийся постоянной составной частью органов и тканей, неизвестно. Данные о какой бы то ни было специфической биологической роли свинца в животных и растительных организмах отсутствуют.

Соединения свинца относятся к группе тиоловых ядов, которые, попав в организм, вступают в химическое взаимодействие с сульфгидрильными группами различных макромолекул и, в первую очередь, ферментов. Известно более 100 ферментов, активность которых может подавляться при блокировании в их молекулах сульфгидрильных групп. С веществами, содержащими SH - группы, связаны важнейшие функции: проведение нервного импульса, тканевое дыхание, мышечное сокращение, проницаемость клеточных мембран и др. (Хмельницкий и др., 1987).

Человеком свинец поглощается с пищей, водой и из воздуха, суточное поступление составляет в среднем около 0,29 мг свинца, около 10 % потребленного свинца у взрослых абсорбируется в желудочно - кишечном тракте. Есть основания предполагать, что процент абсорбируемого свинца у детей больше (Войнар, 1960).

На степень абсорбции могут влиять различные диетические факторы. Снижение содержания кальция приводит к усилению абсорбции свинца, витамин Д увеличивает поглощение как кальция, так и свинца. Недостаток железа также способствует абсорбции свинца, что наблюдается при голодании. К такому же эффекту приводит диета с повышенным содержанием углеводов, но дефицитом белков (Рейли, 1985). В желудке соляная кислота желудочного сока способствует образованию альбуминатов, вследствие чего токсичность свинца возрастает. Более 90 % соединений свинца циркулирует в составе эритроцитов, образуя в мембранах свинецлипопротеиновые комплексы. Свинец понижает резистентность эритроцитов, увеличивает проницаемость клеточных оболочек, что ведет к потере 80 % калия и воды, наступает гемолиз эритроцитов крови. Гемоглобин при этом разрушается с накоплением свободного билирубина, который нарушает окислительное фосфорилирование в клетках головного мозга. Возможно уменьшение амидных, сульфгидрильных и карбоксильных групп ферментных систем и угнетение синтеза гемоглобина (Хмельницкий, 1987).

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 (Рейли, 1985).

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 (Рейли, 1985).

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 (Notiuchi, 1970).

Для водных организмов свинец менее токсичен, чем ртуть и кадмий, однако постепенное накопление его в тканях ведет к отравлению растений и животных. Так, в опытах с мидиями токсическое действие свинца при 5 мг / л не проявлялось в течение первых 40 суток, однако к 120 – м суткам погибло 65 % животных (Христофорова и др., 1994).

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 (Ковальский, 1974). 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 (Школьник, 1974; Авцын и др., 1991).

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 (Воробьев, 1979).

Абсорбция железа происходит в желудочно – кишечном тракте, где разрушаются комплексы железа и оно восстанавливается в растворимое двухвалентное соединение. Поглощается Fe в виде феррохлорина (соединения Fe (II) с соляной кислотой) или низкомолекулярных комплексов. Выводится из организма через желудочно – кишечный тракт и почки.

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.

Присутствующий в организме свинец может ингибировать некоторые стадии синтеза гемоглобина. Так, свинец препятствует присоединению железа к молекуле порфирина и мешает синтезу самой молекулы порфирина (Христофорова и др., 1994).

А. П. Виноградов (1937) отмечал, что мышечная ткань и половые органы двустворчатых моллюсков бедны железом. Максимальное содержание железа сосредоточено у них в печени.

Несмотря на широкое распространение железа в окружающей среде, оно редко присутствует в организме в избытке. Это связано с плохой растворимостью соединений железа. Поступает оно в организм с пищей и водой. И если в пище присутствует вещество, ингибирующее разрушение комплексов железа или восстановление металла в растворимое двухвалентное состояние, абсорбция металла снижается. Фосфаты и щавелевая кислота связывают железо в нерастворимые комплексы. Аскорбиновая кислота и содержащая Н – S – группу аминокислота цистеин переводят его в растворимые комплексы и способствуют поглощению. В организме взрослого

человека содержится в среднем 4 г железа. Во время беременности или в период активного роста потребность в железе возрастает.

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 (Марачев и др., 1987; Авцын и др., 1991).

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

Полагают, что механизм вредного действия железа на рыб сводится к тому, что металл в виде гидроксида осаждается на слизистую оболочку жабр, закупоривая и разъедая их (Грушко, 1979).

О таких элементах, как Cu, Zn, Fe очень много публикаций. Детально исследовано участие их в процессах жизнедеятельности, изучены формы нахождения и уровни содержания в морской и речной воде, накопление в гидробионтах. В последние годы много работ посвящено проблеме загрязнения окружающей среды Cd и Pb, биологическому действию этих металлов.

О никеле и, особенно, о хrome сведения в литературе немногочисленны. В литературном обзоре сделана попытка систематизировать публикации о биологической роли Cr и Ni в живых организмах, о накоплении в гидробионтах, трансформации этих элементов в средах жизни.

Раздел 2. Алкалоиды

2.1. Роль и значение алкалоидов в растениях

Роль и значение алкалоидов в растениях недостаточно выяснены. Большое число алкалоидных растений встречается среди лютиковых, маковых, бобовых, пасленовых, куртовых; из однодольных - алкалоиды найдены у лилейных.

Алкалоиды не выполняют важной жизнедеятельной физиологической функции в растениях, как углеводы, аминокислоты, жиры и пурины. Физиологическая роль в растениях полностью до сих пор не выявлена.

По мнению А.П. Орехова, Т.С. Ильина алкалоиды являются активными катализаторами, обезвреживающими ядовитые продукты обмена.

Можно было бы считать, что алкалоиды являются средствами защиты растения против насекомых или высших животных. С другой стороны, алкалоиды могут являться продуктами дезассимиляции, откладывающихся растением тогда, когда нет возможности удалять их экскреторным путем, как у животных. Но такая точка зрения маловероятна, так как алкалоиды имеют гигантские и сложные молекулы. Для синтеза алкалоидов растения используют природные аминокислоты или продукты биохимического распада аминокислот, таких как биогенные амины и альдегиды, образующиеся в результате окислительного декарбоксилирования. В биосинтезе алкалоидов значительную роль играет реакция Манниха, в которой взаимодействуют амин, альдегид и соединение способное принимать участие в альдольной конденсации в качестве метиленового компонента.

аебуи, меконовая кислота - в опиум и хининовая кислота - в коре хинного дерева.

2.2. Классификация алкалоидов

Термин «алкалоид» («похожий на щелочь») был предложен в 1819 фармацевтом В. Мейснером. С тех пор классификации алкалоидов уделялось много внимания. В 1880 году на основании работ А.Н. Вышнеградского Кенигсом было предложено считать алкалоидами только те растительные основания, которые являлись производными пиридина [13]. Первое современное определение (1910), данное Э. Винтерштейном и Г. Триром, описывает алкалоид в широком смысле как азотсодержащее вещество основного характера растительного или животного происхождения; при этом истинный алкалоид должен удовлетворять четырем условиям: 1) атом азота должен быть частью гетероциклической системы; 2) соединение должно иметь сложную молекулярную структуру; 3) оно должно проявлять значительную фармакологическую активность и 4) иметь растительное происхождение.

Такая классификация оказалась несостоятельной, так как из числа алкалоидов были бы исключены такие типичные вещества, как кофеин, теобромин и другие. Кроме того, был выявлен ряд алкалоидов, которые являются производными пиррола, индола, имидазола, пиримидина, 1-метилпирролизидина и другие.

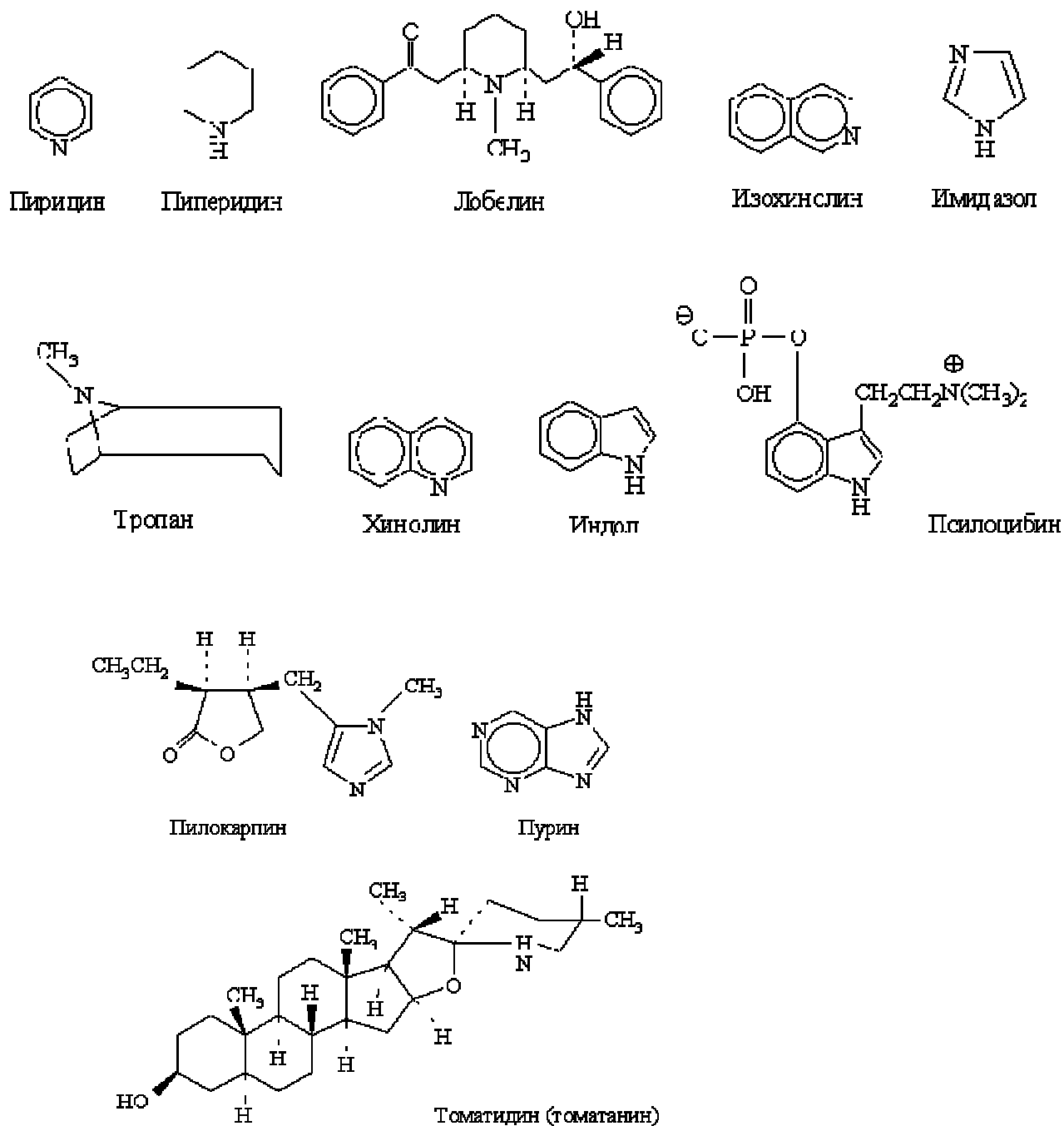
Оказалось, что в животных организмах содержатся вещества иногда очень близкие по строению к растительным алкалоидам, дающие реакции алкалоидов, например, ксантин, найденный в мочевых камнях и крови животных, гипоксантин и афнин, родственные кофеину и теобромину. Поэтому под названием «алкалоиды» стали объединять все вещества основного характера, как растительного, так и животного происхождения, содержащих кроме углерода и водорода, азот, кислород, серу и другие элементы .

Но при этом терялось различие между алкалоидами и аминокислотами, полипептидами, аминами, производными мочевины и другими.

В настоящее время используются две системы, по которым классифицируют алкалоиды: по родам растений, в которых они встречаются, или на основании сходства молекулярной структуры. Классы алкалоидов, члены которых объединены по источнику выделения, - это алкалоиды аконита, аспидоспермы, хинного дерева, спорыньи, эфедры, ибоги, ипекакуаны, люпина, опийного мака, раувольфии, крестовника, картофеля, стрихноса (рвотного ореха) и иохимбе.

Химическая классификация, предложенная А.П. Ореховым, основана на особенностях молекулярного азотно-углеродного скелета, общих для членов данной группы алкалоидов. В связи с этим под алкалоидами подразумевают только природные (или синтетические) органические соединения основного характера, содержащие гетероциклические ядра и их классификация основывается на строении .

Главные структурные классы включают пиридиновые (никотин), пиперидиновые (лобелин), тропановые (гиосциамин), хинолиновые (хинин), изохинолиновые (морфин), индольные (псилоцибин, резерпин и стрихнин), имидазольные (пилокарпин), стероидные (соласодин, соланидин и томатыдин), дитерпеноидные (аконитин), пуриновые (кофеин, теofilлин и теобромин) алкалоиды. Также к ним относятся алкалоиды неустановленного строения и алкалоиды ациклического ряда (эфедрин):

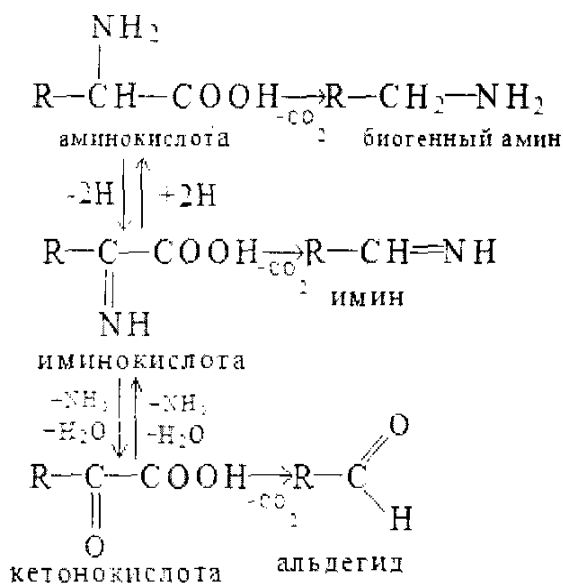


2.3. Происхождение алкалоидов

Одна из наиболее захватывающих и увлекательных сторон химии алкалоидов - это их синтез в растениях. В течение последних десятилетий химики предложили много биогенетических схем синтеза различных алкалоидов. Большая часть этих схем основана на мысли, что алкалоиды образуются из относительно простых предшественников, например, фенилаланина, тирозина, триптофана, гистидина, ацетатных и терпеновых остатков, метионина и других аминокислот, таких, как антраниловая кислота,

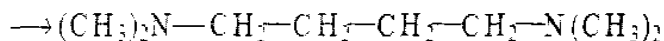
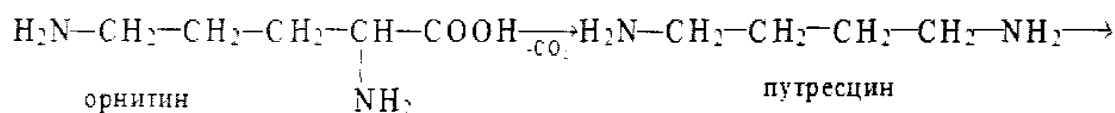
лизин и орнитин. Структуры большинства алкалоидов можно вывести теоретически из таких простых предшественников, используя немногие хорошо известные химические реакции. Несколько простых алкалоидов были синтезированы из производных аминокислот в физиологических условиях с применением таких биогенетических концепций. С помощью радиоактивных меток эти теории были подвергнуты экспериментальной проверке.

Так, если принять, что первичными веществами синтеза алкалоидов являются амины и альдегиды, то в результате восстановительных реакций, гидратации и дегидратации, декарбоксилирования происходят следующие превращения :



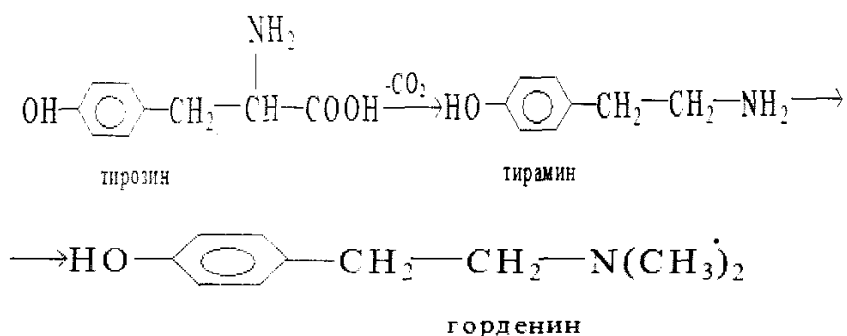
При взаимодействии имина и кетонкислоты возможно необратимое выделение CO_2 с образованием альдегидов, переходящих в имины, превращающиеся при гидрировании в амины. α -Кетонкислоты и аминокислоты взаимно превращаются друг в друга .

В качестве простых алкалоидов, которые можно отнести к биогенным аминам, являются орнитин, мутресцин, тетраметилпутресцин.

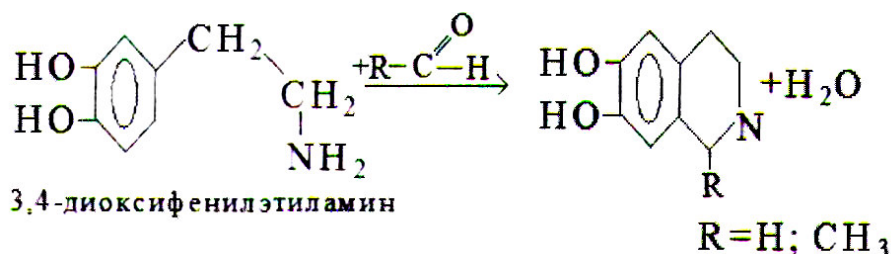


тетраметилпутресцин (содержится в *Hyoscyamus muticus* и *Hyoscyamus reticulatus*)

Подобно из тирозина образуется найденный в дроке тирамин, диметильное производное, которого горденин широко распространено в природе [17].

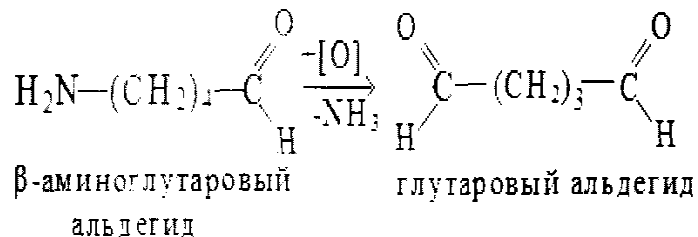
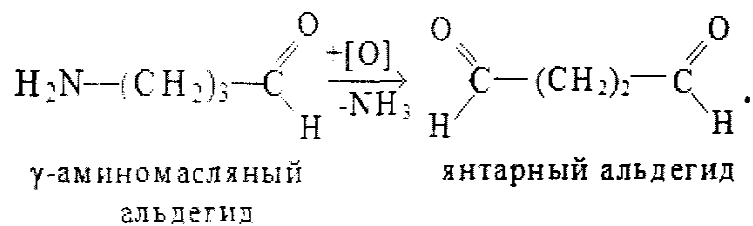


Образование изохинолиновых алкалоидов из биогенных аминов можно представить следующей схемой:

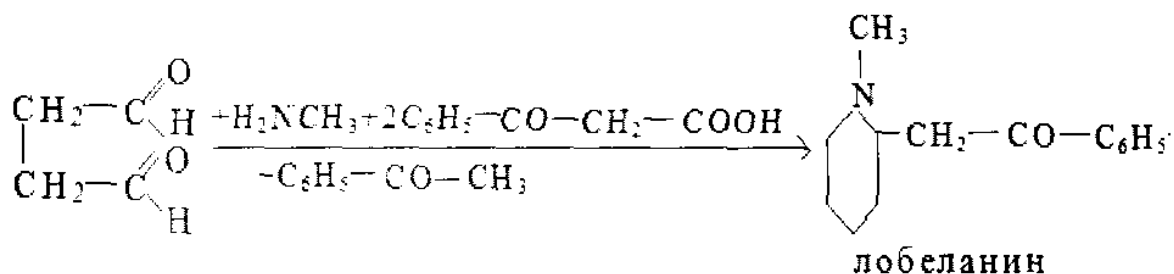


Приведенные реакции протекают в лаборатории при 20-25°C и pH 4-7 с большой скоростью. Но остается вопрос о возникновении оптической активности алкалоидов. Предполагают, что амин соединяется с альдегидами на поверхности асимметрично построенного фермента, превращающего аминокислоты в альдегиды и создающего условия для асимметрического синтеза.

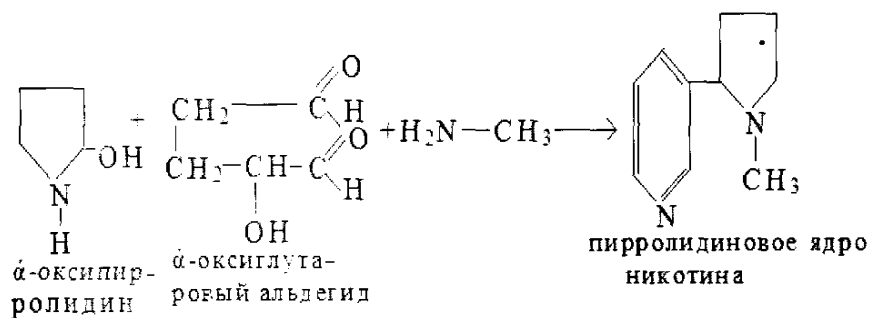
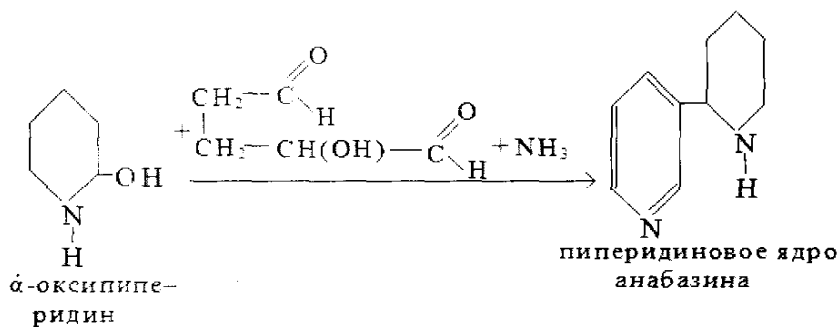
С изохинолиновыми алкалоидами тесно связаны представители группы гармана, выводимые из триптамина. Гарман образуется при конденсации триптамина с ацетальдегидом, получается тетрагидрогарман, который при дегидрировании образует второе ароматическое кольцо:

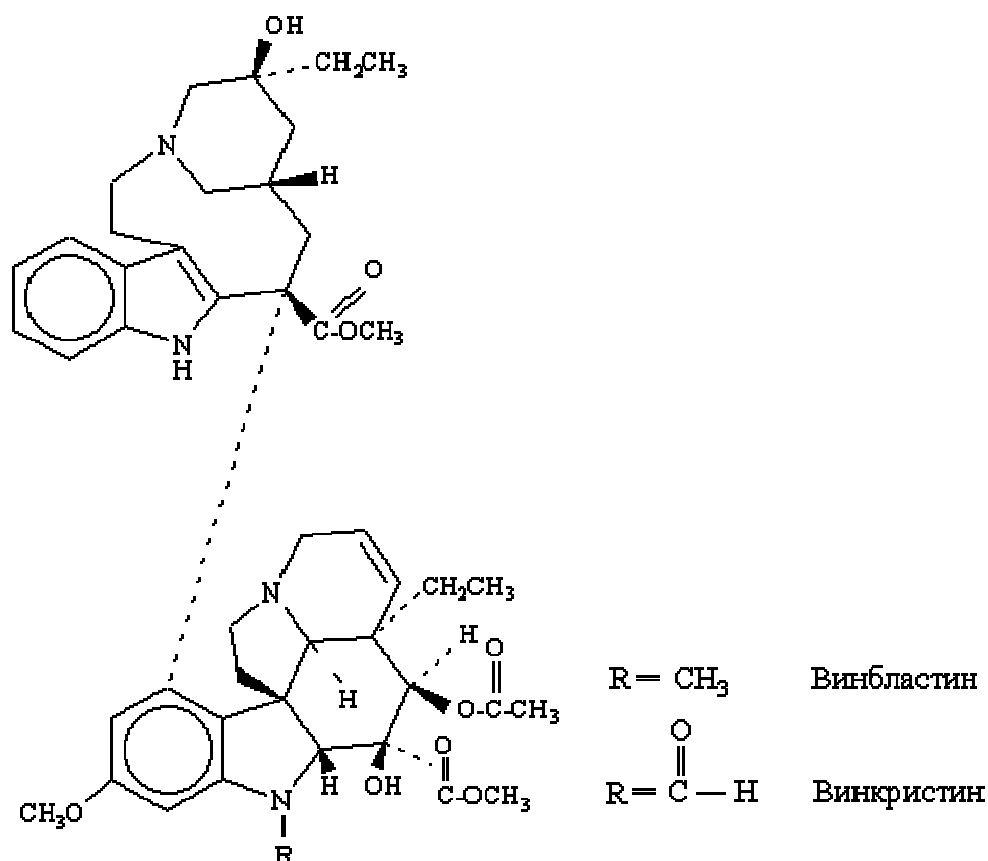


Эти альдегиды могут быть исходными веществами для синтеза в природе атропина, кокаина, лобеланина по следующей схеме:



Пирролидиновое ядро никотина и пиперидиновое анабазина могут образовываться из α -оксипирролидина или α -оксипиперидина и метиламина или аммиака в присутствии α -оксиглутарового диальдегида [25]:





Кодеин - самый распространенный опиный алкалоид. Его можно выделить из опиума (от 0,2 до 0,7%), приготовить метилированием морфина или восстановлением и деметилированием тебаина. Кодеин - наркотический анальгетик и противокашлевое средство. Он менее токсичен и в меньшей степени вызывает привыкание, чем морфин.

Колхицин - выделен из клубнелуковиц и семян различных видов *Colchicum*, обычно *Colchicum autumnale* (безвременник осенний). Это нейтральный алкалоид, используемый для лечения подагры и для получения клеток растений с удвоенным набором хромосом.

Кокаин получают из листьев коки (*Erythroxylum coca*) или синтезируют из эгонины, выделяемого из растительного сырья. Это мощный местный анестетик, он входит в микстуру Бромптона, которая используется для смягчения жестоких болей, сопровождающих последнюю стадию рака. Его стимулирующее действие на ЦНС уменьшает седативный эффект и ослабление дыхания от применения морфина или метадона, используемых в качестве наркотических анальгетиков в составе микстуры Бромптона.

Привыкание к кокаину наступает очень быстро. Он включен в список веществ, подлежащих особо тщательному контролю.

Кофеин содержится в кофе, чае, какао, коле и мате (парагвайский чай). В составе многих напитков его потребляют миллионы людей во всем мире. Кофеин обычно извлекают из чая, чайной пыли, чайных отходов или выделяют возгонкой при поджаривании кофе. Его также можно синтезировать из теобромина. Кофеин оказывает возбуждающее действие на центральную нервную и сердечно-сосудистую системы, используется для стимуляции сердечной деятельности, дыхания и как противоядие при отравлении морфином и барбитуратами. Он входит в состав продуктов с торговыми названиями эмпирин, фиоринол, кафергот, виграин.

Лобелин содержится в лобелии (*Lobelia inflata*) и обладает действием, сходным с действием никотина. По этой причине его вводят в состав таблеток, облегчающих отвыкание от курения. В малых дозах способен возбуждать дыхание, в связи с чем его применяют в случаях удушения, отравления газами, т.е. когда нужно стимулировать дыхание. Большие дозы, наоборот, парализуют дыхание.

Мескалин содержится в лофофоре Уильямса (*Lophophora williamsii*, мексиканское название – пейот или мескаль) сем. кактусовых и является галлюциногеном. Пейот издавна использовался в обрядах мексиканских и американских индейцев. Поедание пейота вызывает расширение зрачка, сопровождаемое необычным и причудливым восприятием цвета. Мигающие огни и изменчивые образы характеризуют начальную стадию видений. Затем цвета блекнут, человек становится вялым и засыпает. Мескалин проявляет то же действие, что и необработанный растительный материал.

Морфин является важнейшим опиоидным алкалоидом. Его экстрагируют из высушенного млечного сока, выступающего из надрезов на незрелой головке опиоидного мака (*Papaver somniferum*). Морфин содержит фенольную и спиртовую гидроксильные группы. Он представляет собой наркотический

анальгетик и применяется для обезболивания. Однако длительное его употребление приводит к привыканию и вызывает тошноту, рвоту, запоры.

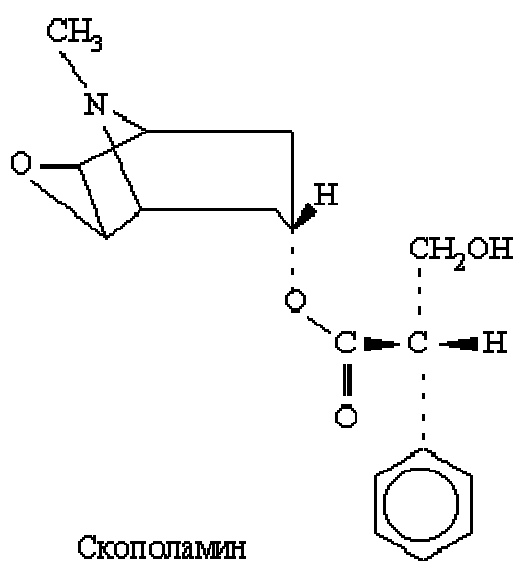
Никотин. Этот жидкий алкалоид в чистом виде выделен в 1828 Поссельтом и Рейманом. Его основной источник - табак (*Nicotiana tabacum*), годовое производство листьев которого превышает 5 млн. т. Никотин встречается также в разных видах плауна, хвоще полевым и некоторых других растениях. При курении большая часть никотина разрушается или испаряется. Никотин - сильный яд. В малых количествах он стимулирует дыхание, но в больших - подавляет передачу импульса в симпатических и парасимпатических нервных узлах. Смерть наступает от прекращения дыхания. Никотин сильно влияет на сердечно-сосудистую систему, вызывая сужение периферических сосудов, тахикардию и подъем систолического и диастолического кровяного давления. Никотин (обычно в виде сульфата) используется как инсектицид в аэрозолях и порошках.

Пилокарпин. Этот имидазольный алкалоид получают из листьев различных видов африканского кустарника *Pilocarpus*. Его гидрохлорид и нитрат - холиномиметические (действие аналогично возбуждению холинорецепторов) и миотические (сужающие зрачок с одновременным понижением внутриглазного давления) средства. Главное же использование пилокарпина - для лечения глаукомы. Он применяется также для усиления деятельности потовых и слюнных желез, при водянке на почве нефрита, при некоторых отравлениях (ртутью или свинцом) и др. Пилокарпин также вводят перорально или подкожно, параллельно с введением ганглиоблокаторов, чтобы стимулировать слюноотделение.

Резерпин. Раувольфия – древнее лекарственное растение; сообщения о ее использовании датируются 1000 до н.э. В индуистской Аюрведе она рекомендуется для лечения дизентерии, змеиных укусов и как жаропонижающее. Гипотензивная (снижающая кровяное давление) активность корней *Rauwolfia serpentina*, обнаруженная в 1933 году, объясняется присутствием алкалоида резерпина. Резерпин проявляет также

успокаивающее действие. Поэтому его иногда используют для снижения высокого кровяного давления и повышенной возбудимости при неврозах, истерии и стрессах. Побочные эффекты включают сонливость, брадикардию (уменьшение частоты сердечных сокращений), избыточное слюноотделение, тошноту, понос, усиленное отделение желудочного сока и депрессию.

Скополамин является антихолинергическим агентом. Его часто используют для снятия спазмов кишечника при спастическом колите, гастроэнтерите и язве желудка, в качестве успокаивающего при психических возбуждениях. Благодаря антисекреторному действию скополамина его применяют для снижения мокротоотделения при анестезии (для преднаркоза и при операциях), для подавления секреции желудочного сока при лечении язвы желудка и для уменьшения выделений слизистой оболочки носа при простуде и аллергических заболеваниях:

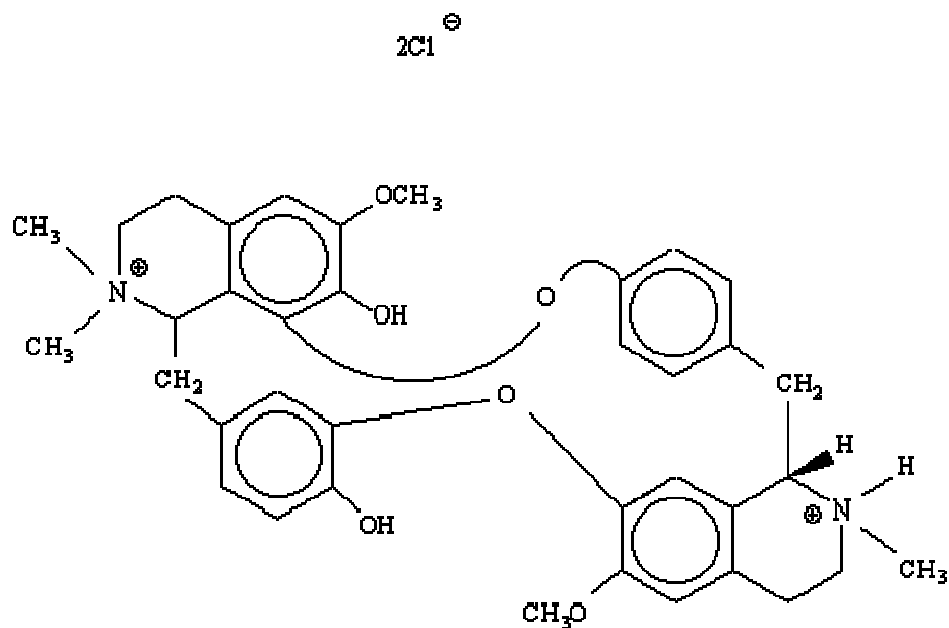


Стрихнин. Рвотный орех (чилибуха, *Strychnos nux-vomica*) содержит от 1,5 до 5% алкалоидов, главным образом стрихнина или бруцина (диметоксистрихнина). Стрихнин чрезвычайно токсичен, действует главным образом на спинной мозг, приводя к конвульсиям (судорогам), и используется для истребления вредных животных. Он применяется в медицине при параличах, связанных с поражением ЦНС, при хронических расстройствах ЖКТ и главным образом как общее тонизирующее при

различных состояниях расстроенного питания и слабости, а также для физиологических и нейро-анатомических исследований.

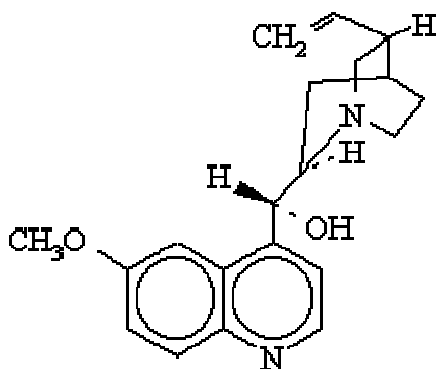
Тетрагидроканнабинол - один из основных каннабиноидов, является ароматическим терпеноидом. Содержится в соцветиях и листьях конопли. ТГК - первый (и на сегодняшний день единственный) каннабиноид, разрешённый для медицинского применения. Препараты, содержащие синтетический ТГК (маринол и его аналоги), используются в США, Канаде и Западной Европе для купирования побочных эффектов химиотерапии при раке и для борьбы с синдромом потери веса при СПИДе. Последние исследования свидетельствуют о том, что данный препарат также может быть эффективен при глаукоме [1], синдроме Туретта [2], шизофрении, фантомных болях, нейропатической боли и некоторых других заболеваниях [3].

Тубокурарин. Кураре, известный яд, которым южноамериканские индейцы начиняют стрелы, является сухим экстрактом из коры и стеблей некоторых видов *Strychnos* (*S. toxifera* и др.). Различают четыре сорта кураре, получивших свое название в зависимости от способа расфасовки: калабаш-кураре («тыквенный», упакованный в небольших высушенных тыквах, т.е. калемассах), пот-кураре («горшочный», т.е. хранящийся в глиняных горшках), «мешочный» (в небольших плетеных мешочках) и тубо-кураре («трубочный», упакованный в бамбуковые трубки 25 см длиной). Поскольку кураре, расфасованный в бамбуковых трубках, обладал самым сильным фармакологическим действием, главный алкалоид был назван тубокурарином. Его гидрохлорид применяется в хирургии для расслабления скелетных мышц. Тубокураринхлорид используют также для лечения столбняка и конвульсий при отравлении стрихнином.



Тубокураринхлорид

Хинидин - диастереомер хинина - встречается в хинной коре (например, *Cinchona succirubra*) в количествах от 0,25 до 1,25%. Это антиаритмическое сердечное средство, применяемое для предупреждения фибрилляции предсердий (мерцательной аритмии).



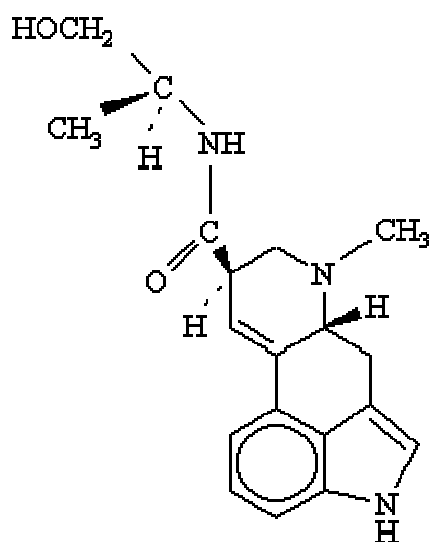
Хинидин

Хинин. До Второй мировой войны хинин был единственным антималярийным препаратом. Когда доставка хинной коры с Явы была прервана войной, были предприняты чрезвычайные меры для получения синтетических антималярийных препаратов. Хинин применяют также для приготовления шипучих тонизирующих напитков. Недавно хинин снова

приобрел значение как антималярийный препарат – для лечения устойчивой к хлорохину формы малярии (молниеносной трехдневной малярии).

Эметин - главный алкалоид корня ипекакуаны (*Sephaelis ipecacuanha* или *Sephaelis acuminata*) и был выделен П.Пельтье и Ф.Мажанди в 1817. Его применяют для лечения амёбной дизентерии, альвеолярной пиореи и других амёбных болезней. Эметин является рвотным и отхаркивающим средством.

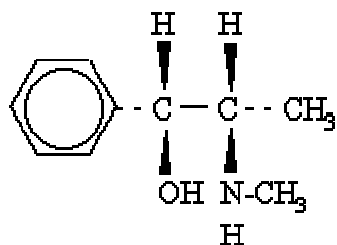
Эргоновин (*эргометрин, эргобазин*). В Европе на протяжении более чем 1000 лет (вплоть до 20 в.) наблюдались периодические вспышки эрготизма. Болезнь характеризуется перемежающимися ощущениями жара и холода в конечностях с последующим онемением, судорогами и конвульсиями. Пораженную конечность приходилось ампутировать из-за развития сухой гангрены. Теперь известно, что эпидемии вызываются алкалоидами спорыньи *Claviceps purpurea*, паразитирующей на ржи (*Secale cereale*). Один из этих алкалоидов – эргоновин – стимулирует мышцы матки. Его применяют для предупреждения и лечения послеродовых воспалений, вызванных атонией матки (т.е. отсутствием физиологического тонуса).



Эргоновин

Эфедрин. Китайцы более 5000 лет используют ма-хуан – смесь надземных частей растений *Ephedra equisetina*, *E. sinica* и *E. distachya*. Главное действующее начало ма-хуана – алкалоид эфедрин. Он применяется как мидриатик и для расширения бронхов. Он возбуждает симпатическую

нервную систему, вызывает сужение сосудов, стимулирует сердечную деятельность и на продолжительное время обеспечивает подъем кровяного давления. Раствор эфедрина (0,5–1,0%) используют при насморке. Эфедрин применяют также при бронхиальной астме, сенной лихорадке, неудержимом кашле, миастении и остановке сердца.



Эфедрин

Содержание кофеина в некоторых сортах кофе и чая

Сорта кофе и чая средней ценовой категории: растворимый кофе (Nescafe), растворимый кофе (Tchibo), зерновой кофе (Grandos Эспрессо), зерновой кофе (Egoiste), зеленый листовый чай (Hyleys), зеленый листовый чай (Greenfield), черный листовый чай (Ahmad tea), черный листовый чай (Hyleys),

Количественное определение кофеина проведено с помощью ВЭЖХ с УФ-детектором с использованием метода внешнего стандарта. Предел обнаружения метода определения пуриновых алкалоидов (в частности кофеина) в пищевых продуктах составляет 1,0-2,0 мг/кг, диапазон определяемых концентраций от 1,0 до 1000 мг/кг. Результаты определений приведены в табл.2.

Т а б л и ц а 2. Содержание кофеина в некоторых сортах кофе и чая (%)

Объекты исследования	Масса навески, (г)	Масса кофеина, (мг)	Содержание кофеина, (%)
растворимый кофе (Nescafe)	1	29,5	2,9
растворимый кофе (Tchibo)	1	31,0	3,1
зерновой кофе (Grandos Эспрессо)	1	16,6	1,6
зерновой кофе (Egoiste)	1	18,8	1,9

зеленый листовый чай (Hyleys)	1	41,0	4,1
зеленый листовый чай (Greenfield)	1	44,0	4,4
черный листовый чай (Ahmad tea)	1	16,5	1,6
черный листовый чай (Hyleys)	1	24,0	2,4

Согласно ГОСТ 51881-2002 и ГОСТ 52088-2003 количество кофеина в растворимом кофе должно быть не менее 2,3%, в зерновом кофе – не менее 0,7%. В исследуемых образцах содержание кофеина соответствовало требованиям ГОСТ.

Таким образом, зеленые листовые чаи и растворимый кофе показали большее содержание кофеина в отличие от черных листовых чаев и зернового кофе.

Содержание никотина в некоторых видах табачных изделий

Для выполнения эксперимента выбраны некоторые виды сигарет средней ценовой категории: сигареты (More), сигареты (Winston) и сигареты (West).

Количественное определение никотина было проведено с помощью газовой хроматографии с пламенно-ионизационным детектором с использованием метода внешнего стандарта, результаты приведены в таблице3.

Т а б л и ц а №3. Содержание никотина в некоторых видах табачных изделий

Объекты исследования	Масса навески, (г)	Масса никотина, (мг)	Содержание никотина, (%)
сигареты (More)	1	1,0	0,10
сигареты (Winston)	1	1,2	0,31
сигареты (West)	1	1,1	0,16

Согласно нормативу ГН 2.3.2.022-95 от 17.03.1995 года, предельно допустимый уровень (ПДУ) содержания никотина в сигаретах составляет 1,3 мг/сиг. Таким образом, содержание никотина в выбранных марках сигарет соответствует допустимому пределу.

Раздел 3. Методические рекомендации к лабораторному практикуму

3.1 Возгонка кофеина

Образцы кофе и чая подвергаются возгонке.

а) Возгонку проводят на часовых стеклах, на которые помещают точные навески мелко измельченных образцов кофе и чая массой по 1 г. Для того чтобы увеличить площадь испаряемой поверхности и соответственно скорость возгонки, каждую навеску необходимо тщательно измельчить в блендере. Часовые стекла сверху накрывают часовым стеклом и на асбестовой сетке подвергают осторожному нагреванию (при температуре 100-150°C). Процесс возгонки кофеина обратимый, поэтому создаются необходимые условия для быстрой кристаллизации в виде постоянного охлаждения верхних часовых стекол. Необходимо следить, чтобы не происходило обугливание образцов кофе и чая. При образовании достаточного количества слегка окрашенных кристаллов, нагрев прекращают. Образовавшиеся кристаллы осторожно счищают скальпелем в тарированные фарфоровые чашки и взвешивают.

С полученными образцами кофеина из пробы кофе и чая проводят качественные реакции: мурексидная проба и реакция с реактивом Несслера.

Выделение кофеина экстракцией

К пробам измельченного в блендере кофе и чая добавляют взвесь оксида магния (15 г MgO в 150 мл воды) в соотношении по массе 1:1 и кипятят 10-15 минут. Затем водные растворы декантируют через рыхлые ватные тампоны. Кипячение остатка каждой пробы повторяют дважды с новыми порциями воды по 150 мл. Объединенные водные вытяжки каждого из образцов подкисляют 25 мл разбавленной серной кислотой до pH=3 и упаривают в выпарительных чашках на водяной бане до одной трети объема. Горячие растворы отдельно фильтруют через складчатый фильтр. Каждый раствор пять раз экстрагируют эфиром в делительной воронке порциями по

50 мл. Эфирные вытяжки промывают несколькими миллилитрами 5%-й щелочи, а затем дистиллированной водой - объемом, равным объему щелочи. Эфир отгоняют на водяной бане. Остаток - сырой кофеин. Его перекристаллизовывают в 10 миллилитрах горячей воды.

С полученными образцами кофеина из каждой пробы кофе и чая проводят качественные реакции: реакция с реактивом Драгендорфа и реакция с реактивом Зонненштейна.

Обнаружение кофеина методом тонкослойной хроматографии

Полученный ранее кофеин из образцов кофе и чая в количестве по 0,01 г отдельно помещают на предметные стекла. К каждой пробе добавляют десятикратный объем хлороформа (ч.д.а.). Полученные растворы в количестве 4 мкл капилляром наносят на старт хроматографических пластинок SORBFIL ПТСХ-П-А-УФ. Нанесенные пятна на пластинках подсушивают в токе воздуха. Пластины помещают в хроматографическую камеру и плотно закрывают крышкой. Хроматографическое разделение проводят в восходящем потоке системы растворителей: эфир-ацетон-25%-й раствор аммиака в соотношении 40:20:1.

После окончания процесса хроматографирования пластинки вынимают из камеры и подсушивают в токе воздуха в течение 2 минут. После этого при помощи пульверизатора опрыскивают 0,1 н. раствором йода, подсушивают и опрыскивают смесью 96%-го этилового спирта и 25%-го раствора соляной кислоты в соотношении 1:1. На хроматограммах наблюдают зоны фиолетового цвета. Значение R_f вычисляют отношением расстояния, пройденного компонентом к расстоянию, пройденному подвижной фазой. Цвет зон и значение R_f всех исследуемых образцов должно соответствовать табличному значению для кофеина (0,57).

3.2 Выделение никотина

Пробу табака из сигарет массой 10 г измельчают в блендере, помещают в колбу и перегоняют с водяным паром. Перегонку продолжают до тех пор, пока подкисленная соляной кислотой проба погона не перестанет давать осадка с 2% раствором кремневольфрамовой кислоты. Дистиллят подкисляют растертой щавелевой кислотой до кислой реакции на конго и упаривают на водяной бане до сиропообразного состояния. Из охлажденного остатка выпадает оксалат никотина и соли других алкалоидов табака. Осадок фильтруют на воронках, отжимают и переносят в делительную воронку. Для выделения свободных оснований осадок обрабатывают 30%-й щелочью и извлекают 3-4 раза порциями эфира объемом 30-40 мл. Эфир испаряют над прокаленным поташом и отгоняют. Сумму оснований переносят в ворончатую колбу емкостью 2-3 мл и перегоняют в вакууме на парафиновой бане. Дистиллят собирают в тарированный пенициллиновый флакон и определяют выход. Свежеперегнаный никотин представляет собой бесцветное масло без запаха. При хранении на воздухе становится вязким и постепенно темнеет, приобретая почти черный цвет. Полученный никотин сохраняют в закрытом флаконе.

С полученным образцом никотина проводили качественные реакции: реакция реактивом Драгендорфа и реакция с раствором йода в диэтиловом эфире.

Обнаружение никотина методом тонкослойной хроматографии

Одну каплю полученного никотина растворяют в десятикратном количестве метилового спирта и в количестве по 4 мкл капилляром наносят на старт хроматографических пластинок SORBFIL ПТСХ-П-А-УФ. Нанесенное пятно на пластинке подсушивали на воздухе. Параллельно готовят систему растворителей для хроматографирования: в делительную воронку наливают n-бутиловый спирт, ледяную уксусную кислоту в соотношении 25:1 и насыщают раствор дистиллированной водой. Воду

приливают небольшими порциями, энергично перемешивая, а затем дают отстояться. Насыщение заканчивают при отделении воды в нижнем слое. Полученный раствор помещают в хроматографическую камеру и отстаивают в течение получаса. Пластинки помещают в хроматографическую камеру и плотно закрывают крышкой.

После окончания хроматографирования пластинки вынимают из камеры и подсушивают в токе воздуха в течение 2 минут. После этого при помощи пульверизатора опрыскивают реактивом Драгендорфа. На хроматограммах наблюдают зоны ярко-оранжевого цвета. Значение R_f вычисляют отношением расстояния, пройденного компонентом к расстоянию, пройденному подвижной фазой. Цвет зон и значение R_f исследуемого образца должно соответствовать табличному значению для никотина (0,44).

Качественные реакции на кофеин.

Для обнаружения кофеина используется хлороформная вытяжка из кислых водных растворов.

Мурексидная реакция.

Сухое испытуемое вещество (или сухой остаток после выпаривания раствора) нагревают в фарфоровой чашке на водяной бане с 1-2 каплями концентрированной азотной кислоты. К сухому остатку желто-коричневого цвета прибавляют каплю раствора аммиака: появляется ярко-красное (пурпурное) окрашивание, обусловленное образованием мурексида - аммонийной соли пурпурной кислоты.

Кофеин дает осадки с реактивами Драгендорфа, Зонненшейна, Шейблера и др.

Реакция с реактивом Несслера.

При нагревании (на кипящей водяной бане) раствора кофеина с реактивом Несслера в течение 1-2 мин появляется красно-бурый осадок.

Реакция с хлоридом ртути (II).

На предметное стекло наслаивают 2-3 капли исследуемого хлороформного раствора. На сухой остаток после удаления хлороформа наносят каплю 0,1 моль/л раствора хлороводородной кислоты и каплю 5% раствора хлорида ртути (II), через 10-15 минут образуются крупные, шелковистые, бесцветные иглообразные кристаллы. Осадок представляет собой комплексное соединение состава $[C_8H_{10}N_4O_2]HgCl_2$.

Качественные реакции на никотин

Для обнаружения никотина применяют ряд качественных реакций.

Реакция с реактивом Драгендорфа.

Обнаружение никотина при помощи реактива Драгендорфа производится так, как и обнаружение анабазина. При наличии никотина в исследуемом растворе после прибавления реактива Драгендорфа в поле зрения микроскопа наблюдаются сростки кристаллов в виде буквы V, буквы K или буквы X. Предел обнаружения: 1 мкг никотина в пробе.

Эту реакцию кроме никотина дают анабазин, конииин и др. Однако форма кристаллов указанных веществ с реактивом Драгендорфа отличается от формы кристаллов никотина с этим реактивом.

Реакция с раствором йода в диэтиловом эфире.

В пробирку вносят 1 мл раствора исследуемого вещества в диэтиловом эфире и прибавляют 1 мл 10 %-го раствора йода в диэтиловом эфире. Через несколько минут смесь мутнеет, а затем выпадает смолистый осадок, содержащий игольчатые рубиново-красные кристаллы с темно-синим оттенком.

Реакция с формальдегидом.

На часовое стекло или на капельную пластинку наносят 1-2 капли исследуемого раствора и 2 капли 4%-го водного раствора формальдегида. Смесь нагревают, затем прибавляют каплю концентрированной азотной кислоты. В присутствии никотина раствор приобретает красную или розовую окраску.

Реакция с п-диметиламинобензальдегидом.

На часовое стекло или на капельную пластинку наносят каплю концентрированной соляной кислоты, в которую вносят кристаллик п-диметиламинобензальдегида. Рядом с этой каплей помещают каплю исследуемого раствора. Капли соединяют при помощи стеклянной палочки с заостренным концом. При наличии никотина в исследуемом растворе в месте соприкосновения капель наблюдается розовая окраска, которая переходит в фиолетовую. Окраска сохраняется около суток.

Реакция с реактивом Бушарда.

К 2-3 каплям исследуемого раствора прибавляют каплю реактива Бушарда. При наличии анабазина выпадает красно-бурый осадок.

Реакция с пергидролем.

В пробирку вносят 1 мл исследуемого раствора, 1 мл пергидроля и 2-3 капли концентрированной серной кислоты. Появление красной или шоколадно-коричневой окраски указывает на присутствие никотина.

Реакция с ванилином.

К 1 мл исследуемого раствора прибавляют кристаллик ванилина и 1-2 капли концентрированной соляной кислоты. Появление красной или вишнево-красной окраски указывает на наличие никотина в пробе.

Обнаружение кофеина методом тонкослойной хроматографии (ТСХ).

На хроматографической пластинке, покрытой тонким слоем силикагеля, отмечают линию старта, на которую наносят каплю исследуемого раствора, а правее на расстоянии 2 см от нее - каплю раствора «свидетеля» (0,01%-й раствор кофеина в хлороформе). Пятна на пластинке подсушивают на воздухе, а затем пластинку помещают в камеру для хроматографирования, пространство которой насыщено парами растворителей (эфир-ацетон-25%-й раствор аммиака (40:20:1). Камеру плотно закрывают крышкой. Пластинку вынимают из камеры после того, как фронт растворителей поднимается на 10 см выше линии старта. Пластинку

подсушивают на воздухе и опрыскивают 0,1 н. раствором йода, а затем через несколько минут пластинку опрыскивают смесью равных объемов 96° этилового спирта и 25%-го раствора соляной кислоты. При этом пятна кофеина на хроматограммах приобретают фиолетовую окраску. R_f кофеина соответствует табличному значению 0,57.

Обнаружение никотина методом тонкослойной хроматографии (ТСХ)

Одну каплю раствора никотина растворяют в десятикратном количестве метилового спирта и в количестве по 4 мкл капилляром наносят на старт хроматографической пластинки. Нанесенное пятно на пластинке подсушивают на воздухе. Пластинку с нанесенным образцом помещают в хроматографическую камеру, в которую заранее помещена система растворителей (n-бутиловый спирт - ледяная уксусная кислота (25:1) Хроматографическую камеру плотно закрывают крышкой. После окончания хроматографирования (когда как фронт системы растворителей поднимается на 10 см выше линии старта), пластинку вынимают из камеры и подсушивают в токе воздуха в течение 2 минут. После этого при помощи пульверизатора опрыскивают реактивом Драгендорфа. На хроматограмме наблюдают зоны ярко-оранжевого цвета. Значение R_f зоны образца никотина вычисляют отношением расстояния, пройденного компонентом к расстоянию, пройденному подвижной фазой. R_f никотина соответствует табличному значению 0,44.

Раздел 4. Нитраты в овощах

Объектом исследования явилась сельскохозяйственная овощная продукция, выращенная на приусадебном участке в черте г. Уссурийска.

Подготовка проб для анализа

Пробы растительной продукции, отобранные в соответствии с действующей научно-технической документацией при подготовке к анализу подвергаются очистке и сокращению по массе следующим образом:

- Картофель. Клубни моют водой, вытирают чистой тканью досуха и нарезают крестообразно вдоль оси «столон-ростовая часть» на 4 равные части. От каждого клубня берут четвертую часть и используют для анализа.
- Свекла и другие корнеплоды. Корнеплоды моют водой, вытирают чистой тканью досуха, срезают шейку и тонкий конец корня и нарезают крестообразно вдоль вертикальной оси на 4 равные части. Доли, представляющие четвертую часть каждого корнеплода, смешивают и используют для анализа.
- Капуста. Кочаны нарезают крестообразно вдоль вертикальной оси на 4 или 8 равных частей и берут, соответственно, по $\frac{1}{4}$ или $\frac{1}{8}$ части от каждого кочана и пробу для анализа. При этом отбрасывают верхние несъедобные листья и остаток кочерыжки.
- Луковичные растения. Отбрасывают несъедобные части. С луковиц удаляют чешуи, срезают и отбрасывают основания корня и сухую шейку нарезают их крестообразно вдоль вертикальной оси на 4 равные части и от каждой луковицы берут четвертую часть в пробу для анализа.
- Томаты, огурцы, кабачки. Плоды моют водой, вытирают чистой тканью досуха, удаляют плодоножки и нарезают крестообразно вдоль оси на 4 равные части. От каждого плода в пробу для анализа берут $\frac{1}{4}$ части .

Метод визуальной колориметрии

Определение содержания нитратов основано на их свойстве давать с определенными реактивами цветные растворы, например с дифениламином, окраска полученного раствора сравнивается со шкалой стандартных растворов. В предлагаемом методе в роли реактива используется дифениламин, который дает с нитрат-ионом синее окрашивание, интенсивность окраски пропорциональна концентрации нитрат-иона в образце. Для сравнения были приготовлены стандартные растворы с разной концентрацией нитрат-иона.

Приготовление стандартных растворов NaNO_3 (азотнокислого натрия):

- раствор №1 – 2,055 г NaNO_3 растворить в колбе на 500 мл и довести объём до метки дистиллированной водой, концентрация раствора 3000 мг/л;
- раствор №2 – раствор №1 (раствор с концентрацией 3000 мг/л) разбавить в 2 раза (20 мл р-ра №1 + 20 мл дистиллированной воды), концентрация раствора 1500 мг/л;
- раствор №3 – раствор №2 (раствор с концентрацией 1500 мг/л) разбавить в 2 раза (20 мл р-ра №2 + 20 мл дистиллированной воды), концентрация раствора 750 мг/л;
- раствор №4 – 10 мл раствора №1 (раствор с концентрацией 3000 мг/л) + 100 мл дистиллированной воды, концентрация раствора 300 мг/л;
- раствор №5 – 5 мл раствора №1 (раствор с концентрацией 3000 мг/л) + 100 мл дистиллированной воды, концентрация раствора 150 мг/л;
- раствор №6 – 10 мл раствора №4 (раствор концентрацией 300 мг/л) + 30 мл дистиллированной воды, концентрация раствора 100 мг/л;
- раствор №7 – 10 мл раствора №5 (раствор с концентрацией 150 мг/л) + 30 мл дистиллированной воды, концентрация раствора 50 мг/л.

Таблица4

Концентрация нитрат – иона в стандартных растворах (мг/л)

№ р-ра	1	2	3	4	5	6	7
концентрация (мг/л)	3000	1500	750	300	150	100	50

Приготовление раствора дифениламина:

1 г дифениламина растворить в концентрированной H_2SO_4 ($\rho=1,84$ г/мл) и довести объём раствора этой же кислотой до 100 мл.

Проведение испытаний.

На предметные стекла, помещённые на листы белой бумаги, нанести последовательно, на расстоянии 10 см друг от друга, по 2 капли одного из

растворов сравнения и исследуемого сока овощей или фруктов и добавить к каждому раствору по капле дифениламина, сравнить окраску.

Сделать вывод о концентрации нитратов в исследуемых овощах и фруктах, используя табл.4.



Результаты определения нитратов в овощах

Накопление нитратов в растениях – следствие чрезмерного содержания азота в почве. Внесение большого количества азотных удобрений, что часто имеет место, значительно ухудшает питательную, технологическую и гигиеническую ценность продуктов, осложняет послеуборочную их обработку и хранение. Кроме того, переудобрение почвы азотом сопровождается всё возрастающим загрязнением воды. Эта проблема остро стоит сейчас во всём мире. Отрицательные явления имеют место в том случае, если растения поглощают избыточное количество азота, которое они в силу своих генетических особенностей или других причин не в состоянии использовать

обычным физиологическим путём. В связи с этим необходимо систематически контролировать содержание азота в почве и поддерживать его на должном уровне путём правильного применения приёмов агротехнологии. Это один из важнейших критериев дальнейшего развития сельского хозяйства и производства.

Результаты определения нитратов в овощах, выращенных на приусадебном участке г. Уссурийска, представлены в табл.5.

Таблица 5

Концентрация нитратов в местных овощах (мг/кг)

Продукт	Содержание нитратов, мг/кг	Долевое содержание в % от ПДК	ПДК, мг/кг
Картофель	92,5	37	250
Морковь	102,5	41	250
Томаты	50,7	16,9	300
Огурцы	130	30	400
Свекла столовая	580	41,5	1400

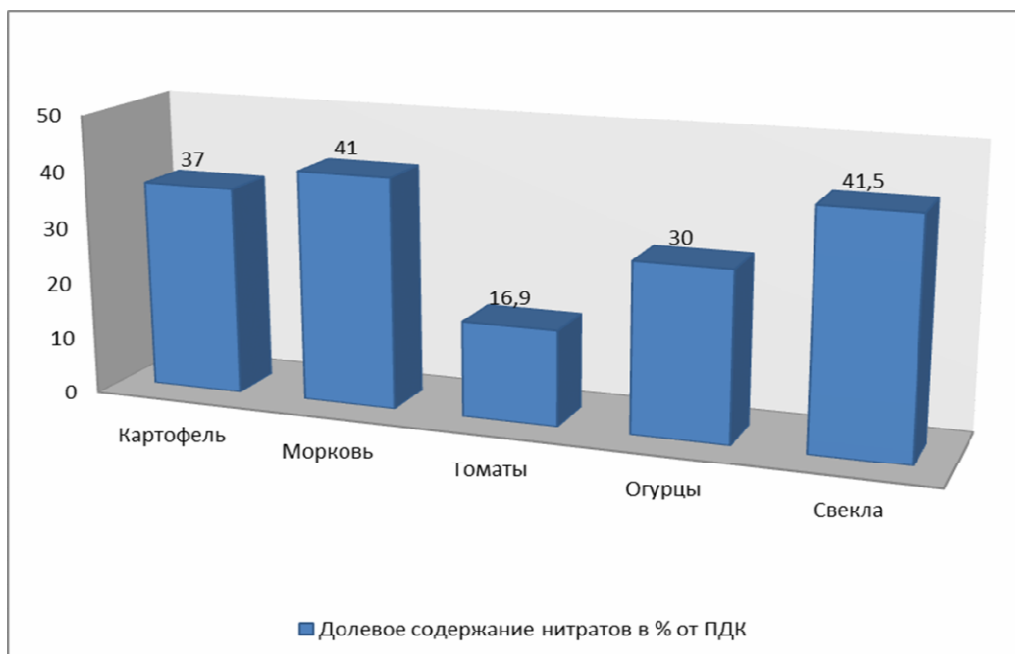


Рис.1. Концентрация нитратов в местных овощах (мг/кг), (сентябрь,2011)

Изучение нитратов в местной овощеводческой продукции показало, что наибольшее количество их накапливается в свекле столовой (41,5 % ПДК), моркови (41 % ПДК), картофеле (37 % ПДК). Томаты и огурцы отличаются небольшими концентрациями нитратов, что позволяет отнести их к категории «продуктов, пригодных для питания без ограничений».

На концентрацию нитратов влияют сроки хранения. Как показали наши исследования, после 6 месячного хранения их количество в корнеплодах снижается в 1,5 – 2 раза (табл. 3) и рис.1. Нитраты почти не обнаруживаются в овощах, хранящихся в течение зимы.

**Степень снижения содержания нитратов при хранении овощей,
в % от исходного количества нитратов**

Вид продукции	Через 3 месяца	Через 6 месяцев
Картофель	10-15	50-70
Морковь	20-30	50-60
Свекла столовая	20-30	50-55
Капуста белокочанная	10-15	50-60

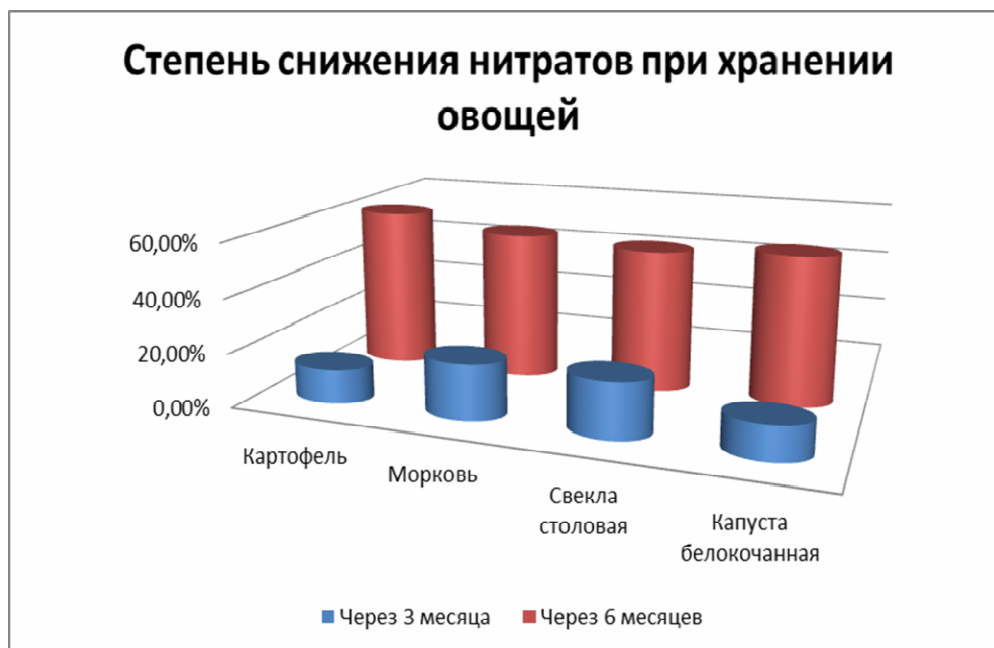


Рис.2. Степень снижения содержания нитратов при хранении овощей, в % от исходного количества нитратов

При хранении картофеля концентрация нитратов резко убывает. Так, если во время уборки (сентябрь) клубни могут содержать 227 мг/кг нитратов и более, то в январе и мае следующего года – 150 и 120 мг/кг соответственно.

Результаты исследования изменения концентрации нитратов в картофеле при его хранении показаны в табл. 7 и рис.2.

Таблица7.

Изменение концентрации нитратов в картофеле при хранении

дата	Сентябрь 2011	Октябрь 2011	Ноябрь 2011	Декабрь 2011	Январь 2012	Февраль 2012	Март 2012
конц. в %	92,5%	90,3%	81,5%	70,7%	59,5%	49,8%	43,2%



Рис.3. Изменение концентрации нитратов в картофеле при хранении

Как видно из результатов исследования, концентрация нитратов в картофеле местного производства уменьшилась при хранении к марту более чем на 50%.

Расчет суммарной суточной нитратной нагрузки на жителей г. Уссурийска

Определив уровни содержания нитратов в овощеводческой продукции, мы смогли рассчитать их среднесуточное поступление в организм человека с водой и пищей по формуле, предложенной Р.С. Габович и Л.С. Припутиной, учитывая, что для жителей России установлена в качестве безопасной для взрослого человека доза в 300 мг в сутки.

$$Q = K_1 \sum N_j \cdot C_j + K_B L \cdot C_{jB}$$

где: Q – суммарная суточная нагрузка нитратами, выраженная в мг, j – индекс суммирования, C_j – концентрация нитратов в пищевом продукте (мг/кг), C_{jB} – концентрация нитратов в воде (мг/л), K₁ – коэффициент биологической активности (КБА) нитратов пищевых продуктов (принимается за 1), K_B – КБА нитратов, содержащихся в воде (по сравнению с пищевыми нитратами принимается за 1,25), N_j – масса пищевого продукта в рационе (кг), L – среднее количество питьевой воды (л), употребляемой в течение суток.

Пример

Для расчета взяты количества употребляемых овощей в течение суток:

Свекла – 200г

Картофель – 500г

Морковь – 100г

Капуста – 200г

Томаты – 150г

Огурцы – 150г

Вода – 1,5л

Концентрация нитратов взята в соответствии с результатами исследований (табл.2).

$$Q = 1 \times (0,2 \times 116 + 0,5 \times 18,5 + 0,1 \times 102,5 + 0,2 \times 500 + 0,15 \times 50,7 + 0,15 \times 130) + 1 \times (1,25 \times 1,5 \times 40 = 23,2 + 9,25 + 10,25 + 100 + 7,605 + 19,5) + 75 = \underline{245 \text{ мг}}$$

Анализ суточной нагрузки нитратами, показал, что в летний период наиболее значительное их поступление в организм человека происходит за счет свеклы столовой и капусты белокочанной, в зимний – капусты белокочанной, свеклы, свежих огурцов, картофеля. В среднем суточная нитратная нагрузка на организм человека в летний период составляет 245 мг, это с учетом того что свекла и картофель подвергается кулинарной обработке, что сопровождается снижением содержания нитратов в среднем на 20 – 30 %. В зимний период концентрация нитратов снижается в результате хранения и корнеплоды также подвергаются кулинарной обработке.

Сравнение допустимых доз нитратов, принятых в разных странах (табл.8, рис.4), показывает, что в большинстве европейских стран суточная нитратная нагрузка в 2 раза ниже, чем в РФ. Особенно низка допустимая доза в Германии (в 3-6 раз ниже, чем в России), где высоко потребление овощей, и лишь в Англии и США, где мало потребляется растительной пищи, эти дозы выше, чем в нашей стране.

Таблица 8

Предельная суточная нитратная нагрузка на организм человека в разных странах

Страна	Допустимая доза	Страна	Допустимая доза
--------	-----------------	--------	-----------------

	(мг)		(мг)
Англия	400-500	Нидерланды	180
США	400-500	Франция	150
Германия	50-100	Россия	300
Швеция	150		

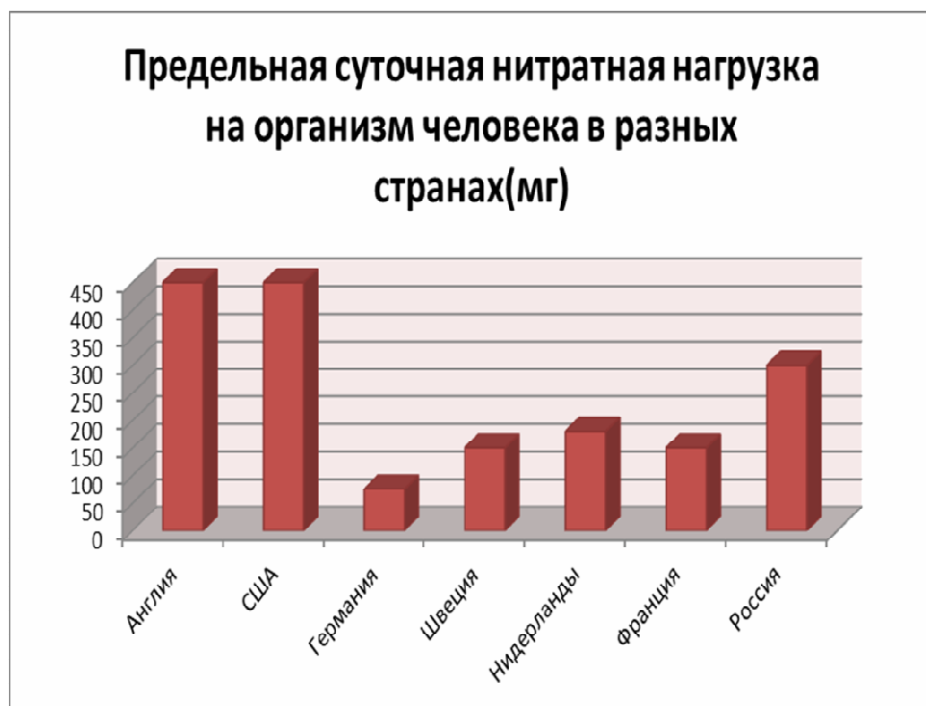


Рис.4. Предельная суточная нитратная нагрузка на организм человека в разных странах

Таблица9

Предельно допустимые концентрации нитратов в продуктах растениеводства

Продукт	Содержание, мг/кг
Картофель	250

Капуста белокочанная ранняя /поздняя	900/500
Морковь ранняя /поздняя	400/250
Томаты	150/300
Огурцы	150/400
Свекла столовая	1400
Лук репчатый	80
Листовые овощи (салат, петрушка, укроп)	2000
Перец сладкий	200
Кабачки	400
Дыни	90
Арбузы	60
Виноград	60
Яблоки, груши	60



Рис.5. Предельно допустимые концентрации нитратов в продуктах
растениеводства

Выводы

1. Наибольшее количество нитратов накапливается в свекле столовой (41,5 % ПДК), моркови (41 % ПДК), картофеле (37 % ПДК). Томаты и огурцы отличаются небольшими концентрациями нитратов, что позволяет отнести их к категории «продуктов, пригодных для питания без ограничений».

2. Концентрация нитратов в картофеле местного производства уменьшилась при хранении к марту более чем на 40%.

3. При хранении картофеля и капусты через 3 месяца концентрация нитратов в них уменьшилась на 10-15%; моркови и свеклы – на 20-30%. Через 6 месяцев концентрация нитратов в тех же овощах снизилась ещё в 2 раза.

Раздел 5. Углекислый газ

5.1 Углекислый газ в воздухе закрытых помещений

Поговорка "необходим как воздух" не случайна, народная мудрость не ошибается: без пищи человек может прожить 5 недель, без воды - 5 суток, без воздуха - не более 5 минут. Без углекислого газа, как и без кислорода, жизнь человека невозможна.

Атмосферный воздух содержит около 0,03-0,04% углекислого газа и 20-21% кислорода, тот уровень, который необходим для дыхания человека.

Современный человек почти 90% времени находится в помещении. В закрытом помещении уровень углекислого газа повышается гораздо быстрее, чем убывает кислород, когда в закрытом помещении уровень CO_2 достигает 0,1%, содержание кислорода практически не меняется. Человек начинает ощущать симптомы «нехватки свежего воздуха» (а на самом деле повышенной концентрации углекислого газа) уже при его уровне 0,08%. Углекислый газ даже в небольших концентрациях (т.е. уже при уровне 0,06%) является для человека таким же токсичным, как двуокись азота: воздействует на клеточную мембрану и в крови человека происходят биохимические изменения, такие, как ацидоз (изменение кислотно-щелочного равновесия). Длительный ацидоз в свою очередь приводит к заболеванию сердечнососудистой системы, прибавлению в весе, снижению иммунитета, заболеванию почек, появлению суставных и головных болей, к общей слабости.

Что такое ацидоз?

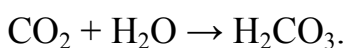
В норме кислотность (рН) крови человека равна $\approx 7,4$. При повышении концентрации CO_2 в воздухе, увеличивается парциальное давление CO_2 в альвеолах легких, его растворимость в крови повышается, образуется слабая угольная кислота ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{CO}_3$), кровь закисляется, это состояние называется ацидозом. Чем выше концентрация CO_2 в воздухе, тем ниже рН крови и тем более кислую реакцию она имеет. Слабые физиологические

последствия ацидоза — перевозбуждение, учащенное сердцебиение и умеренное повышение давления. При более сильном ацидозе человек становится вялым, сонливым, ощущает беспокойство, при выходе на свежий воздух состояние постепенно приходит в норму.

5.2 Углекислый газ в воде

Вода открытых водоемов поглощает CO_2 из воздуха в количестве 0,3 – 0,5 см^3 на м^3 , примерно такое же количество (0,3 см^3) заключается в 1л воздуха, т.е. коэффициент абсорбции углекислоты водой при средних температурах равен 1. С повышением температуры и солености растворимость углекислоты в воде уменьшается.

Диоксид углерода находится в воде, главным образом, в виде растворенных молекул газа CO_2 . Около 1% углекислого газа вступает во взаимодействие с водой, образуя угольную кислоту.



Газированные напитки - это напитки, насыщенные углекислым газом, отличающиеся своеобразным приятным вкусом, освежающими свойствами и, так называемой, игристостью — интенсивным и продолжительным выделением пузырьков газа. Газированные напитки, особенно охлажденные, быстрее и полнее утоляют жажду. Для утоления жажды человек выпивает меньше газированной питьевой воды, чем негазированной.

Газирование напитков производится либо механическим введением и растворением в жидкости технического углекислого газа (столовые питьевые воды, фруктовые напитки), когда напитки газируют под давлением в специальных аппаратах; либо насыщением напитка естественным углекислым газом, выделяющимся при брожении (квас). В зависимости от степени насыщения углекислым газом на маркировке питьевых вод, расфасованных в емкости, должно быть указано:

- газированная;
- негазированная;
- дегазированная;

- природно-газированная.

По массовой доле содержания углекислого газа в газированной воде в маркировке должно быть указано:

- слабо-газированная;

- средне-газированная;

- сильно-газированная.

На маркировку газированных вод может наноситься дополнительная информация:

1) «природно-газированная» - вода, в которой содержание углекислого газа из источника после розлива остается таким же, как и в источнике, с учетом в отдельных случаях добавления в воду газа этого же источника;

2) «обогащенная углекислым газом» - вода, дополнительно обогащенная углекислым газом источника и содержащая углекислого газа больше, чем в источнике;

3) для приготовления столовой воды применяются минеральные соли, разрешенные к использованию в производстве пищевых продуктов органами государственного санитарно-эпидемиологического надзора, в том числе хлорид натрия, хлорид калия, хлорид кальция, карбонат натрия, гидрокарбонат натрия, карбонат калия и гидрокарбонат калия, карбонат кальция, карбонат магния, сульфат натрия, сульфат кальция, сульфат магния, а также растворы, полученные в результате дегидратации природных минеральных вод. Допускается добавление диоксида углерода (CO_2) в столовую воду от 0,2 до 0,4 процентов (%).

Степень насыщения газированных напитков углекислым газом бывает разной, например, в РФ в технологических документах по производству напитков она регламентируется не более 10 г/л (1%).

Напиток из лечебного минерального источника нельзя подвергать никакой специальной обработке, чтобы не уничтожить полезные для здоровья компоненты. Минеральные воды обладают лечебными свойствами,

в частности, благодаря растворенным в них природным газам, оказывающим на организм человека лечебное действие.

Содержащийся в минеральных водах природный углекислый газ в силу своего антимикробного действия позволяет им оставаться чистыми и сохранять свои лечебные свойства, несмотря на возможные загрязнения.

Например, нарзан – углекислая гидрокарбонатно-сульфатная вода, - хорошо утоляет жажду, повышает аппетит и улучшает пищеварение. Но без рекомендации врача лечебные минеральные воды пить не следует. Однако сегодня в производстве напитков усиленно эксплуатируется основное коммерческое свойство углекислого газа - консервирующее (обеззараживающее, дезинфицирующее, антимикробное), т.е. углекислый газ – это консервант – вещество, губительно действующее на живые микроорганизмы, присутствующие в питьевой бутилированной воде, которая никогда не является стерильной, также как и водопроводная вода. Насыщение воды техническим углекислым газом экономически выгодно производителю и продавцу, т.к. газированием воды увеличиваются сроки ее хранения и, соответственно, упрощаются условия хранения, удлиняются сроки продажи.

5.3 Анализ воздуха на содержание CO₂ методом визуальной оценки

Оборудование и реактивы:

- 1) шприцы на 100-150 мл;
- 2) химические стаканы на 100-200 мл;
- 3) стеклянные палочки;
- 4) колбы на 100-200 мл;
- 5) 1% спиртовой раствор фенолфталеина;
- 6) 0,005% раствор карбоната натрия (пищевая сода).

Ход работы

Содержание углекислого газа в воздухе служит косвенным показателем его чистоты. Для приготовления 0,005% раствора карбоната натрия 1 г

химически чистого безводного карбоната натрия растворяют в 200 мл свежеприготовленной дистиллированной воды, добавляют 0,5 мл 1%-го раствора фенолфталеина (раствор №1). Этот раствор хранят в хорошо закупоренном флаконе, непосредственно перед исследованием из него готовят рабочий раствор (раствор №2): 1 мл 0,005% раствора карбоната натрия (раствор №1) помещают в мерную колбу на 100 мл, доводят объем дистиллированной водой до метки и перемешивают.

При определении двуокиси углерода в шприц набирают 20 мл рабочего раствора карбоната натрия (раствор №2), оттягивают поршень и засасывают исследуемый воздух, объем исследуемого воздуха должен быть известным. После этого шприц встряхивают в течение одной минуты. Если раствор остается розовым, то воздух выталкивают из шприца, набирают новую порцию воздуха и опять встряхивают одну минуту. Новые порции воздуха продолжают добавлять до обесцвечивания раствора. Обычно эту операцию повторяют три –четыре раза, затем воздух добавляют уже небольшими порциями (10–20 мл), каждый раз встряхивая шприц в течение 1 мин, до обесцвечивания. Если раствор обесцвечивается менее чем за 1 мин, то опыт повторяют с меньшим количеством воздуха.

Химическая реакция:



Учитывая объем исследуемого воздуха, потребовавшийся для обесцвечивания раствора карбоната натрия, определяют по специальной таблице содержание двуокиси углерода в воздухе (табл. 10).

Таблица 10 Концентрация углекислого газа в воздухе

Объем воздуха, мл	Концентрация CO ₂ , %	Объем воздуха, мл	Концентрация CO ₂ , %	Объем воздуха, мл	Концентрация CO ₂ , %
80	0,320	330	0,116	410	0,084
160	0,208	340	0,112	420	0,080
200	0,182	350	0,108	430	0,076

240	0,156	360	0,104	440	0,070
260	0,144	370	0,100	450	0,066
280	0,136	380	0,096	460	0,060
300	0,128	390	0,092	470	0,056
320	0,120	400	0,088	480	0,052



5.4 Методика определения CO_2 в воде

Оборудование, реактивы:

1) бюретки; 2) конические колбы; 3) мерные колбы; 4) пипетки; 5) карбонат натрия, Na_2CO_3 0,02 н. раствор – 2,119 г Na_2CO_3 растворяют в мерной колбе на 1л; 6) индикатор фенолфталеин, 0,1% - 0,1 г индикатора растворить в 100мл этилового спирта; 7) раствор сегнетовой соли, $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ – 50 г соли растворяют в мерной колбе на 1л.

Ход работы

Мерную колбу на 200 мл ополаскивают исследуемой водой и набирают до метки. Добавляют 5 – 7 капель фенолфталеина, закрывают пробкой и

осторожно перемешивают без взбалтывания. Если появляется розовая окраска, то свободной углекислоты нет.

При отсутствии окраски содержимое мерной колбы переносят в коническую колбу для титрования и титруют рабочим раствором Na_2CO_3 до появления устойчивой бледно-розовой окраски, не исчезающей в течение 5 минут.

Если при прибавлении Na_2CO_3 вода начинает мутнеть (высокая жесткость или значительное содержание ионов железа), в исследуемую воду перед титрованием добавляют 1 мл сегнетовой соли.

Содержание углекислого газа рассчитывают по формуле:

$$X = \frac{44 \cdot C_n \cdot V}{V(\text{H}_2\text{O})} \cdot 1000,$$

где X – содержание углекислого газа, мг/л;

C_n – нормальная концентрация Na_2CO_3 , моль(экв)/л;

44 – молярная масса эквивалента CO_2 , г/моль (экв);

V – объем Na_2CO_3 , мл;

$V(\text{H}_2\text{O})$ – объем исследуемой воды, мл;

1000 – пересчет мл в л.

Сделать выводы по проделанной работе.

Раздел 6. Здоровьесберегающие технологии (валеология) в экотоксикологии

Здоровьесберегающие технологии (валеология) – наука об индивидуальном здоровье и здоровом образе жизни.

Классификации здоровьесберегающих технологий. Наиболее проработанной и используемой в образовательных учреждениях является классификация, предложенная Н.К.Смирновым (Н.К.Смирнов, 2006.). Среди здоровьесберегающих технологий, применяемых в образовательных учреждениях, он выделяет несколько групп, в которых используется разный подход к охране здоровья, а соответственно, и разные формы работы.

К первой группе относятся медико-гигиенические технологии. Это совместная деятельность педагогов и медицинских работников. Также к медико-гигиеническим технологиям относятся контроль и помощь в обеспечении надлежащих гигиенических условий. Медицинский кабинет осуществляет проведение прививок учащимся, оказание консультативной и неотложной помощи обратившимся, проводит мероприятия по санитарно-гигиеническому просвещению студентов и педагогического состава, организует профилактические мероприятия в преддверии эпидемий (гриппа) и решает ряд других задач, относящихся к компетенции медицинской службы.

Ко второй группе относятся физкультурно-оздоровительные технологии (ФОТ), которые направлены на физическое развитие. Реализуются на занятиях физической культуры и секциях на внеурочных спортивно-оздоровительных мероприятиях.

К третьей группе относятся экологические здоровьесберегающие технологии (ЭЗТ), которые направлены на создание природосообразных, экологически оптимальных условий жизни и деятельности людей, гармоничных взаимоотношений с природой.

К четвертой группе относятся технологии обеспечения безопасности жизнедеятельности (ТОБЖ). Их реализуют специалисты по охране труда, защите в чрезвычайных ситуациях, архитекторы, строители (учебных корпусов), инженерно-технические службы, пожарной инспекции и т.д. Поскольку сохранение здоровья рассматривается при этом, как сохранение жизни, требования и рекомендации этих специалистов подлежат обязательному учету и интеграции в общую систему здоровьесберегающих технологий.

К пятой группе относятся здоровьесберегающие образовательные технологии (ЗОТ), которые делятся на три подгруппы:

- **организационно-педагогические (ОПТ)**, определяющие структуру учебного процесса, способствующие предотвращению состояния переутомления и гиподинамии и пр. дезадаптивных состояний.

- **психолого-педагогические технологии (ППТ)** связаны с непосредственной работой на уроках физической культуры. Сюда же входит и психолого-педагогическое сопровождение всех элементов образовательного процесса.

- **учебно-воспитательные технологии (УВТ)**, которые включают в себя программы по обучению заботе о своем здоровье и формированию культуры здоровья учащихся, мотивации их к ведению здорового образа жизни (ЗОЖ), предупреждению вредных привычек, предусматривающие также проведение организационно-воспитательной работы со студентами после занятий.

Отдельное место занимают еще две группы технологий, традиционно реализуемые вне вуза, но в последнее время все чаще включаемые во внеурочную работу вуза:

Социально-адаптирующие и личностно-развивающие технологии (САЛРТ) – формирование и укрепление психологического здоровья студентов; повышение ресурсов психологической адаптации личности (социально-психологические тренинги, программы социальной и семейной педагогики);

Лечебно-оздоровительные технологии (ЛОТ) составляют самостоятельные медико-педагогические области знаний: лечебную педагогику и лечебную физкультуру, воздействие которых обеспечивает восстановление физического здоровья учащихся.

6.1 Питание как фактор здоровья

Питание - материальная основа жизнедеятельности организма человека, его психического и физического здоровья.

Основные химические вещества пищи

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. Недостаток белков в рационе питания вызывает отставание в росте (дистрофия мышечной массы), в половом созревании растущего организма, в умственном развитии.

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, 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 холестерина в крови. Холестерин накапливается в организме при переедании, неподвижном образе жизни и курении, что делает его главнейшим 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, включение 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. 11).

Таблица 11

**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. 12), 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 12

**Усвоение пищевых веществ из различных продуктов
при смешанной пище**

продукты	Процент усвоения		
	белков	жиров	углевод ов
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.

Таблица 13

Классификация и номенклатура витаминов

Буквенное обозначение	Химическое название	Физиологическое название	Суточная потребность человека, мг
водорастворимые			
В₁	тиамин	антиневритный	2,0
В₂	рибофлавин	Витамин роста	2,0
В₃	Пантотеновая кислота	антидерматитный	12,0
В₅ (РР)	Никотиновая кислота	антипелларгический	25,0
В₆	пиридоксин	антидерматитный	2,0
В₁₂	цианокобаламин	антианемический	0,003
С	Аскорбиновая кислота	антицинготный	75
Н	биотин	антисеборрейный	0,15
жирорастворимые			
А	ретинол	антиксерофтальмический	2,5
Д	кальциферол	антирахитический	0,0025 (для взрослых)
Е	токоферол	антистерильный	15,0
К	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.

Таблица 14

Суточная потребность детей и подростков в витаминах (мг %)

возраст	А	В ₁	В ₂	В ₆	С	Д	РР
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.

Раздел 7. 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;
2. 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 удастся «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.

Раздел 8. Токсичные вещества в пище

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.

8.1. 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.15).

Таблица 15

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 Тойами-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 припои с высоким содержанием свинца.

Было выявлено, что при 20С оловянная жесь 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.

8.2. «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 нейрохимических 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 суперэкоотоксикантами 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.

8.3 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 девитаминизация 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 $K=17,2$.

8.4. 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. 6 приведена энергетическая ценность некоторых продуктов.

Таблица 16

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 17

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 18

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

<i>Пищевые вещества</i>	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
Заменяемые 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.19).

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 19

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.

8.5. 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.

Таким образом, 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.

Раздел 9. Задания для самостоятельной работы

ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ ПО ЭКОТОКСИКОЛОГИИ:

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.

**Контрольная работа по теме:
Тяжелые металлы – загрязнители окружающей среды.
Белки в организме**

1. Первичная и вторичная структуры организации белка. Привести пример образования белковой молекулы.
 1. Перечислите основные источники поступления ТМ в биосферу.
1. Объяснить действие кисломолочных продуктов как противоядия при отравлениях.
 2. Четвертичная структура белка и ее разрушение.
1. Аминокислотный состав белковой молекулы. Первичная структура белка.
 2. Формы нахождения ТМ в окружающей среде. Привести примеры.

1. Дайте определение ТМ с экологической и токсикологической точки зрения.
 2. что такое денатурация белка? При каких условиях она происходит?
-
1. Что такое высаливание белка? На чем основано действие используемых реагентов?
 2. Опишите процесс трансформации металлов в почве.
-
1. Что такое ренатурация белка? Какие структуры при этом разрушаются?
 2. Объясните трансформацию металлов в живой системе на примере человеческого организма.
-
1. Виды вторичной структуры белковой молекулы. Где локализуются в организме данные структуры?
 2. Каково действие медного купороса в сельском хозяйстве?
-
1. Приведите примеры процессов, происходящих с белком при воздействии ферментов на примере амилазы.
 2. Объясните действие ляписа как бактерицидного препарата.
-
1. что происходит с белковой молекулой при воздействии температуры? Каковы оптимальные условия для существования белка?
 2. Почему нельзя держать кислые продукты в алюминиевой посуде? К чему это приводит?
-
1. Каким образом можно осадить белок? На примере действия ТМ, растворителя, температуры, кислотности среды.
 2. почему из плодов рекомендуют удалять сердцевину и срезать кожуру?
-
1. Третичная структура белковой молекулы. Как ее можно разрушить?
 2. Опишите процесс трансформации металлов в почве.

1. что такое денатурация белка? При каких условиях она происходит?
2. Формы нахождения ТМ в окружающей среде. Привести примеры.

1. Аминокислотный состав белковой молекулы. Первичная структура белка.
2. Перечислите основные источники поступления ТМ в биосферу.

1. Объяснить действие кисломолочных продуктов как противоядия при отравлениях.
2. Четвертичная структура белка и ее разрушение.

1. Дайте определение ТМ с экологической и токсикологической точки зрения.
2. что такое денатурация белка? При каких условиях она происходит?

**Контрольная работа по теме:
Токсиканты в продуктах питания. Экологические проблемы
региона.**

Вариант 1

1. метаболизм нитратов и нитритов в живом организме.
2. экологическое состояние прибрежных акваторий Приморья.

Вариант 2

1. получение экологически безопасной молочной продукции.
2. действие антибиотиков на живой организм. Примеры.

Вариант 3

1. экологическое состояние воздуха Приморья.
2. экологическая паспортизация животноводческих предприятий.

Вариант 4

1. Классификация токсичных веществ, примеры. Действие нитрозаминов на живой организм.
2. экологическое состояние районов золотодобычи на Дальнем Востоке.

Вариант 5

1. классификация инфекционных болезней в связи с экологическими факторами.
2. действие гормональных препаратов на живой организм. Примеры.

Вариант 6

1. действие ртути на живой организм. Примеры.
2. получение экологически безопасной с/х продукции (говядина).

Вариант 7

1. получение экологически безопасной с/х продукции (свинина).
2. экологическое состояние почв на юге Приморья.

Вариант 8

1. экологическое состояние лесных ресурсов на юге Приморья.
2. обеспечение качества окружающей среды и животноводческой продукции.

Вариант 9

1. источники поступления нитратов, нитритов и нитрозаминов в организм и пути их удаления.
2. получение экологически безопасной с/х продукции (свинина).

Вариант 10

1. экологическая паспортизация животноводческих предприятий.
2. действие гормональных препаратов на живой организм. Примеры.

Вариант 11

1. действие ртути на живой организм. Примеры.
2. получение экологически безопасной с/х продукции (говядина).

Вариант 12

1. классификация инфекционных болезней в связи с экологическими факторами.
2. получение экологически безопасной молочной продукции.

Контрольная работа по теме:

Загрязнение окружающей среды и способы его устранения.

Трансформация токсинов.

Вариант 1

1. Локальное, региональное, глобальное загрязнения окружающей среды; первичное и вторичное загрязнение, примеры.
2. Нефтяное загрязнение, физические и химические процессы, протекающие в среде разлитой нефти.

Вариант 2

1. Химический состав нефти, критерии оценки нефти как загрязняющего вещества.
2. Понятие токсификация, биотрансформация, кумулирование, примеры.

Вариант 3

1. Понятие «тяжелые металлы», формы нахождения тяжелых металлов в различных средах (почва, гидросфера, воздух).
2. Основные загрязнители топливно-энергетического комплекса, их воздействие на окружающую среду.

Вариант 4

1. Токсичность. Зависимость токсичности веществ от различных факторов, примеры.
2. Биохимическая трансформация разлитой нефти.

Вариант 5

1. Понятие ксенобиотики, поллютанты, суперэкоотоксиканты, примеры.

2. Микробиологическая трансформация тяжелых металлов в окружающей среде примеры.

Вариант 6

1. Загрязнение окружающей среды, его виды и их характеристика.
2. Детоксикация загрязняющих веществ, в частности тяжелых металлов в живых организмах.

Контрольная работа по теме «Источники загрязнения геосферы и пути их миграции»

Вариант 1

1. Загрязнение поверхностных водоемов и его основные источники. Основные загрязняющие вещества в водных объектах.
2. Загрязнение окружающей среды, его виды и их характеристика.
3. Дайте определения понятиям антропогенез, ксенобиотик, ПДК.

Вариант 2

1. Дайте определения понятиям поллютанты, биотрансформация, токсикант.
2. Основные источники поступления загрязняющих веществ в почвенный покров и их влияние на живые организмы и окружающую среду.
3. Классификация видов загрязнения окружающей среды. Примеры.

Вариант 3

1. Основные группы загрязняющих веществ и источники загрязнения воды.
2. Дайте определения понятиям суперэкоксикант, ПДК, экологический кризис.

3. Загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами, их источники и влияние на живой организм.

Вариант 4

1. Загрязнение с/х продукции гормонами, пути их выведения и влияние на организм.
2. Определение техногенной пустыни, геохимической миграции и их характеристика.
3. Классификация загрязнения биосферы. Примеры.

Вариант 5

1. Как влияет тип химической связи и значения рН на миграцию и трансформацию химических элементов?
2. Экологический кризис и экологическая катастрофа. Характеристика и примеры.
3. Дайте определение понятиям биоиндикация, токсичность, миграция элемента.

Вариант 6

1. Дайте определение и характеристику понятия загрязнения окружающей среды. Классификация видов загрязнения окружающей среды. Дайте общую характеристику влияния загрязнения на здоровье человека.
2. Белки как противоядие для тяжелых металлов. Примеры. Влияние на организм.
3. Понятие биогеохимического барьера. Его классификация.

Вариант 7

1. Основные группы загрязняющих веществ и источники загрязнения почвы, их влияние на окружающую среду и организм.
2. Определение техногенной пустыни, геохимической миграции и их характеристика.
3. Дайте определения понятиям антропогенез, ксенобиотик, ПДК.

Вариант 8

1. Геохимические барьеры, их классификация и характеристика.
2. Техногенные воздействия на лесные ресурсы. Адаптация растений к загрязнению окружающей среды. Лес как биогеохимический барьер.
3. Основные источники поступления загрязняющих веществ в почвенный покров и их влияние на живые организмы и окружающую среду.

Вариант 9

1. Экологический кризис и экологическая катастрофа. Характеристика и примеры.
2. Аэрозольное загрязнение атмосферы и его влияние на природную среду и здоровье человека
3. Классификация загрязнения биосферы. Примеры.

Вариант 10

1. Влияние автотранспорта на состояние окружающей среды городов.
2. Загрязнение окружающей среды, его виды и их характеристика.
3. Теория биогеохимических барьеров. Примеры.

Вариант 11

1. Загрязнение атмосферного воздуха и его источники. Основные загрязнители атмосферного воздуха.
2. Белки как противоядие для тяжелых металлов. Примеры. Влияние на организм.
3. Дайте определение понятиям геохимическая миграция, биотрансформация, биоиндикация.

Вариант 12

1. Дайте определение и характеристику понятия загрязнения окружающей среды. Классификация видов загрязнения окружающей среды. Дайте общую характеристику влияния загрязнения на здоровье человека.
2. Как влияет тип химической связи и значения рН на миграцию и трансформацию химических элементов?
3. Экологический кризис и экологическая катастрофа. Характеристика и примеры.

Вариант 13

1. Загрязнение поверхностных водоемов и его основные источники. Основные загрязняющие вещества в водных объектах.
2. Загрязнение окружающей среды, его виды и их характеристика.
3. Дайте определения понятиям антропогенез, ксенобиотик, ПДК.

Вариант 14

1. Общая характеристика тяжелых металлов. Источники их поступления, миграция и влияние на окружающую среду и организм.

2. Основные загрязнители атмосферного воздуха. Загрязнения атмосферного воздуха из-за влияния предприятий теплоэлектроэнергетики и автотранспорта.
3. Дайте определение понятиям биоиндикация, токсичность, миграция элемента.

Вариант 15

1. Геохимические барьеры. Их классификация, характеристика и примеры.
2. Аэрозольное загрязнение атмосферы и его влияние на природную среду и здоровье человека
3. Техногенные воздействия на лесные ресурсы. Адаптация растений к загрязнению окружающей среды. Лес как биогеохимический барьер.

Вариант 16

1. Загрязнение окружающей среды, его виды и их характеристика, примеры.
2. Определение техногенной пустыни, геохимической миграции и их характеристика.
3. Воздействие хозяйственной деятельности на окружающую среду: ее загрязняющие вещества, влияние на живые объекты и пути решения этих проблем (в с/х, промышленности).

Вопросы к коллоквиуму по теме

«Общие законы и понятия в экотоксикологии»

1. Экология как наука. Её место среди других биологических наук.

2. Экологические факторы и общие закономерности их действия на организмы.
3. Основные среды жизни: водная среда.
4. Наземно-воздушная среда жизни.
5. Почва как среда жизни.
6. Живые организмы как среда обитания.
7. Популяция: понятие, классификация, структуры.
8. Статические показатели популяции.
9. Динамические показатели популяции.
10. Биоценоз: характеристика и структуры.
11. Взаимоотношения организмов в биоценозе. Экологическая ниша.
12. Экосистема: концепция, гомеостаз, поток энергии в экосистеме.
13. Биологическая продуктивность экосистемы.
14. Динамика биогеоценозов. Сукцессии.
15. Биосфера: понятие, границы и функционирование, вещество.
16. Биотический круговорот вещества.
17. Биогеохимические циклы биогенных элементов.
18. Ноосфера как новая стадия эволюции биосферы.

Вопросы к коллоквиуму по теме

«Экотоксикологические аспекты городов и популяций»

1. Понятия «урбанизированная территория», «мегаполис». Функциональное зонирование территории города, назначение и характеристика отдельных зон.
2. Влияние урбанизированных территорий на климат, микроклимат городов (изменение температуры, температурные инверсии, влажность, инсоляция).

3. Проблемы утилизации ТБО и промышленных отходов на территории городов. Как этот вопрос решается в г.Уссурийске?
4. Современное состояние атмосферы города: основные загрязнители городского воздуха, их характеристика. Фотохимический смог.
5. Проблема «чистой воды» на урбанизированной территории. Источники централизованного водоснабжения в г.Уссурийске. Бытовые фильтры очистки воды.
6. Почвы городов. Растительность города – защита от загрязнения окружающей среды, требования к системе озеленения.
7. Экологические проблемы городского транспорта: классификация, воздействие на окружающую среду.
8. Организация, управление и контроль экологического состояния и природоохранной деятельности на территории города.

Чугаева Наталья Александровна
Столбова Татьяна Васильевна

Экотоксикология: учебное пособие для обучающихся по специальности 36.05.01 Ветеринария ФГБОУ ВО Приморская ГСХА

Подписано в печать _____ 2016 г.
Формат 60x90 1/16. Бумага писчая.
Печать офсетная. Уч.-изд.л. ____.
Тираж __ экз. Заказ _____

ФГБОУ ВО Приморская ГСХА
Адрес: 692510, г. Уссурийск, пр-т. Блюхера, 44
Участок оперативной полиграфии ФГБОУ ВО Приморская ГСХА
692500, г. Уссурийск, ул. Раздольная, 8