

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра пищевой биотехнологии

*А.В. Берестова*

# **БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО СЫРЬЯ И ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ**

Методические указания

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 19.03.04 Технология продукции и организация общественного питания

Оренбург  
2019

УДК 663/664(076.5)

ББК 36-1я7

Б 48

Рецензент – доцент, кандидат технических наук Г.А. Сидоренко

**Берестова, А. В.**

Б48      Безопасность продовольственного сырья и продуктов питания: методические указания / А.В. Берестова; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2019. – 44 с.

Методические указания включают 7 лабораторных работ по безопасности продовольственного сырья и продуктов питания. Каждая лабораторная работа включает описание методик теоретический материал, проведения анализов и задание.

Методические указания предназначены для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Безопасность продовольственного сырья и продуктов питания» для обучающихся по программе высшего образования по направлению подготовки 19.03.04 Технология продукции и организация общественного питания.

УДК 663/664(076.5)

ББК 36-1я7

© Берестова А.В., 2019

© ОГУ, 2019

## Содержание

Введение .....	4
1 Лабораторная работа № 1. Основные принципы формирования и управления качеством продовольственных товаров .....	5
2 Лабораторная работа № 2. Загрязнение микроорганизмами и их метаболитами ...	10
3 Лабораторная работа № 3. Загрязнение химическими элементами.....	19
4 Лабораторная работа № 4. Загрязнение веществами и соединениями, применяемыми в животноводстве .....	27
5 Лабораторная работа № 5. Загрязнение веществами и соединениями, применяемыми в растениеводстве.....	28
6 Лабораторная работа № 6. Загрязнение нитратами, нитритами и нитрозосоединениями, диоксинами, полициклическими ароматическими углеводородами .....	32
7 Лабораторная работа № 7. Фальсификация пищевых продуктов и продовольственного сырья.....	38
Список использованных источников .....	42
Приложение А.....	44

## Введение

Методические указания предназначены для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Безопасность продовольственного сырья и продуктов питания» для обучающихся второго курса по программе высшего образования по направлению подготовки 19.03.04 Технология продукции и организация общественного питания.

Выполнение студентами лабораторных работ по исследованию безопасности продовольственного сырья и продуктов питания, свойств ксенобиотиков различного происхождения позволят углубить теоретические знания в данной области и приобрести практический опыт оценки пищевых продуктов. При выполнении лабораторных работ студенты приобретут навыки проведения стандартных испытаний по определению безопасности продовольственного сырья и продуктов питания, а также навыки работы с нормативными документами. Получение указанных знаний и умений способствует формированию у студентов навыков разработки мероприятий по совершенствованию технологических процессов производства продукции питания различного назначения, осуществлению технологического контроля соответствия качества производимой продукции и услуг установленным нормам, проведения исследований по заданной методике и анализа результатов экспериментов.

Методические указания включают разделы, посвященные классификации, характеристике и нормам ксенобиотиков различного происхождения в пищевых объектах, а также методам их обнаружения и профилактике их попадания в продовольственное сырье и продукты питания. Лабораторные работы включают теоретический материал, описание методик проведения анализов и задание.

# **1 Лабораторная работа № 1. Основные принципы формирования и управления качеством продовольственных товаров**

При изучении дисциплины «Безопасность продовольственного сырья и продуктов питания» целесообразно рассмотреть некоторые основные термины и определения, принятые экспертами Международной организации по стандартизации – ISO (ИСО).

Качество – совокупность свойств и характеристик продукции, которая придает ей способность удовлетворять обусловленные или предполагаемые потребности.

Система качества – совокупность организационной структуры, ответственности, процедур, процессов и ресурсов, обеспечивающих осуществление общего руководства качеством.

Политика в области качества – основные направления, цели и задачи предприятия (фирмы) в области качества, сформулированные его высшим руководством.

Управление качеством – совокупность методов и деятельности, используемых для удовлетворения требований к качеству.

Обеспечение качества – совокупность планируемых и систематически проводимых мероприятий, необходимых для создания уверенности в том, что продукция удовлетворяет определенным требованиям качества.

Основной целью любого общества является улучшение качества жизни людей. Важная составная часть качества жизни – состояние (качество) здоровья человека. Другими составными частями являются качество окружающей среды, продукции, работ и услуг. Отсюда возникает необходимость создания систем качества для указанных выше сфер человеческой деятельности и их интеграции в единую систему обеспечения качества жизни с развитой структурой управления, что может быть предметом перспективных исследований.

Одним из основных принципов формирования качества продовольственных товаров является их безопасность.

Безопасность – отсутствие токсического, канцерогенного, мутагенного или любого другого неблагоприятного действия пищевых продуктов на организм человека при употреблении их в общепринятых количествах. Гарантируется установлением и соблюдением регламентируемого уровня содержания загрязнителей химического, биологического и природного происхождения.

Вопросы для подготовки:

1. Что изучает предмет безопасность продовольственного сырья и продуктов питания?
2. Основные термины, принятые экспертами ISO.
3. Основные принципы формирования качества продовольственного сырья и продуктов питания.
4. Виды контроля качества продовольственных товаров.
5. Маркировка продовольственных товаров.
6. Характеристика отдельных элементов маркировки
7. Понятие и виды экспертизы пищевого сырья и продуктов питания.
8. Основные классы ксенобиотиков химического и биологического происхождения.
9. Разработка мероприятий по совершенствованию технологических процессов производства продукции питания различного назначения.

Задание:

1. Изучить основные нормативные документы Российской Федерации, которые регламентируют производство, реализацию, а также соблюдение качества и безопасности продовольственного сырья и продуктов питания: законов РФ «О стандартизации», «О защите прав потребителя», «О сертификации продукции и услуг», СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования к безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов» и др. Пользуясь методическими указаниями и законодательными актами Российской Федерации, показать, что проблема обеспечения безопасности пищевых продуктов является важнейшим

государственным и научным приоритетом, направленным на сохранение и улучшение здоровья населения, производство высококачественных и безопасных продуктов питания.

В России взаимоотношения в сфере производства и реализации пищевых продуктов – один из ведущих факторов, обеспечивающих здоровье населения страны, – в настоящее время регулируются действующими законами.

#### 1.1. Федеральные законы Российской Федерации.

1.1.1. Основополагающие законы в области качества и безопасности продукции:

- Закон РФ «О защите прав потребителей»;
- Закон РФ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»;
- Закон РФ «О стандартизации»;
- Закон РФ «О сертификации продукции и услуг»;
- Закон РФ «Об обеспечении единства измерения».

1.1.2. Закон, устанавливающий требования и правовые нормы в области обеспечения качества и безопасности пищевой продукции:

- Федеральный закон РФ «О качестве и безопасности пищевых продуктов».

1.1.3. Законы, устанавливающие требования и правовые нормы в области обеспечения качества и безопасности отдельных видов пищевой продукции:

- Закон РФ «О государственном контроле за качеством и рациональном использовании зерна и продуктов его переработки»;
- Закон РФ «О государственном регулировании производства и оборота этилового спирта и алкогольной продукции».

1.2. Нормативные акты в области качества и безопасности пищевой продукции.

Нормативные акты в области качества и безопасности пищевой продукции включают в себя нормативные акты высших органов исполнительной власти, а также нормативные акты государственных органов управления и надзора:

- постановления правительства РФ;
- документы Госстандарта России;

– документы других органов исполнительной власти.

Закон Российской Федерации «О защите прав потребителей» от 07.02.92 г. № 2300-1 (ред. от 18.03.2019 г.) регламентирует безвредность готовой продукции, применяемого сырья, материалов и доброкачественных отходов для населения и окружающей среды.

Закон Российской Федерации «О сертификации продукции и услуг» от 10.06.93 г. № 5151-1 (в ред. Федеральных законов от 27.12.95 N 211-ФЗ, от 02.03.98 N 30-ФЗ, от 31.07.98 N 154-ФЗ) и Федеральный Закон «О внесении изменений и дополнений в Закон РФ «О сертификации продукции и услуги»» от 31.07.98 г. № 154 устанавливают правовые основы сертификации продукции, включая пищевую продукцию и услуг, в том числе, общественного питания. Законы определяют функции, права, обязанности и ответственность государственных и специально уполномоченных органов, предприятий различных форм собственности, участвующих в сертификации продукции, которая осуществляется с целью предупреждения выпуска и реализации продукции, опасной для потребителя и окружающей среды. Проблема в области организации надзора и контроля в сфере обеспечения качества и безопасности продуктов питания в последние годы получила принципиально новое развитие в связи с введением федеральных законов «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (№ 52-ФЗ от 30.03.99 г.) и «О качестве и безопасности пищевых продуктов» (№ 290-ФЗ от 02.01.2000 г.). Основой этих законов является повышение ответственности изготовителей, поставщиков и продавцов продукции, а также юридических и физических лиц, занятых в сфере производства и оборота пищевых продуктов, за безопасность поставляемой продукции. В развитие указанных выше законов приняты постановления Правительства Российской Федерации: «О мониторинге качества, безопасности пищевых продуктов и здоровья населения» (№ 883 от 22.11.2000 г.), «О государственной регистрации новых видов пищевых продуктов, материалов и изделий» (№ 988 от 21.12.2000 г.), «О государственном надзоре и контроле в области обеспечения качества и безопасности пищевых продуктов» (№ 917 от 21.12.2000 г.).



На основе законов Российской Федерации Госстандартом разрабатываются нормативные документации на продукцию и методы контроля.

### 1.3. Нормативные документы федеральных органов исполнительной власти.

Госстандартом России приняты:

– основополагающие нормативные документы: Государственные (межгосударственные) стандарты;

– нормативные документы на продукцию: Государственные (межгосударственные) стандарты на продукцию; Классификаторы технико-экономической и социальной информации;

– нормативные документы на методы контроля: Государственные (межгосударственные) стандарты на методы контроля;

– нормативные документы на работы: Государственные (межгосударственные) стандарты на работы.

Госкомсанэпиднадзором России утверждены:

– основополагающие нормативные документы: Санитарные правила;

– нормативные документы на продукцию: Санитарные правила;

– нормативные документы на методы контроля: Санитарные правила, Методические указания, Инструкции;

– нормативные документы на работы: Санитарные правила, Инструкции.

Госветслужбой России утверждены:

– нормативные документы на продукцию: Ветеринарные правила.

### 1.4. Нормативные документы отраслевого значения:

– Стандарты отрасли основополагающие на продукцию, методы контроля, работы.

### 1.5. Нормативные документы субъектов хозяйственной деятельности:

– Стандарты научно-технических и инженерных обществ и других общественных объединений;

– Стандарты предприятий и технические условия.

2. Описать виды контроля качества для следующего сырья и продуктов питания:

- а) Мука пшеничная хлебопекарная.
- б) Хлеб пшеничный формовой.
- в) Ликероводочные изделия.
- г) Продукты детского питания на мясной основе.
- д) Кондитерские изделия.
- е) Кисломолочные продукты.

3. Составить таблицу «Меры токсичности веществ», заполнять ее по мере изучения основных классов ксенобиотиков (Приложение А).

## **2 Лабораторная работа № 2. Загрязнение микроорганизмами и их метаболитами**

Загрязнение микроорганизмами продовольственного сырья и продуктов питания вызывает у человека две формы заболеваний: пищевое отравление (пищевая интоксикация) и пищевую токсикоинфекцию.

Пищевая интоксикация – это острое, редко хроническое заболевание, которое возникает в результате употребления пищи, обильно обсеменённой болезнетворными микроорганизмами и их токсинами. В основном пищевую интоксикацию вызывает токсин, продуцируемый микроорганизмом, который попадает и развивается в продуктах.

Пищевые интоксикации можно условно подразделить на бактериальные токсикозы и микотоксикозы. Типичными примерами бактериальных токсикозов являются стафилококковое отравление и ботулизм. Микотоксикозы возникают при отравлении токсинов микроскопических грибов, таких как фузариум, аспергиллюс, спорынья, головня и другие.

Пищевая токсикоинфекция – это группа острых инфекционных болезней, нередко носящие эпидемиологический характер, обусловленных употреблением пищевых продуктов и воды, контаминированных патогенными и условно-патогенными микроорганизмами, в которых они размножились и накопились их токсины. Токсикоинфекции могут быть вызваны вирусами, бактериями, которые попали в продукт в большом количестве. Самой распространённой токсикоинфекцией является сальмонеллез, который имеет три формы: гастроэнтерит, септицемия и брюшной тиф.

Разновидностью токсикоинфекций являются зоонозы – это группа острых инфекционных болезней, обусловленных употреблением пищевых продуктов животного происхождения, контаминированных патогенными и условно-патогенными микроорганизмами. Источником возбудителей инфекции для человека является больное животное или животное – носитель возбудителей. При определённых санитарно-экологических условиях, благоприятствующих тому или иному механизму передачи возбудителя, возможна передача зоонозов людям. Но циркулировать в коллективах людей возбудители зоонозов не могут, так как человек для них является биологическим тупиком, не включается в течение эпизоотического процесса и не участвует в эволюции возбудителя как паразитического вида.

Вопросы для подготовки:

1. Что такое пищевая интоксикация?
2. Бактерии, вызывающие бактериальные токсикозы.
3. Стафилококковое пищевое отравление.
4. Классификация и основные признаки микотоксикозов.
5. Фузариотоксикозы, эрготизм.
6. Пищевые токсикоинфекции. Характеристика бактерий, вызывающих пищевые токсикоинфекции.
7. Сальмонеллез, ботулизм, брюшной тиф, сибирская язва.
8. Меры профилактики возникновения пищевых отравлений.
9. Токсины микроскопических грибов, вызывающих микотоксикозы.
10. Способы детоксикации токсинов бактерий и микроскопических грибов.

11. Проведение технологического контроля качества и безопасности производимой продукции установленным нормам.

Задание:

1. Составить схему пищевых отравлений, вызванных микроорганизмами.

2. Ознакомиться с понятием и методикой оценки риска здоровью человека, вызванного употреблением пищевых продуктов (ПП), загрязненных ксенобиотиками.

Оценка риска здоровью человека является естественной поведенческой реакцией и сопровождает его с первых дней жизни и до смерти. Поведение человека, как сознательное, так и рефлекторное, основано на оценке ситуации во взаимосвязи с возможными отрицательными последствиями. На оценке риска здоровью базируется вся система информационной связи человека с окружающим его миром.

По существу оценка риска – это вид экспертных работ, направленных на определение числа людей, способных проявить негативные реакции на воздействие конкретного неблагоприятного фактора, действующего с определенной силой и в заданный промежуток времени.

Риск – это количественный показатель, что делает возможным использование его как для оценки здоровья населения, так и для производимых экономических расчетов, необходимых мероприятий для его сохранения.

Система оценки риска здоровью позволяет на основе данных наблюдения (мониторинга) за факторами и здоровьем населения получить количественную и качественную характеристики влияния фактора на здоровье задолго до того, как проявятся последствия этого влияния. Система оценки риска здоровью позволяет оценить суммарный риск здоровью от множества факторов, так как во всех случаях общим знаменателем является по существу само здоровье.

В медико-экологических исследованиях выделяют два типа риска – реальный и потенциальный.

Реальный риск – это количественное выражение ущерба общественному здоровью, связанного с загрязнением среды обитания (в том числе и продуктов

питания), в величинах дополнительных заболеваний, смерти. Обычно определяется при оценке существующих ситуаций или при ретроспективных исследованиях.

Потенциальный риск – риск возникновения неблагоприятного для человека эффекта, определяемый как вероятность возникновения этого эффекта при заданных условиях. Выражается в процентах или долях единицы. Принято выделять четыре типа потенциального риска:

- Риск немедленных эффектов, проявляющихся непосредственно в момент воздействия (различные физиологические реакции, обострение хронических заболеваний, при значительных концентрациях – острые отравления). В отношении ПП проявления такого рода риска очень редки, т.к. значительное загрязнение ПП (на уровне смертельных доз) практически исключаются вследствие особенностей действия контрольно-технологической системы, а рефлекторное воздействие примесей исключит потребление некачественного продукта;

- Риск длительного (хронического) воздействия. Проявляющийся при накоплении достаточной для этого дозы в росте неспецифической патологии, снижении иммунного статуса;

- Риск специфического действия, проявляющийся в возникновении специфических заболеваний или канцерогенных, иммунных, эмбриотоксических и других подобных эффектов;

- Риск инфекционных заболеваний, появляющихся в вероятности возникновения инфекционных заболеваний или пищевых токсикоинфекциях.

Расчет потенциального риска проводят основываясь на данных экспериментальных и натурных исследований, направленных на количественное определение связи между загрязнением окружающей среды конкретными примесями или их комбинациями и их влиянию на организм.

Степень опасности ПП по показателям пищевой ценности оценивают качественно. Наиболее актуальным при гигиенической оценке ПП, содержащих вредные примеси, является расчет следующих типов потенциального риска:

- Риск хронической интоксикации;
- Риск отдаленных последствий;

– Риск инфекционной опасности.

3. Рассчитать потенциальный риск инфекционной опасности пищевых продуктов.

Оценка потенциального риска инфекционной опасности пищевых продуктов осуществляется в соответствии с лабораторными исследованиями их микробиологической обсемененности. Принято считать, что вероятность развития инфекционных заболеваний также зависит от дозы микробиологического агента.

Для расчета потенциально опасного риска, вызванного различными видами микроорганизмов применяют следующие формулы:

1. для патогенной микрофлоры

$$Prob = -1,92 + 0,14 \cdot K, \quad (1.1)$$

2. для остальной микрофлоры (бактерии группы кишечной палочки (БГКП), мезофильные аэробы и факультативные анаэробные микроорганизмы (МАФАМ))

$$Prob = -2,13 + 0,09 \cdot K, \quad (1.2)$$

где  $K$  – кратность превышения санитарного норматива;

$Prob$  – коэффициент, связанный с риском  $Risk$ .

Переход от  $Prob$  к  $Risk$  можно осуществлять с помощью таблицы 1.1.

При одновременном присутствии в оцениваемом продукте нескольких контаминантов однонаправленного биологического действия риск комбинированного действия оценивается в соответствии с уравнением 1.3. Это формула справедлива и для подсчета комбинированного инфекционного риска.

$$Risk_{\text{сум}} = 1 - (1 - Risk_1) \cdot (1 - Risk_2) \cdot \dots \cdot (1 - Risk_n), \quad (1.3)$$

где  $Risk_{\text{сум}}$  – риск комбинированного действия;

$Risk_1, Risk_2, Risk_n$  – риск действия каждого из контаминантов.

Таблица 1.1 – Таблица нормального вероятностного распределения

<i>Prob</i>	<i>Risk</i>	<i>Prob</i>	<i>Risk</i>
-3,0	0,001	0,1	0,540
-2,5	0,006	0,2	0,579
-2,0	0,023	0,3	0,618
-1,9	0,029	0,4	0,655
-1,8	0,036	0,5	0,692
-1,7	0,045	0,6	0,726
-1,6	0,055	0,7	0,758
-1,5	0,067	0,8	0,788
-1,4	0,081	0,9	0,816
-1,3	0,097	1,0	0,841
-1,2	0,115	1,1	0,864
-1,1	0,136	1,2	0,885
-1,0	0,157	1,3	0,903
-0,9	0,184	1,4	0,919
-0,8	0,212	1,5	0,933
-0,7	0,242	1,6	0,945
-0,6	0,274	1,7	0,955
-0,5	0,309	1,8	0,964
-0,4	0,345	1,9	0,971
-0,3	0,382	2,0	0,977
-0,2	0,421	2,5	0,994
-0,1	0,460	3,0	0,999
0,0	0,50		

Задача № 1. Необходимо оценить риск для здоровья человека, связанный с употреблением молока, лабораторное исследование которого показало, что в нем отсутствует патогенная микрофлора, однако норматив по МАФAM превышен в 2 раза, а БГКП в 3 раза.

Решение и трактовка.

Сначала находим значение  $Prob_1$  и  $Prob_2$  по уравнению 1.2.

По показателю МАФAM

$$Prob_1 = -2,13 + 0,09 \cdot 2 = -1,95 .$$

По показателю БГКП

$$Prob_2 = -2,13 + 0,09 \cdot 3 = -1,86 .$$

По таблице 1.1 находим значение  $Risk_1$  и  $Risk_2$  для данных  $Prob_1$  и  $Prob_2$ . Риск по МАФAM составляет 0,026, по БГКП – 0,032.

Суммарный риск от воздействия МАФAM и БГКП оцениваем по формуле 1.3

$$Risk_{\text{сум.}} = 1 - (1 - 0,026) \cdot (1 - 0,032) = 0,057,$$
$$0,057 \cdot 100 \% = 5,7 \%,$$

т.е. у 5,7 % людей возможны кишечные дисфункции микробиологического характера при отсутствии инфекционных заболеваний.

Задача № 2. Определить риск для здоровья человека, связанный с употреблением кефира, лабораторное исследование которого показало, что в нем в 3 раз превышено содержание бактерии *Staphylococcus aureus* и 4 раза превышен норматив по БГКП.

Задача № 3. Каково будет значение потенциального инфекционного риска при употреблении в пищу холодного блюда «Рыба заливная» с овощным гарниром, если известно, что оно было выработано 1,5 суток назад. В рыбе превышено в 10 раз содержание бактерии *Clostridium perfringens*, а в овощах в 4 раза превышено содержание патогенных штаммов *Escherichia coli*.

Задача № 4. Оцените инфекционный риск для человека, употребившего рыбные консервы, в которых содержание *Clostridium botulinum* превышено 3,5 раза. Какие меры необходимо принять для детоксикации данного отравления.

Задача № 5. Возможно ли возникновение инфекционного заболевания, при употреблении в пищу непрожаренного мяса, взятого из свежей свиной туши, в которой содержание бактерий рода *Salmonella* превышало нормативы в 4,2 раза, если да, то каково будет значение потенциального инфекционного риска. Какие возможны пути детоксикации?

Задача № 6. Возможно ли возникновение стафилококкового пищевого отравления при употреблении в пищу консервированных овощей, в которых концентрация поваренной соли составляет более 12 %. Почему?

Задача № 7. Необходимо оценить риск для здоровья человека, связанный с употреблением свежих фруктов, если лабораторное исследование показало, что в яблоках в 3,7, в грушах в 1,5, а в винограде в 4 раза превышено содержание дизентерийной палочки. Каким образом можно предотвратить возникновение дизентерии.



Задача № 8. Во сколько раз возрастает потенциальный инфекционный риск при употреблении в пищу котлет, приготовленных 10 часов назад и хранящихся при температуре 25 °С, если содержание стафилококка в свежем блюде было в пределах нормы.

Расчет потенциального риска хронической интоксикации, обусловленной микотоксинами. Для расчета потенциального риска хронической интоксикации используют следующую формулу

$$Risk = 1 - \exp(\ln(0,84) \cdot \left(\frac{C \cdot t_c}{ПДК \cdot K_3}\right)^b \cdot t_T), \quad (1.4)$$

где  $Risk$  – потенциально опасный риск для здоровья человека (в долях единицы);

$C$  – концентрация контаминанта в исследуемом продукте;

ПДК – гигиенический норматив, показывающий предельное содержание ксенобиотика в продукте;

$K_3$  – коэффициент запаса, составляющий в среднем 100;

$b$  – коэффициент, учитывающий класс опасности и кумулятивные свойства контаминанта (в среднем – 1);

$t_c$  – отношение среднего реального количества потребляемого за сутки продукта к расчетному его количеству, которое было использовано при определении ПДК с учетом чувствительности оцениваемой группы риска (в среднем – 1);

$t_T$  – отношение периода потребления продукта человека в годах к расчетному времени действия норматива, который, как правило, является расчетным периодом жизни человека – 60-70 лет (в среднем – 1).

Для практических расчетов по определению потенциального риска хронической интоксикации необходимые коэффициенты следует выбирать из таблицы 1.2.

Таблица 1.2 – Рекомендуемые коэффициенты уравнения (1.4) для использования в расчете потенциального риска здоровью, связанного с загрязнением микотоксинами

Микотоксины	Коэффициент запаса ( $K_3$ )	Коэффициент $b$
Афлатоксин В <sub>1</sub>	250	1,3
Афлатоксин М <sub>1</sub>	100	1,0
Зеараленон	100	1,0
Патулин	150	1,3

Необходимо помнить, что аналогичные подходы в определении потенциального риска являются приблизительными, предназначенные для облегчения выполнения программ контроля за содержанием различных групп ксенобиотиков в ПП и кормах, и что даже строгое соблюдение допустимых уровней не обеспечивает абсолютную защиту человека от развития заболеваний, связанных с воздействием этих загрязнителей.

Задача № 9. Оцените риск хронической интоксикации при длительном употреблении яблочного сока, в котором содержится микотоксин патулин в количестве 0,1 мг/л и 0,06 г/л афлатоксина В<sub>1</sub>.

Решение и трактовка.

Гигиенические нормативы предельного содержания патулина и афлатоксина В<sub>1</sub> в яблочном соке составляют 0,05 мг/кг и 0,005 мг/кг, соответственно (таблица 1.3)

Таблица 1.3 – Допустимые уровни содержания микотоксинов в ПП

Группа пищевых продуктов	Предельно допустимое содержание микотоксинов, мг/кг			
	Афлатоксин В <sub>1</sub>	Афлатоксин М <sub>1</sub>	Патулин	Зеараленон
Мясо и мясопродукты; птица, яйца и продукты их переработки	0,005	-	-	-
Молоко и молочные продукты	Не допускается	0,0005	-	-
Зерно, мукомольно-крупяные и хлебобулочные изделия	0,005	0,005	-	1,0
Сахар и кондитерские изделия	0,005	-	-	1,0
Флодоовощная продукция	0,005	0,005	0,05	-
Масличное сырье и жировые продукты	0,005	0,0005	0,03-0,05	1,0
Напитки	Микотоксины регламентируются в сырье			

Для расчета используем формулу 1.4.

Расчет для патулина

$$C = 0,1 \text{ мг/кг}; t_c = 1; \text{ПДК} = 0,05 \text{ мг/кг}; K_3 = 150; b = 1,3; t_T = 1$$

$$Risk_1 = 1 - \exp(\ln(0,84) \cdot ((0,1 \cdot 1) / (0,05 \cdot 150))^{1,3} \cdot 1),$$

$$Risk_1 = 0,0006.$$

Расчет для афлатоксина В<sub>1</sub>

$$C = 0,06 \text{ мг/кг}; t_c = 1; \text{ПДК} = 0,005 \text{ мг/кг}; K_3 = 250; b = 1,3; t_T = 1$$

$$Risk_2 = 1 - \exp(\ln(0,84) \cdot ((0,06 \cdot 1) / (0,005 \cdot 250))^{1,3} \cdot 1),$$

$$Risk_2 = 0,0034.$$

Расчет для комбинированного действия

$$Risk_{\text{сум.}} = 1 - (1 - Risk_1) \cdot (1 - Risk_2),$$

$$Risk_{\text{сум.}} = 1 - (1 - 0,0006) \cdot (1 - 0,0034) = 0,004.$$

Таким образом, при длительном употреблении исследуемого яблочного сока у 4 человек из 1000 могут развиваться симптомы хронической интоксикации, связанные с наличием в этом продукте патулина и афлатоксина В<sub>1</sub>.

Задача № 10. Оцените масштабы хронической интоксикации, связанной с частым употреблением в пищу семян подсолнечника, в которых содержится 1,4 мг/кг зеараленона и 0,01 мг/кг афлатоксина М<sub>1</sub>.

### **3 Лабораторная работа № 3. Загрязнение химическими элементами**

Химические элементы широко распространены в природе, они могут попадать в пищевые продукты, например, из почвы, атмосферного воздуха, подземных и поверхностных вод, сельскохозяйственного сырья, а через пищу – в организм человека.

Загрязнение водоемов, атмосферы, почвы, сельскохозяйственных растений и пищевых продуктов токсичными металлами происходит за счет:

- выбросов промышленных предприятий;
- выбросов городского транспорта;
- применения в консервном производстве некачественных материалов;
- контакта с оборудованием (допускается ограниченное число сталей).

Большинство химических элементов жизненно необходимы человеку, при этом для одних установлена определенная роль в организме, для других эту роль еще стоит определить.

Следует отметить, что микро- и макроэлементы проявляют биохимическое и физиологическое действие только в определенных дозах. В больших количествах они обладают токсическим влиянием на организм. Так, например, известны высокие токсические свойства мышьяка, однако в небольших количествах он стимулирует процессы кроветворения. Для некоторых химических элементов установлена предельно допустимая концентрация (ПДК).

Согласно решению объединенной комиссии ФАО/ВОЗ по Пищевому кодексу, в число компонентов, содержание которых контролируется при международной торговле продуктами питания, включено восемь химических элементов – это ртуть, кадмий, свинец, мышьяк, медь, цинк, железо, стронций. Список этих элементов в настоящее время дополняется.

Механизм токсического действия химических элементов определяется по двум основным направлениям:

- 1) блокада функциональных SH-групп белков, что приводит к ингибированию многих жизненно важных ферментов;
- 2) проникновение химических элементов в кроветворную, нервную, пищеварительную, выделительную и половую системы.

Почти все токсические элементы обладают кумулятивными свойствами, т.е. способны накапливаться в организме человека в различных органах и тканях. Последствия таких свойств опасны не только в период острого отравления, но и в последующие годы, а также для следующих поколений, так как периоды

полувыведения некоторых элементов могут быть до 20 лет, во время которых они проявляют свои канцерогенные, мутагенные, эмбриотоксические действия.

Вопросы для подготовки:

1. Загрязнения продовольственного сырья и продуктов питания химическими элементами.
2. Токсиколого-гигиеническая характеристика свинца.
3. Токсиколого-гигиеническая характеристика кадмия.
4. Токсиколого-гигиеническая характеристика мышьяка.
5. Токсиколого-гигиеническая характеристика ртути.
6. Токсиколого-гигиеническая характеристика меди, олова, цинка, железа.
7. Методы проведения технологического контроля качества и безопасности пищевой продукции и услуг в соответствии с установленными нормами.
8. Технологические способы обработки пищевого сырья, снижающие или выводящие тяжелые элементы.
9. Продукты питания, способствующие выведению токсичных элементов из организма человека.
10. Расчет допустимой суточной дозы токсичных металлов для человека.

Задание:

1. Заполнить таблицу по токсичности химических элементов. Сделать вывод.
2. Рассчитать потенциальный риск хронической интоксикации, обусловленный токсичными элементами.

Задача № 11. Оцените потенциальный риск хронической интоксикации, связанный с употреблением молока, в котором обнаружен свинец 0,12 мг/кг и медь 1,5 мг/кг.

Решение и трактовка.

Гигиенические нормативы предельного содержания свинца и меди в молоке составляют, соответственно, 0,1 и 1,0 мг/кг (таблица 3.1). Рекомендуемые коэффициенты представлены в таблице 3.2.

Для расчета используем формулу 1.4.

Расчет для свинца

$C = 0,12$  мг/кг;  $t_c = 1$ ; ПДК = 0,1 мг/кг;  $K_3 = 100$ ;  $b = 1$ ;  $t_r = 1$

$$Risk_1 = 1 - \exp(\ln(0,84) \cdot ((0,12 \cdot 1) / (0,1 \cdot 100))^1 \cdot 1),$$

$$Risk_1 = 0,0021.$$

Расчет для меди

$C = 1,5$  мг/кг;  $t_c = 1$ ; ПДК = 1,0 мг/кг;  $K_3 = 100$ ;  $b = 0,9$ ;  $t_r = 1$

$$Risk_2 = 1 - \exp(\ln(0,84) \cdot ((1,5 \cdot 1) / (1,0 \cdot 100))^{0,9} \cdot 1),$$

$$Risk_2 = 0,004.$$

Расчет для комбинированного действия:

$$Risk_{сум.} = 1 - (1 - Risk_1) \cdot (1 - Risk_2),$$

$$Risk_{сум.} = 1 - (1 - 0,0021) \cdot (1 - 0,004) = 0,0061.$$

Таким образом, при регулярном употреблении исследуемого молока у 61 человека из 10000 могут развиваться симптомы хронической интоксикации, связанные с наличием в этом продукте свинца и меди.

Таблица 3.1 – Допустимые уровни содержания токсичных элементов в различных группах продовольственного сырья и пищевых продуктов (по СанПин 2.3.2.1078-01)

Группа пищевых продуктов	Предельно допустимое содержание токсичных элементов (мг/кг, не более)					
	свинец	мышьяк	кадмий	ртуть	медь	цинк
1	2	3	4	5	6	7
Мясо и мясопродукты; птица, яйца и продукты их переработки	0,5-1,0	0,1-1,0	0,05-1,0	0,03-0,2	5,0	70,0
Молоко и молочные продукты	0,1	0,05	0,03	0,005	1,0	5,0
Рыба пресноводная	1,0	1,0	0,2	0,3	10,0	40,0
Рыба морская, морепродукты	1,0	5,0	0,2	0,4	10,0	40,0
Зерно, мукомольно-крупяные и хлебобулочные изделия	0,035-0,5	0,15-0,3	0,04-0,1	0,015-0,02	10,0	50,0

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4	5	6	7
Сахар и кондитерские изделия	0,5-1,0	0,3-0,5	0,05-0,1	0,01-0,05	1,0-15,0	3,0-100,0
Флодоовощная продукция	0,3-1,0	0,1-0,5	0,03-0,1	0,005-0,05	5,0	10,0
Грибы пластинчатые	0,5	0,4	0,1	0,05	10,0	20,0
Консервы овощные, фруктовые в сборной жестяной таре	1,0	0,2	0,05	0,02	5,0	10,0
Масличное сырье и жировые продукты	0,1	0,1	0,03-0,05	0,03-0,05	0,4-1,0	5,0-10,-
Напитки	0,03-0,3	0,05-0,2	0,001-0,03	0,0005-0,005	1,0-5,0	5,0-10,0

Таблица 3.2 – Рекомендуемые коэффициенты уравнения (1.4) для использования в расчете потенциального риска здоровью, связанного с загрязнением токсичными элементами

Металлы	Коэффициент запаса ( $K_3$ )	Коэффициент $b$
Свинец	100	1,0
Кадмий	150	1,3
Мышьяк	100	1,0
Ртуть	200	1,6
Медь	100	0,9
Цинк	100	0,9

Задача № 12. Оцените риск, связанный с длительным употреблением морской рыбы, в которой обнаружено 0,45 мг/кг ртути.

Задача № 13. Каково будет значение потенциального риска хронической интоксикации, если человек в течении длительного времени употребляет овощные консервы в сборной жестяной таре, лабораторное исследование которых показало, что в них обнаружен мышьяк 0,4 мг/кг и кадмий – 0,076 мг/кг.

Задача № 14. Во сколько раз возрастает риск хронической интоксикации при употреблении перезрелых пластинчатых грибов, если известно, что содержание ртути в молодых – 0,225 мг/кг, кадмия 0,050 мг/кг, а в перезрелых – 1,5 мг/кг и 0,38 мг/кг соответственно.

3. Исследовать комплексобразующую способность пектинов по отношению к меди.

В зависимости от степени этерификации все пектины условно разделяют на две подгруппы: высокоэтерифицированные – степень этерификации более 50 % и

низкоэтерифицированные – степень этерификации менее 50 %. В настоящее время выпускают несколько видов пектинов, выделяемых из различного сырья и отличающихся по составу и функциональным свойствам: яблочный, цитрусовый, свекловичный, пектин из корзинок подсолнечника, а также комбинированные пектины из смешанного сырья. Строение молекул пектинов, выделяемых из растительных объектов, имеет свои отличительные особенности: по молекулярной массе, степени этерификации, наличию ацелированных гидроксильных групп.

Медь относится к числу тяжелых металлов, которые могут загрязнять пищевые продукты. Связывание меди в реакции комплексообразования с пектином лежит в основе профилактики возможных последствий ее попадания в организм человека. В основе определения комплексообразующей способности исследуемого вещества по отношению к меди лежит фотоколориметрическое определение последней в форме аммиаката меди, который имеет интенсивное синее окрашивание с максимумом поглощения при 620 нм и образуется при добавлении раствора аммиака к раствору, содержащему сульфат меди по реакции



Выбор светофильтра. В пробирке смешивают 2 см<sup>3</sup> 1 %-го раствора сульфата меди, 1 см<sup>3</sup> 5 %-го водного раствора аммиака и 2 см<sup>3</sup> воды. Содержимое пробирки встряхивают и на ФЭКе измеряют интенсивность образовавшейся окраски при разных светофильтрах (длинах волн) с целью уточнения максимума поглощения. Данные заносят в табл. 3.3, на их основании строят график изменения оптической плотности от длины волны и выбирают для работы светофильтр, при котором оптическая плотность раствора максимальна.

Таблица 3.3 – Зависимость оптической плотности от длины волны

Длина волны, нм	Цвет светофильтра	Оптическая плотность
380		
415		
500		
530		
600		
630		
720		



Построение калибровочной кривой. Из 1 %-го исходного раствора сульфата меди ( $\text{CuSO}_4$ ) готовят растворы с меньшей концентрацией по следующей схеме, представленной в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Схема приготовления калибровочных растворов

Раствор	Концентрация $\text{CuSO}_4$ , мг/см <sup>3</sup>
1. Исходный раствор	10
2. 9 см <sup>3</sup> (1) + 1 см <sup>3</sup> воды	9
3. 8 см <sup>3</sup> (1) + 2 см <sup>3</sup> воды	8
4. 7 см <sup>3</sup> (1) + 3 см <sup>3</sup> воды	7
5. 6 см <sup>3</sup> (1) + 4 см <sup>3</sup> воды	6
6. 5 см <sup>3</sup> (1) + 5 см <sup>3</sup> воды	5
7. 4 см <sup>3</sup> (1) + 6 см <sup>3</sup> воды	4
8. 3 см <sup>3</sup> (1) + 7 см <sup>3</sup> воды	3
9. 2 см <sup>3</sup> (1) + 8 см <sup>3</sup> воды	2
10. 1 см <sup>3</sup> (1) + 9 см <sup>3</sup> воды	1

Содержимое пробирок перемешивают и проводят реакцию образования аммиаката меди. Для этого отбирают 2 см<sup>3</sup> испытуемого раствора, добавляют 1 см<sup>3</sup> раствора аммиака и 2 см<sup>3</sup> воды. Пробирки встряхивают и измеряют на ФЭК интенсивность образовавшейся окраски при выбранном светофильтре. Полученные данные заносят в таблицу 3.5 и строят калибровочную кривую зависимости оптической плотности от концентрации раствора сульфата меди. Работа по построению калибровочной кривой дублируется 2-3 раза. При этом используются те же растворы сульфата меди.

Таблица 3.5 – Данные для построения калибровочной кривой

№ пробирки	Концентрация $\text{CuSO}_4$ , мг/см <sup>3</sup>	Оптическая плотность	Примечание

Определение способности пектина связывать ионы меди. В ряд пробирок вносят испытуемые растворы в количествах, указанных в таблице 3.6

Содержимое пробирок перемешивают. Образующиеся в них осадки отделяют фильтрованием и измеряют на ФЭК при выбранном светофильтре оптическую плотность каждого образца фильтрата. Результаты измерений заносят в таблицу 3.6. Расчет содержания меди ведут по калибровочной кривой.

Таблица 3.6 – Оптическая плотность испытуемых растворов

№ п/п	4 %-й раствор CuSO <sub>4</sub> , см <sup>3</sup>	0,5 %-й раствор пектина, см <sup>3</sup>	Вода, см <sup>3</sup>	Оптическая плотность	Количество связанной меди, мг
1	1	0,0	4,0		
2	1	0,5	3,5		
3	1	1,0	3,0		
4	1	2,0	2,0		
5	1	3,0	1,0		

Определение способности белка связывать ионы меди. В ряд пробирок вносят испытуемые растворы в количествах, указанных в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Оптическая плотность испытуемых растворов

№ п/п	4 %-й раствор CuSO <sub>4</sub> , см <sup>3</sup>	0,5 %-й раствор белка, см <sup>3</sup>	Вода, см <sup>3</sup>	Оптическая плотность	Количество связанной меди, мг
1	1	0,0	4,0		
2	1	0,5	3,5		
3	1	1,0	3,0		
4	1	2,0	2,0		
5	1	3,0	1,0		

Содержимое пробирок перемешивают и фильтруют. Измеряют оптическую плотность фильтратов, полученные результаты заносят в таблицу 3.7. По калибровочной кривой рассчитывают количество меди, связанное белком.

Определение способности смеси белка и пектина связывать ионы меди. В ряд пробирок вносят испытуемые растворы в количествах, указанных в таблице 3.8. Содержимое пробирок фильтруют и для каждого фильтрата по интенсивности окраски аммиаката меди измеряют оптическую плотность.

Таблица 3.8 – Оптическая плотность испытуемых растворов

№ п/п	4 %-й раствор CuSO <sub>4</sub> , см <sup>3</sup>	0,5 %-й раствор пектина, см <sup>3</sup>	0,5 %-й раствор белка, см <sup>3</sup>	Вода, см <sup>3</sup>	Оптическая плотность	Количество связанной меди, мг
1	1,0	1,0	0,0	3,0		
2	1,0	1,0	0,5	2,5		
3	1,0	1,0	1,0	2,0		
4	1,0	1,0	1,5	1,5		
5	1,0	1,0	2,0	1,0		
6	1,0	0,0	1,0	3,0		
7	1,0	0,5	1,0	2,5		
8	1,0	1,0	1,0	2,0		
9	1,0	2,0	1,0	1,0		
10	1,0	3,0	1,0	0,0		
11	1,0	0,0	0,0	4,0		

Результаты измерений вносят в таблицу 3.8. По калибровочной кривой рассчитывают количество меди, связанное смесью белка и пектина.

Определение способности крахмала связывать ионы меди. В ряд пробирок вносят испытуемые растворы в количествах, указанных в таблице 3.9.

Таблица 3.9 – Оптическая плотность испытуемых растворов

№ п/п	4 %-й раствор CuSO <sub>4</sub> , см <sup>3</sup>	1 %-й раствор крахмала, см <sup>3</sup>	Вода, см <sup>3</sup>	Оптическая плотность	Количество связанной меди, мг
1	1	0	4		
2	1	1	3		
3	1	2	2		
4	1	3	1		
5	1	4	0		

Содержимое пробирок встряхивают, при необходимости фильтруют и в фильтратах определяют содержание ионов меди по принятой методике.

#### **4 Лабораторная работа № 4. Загрязнение веществами и соединениями, применяемыми в животноводстве**

С целью повышения продуктивности сельскохозяйственных животных, профилактики заболеваний, сохранения доброкачественности кормов в животноводстве широко применяются различные кормовые добавки, лекарственные и химические препараты: аминокислоты, минеральные вещества, ферменты, антибиотики, транквилизаторы, антибактериальные вещества, антиоксиданты, ароматизаторы, красители и т. д. Многие из них являются чужеродными для организма веществами, поэтому их остаточное содержание в мясе, молоке и жирах может отрицательно влиять на здоровье человека.

Вопросы для подготовки:

1. Классификация веществ, применяемых в животноводстве.
2. Влияние применения антибиотиков в животноводстве на мясное сырье.

3. Какое применение имеют сульфаниламиды в животноводстве и ветеринарии?

4. Нитрофураны и опасность их применения в животноводстве и ветеринарии.

5. Гормональные препараты и опасность их применения в животноводстве.

6. Влияние азотсодержащих кормовых добавок на безопасность мясного сырья.

Задание:

1. Изучить допустимые уровни содержания веществ, применяемых в животноводстве для пищевых продуктов по СанПиН 2.3.2.1078-01.

2. Заполнить таблицу по токсичности веществ и соединений, применяемыми в животноводстве. Сделать вывод.

3. Выявить меры профилактики, способствующие снижению попадания веществ, применяемых в животноводстве, в пищевые продукты.

## **5 Лабораторная работа № 5. Загрязнение веществами и соединениями, применяемыми в растениеводстве**

В современном сельскохозяйственном производстве используется широкий ассортимент химических средств, предназначенных для повышения урожайности, защиты и регуляции роста растений. К числу наиболее опасных химических средств, с точки зрения загрязнения продуктов питания и влияния на здоровье населения, относят пестициды.

Пестициды – вещества химического и биологического происхождения, применяемые для уничтожения сорняков (гербициды), насекомых, грызунов, возбудителей болезней растений, в качестве дефолиантов (для уничтожения листьев), десикантов (для обезвоживания растений) и регуляторов роста растений. В настоящее время предусмотрено использование около 600 препаратов на основе 300 действующих веществ, относящихся к различным группам химических соединений.

Пестициды подразделяются на хлор-, ртуть-, и фосфорорганические соединения, синтетические пиретроиды, медьсодержащие фунгициды и т.д.

Вопросы для подготовки:

1. Классификация веществ, применяемых в растениеводстве.
2. Основные свойства пестицидов и их классификация по различным характеристикам.
3. Опасность использования регуляторов роста растений.
4. Влияние минеральных удобрений на безопасность растительного сырья.
5. Методики и особенности проведения исследований по определению содержания пестицидов и удобрений в пищевой продукции.
6. Технологические способы снижения содержания веществ, применяемых в животноводстве и растениеводстве в продовольственном сырье.

Задания:

1. Заполнить таблицу по токсичности веществ и соединений, применяемыми в растениеводстве. Сделать вывод.
2. Рассчитать потенциальный риск хронической интоксикации и канцерогенный риск, обусловленный веществами, применяемыми в растениеводстве.

Расчет потенциального риска отдаленных последствий (канцерогенный риск). Пестициды являются сильнейшими канцерогенами, на сегодняшний день их стандартизация является актуальным требованием. Однако в научных исследованиях пока еще нет полного согласия в отношении того, как определить потенциальный риск отдаленных последствий (канцерогенный риск) в реальных условиях химического воздействия и потенциально опасный для человека канцероген. Это объясняется тем, что механизмы канцерогенеза слабо изучены, и различные канцерогены действуют различным способом, вызывая рак. Некоторые канцерогены при определенных условиях могут проявлять или не проявлять канцерогенные свойства, и в зависимости от обстоятельств, ускорять или тормозить канцерогенез. В настоящее время достаточная информация существует только для некоторых канцерогенов.

EPA US (стандарт США) предлагает осуществлять расчет потенциального канцерогенного риска в соответствии с формулой

$$Risk = 1 - \exp(-UR \cdot C), \quad (5.1)$$

где,  $Risk$  – потенциальный канцерогенный риск в долях единицы;

$UR$  – модуль риска, или фактор пропорции роста в зависимости от средней ежедневной дозы контаминанта, определяемый по таблицам EPA (таблица 5.1);

$C$  – средняя ежедневная доза контаминанта мг/кг.

Таблица 5.1 – Значение модулей риска для некоторых веществ по данным EPA

Название вещества	UR (мг/кг)
Хлороформ	0,0061
Бромоформ	0,0079
Хлородибромметан (пестицид)	0,084
Бромодихлорметан (пестицид)	0,062
1,2-дихлорэтан (пестицид)	0,091
1,1-дихлорэтан (пестицид)	0,60
Бензол (пестицид)	0,29
3,4-бензапирен (ПАУ)	7,3
Гексахлоробензол (диоксин)	1,6

Задача № 15. Необходимо оценить канцерогенный риск для здоровья человека, связанный с употреблением рисовой каши, в расчете на постоянное ежесуточное ее потребление в количестве 0,25 кг, к которой обнаружены следы 1,2-дихлорэтана в количестве 0,32 мг/кг.

Решение и трактовка. В исследуемом продукте содержится 1,2-дихлорэтан, являющийся канцерогеном. По таблице 5.1 определяем значение UR, который равен 0,091 мг/кг. Далее рассчитываем ежедневную среднесуточную дозу 1,2-дихлорэтана. Так как он был обнаружен в концентрации 0,32 мг/кг, то в расчете на количество потребляемой в сутки рисовой каши среднесуточная доза составляет

$$ССД = C_0 \cdot m, \quad (5.2)$$

где  $ССД$  – среднесуточная доза;

$C_0$  – концентрация канцерогена в ПП;

$m$  – масса употребляемого ПП.

$$ССД = 0,32 \text{ мг / кг} \cdot 0,25 \text{ кг} = 0,08 \text{ мг}$$

При среднем расчетном весе человека 60 кг, потребляется суточная доза (ПСД) или средняя ежедневная доза контаминанта ( $C$ ) составляет

$$ПСД (C) = ССД / m_{\text{человека}}$$

$$ПСД(C) = 0,08 \text{ мг} / 60 \text{ кг} = 0,0013 \text{ мг / кг}$$

$$Risk = 1 - \exp(-0,091 \cdot 0,0013)$$

$$Risk = 0,00012$$

Таким образом, риск развития онкологических заболеваний при регулярном употреблении исследуемой рисовой каши составляет 0,00012 или 12 случаев на сто тысяч.

Задача № 16. Каково будет значение канцерогенного риска для группы людей (средний расчетный вес – 65 кг) при ежедневном употреблении молока массой 0,4 кг, если в нем обнаружены следы хлородибромметана в количестве 0,05 мг/кг.

Задача № 17. Оцените потенциальный риск хронической интоксикации при употреблении свежих овощей, в которых обнаружен ДДТ в количестве 0,8 мг/кг и карбофос в количестве 1,2 мг/кг. ПДК для ДДТ в овощах и фруктах составляет 0,5 мг/кг, ПДК для карбофоса в овощах и фруктах – 1,0 мг/кг.

Коэффициенты, необходимые для расчетов представлены в таблице 5.2.

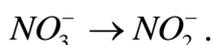
Таблица 5.2 – Рекомендуемые коэффициенты уравнения (5.1) для использования в расчете потенциального риска отдаленных последствий, вызванного пестицидами

Пестициды	Коэффициент запаса ( $K_3$ )	Коэффициент $b$
Хлорорганические	100	1,1
Фосфорорганические	100	1,1
Производные карбаминовой кислоты (карбофос)	150	1,3
Мышьяксодержащие	150	1,3
Ртутьсодержащие	300	1,7
ДДТ	120	1,1

## **6 Лабораторная работа № 6. Загрязнение нитратами, нитритами и нитрозосоединениями, диоксинами, полициклическими ароматическими углеводородами**

Нитраты широко распространены в почве и воде. Растения ассимилируют нитраты с помощью корневой системы. Нитритов в растениях содержится небольшое количество, в среднем 0,2 мг/кг, так как они представляют собой промежуточную форму восстановления окисленных форм азота в аммиак.

Опасность нитратов заключается в том, что при повышенном потреблении нитраты в пищеварительном тракте частично восстанавливаются до нитритов:



Механизм токсического действия нитритов на организм заключается в их взаимодействии с гемоглобином крови. В результате окисления двухвалентного железа до Fe (III) образуется метгемоглобин, который в отличие от гемоглобина не способен связывать и переносить гемоглобин. Развивается клиническая картина гипоксии. 1 мг нитрата натрия может перевести в метгемоглобин около 2000 мг гемоглобина.

Согласно данным ФАО/ВОЗ. ДСД нитратов составляет 5 мг/кг массы тела в расчете на нитрат-ион. Мишенью больших доз нитратов является нуклеиновый обмен, что объясняет эмбриотоксическое действие этих соединений.

Основным источником поступления нитратов в организм человека являются продукты растительного происхождения, в частности овощи (от 82 % до 92 %). Основные поставщики нитритов – мясные продукты (от 53 % до 60 %), в которые добавляют нитрит натрия в качестве пищевой добавки, как консервант или для сохранения привычной окраски мясопродуктов.

Нитрозосоединения (НС) обладают канцерогенными, мутагенными, тератогенными и эмбриотоксическими свойствами. Общей для нитрозосоединений является нитрозогруппа ( $N_2O$ ), к которой могут присоединяться различные радикалы: алкильный, арильный, ароматические амидогруппы, эфирные и т.д.



Нитрозосоединения могут образовываться в коптильном дыме, в результате жарения, соления, длительного хранения, варки, при этом чем интенсивнее термическая обработка и длительное хранение пищевых продуктов, тем больше вероятность образования в них НС.

Диоксины – высокотоксичные соединения, обладающие мутагенными, канцерогенными и тератогенными свойствами. Они представляют реальную угрозу загрязнения пищевых продуктов, включая воду. Диоксины являются побочными продуктами производства пластмасс, пестицидов, бумаги, дефолиантов. Наиболее опасный источник – заводы, производящие хлорную продукцию. Эти вещества образуются при уничтожении отходов в мусоросжигательных печах, на тепловых электростанциях, обнаружены они также в выхлопных газах автомобилей. Таким образом, проблема диоксинов приобрела глобальный характер.

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) – насчитывают более 200 представителей, которые являются сильными канцерогенами. К наиболее активным

Канцерогенная активность ПАУ от 70 % до 80 % обусловлена БП. Поэтому по его присутствию в пищевых продуктах и других объектах можно судить об уровне их загрязнения ПАУ и онкогенной опасности для человека. Канцерогенные ПАУ образуются в природе путем абиогенных процессов, ежегодно в биосферу поступают тысячи тонн БП природного происхождения. Кроме того ПАУ образуются в результате сгорания нефтепродуктов, угля, дерева, мусора, табака, причем, чем ниже температура, тем больше образуется ПАУ.

Вопросы для подготовки:

1. Опасность попадания нитратов и нитритов в продовольственное сырье.
2. Нормирование нитратов, нитритов как пищевых добавок.
3. Допустимые концентрации в рационе и продуктах питания.
4. Влияние нитрозосоединений на безопасность продовольственного сырья.
5. Источники диоксинов.
6. Диоксины, как потенциально опасные загрязнители пищевых продуктов.
7. Полициклические ароматические углеводороды.

8. Способы детоксикации нитратов, нитритов, нитрозосоединений.
9. Способы детоксикации диоксинов и диоксиноподобных соединений.
10. Методы и особенности проведения исследований и их анализ по определению безопасности пищевой продукции.

Задание:

1. Заполнить таблицу по токсичности нитратов, нитритов, нитрозоаминов, диоксинов, ПАУ. Сделать вывод.

2. Рассчитать потенциальный канцерогенный риск, обусловленный диоксинами, ПАУ.

Задача № 18. Рассчитайте канцерогенный риск, связанный с ежедневным употреблением подсолнечного масла в количестве 0,05 кг, в котором обнаружен бензапирен в количестве 0,03 мг/кг. Коэффициент UR для бензапирена представлен в таблице 5.1.

3. Определить содержание нитратов (азотистых и азотно-кислых соединений) в молоке и молочных продуктах.

Нитраты и нитриты могут попадать в молоко через корм, а также в случае разбавления молока водой, загрязненной этими соединениями. Молоко с высоким содержанием нитратов или нитритов может быть причиной метгемоглобинемии и других заболеваний, особенно у детей.

Налить в коническую колбу или стаканчик объемом  $50\text{ см}^3$   $10\text{ см}^3$  молока и  $0,3\text{ см}^3$  20 %-го раствора  $\text{CaCO}_3$ , кипятят до свертывания молока, охлаждают, фильтруют в пробирку. В фарфоровую чашечку помещают 1-2 кристаллика дифениламина, приливают 1 мл концентрированной серной кислоты (при включенной тяге), осторожно наклоняют по краю чашечки несколько капель фильтрата. Положительной реакцией на присутствие азотистых и азотно-кислых соединений является появление синего окрашивания.

#### 4. Определить наличие нитратов в растительном сырье и готовых продуктах.

Качественная оценка содержания нитратов в растительном сырье с помощью индикаторной бумаги. Сущность метода состоит в визуальной оценке окрашенных соединений, образующихся при взаимодействии нитратов, с чувствительным по отношению к нему реагентом, нанесенном на бумагу.

Нижний предел обнаружения нитратов (в пересчете на нитрат-ион) в пробе – 50 мг/кг продукта. Метод не применяется для окрашенных плодов (красной свеклы, моркови). В данном случае используют реакцию с дифениламином (см. п. 3) или специальный прибор – нитратомер.

Подготовка проб к анализу заключается в измельчении образца и получении сока. Для получения сока пробы измельчают с помощью соковыжималки, гомогенизатора, терки или в ступке. Для извлечения сока из измельченной массы ее следует отжать через бинт или марлю. Зеленые культуры (листовые овощи и т.п.) предварительно измельчают ножницами или ножом до размеров частиц от 0,5 до 1,0 см.

Приготовление растворов сравнения. В качестве растворов сравнения используют растворы азотнокислого калия (натрия) с концентрацией, мг/см<sup>3</sup>: 1500, 750, 300, 150, 100, 50. Порядок приготовления приведен в табл. 6.1. Исходный раствор сравнения имеет концентрацию 3000 мг/см<sup>3</sup>.

Таблица 6.1 – Порядок приготовления растворов сравнения

Концентрация исходного раствора	Порядок приготовления растворов сравнения
1500	Основной раствор азотнокислого калия (натрия) разбавляют в 2 раза
750	Раствор азотнокислого калия (натрия) концентрацией 1500 мг/см <sup>3</sup> разбавляют в 2 раза
300	Основной раствор азотнокислого калия (натрия) разбавляют в 10 раз
150	Основной раствор азотнокислого калия (натрия) разбавляют в 20 раз
100	Раствор азотнокислого калия (натрия) концентрацией 300 мг/см <sup>3</sup> разбавляют в 3 раза
50	Раствор азотнокислого калия (натрия) концентрацией 150 мг/см <sup>3</sup> разбавляют в 3 раза

Проведение исследования. Капли сока анализируемого растительного сырья или продукта наносят на активную часть полосок индикаторной бумаги. На противоположную часть полосок бумаги последовательно наносят капли растворов сравнения, начиная с раствора наименьшей концентрации. Оценку концентрации нитратов в пробе проводят путем визуального сравнения интенсивности окраски индикаторной бумаги под действием растворов сравнения и анализируемых образцов. Окраска изменяется от бледно-розовой до интенсивно розовой. Приблизительная концентрация нитратов в анализируемом сырье соответствует концентрации раствора сравнения, который вызывает аналогичную интенсивность окраски индикаторной бумаги.

Качественная оценка содержания нитратов в растительном сырье с использованием дифениламина. Сущность метода состоит в визуальной оценке окрашенных соединений, образующихся при взаимодействии нитратов, с дифениламином. Нижний предел обнаружения нитратов в анализируемой пробе – 100 мг/кг продукта. Метод может использоваться при определении нитратов в любой продукции растениеводства.

Порядок подготовки проб к анализу, приготовления растворов сравнения аналогичны этим же этапам, подробно описанным в п. 2.1.

На предметные стекла, помещенные на лист белой бумаги, на расстоянии 15 мм от края последовательно наносят капли растворов сравнения, начиная с раствора наименьшей концентрации. На другой край этих предметных стекол наносят сок исследуемого продукта. Одновременно добавляют по 1 капле раствора дифениламина к растворам сравнения и соку растения. Окраска развивается в течение 20-30 секунд. В зависимости от концентрации нитратов интенсивность окраски меняется от бледно-голубой до интенсивно синей. Оценку концентрации нитратов в пробе проводят путем визуального сравнения интенсивности окраски растворов сравнения и анализируемых образцов.

Все результаты исследования записывают в виде таблицы 6.2. По результатам делают вывод о наличии нитратов в исследуемых продуктах и соответствии концентраций нитратов допустимым уровням.

Таблица 6.2 – Результаты исследований

Наименование продукта	Допустимый уровень	Фактическое значение
1.		
2.		
3.		

5. Изучить допустимые уровни нитратов и нитрозосоединений для пищевых продуктов по СанПиН 2.3.2.1078-01.

Содержание нитратов, нитритов, нитрозосоединений регламентируется СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиеническими требованиями безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов». В отдельных пищевых продуктах контролируются: содержание азотсодержащих соединений: нитратов – в плодоовощной продукции; N-нитрозаминов – в рыбе и рыбопродуктах, мясных продуктах и пивоваренном солоде; гистамина – в рыбе семейств лососевых и скумбриевых (в том числе группа тунцовых). В сырье и компонентах, используемых для приготовления продуктов детского питания, не допускается наличие нитрозаминов (менее 0,001 мг/кг продукта).

В случае превышения допустимого уровня (ДУ) нитратов, но не более чем в 2 раза, продукты могут быть использованы в условиях максимального рассредоточения, например, в общественном питании для приготовления закусок и блюд с многокомпонентной рецептурой, где эти овощи должны составлять не более 50 % сырьевого набора. Эти же продукты могут использоваться при приготовлении гарниров, запеканок и других кулинарных изделий из овощей после предварительного их отваривания.

Продукты с содержанием нитратов, превышающих допустимые уровни не более чем в 2 раза, могут быть реализованы также после промышленной переработки (соление, квашение, маринование).

## **7 Лабораторная работа № 7. Фальсификация пищевых продуктов и продовольственного сырья**

Фальсификация продукции – это изготовление и реализация поддельной продукции, не соответствующей своему названию на этикетке с корыстной целью. Фальсификация пищевых продуктов и продовольственного сырья приобрела массовый характер с 1994-1995 гг., что определило задачи для правоохранительных структур и организаций государственного контроля за качеством и безопасностью пищевых продуктов, в первую очередь для Госстандарта России и Госсанэпиднадзора.

Фальсифицированные пищевые продукты, материалы и изделия – пищевые продукты, материалы и изделия, умышленно измененные (поддельные) и (или) имеющие скрытые свойства и качества, информация о которых является заведомо неполной или недостоверной.

Выявление фальсифицированной продукции осуществляется посредством ее идентификации.

Идентификация пищевых продуктов, материалов и изделий – деятельность по установлению соответствия определенных пищевых продуктов, материалов и изделий требованиям нормативных, технических документов и информации о пищевых продуктах, материалах и об изделиях, содержащихся в прилагаемых к ним документах и на этикетках.

Проблема фальсификации и идентификации пищевых продуктов весьма актуальна в настоящее время. Наиболее часто фальсифицируется алкогольная продукция, безалкогольные напитки. Широко распространена фальсификация таких продуктов, как мед и молоко.

В настоящее время наиболее распространенными и известными методами идентификации и выявления фальсификации пищевых продуктов являются высокоэффективная жидкостная и газовая хроматография, колориметрия и спектрометрия.

Вопросы для подготовки:

1. Фальсификация пищевых продуктов и продовольственного сырья.
2. Виды фальсификаций пищевых продуктов.

Задание:

1. Ознакомиться со способами фальсификации пищевых продуктов и методами ее обнаружения.
2. Научиться выявлять фальсифицированную продукцию, давать заключение о ее качестве и возможности использования.

Определение фальсификации молока.

Оборудование, приборы, материалы, реактивы: плитка, иономер, рефрактометр, термометр; мерные цилиндры объемом 50 мл, стеклянные цилиндры или стаканы, стаканчики объемом 50, 100 мл, стеклянные пипетки на 1 мл, 5 мл, стеклянные пробирки, фарфоровые чашки с пестиками, шпатель, фильтровальная бумага; дистиллированная вода, 0,04 %-й раствор бромтимолового синего или 0,2 %-й спиртовой раствор розоловой кислоты, раствор Люголя, 10 %-й раствор уксусной кислоты, реактив для определения формальдегида в молоке (к 100 мл серной кислоты, уд. вес 1,82-1,84, добавляют 1 каплю азотной кислоты, уд. вес 1,3), реактив Несслера, раствор серной кислоты; образцы молока.

Определение соды (карбоната или гидрокарбоната натрия). Сода может быть добавлена в молоко для сокрытия высокой кислотности. Нейтрализуя молочную кислоту, сода не препятствует развитию гнилостной микрофлоры, способствует разрушению витамина С.

Наличие соды определяют по ГОСТ 24065-80 «Молоко. Метод определения соды». В основу метода положена реакция соды индикатором – бромтимоловым синим.

В пробирку наливают 5 см<sup>3</sup> исследуемого молока, осторожно по стенке добавляют 7-8 капель 0,04 %-го раствора бромтимолового синего. Параллельно проводят реакцию с молоком, не содержащим соды (контроль). Появление зеленой окраски указывает на присутствие соды, желтой – на ее отсутствие.

Для определения соды используют также 0,2 %-й спиртовой раствор розоловой кислоты, реакция с которой дает малиновую окраску (в контроле – желто-коричневая окраска). Метод дает возможность обнаружить наличие соды в количестве 0,1 % и выше.

Определение крахмала. Крахмал или муку добавляют в разбавленное молоко для придания ему необходимой консистенции. Метод обнаружения крахмала в молоке основан на его цветной реакции с йодом.

В пробирку наливают 5 см<sup>3</sup> молока, добавляют 2-3 капли раствора Люголя (раствора йода в йодистом калии). О наличии крахмала в пробе свидетельствует появление синей окраски.

Определение формальдегида. Сущность метода заключается в образовании окраски при взаимодействии формальдегида с концентрированной серной кислотой.

2-3 см<sup>3</sup> специального реактива помещают в пробирку и осторожно, по стенке, добавляют такое же количество молока, держа пробирку в наклонном положении. При наличии в молоке формальдегида на границе соприкосновения реактива и молока образуется фиолетовое или темно-синее кольцо. Если молоко чистое, кольцо будет желто-бурым.

Определение аммиака (ГОСТ 24066-80 «Молоко. Метод определения аммиака»). В основе метода лежит изменение цвета молочной сыворотки при добавлении реактива Несслера.

В коническую колбу на 50 см<sup>3</sup> (можно стаканчик) наливают 30 см<sup>3</sup> исследуемого молока, нагревают на водяной бане 2-3 минуты при температуре от 40 °С до 45 °С. Вносят в колбы 1 см<sup>3</sup> 10 %-й уксусной кислоты для осаждения казеина, оставляют на 10 минут. Отбирают в пробирку 2 см<sup>3</sup> отстоявшейся сыворотки, добавляют 1 см<sup>3</sup> реактива Несслера и тщательно взбалтывают. Появление лимонно-желтой окраски свидетельствует о нормальном содержании аммиака, оранжевой – о превышении его естественного содержания.

Определение перекиси водорода (ГОСТ 24067-80 «Молоко. Метод определения перекиси водорода»). Метод заключается в добавлении к молоку



йодистого калия, при взаимодействии которого с перекисью выделяется йод, дающий с крахмалом синюю окраску.

В пробирку отмеряют 1 см<sup>3</sup> молока, добавляют 2 капли раствора серной кислоты и 2 см<sup>3</sup> крахмального раствора йодида калия (см. приготовление), выдерживают 10 минут. Появление пятен синего цвета указывает на содержание в молоке перекиси водорода.

Для определения перекиси водорода используют также другую реакцию: в пробирку с 2 см<sup>3</sup> молока добавляют 5 капель 1 %-го раствора сернокислого раствора ванадиевой кислоты, появляется красная окраска, свидетельствующая о наличии перекиси водорода в исследуемом молоке.

3. На основании проведенных исследований выявить способы и виды фальсификаций продуктов.

## Список использованных источников

1. Австриевских А.Н. Продукты здорового питания: новые технологии, обеспечение качества, эффективность применения [Электронный ресурс]/ Австриевских А.Н., Вековцев А.А., Позняковский В.М. - Сибирское университетское издательство, 2005. Электронный адрес: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view&book\\_id=57616](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view&book_id=57616)

2. Берестова, А.В. Оценка качества сырья для производства продуктов функционального назначения [Электронный ресурс]: методические указания для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по направлению подготовки 260800.62 Технология продукции и организация общественного питания / А.В. Берестова; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. пищевой биотехнологии. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: Kb). - Оренбург : ОГУ, 2014. - Adobe Acrobat Reader 6.0. Электронный адрес: [http://artlib.osu.ru/web/books/metod\\_all/4393\\_20140325.pdf](http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/4393_20140325.pdf)

3. Карпова, Г.В. Общие принципы функционального питания и методов исследования свойств сырья продуктов питания [Текст]: учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по направлению подготовки 260800 Технология продукции и организации общественного питания/ Г.В. Карпова, М.А. Студяникова; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург: Университет, 2013. Ч. 1. - 2013. - 227 с. Ч. 2. - 2013. - 215 с.

4. Крусь, Г. Н. Методы исследования молока и молочных продуктов [Текст] : учебник для вузов / Г. Н. Крусь, А. М. Шалыгина, З. В. Волокитина; под ред. А. М. Шалыгиной. - М. : Колос, 2000. - 368 с.

5. Функциональные продукты питания животного происхождения [Электронный ресурс] : учеб. пособие/ Т.И. Бурцева [и др.]; М-во образования и

науки Рос. Федерации, Федер. агентство по образованию, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: Kb). - Оренбург: ГОУ ОГУ, 2008. - Adobe Acrobat Reader 5.0. Электронный адрес: [http://artlib.osu.ru/web/books/metod\\_all/2545\\_20110922.pdf](http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/2545_20110922.pdf)

6. Экспертиза молока и молочных продуктов. Качество и безопасность [Текст] : учеб. пособие / Н. И. Дунченко [и др.]; под общ. ред. В. М. Позняковского.- 2-е изд., стер. - Новосибирск : Сиб. унив. изд-во, 2009. - 475 с.

7. Кутырев, Г.А. Контроль качества продуктов питания: учебное пособие / Г.А. Кутырев, Е.В. Сысоева; М-во образ. и науки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2012. – 84 с. Режим доступа: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view&book\\_id=258411](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view&book_id=258411).

8. Цопкало, Л.А. Контроль качества продукции и услуг в общественном питании: учеб. пособие / Л.А. Цопкало, Л.Н. Рождественская. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2012. – 230 с. Режим доступа: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view&book\\_id=228955](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view&book_id=228955).

9. Донченко, Л.В. Безопасность пищевой продукции [Текст]: учеб. для вузов / Л. В. Донченко, В. Д. Надыкта. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: ДеЛи, 2007. - 539 с.

10. Закревский, В.В. Безопасность пищевых продуктов и биологически активных добавок к пище: практ. рук. по санитарно-эпидемиологическому надзору / В. В. Закревский. - СПб. : ГИОРД, 2004. - 280 с.

11. Позняковский, В.М. Гигиенические основы питания, качество и безопасность пищевых продуктов: учеб. для вузов / В. М. Позняковский.- 4-е изд., испр. и доп. - Новосибирск : Сиб. унив. изд-во, 2005. - 522 с.

12. Безопасность продовольственного сырья и пищевых продуктов: учеб. пособие / И. А. Рогов [и др.]. - Новосибирск : Сиб. унив. изд-во, 2007. - 228 с. Режим доступа: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view&book\\_id=57574](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view&book_id=57574).

# Приложение А

(обязательное)

## Меры токсичности веществ

Наименование ксенобиотика	Меры токсичности					
	Допустимая суточная доза (ДСД)	Допустимое суточное потребление (ДСП)	Предельно-допустимая концентрация (ПДК)	Летальная доза (ЛД <sub>50</sub> )	Период полувыведения (t <sub>50</sub> )	Период полураспада
I Токсины микроорганизмов						
II Токсические элементы						
III Вещества, применяемые в животноводстве						
IV Вещества, применяемые в растениеводстве						
V Нитраты, нитриты, нитрозоамины						
VI Диоксины и диоксиноподобные соединения						
VII Полициклические ароматические углеводороды						
VIII Радионуклиды						