



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КАФЕДРА ОБЩЕЙ И МОЛЕКУЛЯРНОЙ БИОЛОГИИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ РАЗРАБОТКИ

**Для самостоятельной подготовки студентов института клинической
медицины, института стоматологии, института педиатрии, института
профилактической медицины и института социально-гуманитарного и
цифрового развития медицины**

**ТЕМА: ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ. НЕОРГАНИЧЕСКИЕ
И ОРГАНИЧЕСКИЕ КСЕНОБИОТИКИ. МЕХАНИЗМЫ И
ПУТИ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА.
МУТАГЕННЫЙ ЭФФЕКТ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ.
КСЕНОБИОТИКИ В ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ**

Составители: Ю.В. Мякишева – д.м.н., профессор
Д.С. Громова – старший преподаватель

Самара, 2024

Методические разработки предназначены для самостоятельной работы обучающихся на практических занятиях, а также для внеаудиторной работы для подготовки к занятиям и экзамену по дисциплине «Биология».

Методические разработки составлены в соответствие с рабочими программами дисциплин, а также согласно требованиям Федеральных государственных образовательных стандартов.

ТЕМА: Экологические факторы. Неорганические и органические ксенобиотики. Механизм и пути воздействия на организм человека. Мутагенный эффект ионизирующего излучения. Ксенобиотики в продуктах питания.

Актуальность темы. В результате деятельности человека в биосфере циркулирует всё большее количество чужеродных для человека и животных органических и неорганических соединений, происходят существенные изменения в окружающей среде. Взаимодействие в системе ксенобиотик-организм может рассматриваться с учётом ряда аспектов. В первую очередь, это вопросы, связанные с определением ксенобиотиков в биоматериалах, токсикодинамикой, распределением и выведением ксенобиотиков, биотрансформацией, оценкой воздействия их на ткани. Для работников медицинских организаций очень важно понимать все пути попадания и миграции ксенобиотиков в окружающей среде, чтобы, учитывая эти данные, предупредить и обезвредить их действие на здоровье человека.

Цель занятия: изучить специфику и механизмы действия на организм различных классов ксенобиотиков и радиационного излучения; определить значения рационального питания в области повышения качества жизни населения.

Формируемые компетенции. В процессе изучения темы у обучающихся формируются следующие универсальные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции:

- УК-8: Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов
- ОПК-2: Способен проводить и осуществлять контроль эффективности мероприятий по профилактике инфекционных и неинфекционных заболеваний у населения (детей), формированию здорового образа жизни и санитарно-гигиеническому просвещению населения
- ОПК-2: Способен выявлять и оценивать морфофункциональные, физиологические состояния и патологические процессы в организме человека, моделировать патологические состояния *in vivo* и *in vitro* при проведении биомедицинских исследований
- ОПК-4: Способен проводить и осуществлять контроль эффективности мероприятий по профилактике, формированию здорового образа жизни и санитарно-гигиеническому просвещению населения
- ОПК-5: Способен оценивать морфофункциональные, физиологические состояния и патологические процессы в организме человека для решения профессиональных задач
- ОПК-8: Способен использовать основные физико-химические, математические и естественно-научные понятия и методы при решении профессиональных задач

- ПК-13: Способен проводить и осуществлять контроль эффективности мероприятий по профилактике инфекционных и неинфекционных заболеваний у населения (детей), формированию здорового образа жизни и санитарно-гигиеническому просвещению населения
- ПК-19: Оценка морфофункциональных, физиологических состояний, физических, патологических процессов и генетических факторов в организме человека, управление живым организмом как сложной системой для решения профессиональных задач
- ПК-20: Способен проводить и осуществлять контроль эффективности мероприятий по профилактике инфекционных и неинфекционных заболеваний у населения (детей), формированию здорового образа жизни и санитарно-гигиеническому просвещению населения

Студент должен **знать**:

- основные классы ксенобиотиков
- эффекты воздействия ионизирующего излучения на организм
- пути поступления и распределения в организме ксенобиотиков и радиации
- особенности пищевого статуса населения в различных регионах
- понятие о генетически модифицированных организмах
- место и роль питания населения в системе факторов повышения качества жизни
- определение здорового образа жизни, здоровья, инфекция, заболевание;
- основы формирования личностной профилактики заболеваний;
- эффективные методы и средства информирования населения о здоровом образе жизни и профилактики заболеваний;
- организационно-методические мероприятия, направленные на повышение информированности населения о здоровом образе жизни и профилактики заболеваний

Студент должен **уметь**:

- планировать и применять наиболее эффективные методы и средства информирования населения о здоровом образе жизни, повышения его грамотности в вопросах профилактики заболеваний;
- анализировать информированность населения о здоровом образе жизни и медицинской грамотности;
- разрабатывать план организационно-методических мероприятий, направленных на повышение информированности населения о здоровом образе жизни, его грамотности в вопросах профилактики болезней;
- подготовить устное выступление или печатный текст, пропагандирующие здоровый образ жизни и повышающие грамотность населения в вопросах профилактики болезней

Студент должен **владеть**:

- навыками подготовки устного выступления или печатного текста, пропагандирующих здоровый образ жизни, повышающих грамотность населения в вопросах санитарной культуры и профилактики;
- навыками планирования и применения эффективных методов по

повышению медицинской грамотности и профилактике заболеваний;
- навыками разработки плана организационно-методических мероприятий и их проведения, с целью повышения информированности населения по сохранению здорового образа жизни и профилактическим мерам развития заболеваний

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЛОК

Ксенобиотики - условная категория для обозначения чужеродных для живых организмов химических веществ, естественно не входящих в биотический круговорот. Как правило, повышение концентрации ксенобиотиков в окружающей среде прямо или косвенно связано с хозяйственной деятельностью человека. К ним в ряде случаев относят: пестициды, некоторые моющие средства (детергенты), радионуклиды, синтетические красители, полиароматические углеводороды и др. Попадая в окружающую природную среду, они могут вызвать повышение частоты аллергических реакций, гибель организмов, изменить наследственные признаки, снизить иммунитет, нарушить обмен веществ, нарушить ход процессов в естественных экосистемах вплоть до уровня биосферы в целом.

Ксенобиотики могут быть органической, неорганической природы, микробного происхождения. К ним не относятся добавляемые в продукты витамины, провитамины, микроэлементы, поваренная соль, приправы, ароматические и вкусовые вещества естественного происхождения, а также инертные механические примеси.

Основная отличительная характеристика ксенобиотиков состоит в том, что их действие на человека осуществляется на протяжении продолжительных промежутков времени (годы, десятки лет), при этом действующие концентрации ксенобиотиков могут быть очень малы. Например, глубокие изменения в организме ребенка могут быть вызваны минимальными (порядка нескольких частей на триллион) концентрациями гормоноподобных соединений во время внутриутробного развития.

Основные свойства большинства ксенобиотиков – липофильность (гидрофобность), способность проникать через мембраны посредством простой диффузии, транспортироваться в крови с помощью липопротеинов, накапливаться в жировой ткани.

Ксенобиотики способны попадать в организм человека с продуктами питания через желудочно-кишечный тракт, с вдыхаемым воздухом через легкие, а также через кожу. Наибольшее значение имеют первые два пути.

Основные способы реализации ксенобиотиками своего токсического воздействия на организм человека:

- изменение метаболизма клеток или тканей, связанное с нарушениями в организме и появлением определенной симптоматики;
- воздействие на клеточную ДНК, изменение генетической информации и ее реализация в виде злокачественной трансформации клетки;

-подражание действию естественных химических соединений, например, гормонов, функционирующих в организме (при таком механизме действия ксенобиотики нарушают нормальный рост и развитие органов, тканей, включая нервную и иммунную систему);

- изменение активности иммунной системы у человека (это воздействие включает иммунную модуляцию, выражающуюся в изменении активности иммунных компонентов, например, числа Т- или В-лимфоцитов в крови, развитии гиперчувствительности и стимуляции аутоиммунных процессов в организме).

Важная характерная черта ксенобиотиков - синергизм в их действии.

Одним из наиболее изученных механизмов воздействия ксенобиотиков на организм человека является действие эффекторов эндокринной системы (ЭЭС), которые вызывают ряд экологически зависимых заболеваний у человека. К этой группе ксенобиотиков относятся химические соединения, нарушающие нормальный гормональный баланс в организме человека и обладающие способностью накапливаться во внутренних органах и жировой ткани.

Ксенобиотики классифицируют на три группы:

1. Естественного происхождения.
2. Соединения, образующиеся в организме человека при определенных условиях.
3. Соединения, поступающие в организм в результате получения, обработки и хранения пищевых продуктов:

- новое пищевое сырье или продукты, полученные путем химического и микробиологического синтеза;
- вещества, поступающие при получении исходного сырья (металлы, пестициды, биостимуляторы, антибиотики и др.);
- пищевые добавки (красители, консерванты, антиокислители);
- вещества, поступающие при контакте с полимерными и другими материалами (посуда, инвентарь, тара, упаковочные материалы);
- вещества биологического происхождения (плесень, грибы, бактериальные токсины);
- соединения, образующиеся при воздействии кулинарной обработки и химического взаимодействия (при копчении – бензапирен, нитрозамины, при варке мяса в щелочной воде - лизилаланин).

Среди ксенобиотиков *естественного происхождения* выделяют три группы: биологического происхождения (синтезируемые бактериями, грибами, растениями и животными), неорганические соединения и органические соединения небиологического происхождения.

По большей части бактериальные токсины представляют собой высокомолекулярные соединения, как правило, белковой, полипептидной или липополисахаридной природы, обладающие антигенными свойствами. В настоящее время выделены и изучены более 150 токсинов.

Многие бактериальные токсины относятся к числу самых ядовитых из известных веществ. Это, прежде всего, ботулотоксин, холерные токсины, тетанотоксин, стафилококковые токсины, дифтерийные токсины и т.д. Ботулотоксин и стафилококковые токсины рассматривались как возможные

боевые отравляющие вещества. Бактериальные токсины действуют на разные органы и системы млекопитающих и, в частности, человека, однако преимущественно страдают нервная и сердечно-сосудистая системы, реже слизистые оболочки.

Бактерии могут продуцировать и токсические вещества относительно простого строения. Среди них формальдегид, ацетальдегид, бутанол.

Химическое строение и биологическая активность микотоксинов чрезвычайно разнообразны. С практической точки зрения наибольший интерес представляют вещества, продуцируемые микроскопическими грибами, способные заражать пищевые продукты человека и животных. К таковым относятся, в частности, некоторые эрготоксины, продуцируемые грибами группы *Claviceps* (спорынья, маточные рожки), афлатоксины и близкие им соединения, выделяемые грибами группы *Aspergillus*.

Аналоги эрготамина действуют на центральную нервную систему, вызывают спазм кровеносных сосудов и сокращение мускулатуры матки. Отравление зерном, зараженным спорыньей, в старые времена не редко носили характер эпидемий. В настоящее время подобные эпидемии среди населения практически не отмечаются, однако возможно поражение рогатого скота.

Наиболее активными продуцентами афлатоксинов являются грибки *Aspergillus flavus* (отсюда и название токсинов), нередко поражающие зерновые: пшеницу, кукурузу и т.д. Помимо высокой острой токсичности, афлатоксины в опытах на животных проявляют свойства канцерогенов.

Многие высшие грибы также продуцируют токсические вещества различного строения с широким спектром физиологической активности. Наиболее опасными являются аманитины, аманины и фаллоидины, содержащиеся в бледной поганке, и при случайном использовании в пищу гриба вызывающие поражение печени и почек. Другими известными токсикантами являются мускарин, гиомитрин, иботеновая кислота и др. Вещества, синтезирующиеся отдельными видами грибов, обладают выраженной галлюциногенной активностью.

Огромное количество веществ, токсичных для млекопитающих, человека и других живых существ, синтезируется растениями (фитотоксины). Являясь продуктами метаболизма растений, фитотоксины порой выполняют защитные функции, отпугивая потенциальных консументов. Однако по большей части их значение для жизнедеятельности растения остается неизвестным. Фитотоксины представляют собой вещества с различным строением и неодинаковой биологической активностью. Среди них: алкалоиды, органические кислоты, терпеноиды, липиды, гликозиды, сапонины, флавоноиды, кумарины, антрахиноны и др.

Алкалоиды - азотсодержащие органические гетероциклические основания. В настоящее время известно несколько тысяч алкалоидов, многие из которых обладают высокой токсичностью для млекопитающих и человека. Сердечные (стероидные) гликозиды - обладают высокой токсичностью, обусловленной отчасти избирательным действием на сердечную мышцу. Сапонины обладают раздражающим действием на слизистые оболочки млекопитающих, а при

попадании в кровь вызывают гемолиз эритроцитов. Кумарины - обладают антикоагулянтным и фотосенсибилизирующим действием.

Любой живой организм синтезирует огромное количество биологически активных веществ, которые после выделения, очистки и введения другим организмам в определенных дозах могут вызывать тяжелые интоксикации. Однако часть животных самых разных семейств, родов и видов содержат в органах и тканях чрезвычайно токсичные вещества, что позволяет выделить их в особую группу ядовитых (опасных) животных. Некоторые животные являются вторично-ядовитыми, поскольку не продуцируют, но аккумулируют яды, поступающие из окружающей среды (моллюски, накапливающие в тканях сакситоксин, синтезируемый одноклеточными организмами). Часть биологически активных веществ, вырабатываемых животными, являются так называемыми пассивными зоотоксинами, оказывающими действие при поедании животного-продуцента. Другие - активные токсины. Они вводятся в организм жертвы с помощью специального аппарата (жала, зубов, игл и т.д.).

Среди многочисленных неорганических соединений естественного происхождения, вероятно, наибольшее токсикологическое значение имеют металлы и их соединения, а также газообразные вещества - поллютанты атмосферного воздуха и воздуха производственных помещений.

В естественных условиях металлы встречаются в форме руд и минералов. Они определяются в воздухе, почве и воде. Выплавка металлов из руд и использование в самых разнообразных отраслях человеческой деятельности привели к существенному увеличению их содержания в окружающей среде. Наибольшее токсикологическое значение имеют ртуть, кадмий, хром, мышьяк, свинец, бериллий, цинк, медь, таллий и др. Бериллий широко используется в металлургической промышленности. Кадмий воздействует на человека при проведении сварочных работ и в ходе других производственных процессов. В настоящее время кадмий рассматривается как один из опаснейших экотоксикантов. Ртуть нашла применение в электронной промышленности и производстве фунгицидов. Ранее эпидемии отравлений ртутью имели место на целлюлозно-бумажных производствах. Еще одним важным, с точки зрения токсикологии, металлом является свинец. Широчайшее использование свинца в хозяйственной деятельности приводит к постепенному накоплению металла в окружающей среде.

Большую опасность представляют некоторые органические соединения металлов (ртути, свинца, олова, мышьяка).

В группу газообразных поллютантов входят вещества, находящиеся в газообразном состоянии при нормальной температуре и атмосферном давлении, а также пары летучих жидкостей. Среди веществ, представляющих наибольшую опасность: монооксид и диоксид углерода (CO , CO_2), сероводород (H_2S), оксиды азота (N_xO_y), озон (O_3), оксиды серы (S_xO_y) и др. Обмен многих поллютантов в атмосфере проходит естественным путем. Так, в процессе вулканической активности в атмосферу выбрасываются оксиды серы, галогены, сероводород. В ходе лесных пожаров выделяется огромное количество CO , оксидов азота, сажи. Основным источником газообразных веществ в атмосфере являются растения.

Источниками газообразных загрязнителей антропогенного происхождения являются:

1. Продукты сгорания топлива;
2. Отходы эксплуатации транспортных средств;
3. Промышленные производства;
4. Добывающая и горнорудная промышленность.

Результатом горения топлива является образование большого количество оксидов углерода, азота, серы. Эксплуатация транспортных средств приводит к выбросу в атмосферу свинца, CO, NO, углеводородов. Производства - основной источник кислот, растворителей, хлора, аммиака.

Газообразные вещества в бытовых условиях образуются при приготовлении пищи, курении, эксплуатации бытовой техники.

Основными природными источниками органических соединений являются залежи угля, нефти, вулканическая деятельность. Помимо предельных и непредельных алифатических углеводородов, большое токсикологическое значение среди представителей группы имеют полициклические ароматические углеводороды (ПАУ). Эти вещества также выделяются при неполном сгорании органических материалов и обнаруживаются в дыме при горении древесины, угля, нефти, табака, а также в каменноугольной смоле и жареной пище.

Экологическая характеристика ксенобиотиков, *образующихся в продуктах питания и в организме человека.*

Биогенные амины - группа азотсодержащих органических соединений, образующихся в организмах человека, животных, растений и бактерий путём декарбоксилирования аминокислот, т. е. отщепления от них карбоксильной группы. Многие из биогенных аминов - гистамин, серотонин, норадреналин, адреналин, тирамин и др. - биологически активные вещества, оказывающие воздействие на процессы торможения и возбуждения в коре головного мозга и подкорковых центрах, вызывающие сдвиги кровяного давления расширением или сужением сосудов и др. изменения в организме. Многие биогенные амины, образующиеся в толстом кишечнике человека и животных под действием гнилостных бактерий, токсичны для организма.

Биогенные амины являются фармакологически активными веществами, оказывающими разностороннее влияние на физиологические функции организма. Накопление же биогенных аминов может отрицательно сказываться на физиологическом статусе и вызывать ряд существенных нарушений функций в организме.

Ксенобиотики, *поступающие в организм в результате получения, обработки и хранения продуктов питания.*

В сельском хозяйстве при выращивании животных на мясо применяются разнообразные медицинские препараты. Их избыток может накапливаться в определенных органах животного (в печени), в мясе. Антибиотики, половые гормоны, тиреостатики, седативные препараты, глюкокортикоиды, витамины могут попадать в организм человека при употреблении в пищу мяса таких животных, вызывая разнообразные нарушения здоровья. Доказано, что

рекомбинантный гормон роста, который используется для повышения надоев молока, попав в организм человека, увеличивает в нем уровень инсулиноподобного фактора (IGF-1). Всосавшийся в тонком кишечнике IGF-1, способен стимулировать клеточный рост путем изменения подвижности и усиления активности клеток, то есть индуцировать акромегалию у детей и подростков. У взрослого человека активность инсулиноподобного фактора проявляется в повышении риска появления злокачественных образований молочной железы и толстого кишечника.

В настоящее время в пищевой промышленности используются различные синтетические материалы, в той или иной степени контактирующие с продуктами питания. Среди них различные клеи, материалы для производства посуды пищевого назначения, пленки, поливинилацетат, полистиролы, резиносодержащие компоненты, ионообменные смолы, органическое стекло, фторопласты, эмали для покрытия оборудования и тары и др.

В последние годы широкое распространение в качестве упаковочных материалов для пищевых продуктов получили изделия из поливинилхлорида (ПВХ). ПВХ получают из винилхлорида, который при вдыхании паров может обладать канцерогенным действием, вызывая гемангиосаркому (быстро развивающуюся злокачественную опухоль стенок кровеносных сосудов). Поступление поливинилхлорида в пищевые продукты возможно только в случае использования упаковочных материалов не по назначению. Например, когда бутылки и банки из ПВХ повторно используются для хранения растительных масел, уксуса, фруктовых соков и горчицы.

К группе ксенобиотиков относятся также токсины, образующиеся в продуктах питания при их порче: афлатоксин – образуется плесневыми грибами (гепатотоксичный и канцерогенный яд), патулин – содержится в испорченных фруктах и соках (вызывает повреждение печени и почек, обладает канцерогенным действием).

К металлам, попадающим в организм человека с продуктами питания, относятся ртуть, железо, медь, стронций, цинк, алюминий и т.д.

Избыточное содержание в продуктах питания ртути вызывает активирование синтеза гормонов надпочечника. Соединения ртути обладают нейротоксичным, нефротоксичным, гонадо-, эмбрио- и тератогенным действием. Неорганические соединения ртути нарушают обмен аскорбиновой кислоты, пиридоксина, кальция, меди, цинка, селена, органические отрицательно влияют на обмен белков, цистеина, токоферолов, железа, аскорбиновой кислоты, меди, марганца, селена. Проявления хронического воздействия ртути: повышенная нервозность, ослабление памяти, депрессия, парестезии, мышечная слабость, эмоциональная лабильность, нарушение координации движений, симптомы поражения почек. К данной симптоматике могут присоединиться признаки поражения сердечно-сосудистой системы – повышение артериального давления, тахикардия, изменение электрической активности. Длительное поступление ртути с продуктами питания вызывает болезнь Минимата, характеризующуюся нарушением зрения, слуха, осязания, поведенческими отклонениями. Суточное потребление ртути не должно превышать 0,05 мг в сутки.

Медь в количествах 5 - 15 мг/кг может придать металлический привкус воде, напиткам, пище. Повышенное содержание меди снижает срок хранения пищевых жиров и жиросодержащих продуктов (они прогорают, изменяют цвет). Медь катализирует окисление не только ненасыщенных жиров, но и аскорбиновой кислоты, снижая её количество в овощах, фруктах и соответствующих соках. Механизм токсического действия меди связан с блокадой сульфгидрильных групп белков, в том числе ферментов. Медь и ее соединения локализуются в лизосомах гепатоцитов, повышают проницаемость мембран митохондрий, что способствует высокой гепатотоксичности. Острая интоксикация медью сопровождается выраженным гемолизом эритроцитов. При хронической интоксикации возможны функциональные расстройства нервной системы (обнаружено сродство меди к симпатической нервной системе), печени и почек, изъязвление и перфорация носовой перегородки. Суточное потребление меди не должно превышать 30 мг в рационе при нормальном содержании в пище молибдена и цинка - физиологических антагонистов меди.

Стронций оказывает влияние на процессы образования костной ткани, на активность ряда ферментов (каталазы, карбоангидразы, щелочной фосфатазы). Ионы Sr^{2+} настолько близки по характеристикам к Ca^{2+} что включаются в обмен веществ вместе с ним, но, обладая большей скоростью обмена и значительно отличаясь по размеру, они постепенно нарушают нормальную кальцификацию скелета.

Цинк вызывает остеопороз, обладает мутагенной и канцерогенной активностью, оказывает гонадотоксическое действие.

Избыточное поступление в организм человека железа вызывает сидероз и гемохроматоз печени и селезенки. Железо обладает сенсibiliзирующим эффектом по опосредованному типу, его соединения избирательно действуют на различные звенья иммунной системы: стимулируют Т-системы и снижают показатели состояния неспецифической резистентности и общего пула иммуноглобулинов.

Алюминий содержится в повышенных количествах в некоторых растениях (морковь, чай), поступает в пищу из алюминиевой посуды и упаковочного материала (фольга). Показано, что алюминий способен замедлять образование костной ткани, что в дальнейшем может сопровождаться ее резорбцией. Этот трехвалентный металл тормозит в ЖКТ всасывание фтора, кальция, железа и неорганического фосфата, способен влиять на моторику ЖКТ путем торможения сокращения гладких мышц кишечной стенки.

С накоплением в организме алюминия связывают возникновение болезни Альцгеймера - медленно прогрессирующего дегенеративного, неврологического заболевания. Накопление алюминия в тканях мозга сопровождается быстро протекающими дегенеративными изменениями в подкорковых ганглиях, вторичной гидроцефалией, деструкцией гиппокампа, ядер переднего мозга.

Алиментарным путем в организм человека могут также поступать нитраты. Растения потребляют нитраты из почвы через корневую систему, при нерациональном применении минеральных удобрений (азотных) их содержание повышается.

Наибольшую опасность для человека представляют нитриты, которые попадают в кровь и, проникая через мембрану эритроцитов, вступают в реакцию с гемоглобином. В ходе окислительно-восстановительной реакции железа, входящее в состав гемоглобина, переходит из II-валентной формы в III-валентную, в результате чего гемоглобин окисляется в метгемоглобин, а нитрит-ион восстанавливается в NO (1 мг нитрита натрия может перевести в метгемоглобин 2000 мг гемоглобина). В итоге нарушается транспортная функция гемоглобина, и кислород поступает в ткани в недостаточном количестве.

Вследствие раздражающего действия нитратов на слизистую ЖКТ возможны тошнота, рвота, слюновыделение, боли в эпигастральной области, рвота, понос. При поступлении нитратов с водой такие проявления наблюдаются реже, при поступлении с пищей они резко выражены. К характерным симптомам со стороны нервной системы относятся общая слабость, сильная головная боль в затылочной области, сонливость (у детей беспокойство), головокружение, нарушение координации движений, в тяжелых случаях - судорожные подергивания и повышенная ригидность мышц, потеря сознания, коматозное состояние.

Обезвреживание большинства ксенобиотиков происходит в 2 фазы:

I – фаза химической модификации;

II – фаза конъюгации.

Химическая модификация – это процесс ферментативной модификации исходной структуры ксенобиотика, в результате которой происходит:

- разрыв внутримолекулярных связей;
- присоединение к молекуле дополнительных функциональных групп ($-\text{CH}_3$, $-\text{OH}$, $-\text{NH}_2$),
- удаление функциональных групп путем гидролиза.

Типы модификаций:

- окисление (микросомальное, пероксисомальное);
- восстановление;
- изомеризация;
- ацетилирование, метилирование, гидроксилирование;
- гидролиз и т.д.

Система обезвреживания включает множество разнообразных ферментов (оксидоредуктазы, изомеразы, лиазы, гидролазы), под действием которых практически любой ксенобиотик может быть модифицирован. Наиболее активны ферменты метаболизма ксенобиотиков в печени.

В результате химической модификации, как правило, ксенобиотики становятся более гидрофильными, повышается их растворимость, и они легче выделяются из организма с мочой. Кроме этого, дополнительные функциональные группы необходимы, чтобы вещество вступило в фазу конъюгации.

Конъюгация – процесс образования ковалентных связей между ксенобиотиком и эндогенным субстратом. Образование связей происходит, как

правило, по OH- или NH₂-группе ксенобиотика. Образовавшийся конъюгат малотоксичен и легко выводится из организма с мочой.

Основные понятия радиационной экологии.

В 1896 году А. Беккерель в поисках ответа на вопрос о природе излучения, открытого в предыдущем году В. Рентгеном, обнаружил почернение фотопластинки под воздействием соли урана. Было установлено, что испускаемое ураном излучение приводило к ионизации воздуха. Эти явления, которые Марией Кюри были названы радиоактивностью, свидетельствовали о самопроизвольном (спонтанном) распаде ядер. В результате распада происходило образование новых элементов, что коренным образом изменило господствовавшее в XIX веке представление о химическом элементе.

В 1903 г. Беккерель получил совместно с Пьером и Марией Кюри Нобелевскую премию по физике «В знак признания его выдающихся заслуг, выразившихся в открытии самопроизвольной радиоактивности». В его честь названа единица радиоактивности в системе единиц СИ — беккерель (Бк).

Радиоактивность — это способность ядер атомов некоторых химических элементов разрушаться, видоизменяться с испусканием атомных, субатомных частиц, гамма-квантов.

Различают естественную и искусственную радиоактивность. Естественная радиоактивность — самопроизвольный распад ядер элементов, встречающихся в природе (открыта А. Беккерелем). Искусственная радиоактивность — самопроизвольный распад ядер элементов, полученных искусственным путем через соответствующие ядерные реакции (обнаружена в 1934 г. И. Жолио-Кюри и Ф. Жолио-Кюри для открытых ранее двух новых элементов — радия и полония).

Радияция (ионизирующее излучение) — это перенос энергии в виде электромагнитных волн или субатомных частиц. К природным источникам радиации относятся разнообразные радиоактивные вещества, присутствующие в почве, воде, воздухе и в организме человека. Каждый день человек вдыхает или потребляет с воздухом, водой и продуктами питания некоторое количество радиоактивных веществ.

Сегодня наиболее распространенным искусственным источником воздействия ионизирующего излучения являются рентгеновские аппараты и радиофармацевтические препараты, применяемые для диагностики или лучевой терапии, а также другие медицинские изделия.

Воздействие радиации на организм может иметь природный, плановый (в медицине или на предприятии) или случайный характер; механизм облучения может быть внешним, внутренним (вдыхание, потребление внутрь или попадание радиоактивных веществ в организм через контаминированную рану) или комбинированным.

Ионизирующее излучение — это вид энергии, высвобождаемой атомами в форме электромагнитных волн (гамма- или рентгеновское излучение) или частиц (нейтроны, бета или альфа). Спонтанный распад атомов называется радиоактивностью, а избыток возникающей при этом энергии является формой ионизирующего излучения. Нестабильные элементы, образующиеся при распаде и испускающие ионизирующее излучение, называются радионуклидами.

Альфа-излучение — это тяжелые положительно заряженные частицы, состоящие из двух протонов и двух нейтронов, крепко связанных между собой. В природе альфа-частицы возникают в результате распада атомов тяжелых элементов, таких как уран, радий и торий. В воздухе альфа-излучение проходит не более пяти сантиметров и, как правило, полностью задерживается листом бумаги или внешним омертвевшим слоем кожи. Однако если вещество, испускающее альфа-частицы, попадает внутрь организма с пищей или вдыхаемым воздухом, оно облучает внутренние органы и становится потенциально опасным.

Бета-излучение — это электроны, которые значительно меньше альфа-частиц и могут проникать вглубь тела на несколько сантиметров. От него можно защититься тонким листом металла, оконным стеклом и даже обычной одеждой. Попадая на незащищенные участки тела, бета-излучение оказывает воздействие, как правило, на верхние слои кожи. Во время аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 году пожарные получили ожоги кожи в результате очень сильного облучения бета-частицами. Если вещество, испускающее бета-частицы, попадет в организм, оно будет облучать внутренние ткани.

Гамма-излучение — это фотоны, т.е. электромагнитная волна, несущая энергию. В воздухе оно может проходить большие расстояния, постепенно теряя энергию в результате столкновений с атомами среды. Интенсивное гамма-излучение, если от него не защититься, может повредить не только кожу, но и внутренние ткани. Плотные и тяжелые материалы, такие как железо и свинец, являются отличными барьерами на пути гамма-излучения.

Рентгеновское излучение аналогично гамма-излучению, испускаемому ядрами, но оно получается искусственно в рентгеновской трубке, которая сама по себе не радиоактивна. Поскольку рентгеновская трубка питается электричеством, то испускание рентгеновских лучей может быть включено или выключено с помощью выключателя.

Нейтронное излучение образуется в процессе деления атомного ядра и обладает высокой проникающей способностью. Нейтроны можно остановить толстым бетонным, водяным или парафиновым барьером. К счастью, в мирной жизни нигде, кроме как непосредственно вблизи ядерных реакторов, нейтронное излучение практически не существует.

Биологическое действие ионизирующих излучений обусловлено энергией, отдаваемой излучениями разных видов (альфа, бета-частицами, нейтронами, гамма-квантами) тканям и органам. Несмотря на неодинаковую физическую природу различных видов ионизирующих излучений, существует определенная общность их биологического действия, обусловленная их ионизирующим действием на биосубстраты.

Различают два вида радиобиологических эффектов: детерминированные (нестохастические) и стохастические.

1. Детерминированные - клинически выявляемые вредные биологические эффекты, вызванные ионизирующими излучениями, в отношении которых предполагается существование порога, ниже которого эффект отсутствует, а выше — тяжесть эффекта зависит от полученной дозы. Клиническая медицина к

таким эффектам относят: лучевую болезнь, лучевой дерматит, лучевую катаракту, лучевое бесплодие, аномалии в развитии плода и др.

2. Стохастические радиобиологические эффекты – вредные биологические эффекты, вызванные ионизирующими излучениями, не имеющие дозового порога возникновения и для которых тяжесть проявления не зависит от дозы. Клинически беспороговые эффекты диагностируются как злокачественные опухоли, лейкозы, а также наследственные болезни. Стохастические радиобиологические эффекты разделяют на соматические и наследственные.

Соматические эффекты проявляются у самого облученного лица, а наследственные – у его потомков. Основным отдаленным соматическим эффектом является повышенная частота развития у облученного населения раковых заболеваний, появление которых будет происходить в течение нескольких десятилетий (первые 50 лет) после облучения.

Наследственные эффекты появляются вследствие облучения гонад у лиц репродуктивного возраста. Механизмы биологического действия ионизирующих излучений. При воздействии ионизирующего излучения на биосубстрат происходит поглощение последним энергии излучения. Это приводит к ионизации атомов и молекул или к возбуждению атомов, молекул. Образовавшиеся в результате ионизации атомов ионы и свободные электроны взаимодействуют между собой и с окружающими неповрежденными атомами и молекулами, образуя при этом свободные радикалы. Неорганические радикалы образуются при радиолизе воды обладают сильным окислительным действием в отношении органических веществ биотканей. Под воздействием ионизирующих излучений и продуктов радиолиза воды происходит радиолиз молекул основных биологически важных органических веществ клетки (ДНК, нуклеотидов, аминокислот, белков, углеводов, фосфолипидов и др.) с образованием органических радикалов, обладающих повреждающим действием на ткани. В присутствии кислорода органические радикалы вступают с ним во взаимодействие.

Высокое сродство кислорода к органическим радикалам лежит в основе так называемого «кислородного эффекта», суть которого состоит в усилении радиационного повреждения белков, ДНК и других биомолекул в присутствии кислорода. Продукты радиолиза воды, активные формы кислорода и органические радикалы, в свою очередь, способны изменять структуру биологически важных макромолекул с нарушением их функции. Наибольшее значение для дальнейшей судьбы облученной клетки имеют процессы, происходящие в белках, ДНК и фосфолипидах.

Нарушается структура белков (разрывы дисульфидных мостиков, водородных связей, пептидной цепи, окисление сульфгидрильных групп и т.д.). В результате изменяется вторичная и третичная структура белков, что приводит к нарушению их биологических свойств, в том числе ферментативной активности. Радиационные повреждения ДНК проявляются в виде нарушений структуры азотистых оснований, появления разрывов ДНК, сшивок ДНК-ДНК и ДНК-белок, нарушений комплексов ДНК с другими молекулами. В повреждении ДНК велика роль «кислородного эффекта». В присутствии кислорода число

повреждений оснований ДНК увеличивается более чем в 3 раза. В результате повреждается генетический аппарат клеток, возникают хромосомные aberrации, нарушаются процессы деления и воспроизведения.

Разрушение фосфолипидов липидного бислоя клеточных мембран, усиление реакций перекисного окисления липидов (ПОЛ) способствует нарушению структуры и функции мембран клеток и внутриклеточных структур (митохондрий, лизосом, ядер др.), их вязкости, проницаемости, многих физико-химических характеристик. В результате нарушаются ряд жизненно необходимых для клетки функций биомембран – барьерная, рецепторно-сигнальная, регуляторная, транспортная и др. Таким образом, многочисленные структурные и функциональные изменения в субклеточных структурах обуславливают нарушение процессов окислительного фосфорилирования, что ведет к истощению энергетических ресурсов клеток; выход и активацию гидролитических ферментов лизосом, угнетение синтеза ДНК и деления клеток, извращение ионного транспорта и др.

Многочисленные повреждения макромолекул и функциональные нарушения существенно влияют на жизнеспособность облученных клеток и тканей организма, на течение процессов их повреждения и репарации, приводят к гибели клеток.

Различают две формы лучевой гибели клеток: 1) интерфазная; 2) репродуктивная.

Репродуктивная гибель клеток характерна для всех быстропролиферирующих тканей, она наступает не сразу после облучения, а в ходе нескольких циклов деления. Основной причиной репродуктивной гибели являются структурные повреждения ДНК.

Интерфазная гибель клетки наступает до вступления клетки в митоз. Для большинства клеток соматических тканей животных и человека интерфазная гибель регистрируется при облучении в высоких дозах, проявляется в виде различных дегенеративных изменений ядра и цитоплазмы и происходит или непосредственно «под лучом», или в первые часы после облучения. Исключением являются лимфоциты, для которых интерфазный тип постлучевой гибели является основным и регистрируется уже после облучения в дозах 1-2 Гр.

В основе молекулярных механизмов интерфазной гибели клеток лежат повреждения цитоплазматических (ядерных и митохондриальных) мембран, приводящие к нарушению водноэлектролитного баланса, высвобождению гидролитических ферментов из лизосом, деструктивным изменениям ядра и т.д.

При высоких дозах облучения из-за расстройства метаболизма гибнет большое число клеток. Возникают морфологические и функциональные изменения в тканях, органах и системах.

Таким образом, события, происходящие в биологической системе во время и после воздействия на нее ионизирующих излучений, условно разделяют на четыре последовательные стадии:

- I. Физическая стадия. В течение очень короткого промежутка времени (в пределах 10-13 секунды) происходит поглощение энергии ионизирующих излучений биомолекулами и компонентами

окружающей их среды (молекулами воды и других веществ). В результате возникают возбужденные и ионизированные атомы и молекулы.

- II. Физико-химическая стадия. Вследствие возбуждения и ионизации молекул в них происходят внутренние перестройки за счет миграции энергии и заряда внутри молекулы или между молекулами. Возникают первично поврежденные биомолекулы и продукты их деградации – ионы и химические радикалы. Примерно 50% всех возникающих радикалов образуются из молекул воды, составляющих около 70% массы живых организмов.
- III. Химическая стадия. Ионы и химически активные радикалы по месту их образования и на некотором удалении от него (в среднем 300-350 нм) атакуют биомолекулы, повреждая их. Это происходит также в течение короткого промежутка времени (10^{-10} - 10^{-6} секунды). В результате возникают вторично (химически) поврежденные биомолекулы.
- IV. Биологическая стадия. Сроки формирования этой стадии находятся в широких пределах – от 10^{-6} секунды до многих лет. В основе развивающихся в этот период процессов лежат изменения внутриклеточного (межуточного) обмена веществ. В зависимости от полученной дозы ионизирующих излучений внутриклеточный обмен веществ нарушается в различной степени – от небольших сдвигов с последующим восстановлением до полного и стойкого срыва, приводящего к гибели клетки. Завершением стадии биологических реакций (у людей, перенесших острую стадию заболевания) являются отдаленные последствия (соматические и генетические) и раннее старение организма. Итак, формирование общего лучевого поражения начинается с молекулярного уровня, проходит клеточный, тканевой, органнй, системный уровни и заканчивается уровнем целостного организма. Это приводит к развитию общего заболевания организма – различным вариантам радиационных поражений.

Существует несколько путей поступления радиоактивных веществ в организм животных: желудочно-кишечный путь (с пищей через пищеварительный тракт); ингаляционный путь (с воздухом через органы дыхания); трансдермальный перенос (диффузный путь через поврежденную и неповрежденную кожу, слизистые оболочки и раны). После накопления радиоактивных веществ растениями начинает работать следующее звено перемещения радионуклидов, а именно миграция их в организм животных и человека. При потреблении животными растительных кормов или растительной пищи самими людьми происходит их миграция по пищевой цепочке. Чем она короче, тем выше уровень облучения, создаваемый радионуклидом при поступлении в организм человека. Попавшие в организм радионуклиды так же, как и стабильные изотопы элементов, в результате обмена выводятся из организма с калом, мочой и другими путями.

Большое значение для профилактики многих заболеваний, а также поддержания нормального функционирования организма имеет питание.

Рациональным (от латинского слова *rationalis* – «разумный») считается такое питание, которое обеспечивает нормальную жизнедеятельность организма, высокий уровень работоспособности и сопротивляемости воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды, максимальную продолжительность активной жизни.

Рациональное питание – важнейшее непереносимое условие профилактики не только болезней обмена веществ, но и многих других. Для нормального роста, развития и поддержания жизнедеятельности организму необходимы белки, жиры, углеводы, витамины и минеральные соли в нужном ему количестве.

Принципами рационального питания являются:

- 1) соответствие энергоценности пищи, поступающей в организм человека, его энергозатратам;
- 2) поступление в организм определенного количества пищевых веществ в оптимальных соотношениях;
- 3) правильный режим питания;
- 4) разнообразие потребляемых пищевых продуктов;
- 5) умеренность в еде.

Питание, характеризующееся оптимальным соотношением пищевых веществ, называется сбалансированным. Согласно формуле сбалансированного питания, соотношение белков, жиров и углеводов должно составлять 1:1,2:4,6 (при тяжелом физическом труде – 1:1,5; в пожилом возрасте – 1:0,8:3).

22 июля 2021 г. утверждены новые Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. В документе представлены величины потребности в энергии для лиц каждой выделяемой (в зависимости от пола, возраста, профессии, условий быта и т.п.) группы, а также рекомендуемые величины потребления пищевых веществ, которые должны обеспечивать потребность соответствующей категории населения.

Нормы:

- являются научной базой при планировании объемов производства основного продовольственного сырья и пищевых продуктов в Российской Федерации;
- используются при разработке перспективных среднелюдиных размеров (норм) потребления основных пищевых продуктов с учетом изменения социально-экономической ситуации и демографического состава населения РФ;
- применяются для обоснования оптимального развития отечественного агропромышленного комплекса и обеспечения продовольственной безопасности страны;
- используются для планирования питания в организованных коллективах и медицинских организациях;
- применяются для обоснования составов специализированных и обогащенных пищевых продуктов;
- используются при разработке рекомендаций по питанию для различных групп населения и мер социальной защиты;
- служат критерием оценки фактического питания на персонализированном и популяционном уровнях;

- используются при разработке программ подготовки специалистов и обучении населения принципам здорового питания и др.

Рационы питания детского и взрослого населения в целом обеспечивают потребности в энергии и основных пищевых веществах. Однако важнейшие глобальные вызовы, характеризующиеся нерациональным соотношением основных пищевых веществ, дефицитом микронутриентов, ростом распространенности избыточной массы тела, ожирения и других факторов риска неинфекционных заболеваний, остаются для Российской Федерации крайне актуальными:

- только 24-27% населения ежедневно потребляют 400 г и более овощей и фруктов, около 20% детей регулярно не употребляют овощи и фрукты, более 40% детей и взрослых практически ежедневно употребляют переработанные мясные продукты (колбасы и сосиски) и кондитерские изделия, потребление молока и молочных продуктов ниже рекомендуемых величин в 1,1-1,4 раза;

- содержание жира в рационе детей и взрослых составляет до 38% по калорийности (рекомендации - не более 30%), насыщенных жирных кислот - до 14,6% (рекомендации - не более 10%);

- содержание добавленных сахаров в рационах обеспечивает до 13-14% по калорийности (рекомендации - не более 10%);

- отмечен высокий уровень содержания пищевой соли в рационах - до 13 г в день у взрослых и 7-9 г у детей (более чем в 2 раза, рекомендации - не более 5 г в день);

- 22% взрослого и 40% детского населения имеют полигиповитаминозные состояния (недостаток 3 витаминов и более), обеспечены всеми витаминами только 14% взрослого и 17% детского населения (старше 4 лет);

- около 62% лиц старше 18 лет имеют избыточную массу тела или ожирение (63% мужчин и 60% женщин), распространенность ожирения (индекс массы тела >30 кг/м²) составила 22,2% (17,3% мужчин и 25,3% женщин). 17,1% детей (0-17 лет) имеют избыточную массу тела, а 9,9% - ожирение.

Учитывая имеющиеся нарушения структуры питания населения, в Нормы впервые включены рекомендации по снижению потребления критически значимых для здоровья нутриентов (пищевой соли, добавленных сахаров, транс-изомерных жирных кислот), основанные на данных современных метаанализов по оценке негативных эффектов на здоровье их избыточного потребления.

С учетом новых научных данных о роли полиненасыщенных жирных кислот семейств ω -3 и ω -6 в метаболизме и значении в профилактике неинфекционных заболеваний, существенно расширены рекомендации по их потреблению детьми и взрослыми, в том числе беременными и кормящими женщинами. Впервые введены адекватные уровни потребления для растительных стеринов: β -ситостерина, β -ситостерол-D-гликозида и стигмастерина.

Фенольные соединения широко представлены в пищевых продуктах растительного происхождения. Получены доказательства важной роли фенольных соединений в регуляции защитно-адаптационного потенциала организма, а регулярное потребление с рационом фенольных соединений ассоциировано со снижением риска развития сердечно-сосудистых и

онкологических заболеваний. К числу основных фенольных соединений относятся представители фенольных кислот, флавоноидов, полимерных фенольных соединений и стильбенов. В новом подразделе "Фенольные соединения" впервые конкретизированы уровни адекватного потребления для 4 отдельных подклассов. Установлен адекватный уровень потребления для карнозина, входящего в состав мяса и рыбы, который рассматривают в качестве антиоксиданта, обладающего нейропротекторным действием.

На основании новых данных о взаимодействии различных микронутриентов (витаминов и минеральных веществ) и их оптимальных соотношениях в рационе, а также распространенности среди взрослого и детского населения в Российской Федерации полигиповитаминозных состояний уточнены физиологические потребности в ряде витаминов. Принимая во внимание дефицит витамина D у всех групп населения и с целью поддержания нормального состояния опорно-двигательного аппарата и снижения риска развития ряда хронических неинфекционных заболеваний, величина физиологической потребности в витамине D увеличена с 10 до 15 мкг (600 МЕ) для детей и взрослых. Поскольку потребность в витаминах B₁, B₂ и PP зависит от потребления энергии, наряду с сохранением норм потребности, выраженных в абсолютных величинах, нормы дополнены величинами, соотнесенными с потреблением энергии. Учитывая, что потребление женщинами витамина A свыше 1,5 мг/сут приводит к увеличению риска развития остеопороза, норма физиологической потребности в нем для женщин снижена до 800 мкг/сут при одновременном повышении величины потребности в витамине C для взрослых до 100 мг/сут.

Учитывая новые данные о связи недостаточного потребления калия с повышенным риском развития инсульта и других сердечно-сосудистых заболеваний, увеличена величина физиологической потребности взрослых в калии до 3500 мг/сут. Основываясь на данных о связи дефицита магния с развитием гипокальциемии и гипокалиемии, повышением риска развития артериальной гипертензии и болезней сердца, а также с учетом международного опыта норма физиологической потребности в магнии увеличена с 400 до 420 мг/сут. Для оптимизации соотношения кальция: фосфор физиологическая потребность в фосфоре снижена до 700 мг/сут.

Впервые в мировой практике представлен комплекс качественно-количественных показателей эталонного кишечного микробиома. В него включены современные таксономические и функциональные характеристики, дающие представление о фенотипе микробиоты у взрослых с нормальным индексом массы тела, потребляющих сбалансированные по энергетической и пищевой ценности рационы, адекватные возрасту и энерготратам.

Состояние питания - показатель, отражающий взаимосвязь между состоянием здоровья и фактическим питанием с учетом действия факторов среды обитания. Анализ состояния питания осуществляется с учетом фактического питания, пищевого статуса, экологического статуса. Неблагоприятная экологическая обстановка в регионе оказывает непосредственное влияние на состояние

эндоэкологического статуса. Интенсификация чужеродной алиментарной нагрузки, обусловленная экологическим неблагополучием, оказывает существенное отрицательное влияние на функционирование гомеостатических систем организма и может привести к адаптационной резистентности либо дезадаптации с последующим развитием заболеваний. Существенную роль в нарушении адаптационных процессов играют ксенобиотики.

Большую группу опасных загрязнений продуктов питания составляют радионуклиды. В растительной пище особенно часто можно встретить Sr-80, Sr - 90, I-131, Cs-137. Ba-140, K-40, C-14 и H-3 (тритий). K-40, поступающий в организм с растительной пищей или с молоком. Радиоактивный йод попадает в организм человека вместе со свежим молоком, свежими овощами и яйцами. Cs-137 и Sr-90 - с мясом животных.

Особенно остро встала проблема загрязнения пищевых продуктов после аварий на атомных электростанциях. В частности, последняя авария на "Фукусиме 1" в Японии. Проблема загрязнения радионуклидами пищевого сырья и воды является актуальной не только для этой страны. Радионуклиды попали в мировой океан и аккумулировались прежде всего в рыбе и морепродуктах. Все продукты, произведенные в Японии потенциально опасны для потребителей, т.к. радионуклиды могут аккумулироваться не только в рыбе, но и в мясе, грибах, молоке и молочных продуктах, бобовых культурах и рисе.

Не менее опасными для организма человека являются тяжелые металлы. С позиций санитарной токсикологии приоритетное значение среди тяжелых металлов имеют свинец, ртуть, кадмий, фтор, мышьяк, алюминий, никель, олово, медь, цинк.

Эти вещества обладают высокой токсичностью, способны накапливаться в организме при длительном поступлении с продуктами питания и обладают мутагенным и канцерогенным эффектами.

Особое внимание заслуживает пищевое сырье, поступившее из регионов с высоким уровнем антропогенной нагрузки, выращенных вблизи крупных автомагистралей, в зонах промышленных предприятий, при интенсивном использовании минеральных удобрений. Свинец аккумулируется в овощах (картофель, морковь, свекла), ртуть в морепродуктах и рыбе, кадмий в грибах, злаковых культурах.

Тяжелые металлы могут поступать в продукты при нарушении хранения и повреждения упаковочного материала, при использовании луженой, глазурированной керамической и эмалированной посуды, консервных банок. Так, многочисленные отравления свинцом наблюдались при хранении кислых продуктов жидкой консистенции (простокваши, домашнего вина, пива, яблочного сока и др.) в керамической посуде.

Достаточно часто в продуктах накапливаются нитраты, нитриты и их производные нитрозамины. Нитраты и другие азотсодержащие соединения (нитриты, нитроамины) могут накапливаться в сельскохозяйственной продукции выше МДУ (максимально допустимые уровни) при несоблюдении правил, регламентов и технологий использования различных средств химизации, в первую очередь, азотных удобрений. Особенно накапливаются нитраты в таких

растениях как сахарная свекла (особенно листья), шпинат, морковь (корнеплоды), листья салата, капуста, картофель, огурцы, томаты, арбузы и дыни. Нитраты могут попадать в организм не только со свежими овощами (40-80% суточного количества нитратов). Они содержатся и в животной пище. Нитраты и нитриты добавляют в готовую мясную продукцию с целью улучшения её потребительских свойств и для более длительного её хранения (особенно в колбасных изделиях). В сырокопчёной колбасе содержится нитритов 150 мг/кг, а в варёной - 50-60 мг/кг. Всасывание нитратов происходит главным образом в желудке. Соединения азотной и азотистой кислот в нашем организме не метаболизируются, поэтому их поступление приводит к нарушению биохимических процессов в организме в виде токсических и канцерогенных проявлений. В организме нитраты способны восстанавливаться в более токсичные нитриты, которые связываются с гемоглобином с образованием метгемоглобина. Это особенно опасно для детей, у которых развивается острая гипоксия.

Пестициды - собирательное название химических соединений, используемых с целью уничтожения бактерий, вирусов, спор, грибов, насекомых, грызунов, растений, причиняющих вред сельскохозяйственным культурам и животным, а также с различными технологическими целями. В основе производственной классификации лежит назначение пестицидов, цель и направление их использования: инсектициды, фунгициды, гербициды, дифолианты, десиканты и т.д.

При попадании пестицидов в организм в зависимости от дозы, могут развиваться острые, подострые и хронические интоксикации.

Высокой чувствительностью к пестицидам отличаются дети, подростки, больные и ослабленные лица. Особую опасность представляет контакт с пестицидами во время беременности и в период кормления ребёнка. Пестициды, попадая в организм, проникают через плацентарный барьер и могут пагубно влиять на развитие плода, оказывать эмбриотоксическое и тератогенное действие. В период лактации пестициды могут попадать в организм младенца с молоком матери и вызывать у него интоксикации. Ряду пестицидов присуще гонадотоксическое, мутагенное, канцерогенное действие, а так же аллергенные свойства.

Европейский союз в 1953 году разработал систему цифровую кодификацию пищевых добавок. По данной системе пищевые добавки делятся на группы по принципу действия. Эта система одобрена Международной организацией по пищевым продуктам и сельскому хозяйству (FAO) при ООН.

1. Многие из этих добавок имеют и ряд других свойств, помимо основной группы, но в целом подразделяются следующим образом:

E100 - E199 Красители

E200 - E299 Консерванты, способствующие длительному хранению

E300 - E399 Антиокислители, замедляющие окисление продуктов

E400 - E499 Стабилизаторы, загустители

E500 - E599 Регуляторы pH, вещества против слеживания, эмульгаторы

E600 - E699 Усилители вкуса и аромата, ароматизаторы

E700 - E799 Антибиотики

E800 - E899 Запасные индексы

E900 - E999 Противопенные и другие вещества

E1000 - E1099 Подсластители соков и кондитерских изделий

E1100 - E1999 Другие вещества

Допустимая суточная доза природных консервантов составляет 5 мг на 1 кг массы тела человека, синтетических - от 0,05 (дифенил E230) до 0,15 мг (уротропин E239).

Из множества Е-добавок, фактически только две добавки можно считать безвредными, но даже их, врачи не рекомендуют употреблять детям до 5 лет:

E363 - янтарная кислота (подкислитель), содержится в десертах, супах, бульонах, сухих напитках.

E504 - карбонат магния (разрыхлитель теста), может содержаться в сыре, жевательной резинке, пищевой соли.

3. Ниже перечислены коды опасных пищевых добавок, которых следует избегать:

3.1 Запрещенные особо опасные добавки: E102-105, E110-111, E120-124, E127-129, E130-133, E142, E151-155, E173-175, E180, E210-211, E213-217, E219, E221-227, E230-231, E233, E236-240, E249, E252, E296, E320-322, E330, E338-341, E405, E407, E447, E461-462, E465-466, E620-621, E627, E631, E635, E924 a-b, E926, E951-952, E954, E957.

3.2 Очень опасные добавки: E510, E513, E527.

3.3 Опасные: E201, E220, E228, E242, E270, E400-404, E501-503, E636-637.

3.4 Подозрительные: E100, E141, E150, E171, E241, E477.

4. Воздействие пищевых добавок на организм человека:

Ракообразующие: E102, E103, E105, E110, E121, E123, E125-126, E130-131, E142, E152-153, E210-217, E219, E230, E240, E249, E252, E280-283, E330, E447, E954.

Вызывающие расстройство желудочно-кишечного тракта: E154, E220-226, E320-322, E338-341, E343, E405, E407, E450-454, E461-466, E626-635.

Вызывают расстройство печени и почек: E171-173, E220, E302, E320-322, E510, E518.

Вредные для кожи: E230-233, E239, E151, E160, E951, E1105.

Вызывающие нарушение давления: E154, E250, E251.

Провоцирующие появление сыпи: E310-312, E907.

Повышающие холестерин: E320, E321.

Аллергены: E216-217, E230-232, E239, E311-313.

Добавка, мешающая усвоению витамина B12: E200.

5. Пищевые добавки, которые еще полностью не изучены, поэтому официально не разрешены:

E103, E107, E125, E127, E128, E140, E153-155, E160, E166, E173-175, E180, E182, E209, E213-219, E225-228, E230-233, E237-238, E241, E263-264, E282-283, E302-303, E305, E308-314, E317-318, E323-325, E328-329, E343-345, E349-352, E355-357, E359, E365-368, E370, E375, E381, E384, E387-390, E399, E408-409, E418-419, E429-436, E441-444, E446, E462-463, E465, E467, E474, E476-480, E482-489, E491-496, E505, E512, E519, E521-523, E535, E537-538, E541-542, E550, E554-

557, E559-560, E574, E576-577, E580, E622-625, E628-629, E632-635, E640-641, E906, E908-911, E913, E916-919, E922-926, E929, E943-946, E957, E959, E1000-1001, E1105, E1503, E1521.

В последнее время в мире широкое распространение получили продукты питания, произведенные при помощи генной инженерии. Первый ГМ-продукт был получен в 1972 году, когда ученый Стэнфордского университета Пол Берг объединил в единое целое два гена, выделенных из разных организмов, и получил гибрид, который не встречается в природе. Первый ГМ микроорганизм – кишечная палочка с человеческим геном, кодирующим синтез инсулина, появился на свет в 1973 году. В 1994 году американская компания Monsanto представила свою первую разработку генной инженерии – помидор под названием Flavr Savr, который мог в полужрелом состоянии месяцами храниться в прохладном помещении, однако стоило плодам оказаться в тепле – они тут же краснели. Такие свойства модифицированные помидоры получили благодаря соединению с генами камбалы. Затем ученые скрестили сою с генами некоторых бактерий, и эта культура стала устойчивой к гербицидам, которыми обрабатывают поля от вредителей. Впоследствии в мире было выведено около тысячи генномодифицированных культур, однако из них только 100 разрешены к промышленному производству. Наиболее распространенные – помидоры, соя, кукуруза, рис, пшеница, арахис, картофель.

Генетически модифицированные (трансгенные) организмы можно определить как организмы, генетический материал которых (ДНК) изменён способом, недостижимым естественным путём в ходе внутривидовых скрещиваний. Для получения ГМО используется технология рекомбинантных молекул. Генная инженерия позволяет переносить отдельные гены из любого живого организма в любой другой живой организм в составе кольцевых молекул ДНК (плазмид). Встраивание в геном организма — хозяина новых конструкций имеет целью получить новый признак, недостижимый для данного организма путём селекции или требующий многолетней работы селекционеров. Применение биотехнологий позволяет значительно ускорить процесс получения нового сорта, существенно снизить его себестоимость и получить хорошо прогнозируемый эффект по признаку, определяемому встроенной конструкцией. Но вместе с данным признаком организм приобретает целый набор новых качеств. Это обусловлено как плейотропным эффектом — явлением, при котором один ген отвечает за несколько признаков, так и свойствами самой встроенной конструкции, в том числе её нестабильностью и регуляторным воздействием на соседние гены. Это и создаёт объективную базу для существования потенциальных рисков при использовании генетически модифицированных растений и полученных из них продуктов.

Продукция, содержащая более 0,9% компонентов из ГМ-источников, должна маркироваться (такая же норма действует в странах Европейского союза). Однако это правило введено не по причине большей опасности продуктов с ГМ-компонентами, а только в информационных целях. Продукты, содержащие ГМО, разрешённые к использованию, не более опасны для здоровья, чем обычные продукты. Именно на этом принципе основана оценка их безопасности. ГМО, не

разрешённые в нашей стране, вообще не должны поступать в продажу аналогично продуктам с превышением ПДК по пестицидам, нитратам и т.п. — за этим обязаны следить соответствующие органы.

Если рассматривать трансгенные растения в плане их роли в экологических системах, то они агрессивны и способствуют нарушению целостности агроэкосистем. Это связано с тем, что большинство трансгенных растений (около 85%) созданы как устойчивые к пестицидам, а остальные — как устойчивые к инсектицидам. По мнению многих учёных, использование ГМ-растений может привести к следующим последствиям: — гибели почвообразующих микроорганизмов и беспозвоночных животных в результате оставления на полях фрагментов трансгенных растений, несущих токсины; — потере разнообразия генофонда диких сородичей культурных растений в генетических центрах их происхождения вследствие переопыления их с родственными трансгенными растениями.

В настоящее время в данной области чётко сформировались две наиболее популярные точки зрения: сторонники и лоббисты ГМО утверждают, что все генетически модифицированные растения и полученные из них продукты абсолютно безопасны, а их оппоненты придерживаются противоположной точки зрения, в соответствии с которой все ГМ-продукты опасны. Обе позиции не верны, поскольку неправильно говорить об опасности или безопасности ГМ-растений и полученных из них продуктов вообще (обо всех сразу). В каждом конкретном случае необходимо доказать, как требует того принцип принятия мер предосторожности, безопасность вполне конкретного ГМ-растения или полученного из него продукта, после чего они могут беспрепятственно использоваться в коммерческих целях. При отсутствии доказательств безопасности данный конкретный ГМ-организм или полученный из него продукт рассматриваются как потенциально опасные. Именно по этой причине требуется маркировка ГМ-продуктов питания. Маркировка предупреждает потребителя о том, что пока не получены окончательные доказательства безопасности данного конкретного продукта и, следовательно, на данный конкретный момент времени производитель и продавец не дают гарантий полной безопасности продаваемого товара. Необходимость доказательств безопасности ГМ-продуктов следует из несовершенства методов получения трансгенных организмов и неполноты наших фундаментальных знаний о «работе» генома высших организмов. Тем более постепенно накапливаются экспериментальные данные, свидетельствующие о негативном влиянии некоторых ГМ-продуктов на здоровье животных.

В ситуации повышенного экологического риска нерациональное питание должно рассматриваться не только с точки зрения возможного развития ряда распространенных алиментарно-зависимых патологий, но и как фактор, снижающий защитно-адаптационные возможности организма.

Для организма человека как открытой саморегулирующейся биологической системы защита от внешних воздействий реализуется в виде ряда универсальных механизмов. В настоящее время известны и изучены основные клеточные

защитно-адаптационные механизмы: а) система биотрансформации ксенобиотиков; б) антиоксидантная защита.

Понятие биотрансформации ксенобиотиков охватывает не только ферментативные химические превращения, но и трансмембранный перенос, тканевое распределение, депонирование и элиминацию.

В условиях экологической нагрузки питание должно обеспечивать, кроме традиционных функций еще и:

- снижение усвоения ксенобиотиков в желудочно-кишечном тракте;
- ослабление неблагоприятного воздействия чужеродных факторов на клеточном и органном уровнях;
- уменьшение уровня депонирования контаминантов в тропных тканях с ускоренным их выведением из организма.

В настоящее время накоплен обширный материал о пищевых веществах, блокирующих тем или иным способом абсорбцию ксенобиотиков. К ним в первую очередь относятся природные сорбенты: пищевые волокна, альгинаты, коллаген, цеолиты, хитин. Они же усиливают моторику кишечника, сокращая тем самым эффективный период абсорбции.

Ряд нутриентов вступают с чужеродными агентами в конформационные взаимодействия, образуя при этом неусвояемые комплексы или конкурентно ингибируя трансмембранное поступление и связь с активными переносчиками на мембранах и в жидких средах (минеральные элементы, витамины, аминокислоты).

С позиции современной биомеханической токсикологии существует единый универсальный двухстадийный механизм биотрансформации ксенобиотиков. При этом в первой фазе протекает реакция функционализации с участием НАДФ, Н-независимой цитохром Р-450-содержащей монооксигеназной системы эндоплазматического ретикулума клеток. Во второй фазе – процессы конъюгации ксенобиотиков или их метаболитов с крупномолекулярными эндогенными субстратами (глюкуроновой кислотой, глутатионом)

В итоге этих превращений ксенобиотики и их метаболиты обезвреживаются и подготавливаются к безопасному выведению из организма (эволюционно сложившаяся ситуация). Однако в современной экологической обстановке в данной защитной системе имеется «слабое звено»: большинство синтетических ксенобиотиков (пестициды, полихлорированные бифенилы, ряд лекарственных средств) в реакции функционализации способны трансформироваться в продукты и соединения более опасные, чем исходные. Такое явление получило название метаболической активации (летального синтеза).

В условиях повышенной антропоэкологической нагрузки важное значение имеет режим питания. Оптимальный суточный рацион питания будет обеспечивать адаптационно-защитную функцию только при равномерном поступлении в течение дня пищевых продуктов, а, следовательно, и пищевых веществ.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕРКИ

1. Укажите правильные варианты ответа.

1.1. К ксенобиотикам относятся вещества:

- А) неорганической природы
- Б) органической природы
- В) микробной природы
- Г) механические примеси
- Д) неустановленной этиологии

1.2. Избыточное поступление биогенных аминов в организм человека могут вызвать:

- А) повышение артериального давления
- Б) снижение артериального давления
- В) аллергические реакции
- Г) увеличение секреции желудочного сока
- Д) снижение секреции желудочного сока.

1.3. Повышенное потребление ртути оказывает на организм человека действие:

- А) нефротоксичное
- Б) гепатотоксичное
- В) гонадотоксичное
- Г) эмбриотоксичное
- Д) тератогенное

1.4. Избыточное попадание меди в организм человека вызывает:

- А) изъязвление носовой перегородки
- Б) нарушение слуха
- В) поражение печени
- Г) поражение почек
- Д) нарушение зрения

1.5 Избыточное попадание алюминия в организм человека вызывает:

- А) замедление образования костной ткани
- Б) ускорение образования костной ткани
- В) усиление моторики желудочно-кишечного тракта
- Г) ослабление моторики желудочно-кишечного тракта
- Д) снижение умственной способности

1.6. Активность радиоактивного объекта:

- А) зависит от агрегатного состояния радиоактивного вещества
- Б) не зависит от внешних условий протекания процесса
- В) зависит от внешней температуры и давления
- Г) зависит от концентрации радиоактивного вещества в руде.

1.7. Расположите ионизирующие излучения в порядке повышения проникающей способности:

- А) γ -излучение
- Б) α -излучение
- В) β -излучение.

1.8. Период эффективного полувыведения — это:

А) время, в течение которого активность поверхностно загрязненных растений снижается в два раза под действием всех факторов, кроме радиоактивного распада радионуклидов

Б) время, в течение которого активность накопленного организмом животного или человека радиоактивного вещества снижается вдвое

В) время, в течение которого содержание радионуклида в животном организме уменьшится вдвое в результате процессов метаболизма

Г) время, в течение которого активность радионуклида снижается вдвое в результате процессов его распада

1.9. Метаболизм ксенобиотиков в организме направлен на:

А) снижение растворимости в биологических жидкостях

Б) снижение растворимости в жирах и повышение растворимости в биологических жидкостях и воде

В) повышение биологической активности

Г) снижение биологической активности

Д) повышение скорости проникновения через мембранные барьеры

1.10. Ключевым клеточным защитно-адаптационным субстратом антиоксидантной защиты и биотрансформации ксенобиотиков является

А) восстановленный глутатион

Б) окисленный глутатион

В) глюконовая кислота

Г) аскорбиновая кислота

2. Выполните лабораторную работу «Определение нитратов в плодах и овощах нитрат-тестером»

3. Решите ситуационные задачи.

3.1. В столовой Ульяновского автомобильного завода (УАЗ) для питания работников первой смены в обеденный перерыв было предложены 3 комплексных обеда:

1 комплекс – Салат Оливье - Борщ украинский; Макароны с мясом по-флотски - Компот из абрикосов; Хлеб пшеничный (калорийность комплекса – 1548 ккал; белков – 36 г; жиров – 45,7 г; углеводов – 209,4 г; кальция – 153 мг; фосфора – 505 мг; магния – 68 мг; железа – 47 мг; витамина А – 0,05 мг; каротина – 7,8 мг; витамина В1 – 0,8 мг; витамина В2 – 0,9 мг; витамина РР – 11,2 мг; витамина С – 47,2 мг.).

2 комплекс – Икра кабачковая; Рассольник с рыбой; Бифштекс рубленый с яйцом и картофелем; Кофе с молоком; Хлеб ржаной. (калорийность комплекса – 1088 ккал; белков – 57,4 г; жиров – 43 г; углеводов – 185 г; кальция – 335 мг; фосфора – 913 мг; магния – 195 мг; железа – 8,6 мг; вит. А – 0,4 мг; каротин – 3,6 мг; вит. В1 – 0,4 мг; вит. В2 – 1 мг; вит. РР – 8 мг; вит. С – 53 мг).

3 комплекс – Капуста квашеная с зеленым луком; Суп картофельный с мясом; Сосиски с тушеной капустой; Сок морковный; Хлеб Бородинский. (калорийность комплекса – 1085 ккал; белков – 41 г; жиров – 39 г; углеводов – 143,6 г; кальция – 349 мг; фосфора – 372 мг; магния – 79 мг; железа – 9,3 мг; вит. А – 0,05 мг; каротина – 19,5 мг; вит. В1 – 0,65 мг; вит. В2 – 0,9 мг; вит. РР – 9,9 мг; вит. С – 144 мг.).

Дайте заключение о возможности использования данных комплексных обедов в питании работников предприятия если известно, что в общей структуре суточного питания по калорийности и составу он составляет 40%. Все ли приготовленные блюда допускаются в системе общественного питания, если нет то какие и почему? Какая корректировка питания необходима токарю предприятия, получающему на обед первый комплекс, составляющий 40% от суточного рациона по калорийности и качественному составу? Какая корректировка питания потребуется слесарю, получившему на обед второй комплекс, составляющий по калорийности и составу 40% от суточного рациона? Какая корректировка питания потребуется инженерно-техническому сотруднику предприятия, получившему в обед третий комплекс, составляющий по калорийности и составу 40% от суточного рациона?

3.2. Причинами, обуславливающими недостаток витаминов в организме являются: заболевания желудочно-кишечного тракта, низкое содержание витаминов в суточном рационе, неправильное хранение продуктов, некоторые гельминтозы. Укажите суточную дозу потребления витаминов группы В, С, А. Какие следует дать рекомендации по профилактике гиповитаминозов и авитаминозов? Перечислите продукты наиболее богатые этими витаминами.

3.3. Рассмотреть приоритетные виды экополлютантов, определить их источники поступления и влияние на здоровье человека.

Основные виды химического загрязнения и их источники

Химическое вещество (элемент)	Источники поступления в организм человека	Влияние на здоровье человека

ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ

1. Биология : учебник для студентов вузов / МЗ РФ, ГБОУ ВПО Первый МГМУ им. И. М. Сеченова; под ред. Н. В. Чебышева. - Москва : МИА, 2016. - 635 с.ил. - ISBN 978-5-9986-0229-0.
2. Биология : учебник : в 2 т.. Т. 1 / под ред. В. Н. Ярыгина. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2018. - 725 с.ил. - ISBN 978-5-9704-4568-6.
3. Биология : учебник : в 2 т.. Т. 2 / под ред. В. Н. Ярыгина. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2018. - 553 с.ил. - ISBN 978-5-9704-4569-3.
4. Биология : учебник : в 2 т.. Т. 2 / В. Н. Ярыгин, В. В. Глинкина, И. Н. Волков [и др.] ; под ред. В. Н. Ярыгина. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 553 с. : ил. - ISBN 978-5-9704-3565-6.
5. Биология : учебник : в 2 т.. Т. 1 / В. Н. Ярыгин, В. В. Глинкина, И. Н. Волков [и др.] ; под ред. В. Н. Ярыгина. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 725 с. : ил. - ISBN 978-5-9704-3564-9.
6. Биология : учебник : в 2 томах: Т. 2 / под редакцией В. Н. Ярыгина. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2020. - 553 с. : ил. - ISBN 978-5-9704-5308-7.

7. Биология : учебник : в 2 томах: Т. 1 / под редакцией В. Н. Ярыгина. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2020. - 725 с. : ил. - ISBN 978-5-9704-5307-0.
8. Практикум по биологии: учебно-методическое пособие / Ю.В. Мякишева, Р.А. Щепеткова, Д.С. Громова, А.Ф. Павлов, И.С. Павлов, Ю.А. Халитова ; ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России. - Самара: ИД «Би Групп», 2023. - 100 с.
9. Биология. Т. 1.: учебник: в 2 т. / под ред. В. Н. Ярыгина. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2023. - 736 с. - ISBN 978-5-9704-7494-5. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970474945.html>
10. Биология. Т. 2. : учебник : в 2 т. / под ред. В. Н. Ярыгина. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2023. - 560 с. - ISBN 978-5-9704-7495-2. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970474952.html>