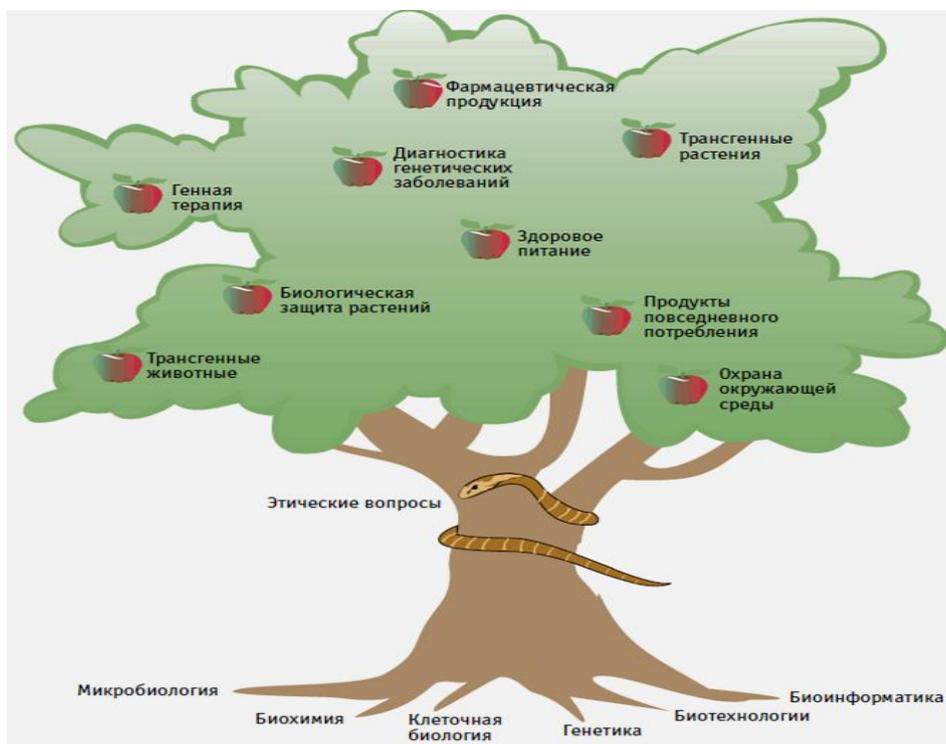


А.Л. Ишевский, П.И. Гунькова, М.В. Успенская
ПРАКТИЧЕСКАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ



Санкт-Петербург
2023

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

А.Л. Ишевский, П.И. Гунькова, М.В. Успенская

ПРАКТИЧЕСКАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

РЕКОМЕНДОВАНО К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ
В УНИВЕРСИТЕТЕ ИТМО

по направлению подготовки 12.04.04, 18.04.02, 19.04.01, 19.04.02,
19.04.03

в качестве учебного пособия для реализации основных профессиональных
образовательных программ высшего образования магистратуры

ИТМО

Санкт-Петербург
2023

Ишевский А.Л., Гунькова П.И., Успенская М.В., Практическая биотехнология– СПб: Университет ИТМО, 2023. – 78 с.

Рецензент(ы):

Кременевская Марианна Игоревна, доктор технических наук, доцент, доцент (квалификационная категория "ординарный доцент") факультета биотехнологий, Университета ИТМО.

Учебное пособие описывает социальные и биотические причины сырьевого и продовольственного кризиса, рассматривает возможные биотехнологические пути их преодоления, методы и технологии, наиболее широко используемые в биотехнологии для переработки и хранения органического сырья в интересах АПК. Рассмотрено влияние состава эссенциальных нутриентов на состояние организма потребителя.

The logo of ITMO University, consisting of the letters 'ITMO' in a bold, black, sans-serif font. The 'I' and 'T' are connected, and the 'O' is a solid circle.

Университет ИТМО – ведущий вуз России в области информационных и фотонных технологий, один из немногих российских вузов, получивших в 2009 году статус национального исследовательского университета. С 2013 года Университет ИТМО – участник программы повышения конкурентоспособности российских университетов среди ведущих мировых научно-образовательных центров, известной как проект «5 в 100». Цель Университета ИТМО – становление исследовательского университета мирового уровня, предпринимательского по типу, ориентированного на интернационализацию всех направлений деятельности.

© Университет ИТМО, 2023

© Ишевский А.Л., Гунькова П.И., Успенская М.В., 2023

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Причины технического предела соотношения качество\количество для органического сырья и вырабатываемой продукции.....	7
1.1. Биотические причины ограничения роста качества и количества органического сырья и продуктов его переработки	8
1.2. Социальные причины ограничения роста качества и количества органического сырья и продуктов его переработки	12
2. История и знаковые события в развитии биотехнологии на различных этапах производства.....	16
3. Биотехнология получения белоксодержащих ингредиентов из нетрадиционных источников.....	19
4. Предшественники белков	
5. Вода в биотехнологических процессах	28
5.1. Влияние состава воды на водно-солевой баланс организма	31
5.2. Причины возникновения запаха, вкуса и мутности воды.....	40
5.3. Показатели качества воды для биотехнологических процессов.....	43
6. Биотехнология микробного синтеза	50
6.1. Экспресс-оценка сроков хранения пищевых продуктов.....	50
6.2. Функционально-технологические добавки (ФТД) в биотехнологических процессах	54
7. Состав и правила приготовления питательных растворов на примере растворов для гидропоники.....	58
8. Новое поколение функциональных продуктов	63
Список использованной литературы	69
Приложение 1	71
Приложение 2.....	76

ВВЕДЕНИЕ

К концу XX века классические технологии, связанные с хранением и переработкой органического сырья, подошли к техническому пределу соотношения качества и количества для вырабатываемых продуктов. Минимизация этих показателей связана с двумя причинами:

- Биотические причины ограничения роста качества и количества органического сырья и продуктов его переработки;
- Социальные причины роста дефицита продуктов переработки органического сырья.

Особенно наглядно этот предел стал виден в катастрофической нехватке продовольствия в отдельных регионах земного шара. Дефицит пресной воды, ограниченность посевных площадей, изменения климатических условий диктуют необходимость замены традиционных технологий переработки и хранения на более эффективные. Необходимо понимать, что вместе с изменениями параметров внешней среды и уровнем их действия, в системе меняются состав и свойства все макро и микро белковых соединений, а, следовательно, должны меняться и технологии их переработки.

Учебное пособие описывает причины экологического и продовольственного кризиса, рассматривает возможные пути их преодоления, методы и технологии, наиболее широко используемые для переработки и хранения органического сырья в области биотехнологий и интересов АПК.

Используя базовые знания по общей, органической, физической, коллоидной, молекулярной химии, молекулярной биологии, микробиологии, ветеринарии, генетики, инженерных технологий, биохимии, экологии, процессов и аппаратов, физиологии, геномной инженерии, состава и свойств сырья и продукции растительного и животного происхождения, биотехнология использует в процессах микробиальные белковые структуры, решая задачи в зависимости от биотехнологического направления. Но независимо от направления, общая цель биотехнологии - научно обоснованное использование макро и микро биологических структур в процессах производства целевых продуктов с заданными свойствами.

На рис. 1 представлены биотехнологические направления [2], выделенные по технологическим процессам.

В последние годы все чаще для обозначения указанных выше направлений был введен ряд новых терминов [1]:

Красная биотехнология – применение биотехнологии в медицине: получение необходимых штаммов микроорганизмов и их применение; разработка биотехнологических методов и средств лечения и профилактики различных заболеваний.

Зеленая биотехнология – процессы биотехнологии, применяемые в АПК: традиционная селекция и выращивание сырья животного и растительного происхождения; получение трансгенных животных и растений с заданными свойствами.

Ожидается, что зеленая биотехнология внесет в охрану окружающей среды больший вклад, чем традиционное индустриальное хозяйство АПК, при использовании биопестицидов, биогербицидов и биоудобрений.

Белая биотехнология - промышленное производство микроорганизмов, продуцирующих нужные вещества, использование ферментов в качестве промышленных катализаторов или разложения отходов, загрязняющих окружающую среду, с уменьшенным энергопотреблением по сравнению с традиционными.

Синяя биотехнология - процессы биотехнологии для аквакультуры.

В настоящее время наиболее актуальна и динамично развивается пищевая биотехнология, затрагивающая частично вопросы белковой инженерии, сельскохозяйственной и экологической биотехнологий. Наиболее сложные и актуальные вопросы пищевой биотехнологии освещаются в данном пособии.

Учебное пособие составлено в соответствии с требованиями ФГОС и программой дисциплин «Биотехнология», «Биостатистика», «Инновационные подходы к созданию чистых производств», «Управление отходами», «Инновационные подходы при создании чистых производств», для магистров направлений 18.04.01 - Химическая технология; 18.04.02 - Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии; 19.04.01. - Биотехнология; 19.04.02 - Продукты питания из растительного сырья; 19.04.03 - Продукты питания животного происхождения, а также аспирантов и научных сотрудников, работающих в областях биологии и биотехнологий.

Учебное пособие участвует в подготовке специалистов в области разработки и производства биотехнологических продуктов с использованием методов биотехнологии через сферу профессиональной деятельности, в которой помогает осуществлять следующую профессиональную деятельность:

- научно-исследовательскую;
- технологическую;
- проектную.
- выполнение научно-исследовательских работ по закреплённой тематике;
- преподавание учебных дисциплин, соответствующих профилю подготовки;
- технологическая подготовка биотехнологического производства;
- ведение технологического процесса;
- контроль качества биотехнологической продукции;
- мониторинг состояния окружающей среды биотехнологического производства;
- участие в проектировании биотехнологического производства.

С применением настоящего пособия в учебном процессе планируется сформировать у обучающихся перечень компетенций и их индикаторов (табл.1).

При изучении учебного пособия планируется пирамида обучения (рис. 1), сочетающая традиционные и практические формы обучения.

Таблица 1.

Наименование категории компетенций	Код и наименование универсальной компетенции выпускника программы магистратуры	
Системное и критическое мышление	УК-1.	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий
Разработка и реализация проектов	УК-2.	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
Командная работа и лидерство	УК-3	Способен работать в команде и быть лидером в разработке проектных заданий.
Межкультурное взаимодействие	УК-5	Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия

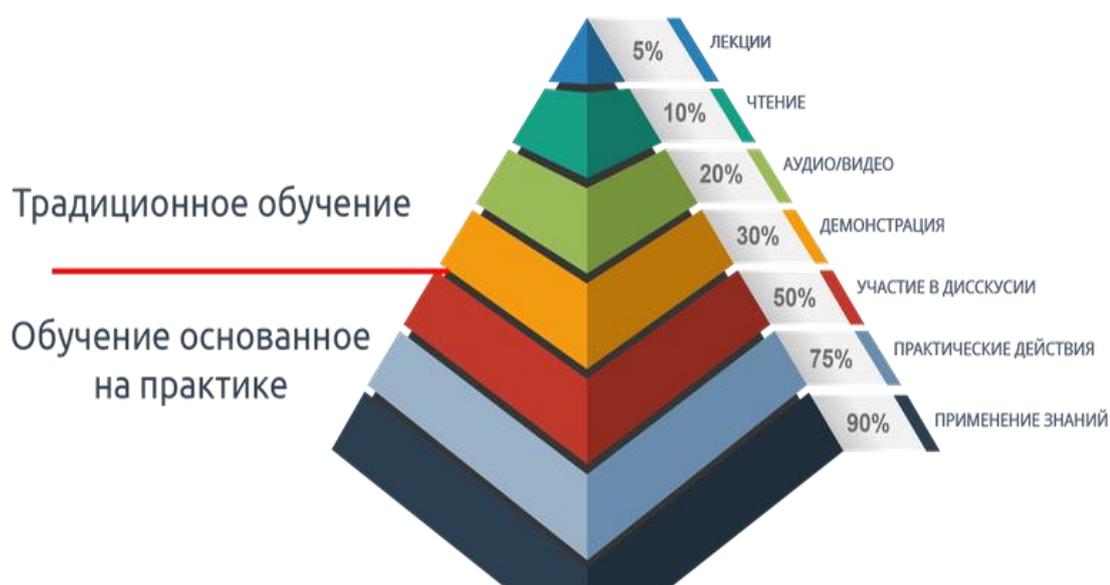


Рисунок 1. Пирамида обучения с использованием учебного пособия «Практическая биотехнология».

1. ПРИЧИНЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРЕДЕЛА СООТНОШЕНИЯ КАЧЕСТВА/КОЛИЧЕСТВА ДЛЯ ОРГАНИЧЕСКОГО СЫРЬЯ И ВЫРАБАТЫВАЕМОЙ ПРОДУКЦИИ

Если время существования Земли 4,5 млрд. лет принять за 12.00 часов (рис. 2), то первые бактерии появились в 2.20, в 9.00 возникли многоклеточные, в 11.00 – наземные растения и рыбы, примерно в 11.30 – динозавры, крокодилы, черепахи и самые древние животные и птицы, и за 1 секунду до полудня появился человек.



Рисунок 2. «Космические» часы существования планеты Земля.

То есть в 1 секунду укладывается история всей нашей цивилизации, от вида человек прямоходящий к самому многочисленному и широко распространённому виду приматов – *Homo sapiens* [2] и современному индустриальному обществу. Начиная с 20-40-ых годов XX века, изменилось опосредованное влияние изменений внешней среды на социум, который в рамках промышленной революции, по выражению В. И. Вернадского, создал техносферу как промежуточную область взаимодействия социума и окружающей среды. Тогда взаимодействие социума, окружающей среды и техносферы можно представить рис. 3. Прямо изменяя состояние техносферы, социум опосредованно, через действие техносферы на техносферы, получает от неё сумму (техносфера + окружающая среда) обратного действия.

Гибель цивилизации в "колыбели" человечества неизбежна с точки зрения скорости потребления и реальных запасов природных ресурсов. Но планету это вряд ли затронет. Человечество - временный вид на планете Земля. 100 тысяч лет для социума – смена, может быть, и не одной цивилизации, а для планеты – секунда. Окружающая среда и социум живут в разных временных интервалах.

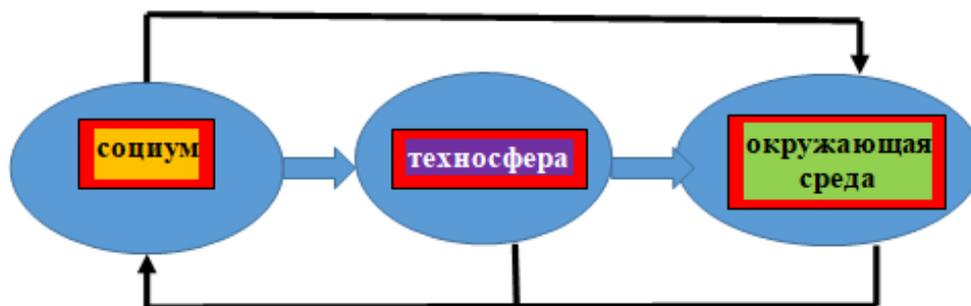


Рисунок 3. Взаимодействие социума с окружающей средой посредством техносферы.

Начиная с конца XIX века, у человечества есть только одна история - это история его промышленной революции. Мысль о том, что цивилизация может погибнуть, для разумного социума неприемлема. Поэтому для выживания социум делает всё возможное и в социальной, и в технологической областях. К сожалению, оба направления развиваются не в интересах всего социума, а полностью зависят от интересов и желаний нескольких стран. Более того, определенная после Первой мировой войны и перестроенная после Второй мировой войны карта колоний меняется – вместо стран, получивших независимость, страны «Восьмерки» интегрируют в своих торговых и технологических интересах земельные и природные ресурсы, запасы пресных вод менее развитых стран, приводя их в положение аграрно-сырьевых придатков. С учетом социальных и биохимических факторов рассмотрим причины растущего дефицита органического сырья, в частности растительного и животного происхождения, и как следствие – мировой рост продуктов питания.

1.1. Биотические причины ограничения роста качества и количества органического сырья и продуктов его переработки

Устойчивость пищевых цепей была заложена в систему изначально (рис.4), диоксид углерода и воды есть в окружающей среде. Анионы остатков минеральных и органических кислот, содержащие азот, серу, фосфор и катионы кальция и щелочных металлов, образующиеся при разложении остатков костей и белоксодержащих фрагментов, являются исходным материалом для образования первичных аминокислот, формирующих белки растений. Травоядные в рубце перерабатывают растительный белок в животный и служат пищей для хищников. Смерть травоядных и хищников служит источником образования начальных анионов и катионов, необходимых для синтеза первичных аминокислот. Для устойчивых пищевых цепей возможен только один тип пищевых пирамид трофических уровней экосистемы – чем ниже уровень консумента, тем больше его биологическая масса и видовое разнообразие. Всю биотическую массу можно условно разделить на [3]:

1. **Консументы второго порядка** (вторичные консументы) потребляют как продуцентов, так и первичных консументов, и поэтому обычно класси-

фицируются как всеядные. Вторичные консументы составляют третий трофический уровень пищевой цепи. Примерами вторичных потребителей являются муравьи, барсуки, змеи, крысы, крабы, ежи, синие киты (их рацион в основном состоит из питающихся фитопланктоном криля и зоопланктоном), львы, люди.

2. **Консументы третьего порядка** – всеядные, хищные гетеротрофы (хищники), они питаются консументами первого порядка, первичными и вторичными консументами, но могут поедать продуцентов (растения). Чтобы пищевая цепочка имела третичного консумента, должен быть вторичный консумент, доступный для еды.
3. **Консументы четвёртого порядка**, относящиеся к четвёртой группе, не обязательно являются высшими хищниками. Сверххищник находится на вершине пищевой цепи, в которой он существует, и не является добычей другого организма. Консумент четвёртого порядка – это консумент, который охотится на консумента третьего порядка. Консументы четвёртого уровня (белая акула, белый медведь, аллигатор) находятся на пятом трофическом уровне и встречаются не во всех пищевых цепях.



Рисунок 4. Схема трофической связи растительного и животного белка

В разных трофических цепях отдельно взятый организм может являться консументом разных порядков.

На рис. 5 сравниваются длительности археологических периодов Земли. Анализируя рисунок, можно сделать вывод: чем проще и короче пирамида трофических цепей питания, чем меньше в ней уровней консументов, тем устойчивее и длительнее цепь питания и сам период. Усложнение цепи питания, введение новых консументов разных уровней делает цепь нестабильной и сокращает время её существования.

На рис. 6 приведена современная пищевая пирамида трофических уровней экосистемы суши. Для экосистемы суши вся биомасса может перемещаться и горизонтально, и вертикально, т.е. в определенных пределах консументы выс-

ших порядков могут охотиться за низшими и в горизонтальном, и в вертикальном направлениях. Единство экосистемы суши и биомассы на ней обеспечивается ее непрерывным движением, воздушной массы в горизонтальном и в вертикальном направлении, причем для биомассы есть однородный и универсальный состав. Но единство экосистемы мирового океана и биомассы в нем обеспечивается ее непрерывным движением – водной массы в горизонтальном и в вертикальном направлении, а биомассы только в горизонтальном направлении; причем для биомассы нет однородного и универсального состава. В пищевой пирамиде трофических уровней экосистемы гидросферы (рис. 7) антропогенным действием, нарушившим единство экосистемы, стал неконтролируемый коммерческий вылов.

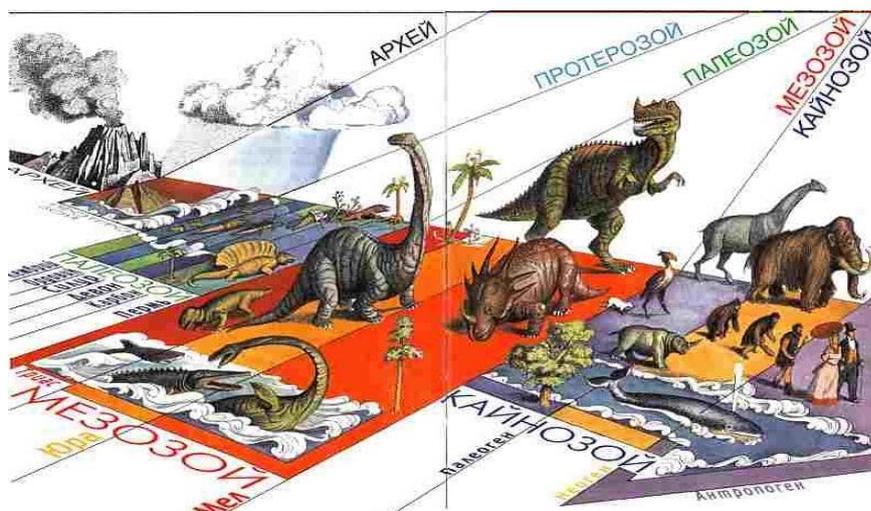


Рис.5. Длительность археологических периодов Земли.

Антропогенное действие на биоту гидросферы за последние 50 лет привело к следующим ключевым и необратимым изменениям:

1. Объем добычи гидробионтов увеличился в 15 раз, а рыбные запасы планеты находятся на грани истощения.
2. Размеры отлавливаемой рыбы уменьшились на 1 м, а популяции крупных хищных рыб сократились на 90%.
3. Из-за деятельности человека каждые 30 лет биомасса рыбы снижается в 10 раз.
4. С каждым годом зона активного рыбного лова отодвигается на дальние океанические банки и на большие глубины, т.е. мы перемещаемся к «рыбалке вниз».
5. Естественный отбор в океане направлен в сторону уменьшения размеров промысловых видов рыб: кто меньше, у того больше шансов выжить и оставить потомство.
6. С 1956 до 2014 года средний размер вылавливаемой рыбы снизился с 20 до 2,0 кг, а к 2023 году товарная масса снизилась до 1,5 кг.

7. Для каждого пятого жителя Земли рыба является основным продуктом питания.



Рисунок 6. Пищевая пирамида трофических уровней экосистемы суши кайнозойной эры антропогенного периода.



Рисунок 7. Пищевая пирамида трофических уровней экосистемы гидросферы

Согласно [4], антропогенное воздействие на биосферу можно классифицировать по виду вмешательства социума через техносферу в экологические процессы:

- упрощение экосистемы и разрыв биологических циклов;
- концентрация рассеянной энергии в виде теплового загрязнения;
- рост числа ядовитых отходов от химических производств;
- введение в экосистему новых видов микрофлоры;
- появление генетических изменений в организмах растений и животных.

подавляющая часть антропогенных воздействий носит целенаправленный характер, т.е. осуществляется сознательно во имя достижения конкретных целей. Существуют и стихийные, произвольные антропогенные воздействия, как неожиданные последствия целенаправленного действия (трагедия Аральского моря).

Анализируя представленный материал, можно сделать следующие выводы о биотических причинах ограничения роста качества и количества органического сырья и продуктов его переработки:

1. Низкое содержание аминокислот в растительных белках;
2. Большие потери исходного материала (аминокислот предшественников) по длине трофической цепи;
3. Непропорциональное соотношение синтеза единицы животного белка из единицы растительного предшественника (1: 6–8);
4. Необходимость расходования пресной воды в количестве до 30 литров для производства 1 кг «грязного веса» животного белка;
5. Ограниченность реальных запасов водных ресурсов биосферы;
6. Ограниченность реальных запасов растительных ресурсов биосферы.

Кроме объективных биотехнологических причин ухудшения качественного и количественного роста органического сырья и продуктов его переработки, есть субъективные социальные причины.

1.2. Социальные причины ограничения роста качества и количества органического сырья и продуктов его переработки

Антропогенное воздействие на окружающую среду крайне неравномерно, что определяется [5]:

- неравномерностью расселения по географическим регионам;
- различием в темпах прироста населения;
- технологическим уровнем региона.

На рис. 8 показана перспектива роста численности населения и его распределения по географическим зонам [5]. Это очень приблизительный прогноз, так как с 1980 года рост населения из лаг-фазы перешел в экспоненциальную, в которой рост численности невозможно прогнозировать, особенно учитывая дополнительные факторы, такие как рождаемость, детская смертность, продолжительность жизни и региональные миграции.

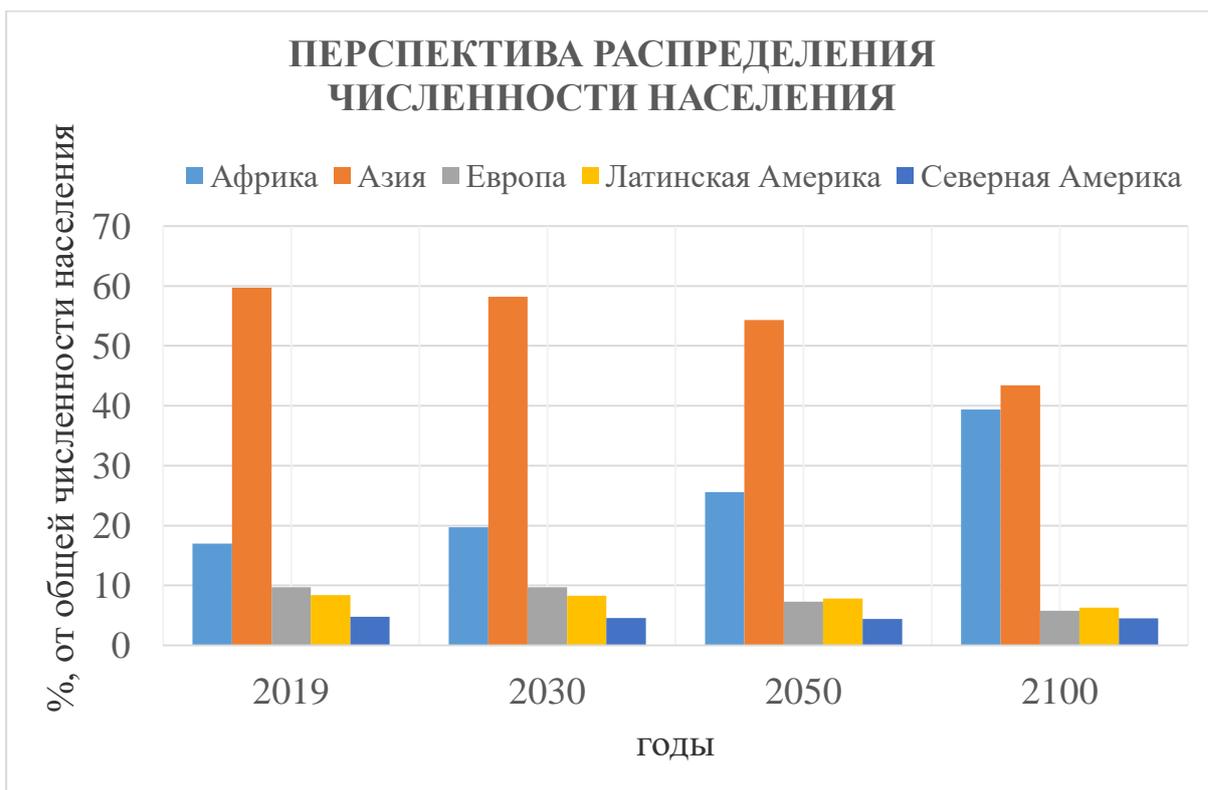


Рис.8 - Перспектива роста численности населения и его распределения по географическим зонам.

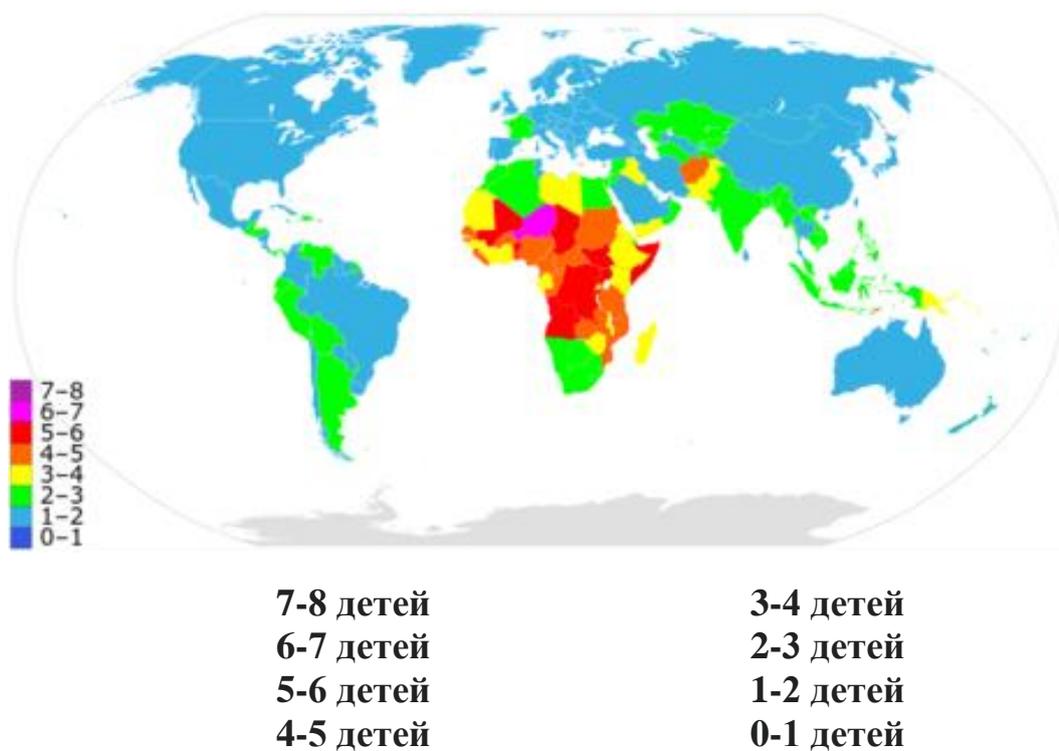


Рис.9. Глобальные колебания коэффициента рождаемости [5].

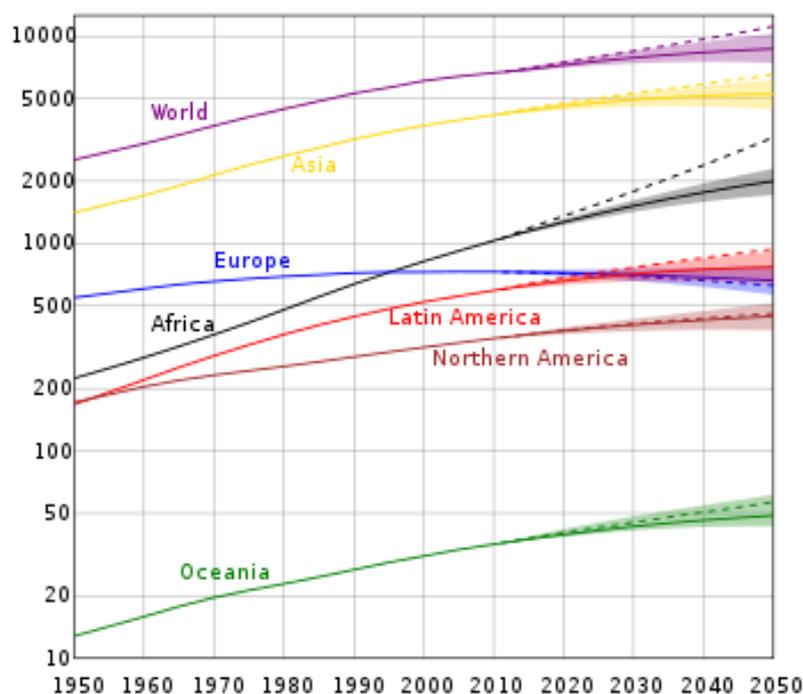


Рис.10. Континентальный рост численности населения

Анализируя данные, представленные на рисунках 9,10, можно оценить глобальные колебания коэффициента рождаемости и роста численности населения на разных континентах в период с 1950 по 2050 год, в соответствии с данными ЦРУ World Factbook.

При таком неравномерном распределении населения общий объем продовольствия распределяется в соответствии с табл. 2. Из представленных в табл. 2 данных видно, что страны с населением менее 25% потребляют 80% растительного и 85% животного белка, причем около 30% этого объема утилизируется как потери, а остальные страны с населением более 76% испытывают ежегодную нехватку продовольствия, получая от общего объема менее 20% растительного и менее 15% животного белка.

Таблица 2. Региональное распределение пищевого сырья и продуктов.

СТРАНА	НАСЕЛЕНИЕ, %	РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО БЕЛКА, %	РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЖИВОТНОГО БЕЛ- КА, %
США и Канада	Менее 9	Более 50	Более 50
ЕС	15	Более 30	Около 35
Остальные страны	Более 76	Менее 20	Менее 15

Обобщая приведенные примеры, можно сделать вывод о социальных причинах ограничения роста качества и количества органического сырья и продуктов его переработки:

- Ежегодный прирост мирового населения в среднем составляет 2,5%, а суммарного объема продовольствия – в среднем всего на 1,5%;
- Перенасыщенные рынки продовольственных товаров технологически развитых и богатых стран;
- Повышение уровня среднедушевого дохода социальных групп развивающихся стран изменяет не только состав традиционной продуктовой корзины, но и мировую стоимость введенных в неё продуктов питания;
- Резкое различие качественной и количественной продуктовой корзины, а следовательно, качество и продолжительности жизни не только «богатых» и «бедных» социальных групп, но и населения отдельных стран.

Анализируя причины технического предела соотношения качество\количество для органического сырья и вырабатываемый продукции при существующих резервах биосферы, росте численности социума и его распределении по климатическим и биотическим зонам проживания, можно прогнозировать:

- Постоянное увеличение дефицита пищевого сырья и, как следствие, увеличение стоимости продуктов питания;
- Рост доходов потребителей в развивающихся странах, что вызывает увеличение спроса на мясной белок, для производства, которого нужны зерновые культуры;
- Пахотная земля становится сырьевым товаром и возможной причиной военных конфликтов;
- Состояние биосферы не является постоянным – климатические изменения уже выходят за рамки нормы.

Вступая в социальную систему с нехваткой продовольствия, главными угрозами социума будут перемена климата, рост населения, уменьшение запасов воды и, как следствие, стремительный рост цен на продовольствие.

2. ИСТОРИЯ И ЗНАКОВЫЕ СОБЫТИЯ В РАЗВИТИИ БИОТЕХНОЛОГИИ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ПРОИЗВОДСТВА

В 1970 году Норман Эрнест Борлоуг получил Нобелевскую премию мира с формулировкой «За вклад в решение продовольственной проблемы, и особенно за осуществление Зелёной революции». В чтении Нобелевской лекции учёный подчёркивал, что Зелёная революция была временным успехом в борьбе против голода и лишений; она дала передышку. Через 12 лет картина изменилась – появились вопросы по экологии. В частности, были негативно оценены применение химических удобрений и пестицидов, таких как ДДТ.

Эту работу можно рассматривать как биотехнологическую – превращение минеральных удобрений в растительный белок. Впервые термин «биотехнология» предложил в 1917 г. венгерский инженер Карл Эрике. Выращивая свиней на откорме сахарной свеклы, он рассматривал превращение сырья (свеклы) в целевой продукт (свинину) как ряд биотехнологических этапов, названный им биотехнологией, так как целевой продукт получался в результате жизнедеятельности биологических систем [1]. А в конце 70-ых годов XX века появилась биотехнология – это совокупность промышленных методов, в которых используют живые организмы и биологические процессы для производства различных продуктов с заданными свойствами. Конечно, биотехнология – не панацея от проблем, описанных в главе 1, но она способна уменьшить отрицательные нагрузки на внешнюю среду, при получении продуктов с заданными свойствами.

На рис. 11 показана последовательность исторического развития видов производства продуктов питания из сырья экосистем суши и гидросферы.

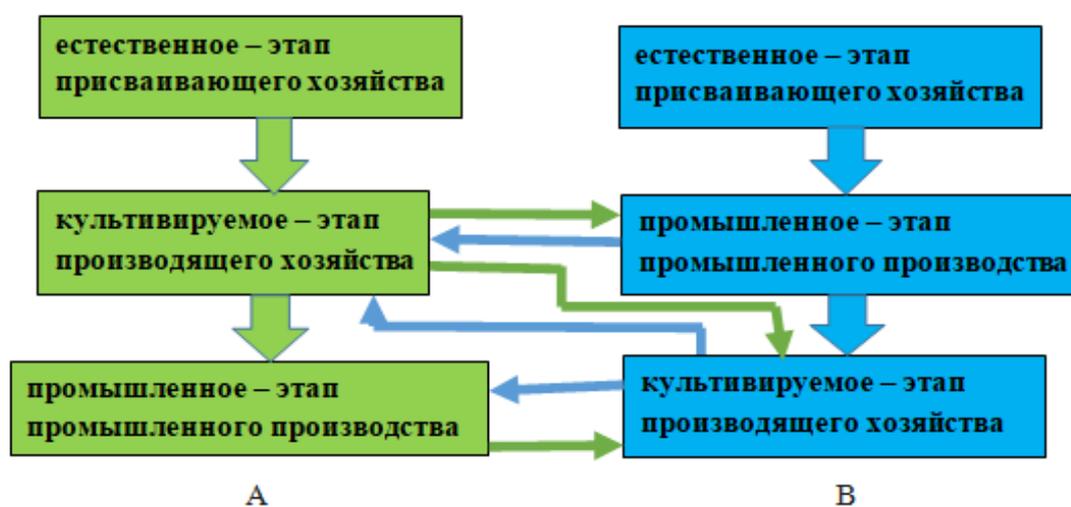


Рис.11. Виды производства продуктов питания: А) из сырья экосистем суши; В) из сырья экосистем гидросферы

Исторически переход от естественного этапа присваивающего хозяйства к культивируемому по законам биохимии бессмыслен: сырое сырье дольше переваривается и, следовательно, дает больше чувство сытости, в сыром сырье больше витаминов, макро- и микроэлементов, эссенциальные вещества в сыром сырье более активны биохимически. Но биотехнология зародилась именно на

этом этапе, с образованием излишков сырья и проблемой их сохранения. На основе традиционных технологий, таких как вяление, сушка, соление и т.д., на этом этапе разрабатываются основные пищевые технологии – горячее и холодное копчение, тепловая обработка, консервирование, интуитивное использование консервантов, холодильное хранение.

Появляется понятие HoReCa (**Хорека**) как сегмент сферы услуг и канал сбыта товаров с непосредственным потреблением товара в месте продаж – то что в 60-ые стали называть «общепит». При переходе к промышленному этапу HoReCa решает другие задачи, и её технологии развиваются самостоятельно, все больше отличаясь от пищевых. Именно HoReCa стала использовать в своих технологиях биотехнологические приемы – ферментативная обработка сырья, использование ускорителей созревания, ингибиторов обсемененности и т.д.

На современном этапе промышленного производства сегмент HoReCa, использующий биотехнологии объединяет [6] предприятия общественного питания, сферы услуг, поставщиков кулинарных товаров, товаров для перепродажи в точках продаж HoReCa, а также производителей этих товаров и информационно-маркетинговых посредников. Сегмент HoReCa в последнее время быстро развивается. Вместе с ним развиваются сопутствующие HoReCa производства, специализирующиеся на поставках специального оборудования и другой эксклюзивной производства для баров, ресторанов, гостиниц и предприятий общественного питания.

В экосистеме гидросферы последовательность этапов отличается от этапов экосистемы суши. Сначала человечество пришло к промышленному этапу – массовому вылову рыбы и нерыбных объектов промысла, и только уменьшив видовое разнообразие более чем на 70%, приступило к развитию аквакультуры.

Переходы на этапах производства продуктов из сырья экосистем гидросферы сопровождаются увеличением доли консервированных продуктов, объемов вылова, потерь рыбного сырья как отходов первичного филетирования и низкого уровня традиционных технологий, увеличением площадей и глубин промышленного лова, введением в торговый оборот рыбного сырья, ранее считавшимся приловом.

Совершенствование технологий переработки сырья растительного и животного происхождения с целью уменьшения потерь, более полного извлечения из сырья эссенциальных веществ, уменьшения выбросов в окружающую среду и повышения устойчивости пищевой цепи в целом невозможно без использования биотехнологических методов и методик.

На естественном и культивируемом этапах производства можно выделить знаковые исторические события в развитии биотехнологий:

- До конца XVIII века – ферментация, сушение на солнце, консервирование солью, термообработка.
- 1810 г. – консервное производство (Питер Дюран).
- 1862 г. – процесс пастеризации (Луи Пастер), хранение и безопасность продуктов питания.
- 1940гг. – процессы сублимирования, глубокой заморозки, консерванты.

- 1940-1950 гг. – начало развития биотехнологии (эра антибиотиков).
- 1953 г. – Европейский Союз разрабатывает современную систему маркировки добавок с обязательным указанием на упаковке любого продукта, где буква E означает «Европа» (в СССР эта система принята в 1978 г.)
- 1960 гг. – производство кормовых дрожжей и аминокислот.

На промышленном этапе в развитии биотехнологий можно выделить следующие знаковые события:

- 1960–1970гг. – «Зеленая революция» (Норман Борлауг – Нобелевская премия 1970г.)
- 1960–1970гг. – разработка основных методов генной инженерии как отрасли молекулярной биологии, конструирование *in vitro* (вне живого организма) новых функционально активных генетических структур для создания организмов с новыми свойствами.
- 1983г. – перенос фрагмента собственной ДНК почвенной бактерии в ядро растительной клетки, где он встраивается в хромосому и распознается как свой; начало истории генной инженерии растений.
- 1990гг. – табак, неуязвимый для вредителей, генно-модифицированный помидор (1994г. фирма Monsanto)
- Конец 90-ых гг. – кукуруза, соя, рапс, огурец, картофель, свекла, яблоки и т.д.

В 40-ые годы XX века начали изучать процессы дрожжевого брожения на непищевом сырье с целью получения белоксодержащей биомассы. Возрастающий мировой дефицит белковой пищи заставил начать в 60-х годах XX века разработки биотехнологических процессов получения пищевых белков одноклеточных организмов. А в 70-х годах освоили товарное производство кормовых дрожжей с применением иммобилизованные формы микробных ферментов [13]. В истории развития биотехнологии эти научные события положили начало такому направлению, как биотехнология нетрадиционных источников белка.

3. БИОТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ БЕЛОКСОДЕРЖАЩИХ ИНГРЕДИЕНТОВ ИЗ НЕТРАДИЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Соотношение потерь земельного ресурса, воды и биомассы флоры к единице получаемого традиционного животного белка делают его нерентабельным и нарушающим экологическое равновесие биосферы в целом. Учитывая экспоненциальный рост численности социума, первоочередной социальной, политической, экономической и технологической проблемой XXI века становится проблема обеспечения социума (без выделения «золотого миллиарда») доступными постоянными пищевыми, кормовыми и медицинскими белковыми ресурсами. При решении задач получения альтернативного белка возможны следующие биотехнологические направления:

1. Разработка и производство «необелковых продуктов» на основе растительного белка и микроорганизмов. Такая продукция представлена на рынке в виде тофу, сейтана, соевого мяса, продуктов на основе люпина и напитками на растительном белке, такими как соевое, ореховое, овсяное молоко и пр. Основной минус этого направления – высокая стоимость конечного продукта и неполноценность аминокислотного состава.

2. «Мясо в пробирке» – разработка биотехнологий культивируемого (искусственного) мяса. Клетки извлекаются из эмбриона и выращиваются в мышечную массу в биореакторе. Однако получаемый белок имеет высокую цену, а его реологические характеристики позволяют использовать его только в фаршевых системах.

3. Насекомые (саранча, сверчки, гусеницы, жуки, муравьи, пчелы, осы, термиты, бабочки, мотыльки и т. д.) как источник белка. Плюсы такого подхода – высокая плодовитость, способность к массовому размножению, источник высокоусвояемого белка и жира с уникальными свойствами антиоксидантов и иммуномодуляторов, сырья для получения лекарственных средств, возможность содержания в искусственных условиях, что позволяет получать физиолого-биохимические и генетические характеристики конкретной культуры, контролировать процессы биоконверсии.

Для получения 1 кг «грязного» мясного сырья необходимы около 30 литров питьевой воды, 30 кг растительных волокон, пищевые добавки, утилизация отходов и т.п. Даже если брать максимальные показатели выхода (40%) и содержания чистого белка (18%), получим, что при существующем уровне затрат может быть получено всего 72 грамма чистого белка (при суточной потребности 75-117 гр.), т.е. эти технологии не обеспечивают даже суточной нормы потребления. Именно показатели первичной обвалки показывают, что традиционные технологии АПК по переработке сырья животного происхождения становятся экономически несообразными. По сути, проблема – не в уровне технологической обработки, а в начальном содержании чистого белка в сырье. Кроме того, полноценность белка показывает его аминокислотный скор по незаменимым аминокислотам. По определению Комитета ФАО/ВОЗ, аминокислотный скор – это показатель отношения определенной

незаменимой аминокислоты в белке к такой же аминокислоте в идеальном белке. Идеальный белок – соотношение незаменимых аминокислот, обеспечивающее обновление внутренних структур [7]. Наиболее близки к идеальному белку белки животного происхождения, в том числе молочные. Растительные белки содержат недостаточное количество одной или нескольких незаменимых аминокислот [8], т.е. аминокислотный скор таких белков имеет лимитирующие аминокислоты.

В таблице 3 представлены аминокислотные скоры белков растительного (включая бобовые), животного (включая белки молока и гидробионтов) происхождения и белков альтернативных источников.

Таблица 3.

Состав незаменимых аминокислот и скоры белков различного происхождения.

заменяемая аминокислота	Идеальный белок, мг\г	Белки животные		Белки растительные		Белки альтернативные	
		мг\г	скор, %	мг\г	скор, %	мг\г	скор, %
Изолейцин	40	49,5	123,7	16,4	41	25	62,5
Лейцин	70	79,5	113,6	27,3	39	19	27,1
Лизин	55	85,6	155,6	23,1	42	40	72,7
Метионин + Цистин	35	37,8	108	7,5	21,4	8	22,9
Фенилаланин+ Тирозин	60	76,8	128	19,5	32,5	25	41,7
Треонин	40	45,7	114,3	15,0	37,5	24	60,0
Триптофан	10	12,4	124	6,8	68,0	7	70,0
Валин	50	58,0	116	17,4	34,8	32	64
Сумма НАК	360	445,3		133,0		180,0	
Суточная потребность мг на 1 кг веса							184

Из таблицы 3 видно, что белок насекомых имеет лимитирующую аминокислоту (метионин + цистин) и по остальным незаменимым аминокислотам (НАК) имеет меньшие значения, чем идеальный белок и белок животного происхождения, но почти соответствует сумме НАК по суточной норме потребления. Кроме того, это полноценный белок, и его производство не дает такую нагрузку на окружающую среду, как технологии традиционного животноводства. На рис. 12 показан внешний вид муки из альтернативного сырья и даны её преимущества перед традиционными белками животного происхождения.



Рис. 12. Мука из сверчков имеет вдвое больше белка, чем говядина; больше железа, чем шпинат; больше витамина В12, чем лосось

Таблица 4. Уменьшение затрат на производство 1 кг белка из альтернативного сырья по сравнению с производством 1 кг говяжьего белка

Уменьшение затрат на производство 1 кг белка из альтернативного сырья, по сравнению с производством 1 кг говяжьего.	
Воды	уменьшение в 500 раз
Кормов	Уменьшение в 12 раз
Земли	Уменьшение в 10 раз

На рис. 13 проиллюстрировано аквариумное разведение насекомых: в аквариумах используется оборотная земля, питательные растворы, климат-контроль.



Рис.13. Аквариумное разведения насекомых

Согласно [9], за 2019 год в сегмент альтернативных белков пищевого назначения было инвестировано 1,1 млрд. евро. За 7 месяцев 2020 года инвестиции уже составили 1,8 млрд. евро, что на 39% больше, чем было за весь период 2019 года. В топ-5 сделок в производство заменителей мяса за 2022 год вошли инвестиции:

- \$500 млн. в компанию Impossible Foods, которая разрабатывает заменители мяса на растительной основе;
- \$300 млн. на производство альтернативной молочной продукции Perfect Day;
- \$200 млн. в компанию-производителя растительного мяса Livekindly;
- \$200 млн. в шведскую компанию по производству альтернативного молока Oatly;
- \$186,25 млн. в стартап по производству клеточного мяса Memphis Meats.

Объем финансирования рынка насекомых в 2023 году представлен на рис. 14 [10].



Рис.14. Объем финансирования рынка насекомых в 2023 году [10].

К основным игрокам рынка продуктов из биомассы насекомых относятся [10]:

- Entomotech (Испания) – разрабатывает пилотный проект получения альтернативного белкового кормового продукта и жира из насекомых.
- Meertens (Нидерланды) – получает до 800 кг биомассы личинок в сутки и перерабатывает ее.

- Agriprotein (Великобритания-ЮАР) – на заводе площадью 8,5 тыс. м² 8,5 млрд. мух ежедневно перерабатывают 250 т биоотходов в 50 т корма.
- Big Cricket – осуществляет переработку сверчков.
- Ynsect (Франция), Proteinsect (Нидерланды), Protix (Нидерланды), Enterra (Канада), Farms (США) работают с биомассой насекомых. в рамках бостонского стартапа SixFoods

Анализируя представленные данные, можно сделать общий вывод:

Необходимо сохранение трофических цепей питания, с обеспечением всего социума (без выделения «золотого миллиарда») доступным постоянным пищевым, кормовым и медицинским белковым ресурсом, включая разработку биотехнологических решений искусственного выращивания белковой клетки.

Объём работ можно разбить на три этапа.

На первом этапе должны быть получены следующие результаты:

- Получение новых штаммов молочнокислых и других технологических микроорганизмов;
- Получение микробных консорциумов с заданными биологическими свойствами и оптимизированными технологическими характеристиками;
- Получение высокоактивных штаммов молочнокислых и других технологических микроорганизмов с заданными биологическими свойствами и оптимизированными характеристиками;
- Оценка безопасности новых источников белка и методов переработки.

На втором этапе должны быть получены следующие результаты:

- Разработка биотехнологических процессы получения биологически активных веществ, полезных белковых продуктов и ингредиентов из нетрадиционного сырья растительного и животного происхождения;
- Предложенные методические подходы к интегральной оценке безопасности продукции из нетрадиционных видов растительного и животного белка;
- Оценено влияния новых и нетрадиционных источников пищи на здоровье человека и механизмов взаимодействия нутриома (макро-, микронутриентов и минорных биологически активных компонентов пищи) с организмом человека.

На третьем этапе должны быть получены следующие результаты:

- Определены методы тестирования функционально-технологических и биологических свойств белка, пищевых и белковых композиций, полученных из нетрадиционного сырья растительного и животного происхождения;
- Разработана научно-методическая база для направленного получения белковых композиций с заданными свойствами и аналитическая платформа для их тестирования;
- Определено технологическое оборудование для переработки нетрадиционного сырья растительного и животного происхождения;

- Разработаны биотехнологии получения целевых продуктов с заданными свойствами на основе белковых композиций заданного состава выработанных из нетрадиционного сырья растительного и животного происхождения.

4. ПРЕДШЕСТВЕННИКИ БЕЛКОВ

Рис. 4 показывает, что окружающий мир – мир белковый. Но образование белка, даже одноклеточных, – сложный биохимический процесс, характеризующийся не только качественными и количественными показателями, но и кинетическими характеристиками. Предшественниками белков являются аминокислоты – органические соединения, в молекуле которых одновременно содержатся карбоксильные и аминные группы. Известны около 500 встречающихся в природе аминокислот [11], но только 20 являются протеин-генными, т.е. способными образовывать пептидную связь и соответствующие белки. Из этих 20 восемь аминокислот являются незаменимыми и не могут синтезироваться организмом. Их можно получить только с пищей животного происхождения. По незаменимости выделяют аминокислоты, которые не синтезируются в организме и должны поступать с пищей.

Незаменимые аминокислоты – лейцин, изолейцин, валин, фенилаланин, триптофан, треонин, лизин, метионин.

К заменимым относят такие аминокислоты, углеродный скелет которых образуется в реакциях метаболизма и способен каким-либо образом получить аминогруппу с образованием соответствующей аминокислоты. Две аминокислоты являются условно незаменимыми (аргинин, гистидин), т.е. их синтез происходит в недостаточном количестве, особенно это касается детей

На рис. 15 представлена общая структура α -аминокислот, составляющих белки (кроме пролина).

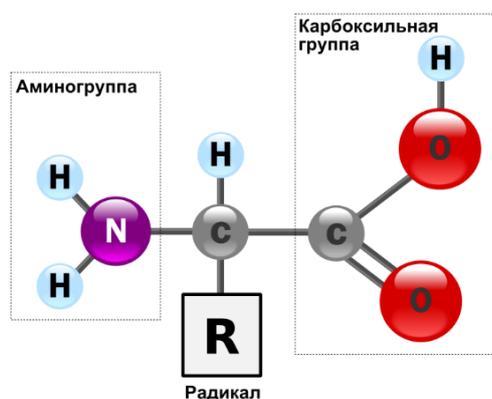


Рис.15. Общая структура α -аминокислот

Составные части молекулы аминокислоты – аминогруппа NH_2 , карбоксильная группа COOH , радикал (различается у всех α -аминокислот), α -атом углерода (в центре).

На рис. 16 показаны структурные формулы и строение двадцати протеиногенных аминокислот. Они отличаются по строению и составу. Следовательно, по составу, строению и сложности будут различаться ими образованные белки.

Сложность белка определяет сложность биологической структуры, им образованной. Простые белки, эластин и коллаген, формируют кожу и соединительную ткань. Они трудно усваиваются, перевариваются и считаются неполноценными. Чем сложнее белок, тем сложнее образованная им структура.

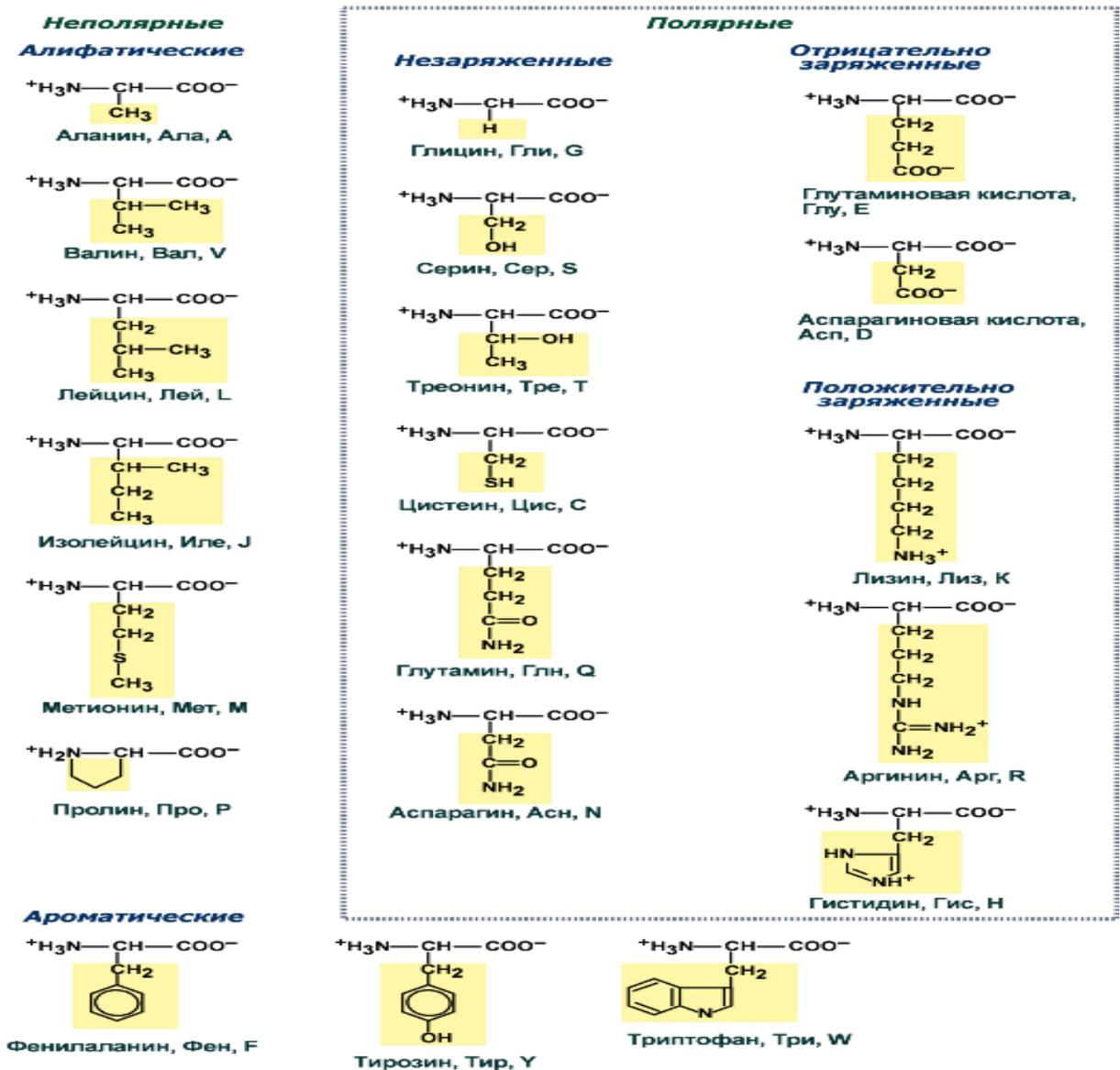


Рис.16. Структурные формулы протеиногенных аминокислот.

Приведем выдержки из регламента обязательных требований к производству и переработке мяса и мясных продуктов в странах ЕС («Основные положения о мясе и мясopодуктах»):

- Белок мяса – сумма азотсодержащих соединений, полученных из разубов теплокровных убойных животных;
- Массовая доля белка – сумма азотсодержащих соединений;
- Белок соединительной ткани – белковые вещества из соединительной ткани (прежде всего коллаген и эластин);

- Белок мяса без соединительной ткани BEFFE (Bindegewebs Eiweiss Freiem Fleisch Eiweiss) – массовая доля общего белка за вычетом массовой доли белка внесенного с белковыми добавками и белка соединительной ткани.

$$\text{BEFFE} = \text{МД белка} - (\text{МД внесенного белка} - \text{МД белка соединительной ткани})$$

Так рассчитывается категория мясных продуктов в Европе. Мясным белком считаются только белки миозинового комплекса, а соединительная ткань и белок, дополнительно введенный массированием и шприцеванием, не учитываются и вычитаются из общего содержания.

При расчете категории мясного продукта в РФ учитывается общее содержание белка из любого сырья, кроме растительного (ММО, гидролизированный говяжий и свиной белок, белок соединительной ткани). Именно поэтому отличается качество мясных продуктов одинаковых категорий.

5. ВОДА В БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ

Вода в качестве основного или вспомогательного сырья используется в подавляющем большинстве технологических процессов получения пищевых продуктов. Практически все биотехнологические производства связаны с потреблением воды из конкретного источника. Основные возникающие при этом проблемы связаны с тем, что исходная вода не имеет необходимого качества и требует дополнительной очистки. В ряде производств, связанных с изготовлением бутилированной воды, воды для детского питания, воды для пива и ликероводочной продукции, как правило, требуется специальная подготовка воды, связанная не только с её очисткой, но и с введением (дозированием) отдельных микро- и макроэлементов.

Дополнительной сложностью при решении данного вопроса является то, что одинаковых источников воды практически не бывает, поэтому система водоподготовки в каждом конкретном случае должна создаваться с учетом местных условий. Для производства соков, безалкогольных напитков, пива, ликероводочных изделий требуется подготовка воды согласно жестким специфическим требованиям, основные позиции которых изложены в соответствующих нормативных документах [12]. Для ряда пищевых производств, например, хлебобулочных изделий, молока и молочных продуктов, достаточно, чтобы вода удовлетворяла требованиям, предъявляемым к питьевой воде. На рис. 17 представлена классификация воды по целевому признаку.

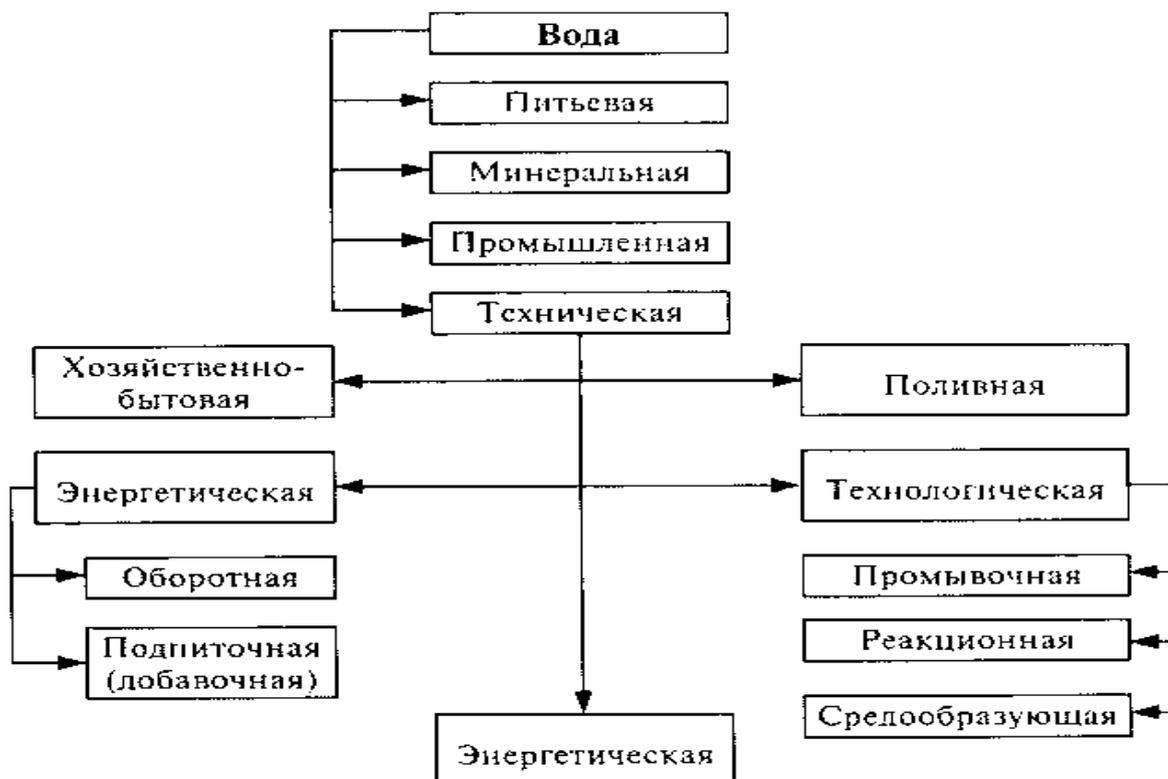


Рис.17. Классификация воды по целевому признаку

Нормативы чистоты, органолептические характеристики, состав и минерализация определяются конкретным выбором целевого назначения воды в биотехнологическом процессе. Общая классификация источников водоснабжения показана на рис. 18.

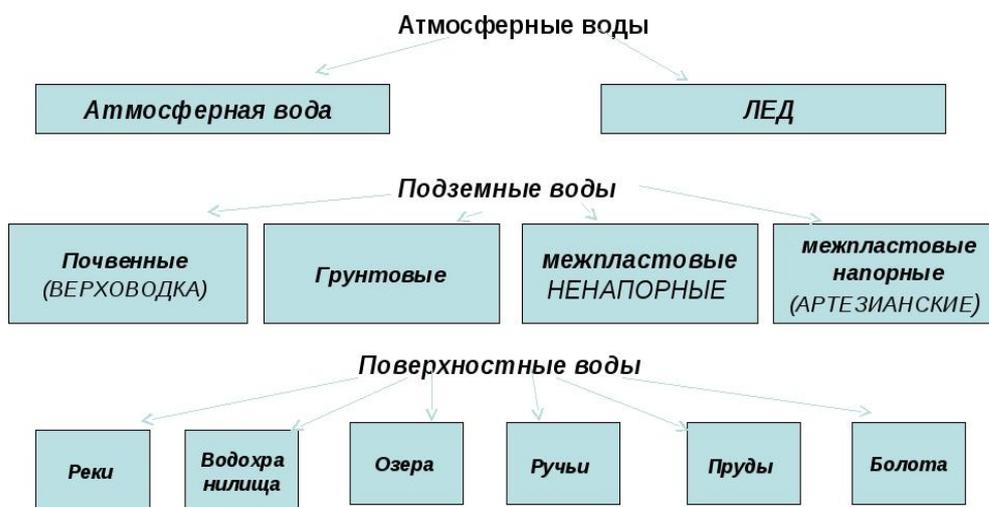


Рис.18. Классификация источников водоснабжения

Степень минерализации, температуру, качество воды определяет её место в классификаторе подземных вод (рис. 19). Около 98% всей пресной воды на Земле в жидком состоянии приходится на подземные воды, но лишь около 50% из них залегает на глубинах не более 800 м. Лишь 0,01% от общего объема пресной воды в жидком состоянии находится в реках и ручьях и 1,47% – в озёрах.

Согласно ГОСТ 17.1.04-08 «Классификация подземных вод по целям водопользования» определены следующие виды применения технической воды:

- Кондиционирование воздуха в общественных и жилых зданиях;
- Полив посадок, орошение и обводнение пастбищ, иные нужды АПК;
- Авторемонтные работы в автопарках и гаражах, на МТС и автотранспортных предприятиях;
- Тушение пожаров;
- Технические нужды строительства и предприятий по производству и переработке сырья, разработке твердых полезных ископаемых.

В биотехнологических производствах использовать техническую воду запрещено законом. На рис. 20 показана классификация природных вод по химическому составу, что необходимо учитывать при пробоподготовке биотехнологического процесса. Макро-, да и большинство микрокомпонентов способны нарушить биотехнологический цикл, катализировать или ингибировать биотехнологические реакции.

Солевой состав природных вод определяется катионами Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ и анионами HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} . Эти ионы определяют тип воды, их называют макрокомпонентами. Остальные ионы присутствуют в значительных меньших количествах и называются микрокомпонентами (рис. 20).



Рис.19. Классификатор подземных вод



Рис.20 Классификация природных вод по химическому составу

Степень минерализации воды, даже технической, определяет саму биотехнологическую схему производства. Обычно используется вода со стандартными показателями качества питьевой воды. Такую воду легко править и нормализовать. В табл. 5 оценена степень минерализации воды.

Таблица 5.

Степень минерализации природной воды

Класс воды	Подкласс воды	Минерализация, г\л
Пресные	Ультрапресные	≤ 0,2
	Умеренно пресные	0,2 – 0,5
	Собственно пресные	0,5 – 1,0
Солоноватые	Слабо солоноватые	1,0 – 3,0
	Умерено солоноватые	3,0 – 10,0
Соленые	Слабо соленые	10,0 – 30,0
	Сильно соленые	30,0 – 50,0
Рассолы	Слабые	50,0 – 100,0
	Крепкие	100,0 – 320,0
	Сверх крепкие	320,0 – 500,0
	Предельно насыщенные	≥ 500

Технологический выбор воды определяется ее доступностью и требованиями регламента биотехнологического процесса.

5.1. Влияние состава воды на водно-солевой баланс организма

Жизнь не может существовать без воды. Общее содержание воды у человека («общая вода организма») – 50–70% от массы тела. Вода в нашем организме является основным растворителем, именно в водной среде протекают многие химические реакции, связанные с превращениями различных биомолекул. Вода служит и универсальным хладагентом, переносясь с током крови и охлаждая наиболее активно работающие органы. Кроме того, вода принимает участие в поддержании кислотно-щелочного равновесия в крови. Вода – самый большой по объему потребления «продукт питания» в рационе человека.

Вода у нас находится как внутри («внутриклеточная вода»), так и вне клеток («внеклеточная вода»). Внеклеточная и внутриклеточная вода составляет соответственно основу внеклеточного и внутриклеточного пространств (см. ниже). При этом вода крови (точнее, вода плазмы крови) является частью внеклеточной воды. Поскольку кровь находится в сосудах, такую воду еще называют внутрисосудистой. Оставшаяся, причем большая, часть внеклеточной воды непосредственно омывает клетки и называется интерстициальной (межклеточной) водой, или интерстициальной жидкостью. Молекулы воды, находящиеся в различных водных пространствах организма, непрерывно обмениваются между собой. При этом вода очень легко проникает через клеточные мембраны, поступая внутрь клеток и выходя из них (мембраны, проницаемые для воды, но непроницаемые для каких-либо других веществ, называют полупроницаемыми, поэтому клеточные мембраны полупроницаемы). Хотя немного воды образуется в организме человека в процессе сгорания питательных веществ (в среднем у человека с массой тела 70 кг – около 300 мл эндогенной воды), большая часть ее должна поступать с пищей и питьем: Это связано с тем, что вода в больших количествах теряется из организма. Большая часть воды выводится с мочой – почки вынуждены выводить воду для того, чтобы выделить избыток ненужных или токсичных для организма веществ. Кроме того, вода теряется с потовыми выделениями, при дыхании (выдыхаемый воздух, по сути дела, представляет собой водяные пары) и со стулом. Потери воды через кожу, легкие и желудочно-кишечный тракт называют незаметными потерями воды, хотя на самом деле они даже в обычном состоянии могут достигать 500–1000 мл, а при интенсивной физической нагрузке или повышении температуры окружающей среды возрастать в несколько раз (см. табл. 4). Поэтому 70% воды организма находится внутри клеток в составе клеточной протоплазмы, 30% воды приходится на внеклеточную жидкость, из которой межклеточная жидкость составляет 20%, вода плазмы крови – 8% и вода лимфы – 2%.

В живом организме, особенно внутри клетки, вода работает совсем по-другому, чем обычная вода, потому что вода, используемая организмом, качественно отличается от обычной – питьевой. Она строго структурирована.

Только в такой структурированной воде живые молекулы нашего организма способны осуществлять протекание важнейших биофизических и биохимических реакций. Обыкновенная питьевая вода представляет собой хаотическое скопление молекул. Биологические молекулы сами непрочно расположены между молекулами такой воды и поэтому удерживают ее плохо. Чтобы превратить обычную воду в структурированную, для усвоения ее на клеточном уровне организм тратит свою энергию. И этой энергии затрачивается тем больше, чем больше в воде всяких вредных примесей.

Человек должен потреблять столько воды, сколько он ее теряет, и здоровый человек существует в состоянии водного баланса. Этот баланс в первую очередь зависит от состояния почек. Здоровые почки умеют экономить воду при ее недостаточном поступлении в организм (временное ограничение доступа к потреблению воды) или при больших внепочечных потерях (в жаркую погоду, когда мы интенсивно потеем, количество выделяемой мочи уменьшается). В то же время при заболеваниях почек способность регулировать водный баланс нарушается. При этом почки начинают выводить меньше воды, что приводит к появлению отеков (накоплению избытка воды в интерстициальной жидкости) и росту артериального давления.

Вода непосредственно участвует в обмене веществ, который и лежит в основе всех процессов жизнедеятельности. Обмен веществ – это непрерывная замена одних молекул на другие, т.е. распад одних и синтез тех же или других молекул, нужных организму в данный момент и в данном его месте. Осуществление обмена веществ требует непрерывного притока энергии. В организме вода также играет ключевую роль, но только в последнее время было обнаружено, что для разных процессов нужна разная вода. Тогда возможна ситуация, при которой организм может страдать от жажды при избытке в нем воды, из-за дефицита той, что нужна ему в данный момент.

Для получения из пищи питательных веществ и строительных материалов основные компоненты пищи – белки и углеводы – должны быть раздроблены на мелкие фрагменты. Это происходит за счет гидролиза – расщепления полимеров водой. Но чтобы гидролиз прошел, должна разделиться на две части и сама молекула воды. Значит, эффективность расщепления пищевых полимерных молекул зависит не только от их состава и структуры, не только от ферментов, которые их расщепляют, но и от того, достаточно ли там, где идет гидролиз, именно той воды, которая обладает необходимой для осуществления данной реакции структурной организацией. Гидролиз протекает и во внутренней среде организма, где одни полимеры непрерывно замещаются другими, где постоянно перестраиваются внутриклеточные и внеклеточные структуры. Путем гидролиза устраняются старые, отработавшие биополимеры или те, что в данный момент не нужны. На место разобранных биополимеров должны поступить новые. Они собираются в клетке из молекулярных кирпичиков, которые в нужной последовательности стыкуются друг к другу. Когда к растущей цепи биополимера пришивается новое звено, освобождается одна молекула воды. Эта химическая реакция носит название поликонденсации, и она, по существу, противоположна

гидролизу. Естественно, там, где идет синтез, свойства водной среды должны резко отличаться от воды в местах гидролиза. В том месте, где идет гидролиз, она должна быть более свободна, чтобы обеспечить для гидролиза достаточное количество свободных молекул. До сих пор эти соображения, как правило, не принимались во внимание при рассмотрении обмена веществ.

Существенная часть энергетических процессов в клетках любого организма обеспечивается молекулами АТФ, которые несут в себе легко доступную энергию, и, расщепляясь, они отдают ее в нужном месте в нужное время. Другой известный источник энергии – это разность электрических потенциалов между клеткой и средой за счет неравномерного распределения между ними ионов калия и натрия. Концентрация калия в живой клетке гораздо выше, чем в среде, а натрия гораздо больше в среде, чем в клетке. Особенно велика эта разница в нервных клетках, где она достигает многих десятков милливольт. На роль воды в этом процессе внимания почти не обращают, хотя перераспределение ионов калия и натрия сопровождается как перераспределением молекул воды между клеткой и средой, так и существенным изменением ее свойств. Поскольку каждый ион окружен несколькими молекулами воды, то и молекул воды перераспределяется много больше, чем самих ионов. То же можно сказать и о других возбудимых клетках, например, мышечных, и в первую очередь, о клетках сердечной мышцы.

Вода выполняет в клетках роль горючего вещества. Окисление воды кислородом, а по существу, ее горение постоянно идет в крови человека. Известно, что циркулирующие в крови защитные белки – антитела – связываются с чужеродными для организма молекулами для их последующего устранения. Антитела способствуют горению воды, пространственно организуя воду для катализа собственного окисления до перекиси водорода. Это свойство антител способствует эффективному выполнению ими защитных функций, так как активные формы кислорода – сильные дезинфицирующие средства, и вирусам и бактериям наносится ущерб уже в момент связывания с ними антител, потому что вода буквально «горит» вокруг них. И самое главное, антитела защищают организм и от его собственных молекул, если те не отвечают установленному «стандарту». При гидролизе из высокополимерных «отходов» обмена веществ получают кирпичики, которые можно использовать для построения новых биополимеров и других нужных организму в данный момент биомолекул.

При сжигании отходов освобождается заключенная в них энергия. Эффективность обоих процессов требует, помимо прочих важных факторов, и особой структурной организации воды. Если же оптимальные условия удаления отходов не обеспечены, в органах и тканях накапливаются «нестандартные» молекулы, по существу токсины, а в крайних случаях наступает опухолевое перерождение клеток. Тогда к борьбе с этими «внутренними врагами» подключаются и клетки иммунной системы, и антитела, которые способны самостоятельно структурировать воду и «сжигать» противника с помощью активных форм кислорода.

Вода играет ключевую роль абсолютно во всех процессах, обеспечивающих жизнь любого организма. Нарушение ее нормальной структурной организации,

точнее соотношения различных структурных организаций и динамических характеристик может служить одной из основных причин возникновения самых разнообразных заболеваний. Поэтому, предотвращение болезней или излечение уже заболевшего требует внимательного отношения к водной основе организма, более внимательного, чем к состоянию его «твердых» молекул, потому, что нормальная работа всех клеток, органов и тканей возможна только тогда, когда вода и «твердые» включения в ней функционируют согласованно.

Живое человеческое тело содержит от 55 % до 78 % воды, в зависимости от веса и возраста. Потеря организмом человека более 10 % воды может привести к смерти. Для нормального функционирования организма человеку нужно усвоить от 1 до 7 литров воды за день в зависимости от температуры и влажности окружающей среды, физической активности и пр. Вода – основной растворитель в человеческом организме, в ней переносятся все вещества – соли, кислород, ферменты, гормоны. Поэтому все вещества, вырабатываемые нашим организмом, водорастворимые. При растворении веществ очень важен химический состав воды, ведь чем больше посторонних примесей в воде, тем хуже она растворяет вещества – водопроводная вода на 20% уже занята посторонними примесями, и человеку остается только 80% от выпитого объема. Столовые и минеральные воды сбалансированы по солевому составу с окружающей средой, если мы говорим о натуральных водах, но не сбалансированы по составу для текущих потребностей организма. Для нормального протекания разных процессов, происходящих в организме, нужна разная вода, поэтому, даже при избытке воды, мы мучаемся от жажды из-за дефицита именно той воды, которая нужна организму в данный момент.

Компанией ООО «МКС-V» и Университетом ИТМО разработаны сухие смеси для восполнения внутриклеточной воды, находящейся в составе клеточной протоплазмы: сухая смесь для восполнения межклеточной жидкости, которая составляет 20% от общей воды в организме, смесь для восполнения воды плазмы крови (8% от общей воды в организме) и смесь для восполнения и очистки лимфы (2% от общей воды в организме). Достаточно развести данные смеси питьевой водой, и Вы получите столовую воду, отвечающую потребностям организма в данный момент, для нормализации показателей обменных процессов и функционального согласования водного баланса организма.

Смесь для восполнения воды плазмы крови. Кровь состоит из жидкой части плазмы и взвешенных в ней форменных элементов: эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов. Соотношение между форменными элементами (40 – 45%) и плазмой (55–60%) называется гематокритным соотношением, или гематокритным числом. В состав плазмы крови входят вода (90–92%) и сухой остаток (8–10%). Сухой остаток состоит из органических и неорганических веществ. К органическим веществам плазмы крови относятся водорастворимые белки – альбумины (4,5%) и глобулины (2–3,5%), а неорганические вещества плазмы крови (0,9–1%) состоят из смеси минеральных солей – хлоридов, фосфатов, карбонатов и сульфатов натрия, кальция, калия и магния. Они обеспечивают

нормальную функцию всех клеток организма, в том числе клеток возбудимых тканей, обуславливают осмотическое давление, регулируют рН.

В отличие от лимфы, образующейся из плазмы крови фильтрацией в межтканевые пространства и поступающей в лимфатическую систему, плазма крови содержит 90–92% воды. В 100 мл плазмы крови здорового человека содержится около 93 г воды. Даже незначительные нарушения солевого состава плазмы могут оказаться губительными для многих тканей, прежде всего, для клеток самой крови. Суммарная концентрация минеральных солей, белков, глюкозы, мочевины и других веществ, растворенных в плазме, создает осмотическое давление. Осмотическое давление плазмы в основном создается неорганическими солями, благодаря которым происходит проникновение жидкости через клеточные оболочки, что обеспечивает обмен воды между кровью и тканями.

Солевой раствор, имеющий такое же осмотическое давление, как плазма крови, называют изотоническим раствором. Для человека изотоничен 0,9-процентный раствор поваренной соли (NaCl). Несмотря на то, что в кровь может поступать разное количество воды и минеральных солей, осмотическое давление крови поддерживается на постоянном уровне. Это достигается благодаря деятельности почек, потовых желез, через которые из организма удаляются вода, соли и другие продукты обмена веществ.

Для нормальной деятельности организма важно не только количественное содержание солей в плазме крови, что обеспечивает определенное осмотическое давление, но и их качественный состав. Даже незначительные сдвиги величины рН крови нарушают деятельность организма и угрожают его жизни. Водородный показатель крови человека при температуре тела 37°C равен 7,36. Но в процессе жизнедеятельности в результате обмена веществ, в тканях происходит образование значительных количеств кислых продуктов, а при выведении угольной кислоты, кровь может подщелачиваться.

Сухая смесь компании «МКС-V» позволяет организму быстро справиться с такими отклонениями величины рН за счет буферных веществ (гидрокарбонатов и фосфатов), входящих в ее состав. Смесь позволяет поддерживать деятельность легких, через которые удаляется из организма углекислый газ; почек и потовых желез, выводящих избыток веществ, имеющих кислую или щелочную реакцию.

Смесь для восполнения воды лимфы. Лимфа удаляет из тканей жидкость, белки, загрязняющие вещества и возвращает их в кровь (без токсинов). Лимфатические узлы фильтруют токсины, бактерии, инородные частицы, опухолевые клетки, то есть создают мощную защиту организма. Отсутствие физических упражнений, мышечная слабость являются наиболее распространенной причиной недостаточного дренажа токсинов, вредных веществ в суставах, тканях. Наиболее распространенным проявлением недостаточного дренажа являются: чувство усталости, тяжесть в ногах, целлюлит, отеки, ослабление иммунной системы. При нарушениях в лимфатической системе может возникнуть так называемая «слоновая болезнь».

Для здоровья всей лимфосистемы и уменьшения отеков необходимо поддерживать дезоксидацию организма и иммунной системы. В нормальном режиме работы ежедневно через лимфатическую систему проходит 3–4 л жидкости, которая на самом деле является побочными продуктами метаболических процессов. Удельный вес лимфы 1,012–1,023 г/мм³, вязкость 1,7, а рН около 9,0. Электролитный состав лимфы сходен с плазмой крови. Но в ней больше анионов хлора и бикарбоната.

Осмотическое давление крови, лимфы и тканевой жидкости определяет обмен воды между кровью и тканями. Изменение осмотического давления жидкости, окружающей клетки, ведет к нарушениям в них водного обмена. Эритроциты в гипертоническом растворе NaCl теряют воду и сморщиваются, а в гипотоническом растворе NaCl, наоборот, набухают, увеличиваются в объеме и могут разрушиться. Величина осмотического давления зависит от количества растворенных в воде молекул или ионов, а не от их размера и массы. Поэтому раствор, содержащий большое количество крупномолекулярных веществ, например, белков или полисахаридов, может обладать меньшим осмотическим давлением, чем менее концентрированный раствор неорганической соли, например NaCl.

Лимфа – жидкая субстанция, в основе которой – тканевая жидкость, содержащая воду и растворенные в ней соли и другие вещества. Лимфа подвержена влиянию токсинов и засоряется намного быстрее, чем кровь. Негативные выделения кишечника всасываются именно ею, поэтому лимфа подвержена массивной атаке различных ядов и бактерий. Очищать её просто необходимо. Приём нездоровой пищи превращает лимфу в вещество белого мутного цвета с повышенным содержанием жиров. Тогда она становится не в состоянии выполнять свои основные функции, что приводит к нарушению работы внутренних органов. Застой в лимфатических узлах, где циркулирует лимфа, загромождает жизнь клеток. Очищение лимфы облегчает боли при заболеваниях почек, сердечно-сосудистой системы и легких.

Очищать лимфу можно либо полным голоданием, либо выпивая утром натощак стакан воды с растворенной смесью для восполнения воды лимфы, разработанной компанией «МКС–V» и Университетом ИТМО. В составе смеси содержатся соли, стабилизирующие обмен воды между кровью и тканями и натуральная сухая смесь цитрусовых соков, приводящая к «усилению движения» лимфы, а это требует притяжения воды из кишечника. Для компенсации этого эффекта в составе смеси находится сульфат магния, который регулирует водный баланс кишечника и клеток организма. Некоторые вещества обладают способностью разжижать, а часть – сгущать лимфатическую жидкость, и если надо прочистить лимфу, то её надо разжижить, одновременно дополняя её чистой жидкостью. 80% ядов находится не в печени, почках, кишечнике, а в межклеточной жидкости, потому что её в организме человека находится около 50 литров.

При очистке печени, почек, кишечника надо заменить заселённую, грибами, бактериями и мёртвыми клетками воду. После её замены клетки получают

вторую жизнь. Используя смесь, лимфатическую систему, т.е. межклеточное пространство, можно промыть минимум за два месяца, чтобы произошла полная замена лимфатической жидкости. В день организм выделяет 1,5 литра жидкости, и в организме ее около 65 литров. Чтобы заменить 65 литров, надо 1,5 литра заливать и 1,5 выливать. Но при этом надо поддерживать водно-солевой баланс организма. Поэтому, по нашим расчётам, через 3 месяца должна замениться вся межклеточная и лимфатическая вода. Это, по мнению врачей, помогает от любого заболевания, кроме запущенной формы рака. Поэтому раствор смеси надо пить минимум три месяца, для того чтобы заменилась межклеточная жидкость. Кроме воды, ничего больше пить не следует. Необходимо убрать чай, какао, пиво, соки. А вот к лимфостимуляторам относятся лист смородины, корень солодки, тысячелистник, шиповник, овес. Лимфостимуляторы разжижают лимфу, причём очень быстро. Из-за разжижения лимфатической жидкости начинается насыщение лимфы через лимфатические узлы.

Всё, что вошло в организм, самопроизвольно из него не уходит. Если мы хотим убрать яды, то должны поставить в организм вещества, которые сами не растворяются, но на себя цепляют яды. Именно этим требованиям отвечает смесь компании «МКС-V».

Смесь для восполнения межклеточной (свободной) жидкости. Химический состав микроорганизмов в процессе их жизнедеятельности не остается постоянным, но усредненное содержание химических элементов в клетках установлено. Протоплазма микробной клетки состоит из различных органических и неорганических соединений, находящихся в основном в коллоидном состоянии. На долю органических веществ микробной клетки приходится 90–92%, а 8–10% составляют минеральные вещества. Вода составляет от 75 до 85% от веса клетки. Вода, находящаяся в связанном состоянии с коллоидными веществами клетки и входящая в ее структуру, называется связанной водой. Другая часть – свободная вода – используется для растворения различных веществ, образующихся в процессе обмена. Благодаря свободной воде в клетке происходит регулирование внутриклеточного давления. Двадцать из первых тридцати элементов периодической системы, а также четыре более тяжелых элемента необходимы для жизни. Водород, углерод, азот и кислород присутствуют в организме в виде многих соединений. Натрий, калий, магний, кальций и хлор присутствуют в виде ионов в крови и межклеточных жидкостях. Внеклеточная жидкость содержит большое количество ионов Na^+ и Cl^- и достаточно высокое число бикарбонатов; с незначительным содержанием ионов калия, кальция, магния, фосфатов. Благодаря механизмам регуляции клетки постоянно находятся в среде с концентрацией электролитов и питательных веществ, необходимой для жизнедеятельности.

Внутриклеточная жидкость отделена от внеклеточной цитоплазматической мембраной, высокопроницаемой для воды и практически непроницаемой для большинства электролитов, и содержит лишь небольшое количество ионов натрия и хлора, а ионы кальция в ней практически отсутствуют. Но внутриклеточная жидкость, в отличие от межклеточной, свободной влаги, практически не

расходуется, поэтому очень важно восполнять потерю свободной влаги жидкостью с правильно сбалансированным составом.

В ежедневном рационе каждого человека обязательно должна быть соль, но не поваренная. Солевой состав межклеточных жидкостей похож на морскую воду. Именно в этой среде идут обменные и энергетические процессы в организме. Мы используем в составе смеси морскую соль, которая содержит десятки ионов, необходимых организму для восполнения потерь свободной жидкости и восстановления сбалансированного водно-солевого баланса. Если под рукой нет чистой воды, можно положить под язык и рассосать рекомендуемую дозу смеси. Это поможет удержать необходимую воду в межклеточном пространстве и на некоторое время утолить жажду.

Водный и электролитный балансы необходимо рассчитывать по суточному потреблению и выделению воды и электролитов из организма. Вода поступает в организм в виде питья (примерно 1,2 л) и с пищей (примерно 1 л). Около 0,3 л воды образуется в процессе обмена веществ (из 100 г жиров, 100 г углеводов и 100 г белков образуется 107, 55 и 41 мл воды соответственно). Суточная потребность взрослого человека в электролитах составляет примерно: натрий – 215, калий – 75, кальций – 60, магний – 35, хлор – 215, фосфаты – 105 мг-экв (миллиграмм-эквивалент) в день. Эти вещества всасываются в желудочно-кишечном тракте и поступают в кровь. Временно они депонируются в печени. Избыток воды и электролитов выводится почками, легкими, кишечником и кожей. В среднем за сутки выделение воды с мочой составляет 1,0–1,4 л, с калом – 0,2 л, кожей и с потом – 0,5 л, легкими – 0,4 л.

Одной из важнейших констант является рН крови на уровне 7,3. В крови имеется ряд буферных систем – бикарбонатная, фосфатная, белки плазмы, а также гемоглобин, – поддерживающих рН крови на постоянном уровне. Но в основном рН плазмы крови зависит от парциального давления углекислого газа и концентрации HCO_3^- . Поэтому для поддержания буферности в состав смеси дополнительно введены соли – карбонаты натрия, кальция и магния, катионы, которых дополняют суточную потребность в электролитах и стабилизируют водный и электролитный балансы организма.

Особенность аминокислот заключается в том, что в их состав входят одновременно щелочная (NH_2) и кислотная группы (COOH). Амфотерность обеспечивает аминокислотам и состоящим из них белкам огромную химическую потенцию. Кроме того, амфотерность обуславливает буферность этих соединений, которая противостоит изменению рН протоплазмы крови. Для создания наиболее благоприятных условий протоплазмы в состав смеси введены восемь незаменимых аминокислот, которые организм самостоятельно синтезировать не может, что положительно сказывается и на белково-липидном равновесии организма.

В норме количество поступающей жидкости должно соответствовать количеству выделяемой, и наш организм за этим следит. Однако существуют два механизма потери воды, которые даже здоровый организм не способен контролировать – испарение влаги с помощью легких (350 мл/сутки) и диффузия

влаги её через кожу (350 мл/сутки). Перемещение воды через кожу не связано с работой потовых желез. Микро- и макроэлементы (натрий, калий, хлор, кальций, магний и др.) мы можем получить исключительно с пищей и водой.

Вся жидкость находится в трех видах: внутриклеточном, внутрисосудистом и межклеточном. Эти виды между собой отличаются по составу. Внутрисосудистая жидкость – это плазма крови. Она участвует в постоянном обмене веществ с межклеточной жидкостью через поры в капиллярах. Эти поры достаточно велики для того, чтобы пропускать через себя все, кроме крупных белков. Межклеточная вода является посредником между сосудами и клетками. Определенное количество клеток, окружённое водной средой, и все вещества по градиенту концентрации передвигаются от сосуда к клетке и обратно. Внутриклеточная жидкость находится внутри клетки и нужна для адекватного метаболизма. Большая часть воды расположена внутри клеток (65 %), второе место занимает межклеточная жидкость (25 %), и на последнем месте – плазма крови (10 %). Расход воды организмом представлен в таблице 6.

Таблица 6. Расход воды организмом (мл)

Поступление жидкости	Норма	Тяжелая физическая нагрузка
С пищей	2100	?
В результате обменных процессов	200	200
Общее поступление	2300	?
Выделение жидкости	Норма	Тяжелая физическая нагрузка
Потеря через кожу	350	350
Потеря при дыхании	350	650
С потом	100	5000
С фекалиями	100	100
С мочой	1400	500
Общее выделение	2300	6600

Употребление просто воды для компенсации ее потерь может привести к нарушению осмотического давления внутри клетки, которое должно совпадать с таковым снаружи. Тогда организм находится в равновесном статическом состоянии. Составы всех смесей были рассчитаны исходя из этого положения. В таблице 6 приведены составы водных сред организма, исходя из которых были рассчитаны качественные и количественные соотношения ингредиентов в смесях.

Молярная концентрация $C(B)$ показывает, сколько молей растворённого вещества содержится в 1 литре раствора.

$$C(B) = n(B) / V = m(B) / (M(B) \cdot V),$$

где $M(B)$ - молярная масса растворенного вещества г/моль.

Молярная концентрация измеряется в моль/л и обозначается "М". Например, 2 М NaOH – двухмолярный раствор гидроксида натрия. Один литр такого раствора содержит 2 моль или 80 г NaOH ($M(\text{NaOH}) = 40$ г/моль).

Таблица 7. Смесь для восполнения межклеточной (свободной) жидкости

	Вода плазмы	Межклеточная жидкость	Вода лимфы
Натрий (Na^+)	132	139	14
Калий (K^+)	4,2	4	140
Кальций (Ca^{+2})	1,3	1,2	0
Магний (Mg^{+2})	0,8	0,7	20
Хлор (Cl^-)	108	108	4
Карбонат ион (HCO_3^-)	24	28,3	10
Фосфат ион (HPO_4^{-2} , PO_4^{-3})	2	2	11
Сульфат ион (SO_4^{-2})	0,5	0,5	1
Лактат	1,2	1,2	1,5
Глюкоза	5,6	5,6	0
Глобулин	1,2	0,2	4
Суммарная молярность	280,8	290,7	205,5

5.2. Причины возникновения запаха, вкуса и мутности воды [13]

Химически чистая вода совершенно лишена вкуса и запаха. Однако в природе такая вода не встречается – она всегда содержит в своем составе растворенные вещества. По мере роста концентрации неорганических и органических веществ вода начинает принимать тот или иной привкус и/или запах. Запах и вкус – это свойство веществ вызывать у человека и животных специфическое раздражение рецепторов слизистой оболочки носоглотки и языка.

Следует иметь в виду, что запах и привкус может появиться в воде на нескольких этапах: в природной воде, в процессе водоподготовки, при транспортировке по трубопроводам. Основными причинами возникновения запаха и привкуса в воде являются:

- **Гниющие растения.** Водоросли и водные растения в процессе гниения могут вызвать рыбный, травяной, гнилостный запах воды и аналогичный неприятный привкус.
- **Грибки и плесень.** Эти микроорганизмы вызывают возникновение плесневого, земляного или затхлого запаха и приводит к появлению привкуса. Тенденция к размножению этих микроорганизмов возникает в местах застоя воды и там, где вода может нагреваться (например, в системах водоснабжения больших зданий с накопительными емкостями).

- **Железистые и сернистые бактерии.** Оба типа бактерий выделяют продукты жизнедеятельности, которые при разложении создают резко неприятный запах.
- **Соединения тяжелых металлов,** особенно продукты коррозии железа, марганца, меди, которые вызывают незначительный запах воды, но достаточно отчетливый металлический привкус.
- **Соли щелочных и щелочноземельных металлов,** которые в больших концентрациях придают воде соленый или горький вкус, а также может придавать воде щелочной привкус.
- **Различные добавки** могут придавать воде кислый и сладкий вкусы. Кислый вкус могут иметь воды, насыщенные углекислым газом или солями сильных кислот.
- **Промышленные отходы.** Многие вещества, содержащиеся в сточных водах промышленного производства, могут вызвать сильный лекарственный или химический запах воды. В частности, проблемой являются фенольные соединения, которые при хлорировании воды создают обладающие характерным запахом хлор фенольные соединения.
- **Хлорирование воды.** Вопреки широко распространенному мнению, сам хлор при правильном использовании не вызывает возникновения сколько-нибудь заметного запаха или привкуса. В то же время хлор способен вступать в химические реакции с различными растворенными в воде веществами, образуя при этом соединения, которые, собственно, и придают воде хорошо известный многим запах и привкус «хлорки».

По происхождению запахи, вкусы и привкусы делятся на две группы:

- естественного происхождения (связаны с наличием живущих в воде организмов, загнивающих растительных и животных остатков, наличием солей, как правило в морских или подземных водах);
- искусственного происхождения (обусловлены примесями промышленных сточных вод, реагентами процессов водоподготовки, материалами труб и т.д.).

Запах воды естественного происхождения обычно связан с наличием фитопланктона и с деятельностью бактерий, разлагающих органические вещества. Поэтому вода родников, ключей, артезианских скважин обычно не имеет запаха.

Известно более 200 веществ, выделяемых водорослями различных видов, способных восприниматься обонятельными рецепторами, но реально проблемы появления возникающих посторонних запахов водопроводной воды связывают только с некоторыми из них: 2-метилизоборнеол (МИБ), геосмин, меркаптаны, диметилдисульфид, диметилсульфид, 2,4-гептадиенал, 2,6-нонадиенал. Число разных видов запахов достаточно велико. Наиболее часто встречаются следующие запахи воды поверхностных водоемов: гнилостный, травянистый, землистый, навозный.

Некоторые виды водорослей вызывают специфические запахи. Например, из группы диатомовых водорослей одорирующие вещества продуцируют пред-

ставители родов *Asterionella* (герани и рыбы), *Cyclotella* (травянистый, герани, рыбы), *Tabellaria* (травянистый, герани, затхлости). Представители родов золотистых водорослей (хризофитов) *Synura*, *Dinobryon*, *Uroglenopsis* способны придавать воде сильный рыбный запах. Этот запах, как и в случае диатомовых водорослей, имеют альдегиды и кетоны, образующиеся в результате ферментативного преобразования ненасыщенных жирных кислот при отмирании клеток.

Основными причинами запахов подземных вод являются сероводород и соединения железа. Сероводород появляется в результате воздействия анаэробных восстанавливающих серных бактерий на органическую и элементарную серу, сульфаты и сульфиты. В малых концентрациях он может производить болотистый, затхлый запах. Часто вода из скважин пахнет железом – самым распространенным загрязнителем, который при взаимодействии с кислородом воздуха переходит в трехвалентную форму. Поэтому вода, только что добытая из скважины, выглядит чистой и только потом приобретает бурый цвет и неприятный металлический, железистый запах и привкус.

Качественной можно считать лишь ту воду централизованного водоснабжения, которая, по мнению потребителей, не имеет запаха, вкуса и привкуса. Обычно люди не чувствуют запах, вкус и привкус интенсивностью 0 и 1 балл по пятибалльной шкале. Запах интенсивностью 2 балла чувствуют лишь некоторые потребители (до 10% населения), и лишь в том случае, если обратить на это их внимание. При повышении интенсивности запах становится ощутим для всех потребителей без какого-либо предупреждения. Поэтому интенсивность запаха питьевой водопроводной воды не должна превышать двух баллов. Кроме того, следует учитывать, что воду подогревают для приготовления горячих напитков и первых блюд, а это может привести к усилению ее запаха. Именно поэтому питьевая вода, как правило, не должна иметь запах интенсивностью свыше двух баллов при температуре как 20°C, так и 60°C.

Мутность воды – показатель, характеризующий уменьшение прозрачности воды в связи с наличием неорганических и органических тонкодисперсных взвесей, а также развитием планктонных организмов. Причинами мутности воды может быть наличие в ней глины, неорганических соединений (гидроксида алюминия, карбонатов различных металлов), а также органических примесей или живых организмов, например бактерий, фито- или зоопланктона. Также причиной может быть окисление соединений железа и марганца кислородом воздуха, что приводит к образованию коллоидов. Мутность воды в реках и прибрежных районах водоемов повышается при дождях, паводках, таянии ледников. Как правило, зимой уровень мутности в водоемах наиболее низкий, наиболее высокий весной и во время летних дождей. Мутность питьевой воды нормируется в основном из-за того, что мутная вода защищает микроорганизмы при ультрафиолетовом обеззараживании и облегчает рост бактерий, а также из эстетических соображений.

5.3. Показатели качества воды для биотехнологических процессов [13]

Вода является основным сырьем в различных видах биотехнологических производств. К ним относятся производство алкогольных напитков (виноделие, пивоварение, ликеро-водочное производство) напитков и безалкогольных напитков (производство фруктовых и овощных соков, газированных напитков); в меньших объемах вода используется в консервной промышленности при изготовлении рассолов и маринадов, в кондитерском и хлебопекарном производстве. На предприятиях, которые производят продукцию такого рода, к воде предъявляются жесткие требования, там устанавливаются линии водоочистки, которые доводят воду до параметров качества, требуемых ГОСТом. Если воду не довести до нормативных требований, это может сказаться на качестве готового продукта. Помимо общих требований к качеству воды, прописанных в ГОСТах или ДСТУ, на подобных предприятиях к воде предъявляют дополнительные требования, касающиеся ее жесткости, содержания минеральных солей и т.д. для получения качественной продукции. Вода, отвечающая требованиям при производстве вина, может быть непригодной для производства соков или маринадов. В производстве напитков важным технологическим этапом является подготовка воды с целью придать ей необходимые свойства, если она не удовлетворяет требованиям. Таким образом, качество воды в пищевой промышленности зависит от того, для производства какого продукта она применяется. Поэтому необходимо учитывать этот фактор при изготовлении той или иной продукции.

Физико-химические показатели

1. Жесткость. Свойство природной воды, определяемое количеством растворимых солей кальция и магния, называют жесткостью. Вода, содержащая в 1 л до 1,5 мг-экв. ионов кальция и магния, считается очень мягкой; 1,5–3 мг-экв – средней жесткости; 6–10 мг-экв – жесткой; свыше 10 мг-экв – очень жесткой.

Под постоянной жесткостью понимают содержание в воде прочих солей кальция и магния, которые остаются в воде после часового кипячения. Общая жесткость воды складывается из временной и постоянной жесткости и характеризует концентрацию в воде катионов кальция и магния:

$$Ж = Жв + Жп.$$

2. Щелочность. Этот показатель характеризует способность воды связывать кислоты и выражается количеством в 1 л воды миллиграмм-эквивалентов ионов OH^- ; CO_3^{2-} ; HCO_3^- и некоторых других анионов слабых кислот, реагирующих с сильными кислотами по уравнениям:



При титровании фенолфталеином окраска из розовой переходит в бесцветную при $\text{pH} = 8,2\text{--}8,4$, а метилоранжем – при $\text{pH} = 4\text{--}4,3$.

Важным показателем качества воды является общая щелочность, эквивалентная общему расходу кислоты от начала титрования до его окончания с метилоранжем.

3. Окисляемость. Окисляемостью воды называют количество окислителя (либо эквивалентное ему количество кислорода), израсходованного на окисле-

ние содержащихся в ней примесей (восстановителе). Общую окисляемость называют также химическим потреблением кислорода (ХПК). Частичную окисляемость определяют по реакции с перманганатом калия. По этой реакции окисляется только сравнительно легко окисляющие вещества. Окисляемость выражается в миллиграммах перманганата калия, израсходованного при кипячении в течение 10 мин 1 л воды с избытком перманганата. Окисляемость питьевой воды и производственной воды не должна превышать 3 мг перманганата калия на 1 л воды.

4. Содержание сухого остатка. Одним из суммарных показателей качества воды является так называемый сухой остаток – количество веществ, получаемых в результате испарения воды и сушке остатка при 105–110°C до постоянной массы, выраженное в мг на 1 л воды. Сухой остаток в воде, применяемой для хозяйственно-питьевого водоснабжения, не должен превышать 1000 мг/л.

5. Биологические показатели

- число бактерий в 1 мл городской водопроводной воды не должно превышать 100;
- коли-титр – наименьший объем воды, в котором еще обнаруживается кишечная палочка. Количество кишечных палочек в 1 л воды называется коли-индексом

Согласно ГОСТу, в 1 л доброкачественной водопроводной воды должно содержаться не более 3 кишечных палочек, т.е. коли-титр должен быть не менее 300 мл, а коли-индекс – не более 3.

Требования к качеству воды, применяемой в биотехнологических производствах

Вода для бродильных производств. Вода, прежде всего, должна быть прозрачной, бесцветной, приятной на вкус, не иметь посторонних запахов и привкусов, не содержать патогенных микроорганизмов; должна удовлетворять индивидуальным требованиям того или иного производства по химическим показателям – жесткости, щелочности, окисляемости и содержанию сухого остатка. Вода, используемая для технологических целей в пивоваренном производстве, должна иметь реакцию, близкую к нейтральной, рН в пределах 6,8–7,3, общую жесткость не более 5–6 мг-экв/л, окисляемость не выше 1–2 мг/л и сухой остаток не более 600 мг/л. Более мягкая вода требуется для производства светлых сортов пива. При приготовлении суслу для светлых сортов пива желательно иметь воду с временной жесткостью около 0,71 мг-экв/л и постоянной жесткостью 0,36–0,72 мг-экв/л. Содержание в воде ионов калия, натрия, сульфатов, хлоридов и некоторых других катионов и анионов не должно превышать их пороговых концентраций, т.е. тех минимальных количеств, при которых становится ощутимым их влияние на вкус воды. Ионный состав воды не должен повышать рН производственных сред, в которых протекают биологические процессы. Для характеристики этого свойства воды надежным критерием является мягкая вода с общей жесткостью не более 1,5 мг-экв./л. Вода с жесткостью более 6 мг-экв/л требует умягчения, так как соли временной жесткости (бикарбоната кальция и магния) связывают лимонную кислоту, добавляемую в на-

питки, что вызывает повышенный расход ее на создание необходимой кислотности их.

Вода, применяемая для технологических целей **на спиртовых заводах**, должна также удовлетворять требованиям, предъявляемым ГОСТом к питьевой воде: быть без запаха и привкуса, бесцветной, прозрачной, бактериально чистой, с окисляемостью не более 4 мг/л и с общей жесткостью не более 7 мг-экв./л, т.е. удовлетворять требованиям, предъявляемым ГОСТом к питьевой воде. При большой карбонатной жесткости воды повышается расход кислоты на подкисление мелассного сусла. Она не должна содержать нитратов. Железо и марганец вызывают потемнение готовой продукции. Она должна быть безопасна в экологическом отношении и безвредна по химическому составу.

В ликероводочном производстве вода, наряду со спиртом, является главной составной частью всех алкогольных напитков. Прозрачность, вкус и стойкость этих напитков в значительной мере зависят от состава ее примесей. Питьевая вода, предназначенная для производства ликероводочных напитков, должна иметь общую жесткость не более 1 мг-экв./л, а вода для мойки бутылок – не более 1,8 мг-экв./л, окисляемость же воды должна быть не более 3 мг/л.

Вода для производства соков, газированных напитков

Вода – основной компонент безалкогольных напитков. Используемая для производства безалкогольных напитков вода должна соответствовать определенным требованиям. Щелочность воды снижает кислотность напитка, поэтому требуется увеличение количества добавляемой лимонной кислоты. Расход лимонной кислоты также увеличивается при превышении допустимых пределов концентрации солей жесткости, поскольку гидрокарбонаты кальция и магния взаимодействуют с пектиновыми и дубильными веществами соков, образуя комплексные соединения, вызывающие помутнение напитка. Сульфаты и хлориды участвуют в формировании вкуса напитка. Общее количество растворенных солей не только влияет на вкус, но и может обуславливать химическую нестабильность, выпадение осадка, изменение внешнего вида напитка. Для производства газированных напитков она должна быть прозрачной, бесцветной, приятной на вкус, не имеет запаха, иметь соответствующие бактериологические показатели: КМАФАнМ – не более 100 КОЕ/см, БГКП – не менее 333 см, допустимые концентрации токсических веществ не должны превышать установленных норм, общая жесткость воды не должна превышать 6 мг-экв/л, рН воды в пределах 6,5–8,5, плотность 1000 кг/м. Сок, полностью идентичный натуральному, может быть получен только при разбавлении концентрата обессоленной водой. Поскольку ее производство достаточно дорого, допускается применение умягченной воды. Качество такой воды оговорено в ТИ 10-5031536-73-10 «Требования к химическому составу воды в производстве безалкогольных напитков»:

- Жесткость общая, мг-экв/л 0,7
- Щелочность, мг-экв/л <1,0
- Водородный показатель рН 3-6
- Железо общее, мг/л 0,2

- Марганец, мг/л 0,1
- Сухой остаток мг/л <500

Требования к воде для производства консервов

Консервное производство является крупным потребителем воды. Вода жестко регламентированного качества используется при транспортировке и мойке сырья, приготовлении разных заливок, сиропов и т.д., тепловой обработке продуктов (бланшировке, стерилизации и т.п.), а также при подготовке тары. Вода для консервирования должна быть безупречной в санитарном отношении и отвечать требованиям технологии. Так, при консервировании зеленого горошка, яблок, груш, вишни и т.п. нежелательно наличие в воде соединений железа, так как они обуславливают потемнение сырья. Жесткая вода мало пригодна для приготовления сиропов. Содержание в воде кальция и магния выше 40 мг/л создает опасность получения консервированного продукта с посторонним горьким вкусом. В то же время для получения огурцов хорошего качества при засолке требуется жесткая вода. Солевой состав технологической воды, пригодной для консервного производства, должен быть следующим:

- | | |
|---|------------------------------------|
| • Сухой остаток, мг/л | 500 |
| • Оксид магния, мг/л | 120 |
| • Оксиды железа и алюминия | 0 |
| • Хлориды Cl, мг/л | 30 |
| • Сульфаты SO ₄ , мг/л | 36 |
| • Щелочность, мг-экв/л | 2,5-4,5 |
| • Нитраты NO ₃ , мг/л | следы |
| • Нитриты NO ₂ , мг/л | |
| • Жесткость, мг-экв/л | 6–7 |
| • Окисляемость (по O ₂), мг/л | 2 |
| • Аммиак | 0 |
| • Коли-индекс | не более 3, |
| • КМАФАнМ | не более 100 КОЕ/см ³ . |

Концентрация химических веществ, встречающихся в природных водах или добавляемых к ней в процессе обработки, допускается в следующих нормах:

- | | |
|----------------------------------|--------|
| • Алюминий остаточный (Al) | 0,5 |
| • Бериллий (Be) | 0,0002 |
| • Молибден (Mo) | 0,25 |
| • Мышьяк (As) | 0,05 |
| • Нитраты (NO ₃) | 45 |
| • Полиакриламид остаточный | 2 |
| • Свинец (Pb) | 0,03 |
| • Селен (Se) | 0,001 |
| • Стронций (Sr) | 7 |
| • Фтор (F): | |
| для климатических районов I и II | 1,5; |

для климатических районов III	1,2;
для климатических районов IV	0,7

По органолептическим свойствам вода должна отвечать следующим требованиям:

- Запах при 20°C, нагревании до 60°C, баллы Не более 2
- Вкус и привкус при 20°C Не более 2
- Цветность, градусы Не более 20
- Мутность по стандартной шкале, мг/л Не более 1,5
- Водородный показатель pH 6–9
- Железо (Fe), мг/л Не более 0,3
- Марганец (Mn), мг/л Не более 0,1
- Жесткость общая, мг-экв/л Не более 7
- Медь (Cu), мг/л Не более 1
- Полифосфаты (PO₄) остаточные, мг/л Не более 3,5
- Сульфаты (SO₄), мг/л Не более 500
- Сухой остаток, мг/л Не более 1000
- Хлориды (Cl), мг/л Не более 350
- Цинк (Zn), мг/л Не более 5

По согласованию с органами СЭС допускается увеличение цветности воды до 35 градусов; мутности (в паводковый период) до 2 мг/л. Для водопроводов, подающих воду без специальной обработки, по согласованию с органами СЭС допускается: сухой остаток до 1500 мг/л; общая жесткость до 10 мг-экв/л; содержание железа до 1 мг/л, марганца до 0,5 мг/л.

Вода для кондитерского производства

Применяемая непосредственно в изделия, а также для мойки производственного оборудования и инвентаря вода должна соответствовать всем требованиям, предъявляемым к питьевой воде. Необходимо, чтобы она имела чистый вкус и прозрачность, была безопасной по бактериальному составу и безвредной по содержанию химических веществ. Контроль за пригодностью воды осуществляется органами СЭС. Для технологической оценки воды существенно знать ее жесткость, обусловленную содержанием солей кальция и магния. Жесткая вода улучшает физические свойства клейковины и теста из слабой муки.

В случае применения хлорированной воды важно знать содержание в воде остаточного хлора, обладающего окислительным действием и поэтому также укрепляющего слабую клейковину.

Вода в хлебопекарном производстве

Вода (ГОСТ 2874-82), применяемая для приготовления теста, должна отвечать требованиям, предъявляемым к питьевой воде, подаваемой централизованными системами хозяйственно-питьевого водоснабжения, а также централизованными системами водоснабжения, подающими воду одновременно для хозяйственно-питьевых и технических целей, и устанавливает гигиенические требования и контроль за качеством питьевой воды. Стандарт не распространяется на воду при нецентрализованном использовании местных источников без

разводящей сети труб. Питьевая вода должна быть безопасна в эпидемическом отношении, безвредна по химическому составу и иметь благоприятные органолептические свойства. Качество воды определяют ее составом и свойствами при поступлении в водопроводную сеть, в точках водозабора наружной и внутренней водопроводной сети. Повышенная жесткость воды, применяемой для хлебопечения, не является недостатком, так как жесткая вода благоприятно влияет на физические свойства теста, улучшает его консистенцию.

Способы подготовки воды технологического назначения

1. Коагуляция коллоидных примесей — воздействие ультрафиолетовых лучей и введение ионов серебра. Сначала воду осветляют коагуляцией и фильтруют через песчаные фильтры, затем умягчают (снижают жесткость)

2. Снижение карбонатной жесткости воды методами реагентов. Умягчение воды осуществляется путем перевода ионов кальция и магния в осадок с последующим его удалением. Из различных методов реагентов наиболее известны известковый и известково-содовый методы умягчения воды. Известковый метод основан на переходе бикарбонатов в ионокарбонаты при добавлении к воде известковой воды (насыщенного раствора гидроксида кальция). Известково-содовый способ – вместе с известью применяются сода (карбонат натрия). Известь хорошо устраняет временную (карбонатную) жесткость, а сода - постоянную жесткость. Полное удаление солей жесткости достигается при избытке реагентов.

3. Умягчение. Наиболее распространенный способ умягчения воды -- ионообменный. При этом способе достигается не только умягчение, но и удаление нежелательных примесей. Метод основан на способности некоторых трудно-растворимых веществ поглощать из растворов одни катионы или анионы и отдавать взамен другие. К ионитам относятся цеолиты, глауконит, органические вещества в виде синтетических смол и сульфитированные угли. По характеру активных групп иониты подразделяют на катиониты и аниониты. Катиониты имеют кислотный характер и обладают способностью обменивать ионы водорода или другие положительно заряженные ионы на ионы металлов (катионы). Аниониты имеют основной характер и способны обменивать гидроксильные ионы или другие отрицательно заряженные ионы на кислотные остатки (анионы).

В практике очистки воды часто используют H^{\pm} и N^{\pm} -катиониты. В зависимости от катиона этот процесс называют H - и N -катионированием. При H -катионировании повышается кислотность воды, а при N -катионировании увеличивается щелочность фильтрата, если в исходной воде содержалась карбонатная жесткость. Это объясняется тем, что при такой обработке воды образовавшийся гидрокарбонат натрия гидролизует с образованием гидроксида натрия.

4. Электродиализный способ. Электродиализ – это перенос ионов через мембрану под действием электрического поля, приложенного к ней.

5. Магнитная обработка воды. При пропуске воды через магнитное поле она приобретает специфические свойства. С помощью намагниченной воды

можно ускорить оседание взвешенных частиц сульфата кальция и других веществ.

6. Обеззараживание воды. Наиболее широкое практическое применение имеет дезинфекция воды при помощи хлора (хлорирование), гораздо меньше - посредством озона, весьма редко

7. Обезжелезивание. Вода со значительным содержанием железа имеет неприятные вкус и запах. Железо выпадает в осадок. Для его устранения предусматривается фильтрование воды через фильтры с кварцевой загрузкой без добавления реагентов или с дополнительной обработкой кварцевого песка модифицирующими реагентами. Обработка воды, устраняющая неприятные запахи и привкусы, обусловленные различными примесями, называется дезодорацией. Самые распространенные способы дезодорации воды -- озонирование и обработка активным углем. При обработке воды путем фильтрования через слой активного угля устраняются запах и привкусы воды, снижаются ее цветность и окисляемость.

6. БИОТЕХНОЛОГИЯ МИКРОБНОГО СИНТЕЗА

Процесс в биотехнологии определяет биологический объект, модифицирующий исходное сырье с образованием продукта с заданными свойствами. Большинство современных биотехнологических производств занимается микробным синтезом, т. е. использует микроорганизмы для синтеза биологических веществ. Основная проблема – правильный выбор микроорганизма для промышленного получения требуемого продукта. При этом промышленные микроорганизмы продуценты должны соответствовать определенным требованиям [1,13].

Для микроорганизмов характерны разнообразные условия обитания, приспособляемость, способы питания и отношение к макроорганизмам (животным и растениям). Из биомассы бактерий получают различные органические вещества, в частности, аминокислоты, разнообразные белковые вещества, в том числе ферменты. Микроорганизмы являются удобным объектом для генетических исследований из-за высокой скорости размножения и содержания плазменной ДНК, способной включать в свой состав чужеродные фрагменты.

6.1. Экспресс-оценка сроков хранения пищевых продуктов

Процессы, приводящие к порче пищевых продуктов, обычно классифицируют по трем основным типам: физические, химические и микробиологические. Для пищевых продуктов порча физического типа, в основном, связана с потерей свободной влаги и миграцией связанной, которая происходит даже в продуктах глубокой заморозки, так как влажность среды хранения при этих температурах меньше 100%. Поэтому влага может испаряться или сублимировать с поверхности продукта, вызывая «шоковый ожог». Химический тип порчи пищевых продуктов связан с реакциями их макронутриентов, для мясных продуктов это расщепление и окисления белков, липидов и деградации углеводов. И физические, и химические процессы способствуют развитию основной причины порчи пищевых продуктов – развитию микроорганизмов. Микроорганизмы могут попасть в пищевой продукт на любой стадии технологической цепи, где их развитие зависит от их вида, вида самого продукта и условий окружающей среды, которые определяют способность микроорганизмов к размножению.

В 1957 году [15] впервые было определено, что развитие микрофлоры определяет активность воды (a_w), а не общее влагосодержание. Действительно, при $a_w \leq 0,6$ ни один из видов микроорганизмов не может размножаться. С другой стороны, практически все пищевые продукты, включая почти весь ассортимент мясных продуктов, имеют $a_w \geq 0,95$, следовательно, в них возможно развитие почти всех видов микроорганизмов.

Существенное значение на рост микроорганизмов оказывают значение рН и окислительно-восстановительного потенциала (Eh). Большинство микроорганизмов активно размножается при значении рН около 7,0. В продуктах с низким значением рН ($\leq 4,0$), способны развиваться только молочнокислые

бактерии и определенные виды дрожжей и плесени. Окислительно-восстановительный потенциал, выражаемый в значениях E_h , определяет, какая микрофлора развивается – аэробная (положительные значения E_h), анаэробная (отрицательные значения E_h) или факультативная (положительные и отрицательные значения E_h).

Температура хранения может ускорять, замедлять, прекращать рост микроорганизмов или вызывать их гибель. В зависимости от температур активного роста микроорганизмы подразделяются на три основных класса:

- мезофилы, активно размножающиеся при температурах 30–40°C и умеренно размножающиеся в интервалах температур 10–45°C;
- психротрофы, активно размножающиеся при температурах 20–30°C и умеренно при температурах ниже 7°C;
- термофилы, активно размножающиеся при температурах 55–65°C и умеренно при 45–55°C.

При температурах около 60°C многие микроорганизмы начинают погибать, и чем выше температура, тем быстрее они гибнут, поэтому тепловая обработка является одним из наиболее распространенных способов консервирования пищевых продуктов.

На практике для замедления роста и развития микроорганизмов в сырьё и конечные продукты добавляют консерванты, результат действия которых, прежде всего, зависит от их концентрации [16]. В общем виде антимикробное действие консерванта, в зависимости от его концентрации и времени хранения при заданной температуре, представлено на рис. 21.

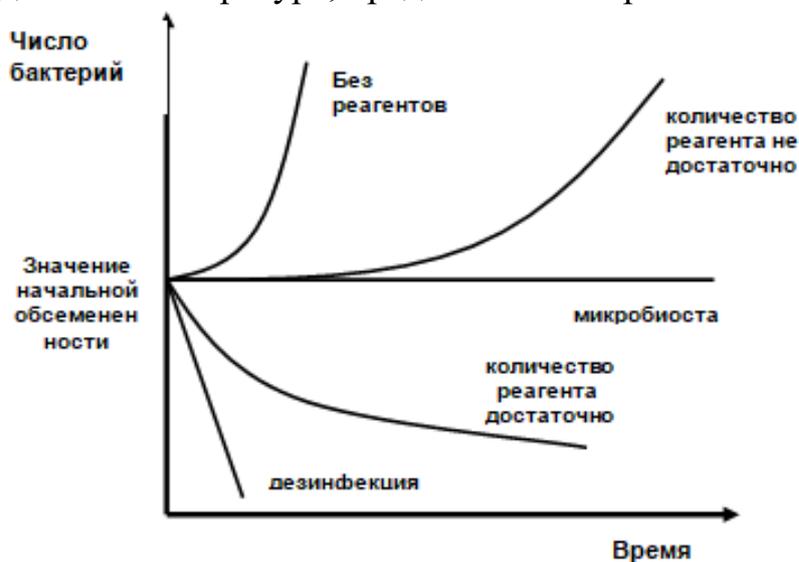


Рис.21. Общее изменение микроорганизмов в системе, в зависимости от реагента и времени, при постоянной температуре

Гибель всех микроорганизмов при использовании обычных концентраций консерванта происходит в течение нескольких дней или недель. В этом заключается различие между консервантами и средствами дезинфекции, применяющимися только тогда, когда микроорганизмы должны быть уничтожены очень быстро.

Добавление консервантов в пищевые системы имеет смысл только в случаях, если они:

- применяются в достаточной концентрации;
- применяются на начальной (линейной) стадии размножения микроорганизмов, а не тогда, когда их рост стал экспоненциальным.

В экспоненциальной стадии необходимы слишком высокие дозы консервантов, которые не предназначены для уничтожения микроорганизмов в сильно обсеменённых субстратах. Консерванты непригодны для исправления нарушений производственной гигиены, т.е. они не могут вернуть уже испорченные пищевые продукты в мнимосвежее состояние.

Мясо является «закрытой биологической системой», содержащей в количественных и качественных соотношениях все макро- и микроэлементы человеческого организма. В то же время мясо является специфическим видом сырья. К его отличительным особенностям относится то, что, являясь источником полноценного белка, мясо поликомпонентно по составу, неоднородно по морфологическому строению и, как следствие, по функционально-технологическим свойствам, биологически активно и под действием внешних факторов необратимо меняет свои первоначальные характеристики, в том числе состав и структуру.

Если рассматривать технологический процесс переработки мясного сырья как закрытой системы, в которой не могут происходить ни разбавление консерванта, ни изменение рН, ни добавление других микроорганизмов (новое инфицирование), то зависимость скорости отмирания моноклональной популяции микроорганизмов от времени под действием консервантов при относительно высокой их концентрации может описываться уравнением для мономолекулярного процесса:

$$K = \ln(Z_0/Z_t)/t, \quad (1)$$

тогда

$$Z_t = Z_0 e^{-Kt}, \quad (2)$$

где K – константа скорости отмирания; t – время; Z_0 – число живых клеток в начальный момент ($t=0$); Z_t – число живых клеток в момент времени t .

В качестве экспресс-показателя предельного срока хранения мясных продуктов можно использовать показатели константы отмирания микроорганизмов (K) и количества микроорганизмов в заданный момент времени t (Z_t).

Тогда предельный срок хранения $t_{\text{пред.}}$ можно определить как

$$t_{\text{пред.}} = \ln(Z_0/Z_t)/K, \quad \text{при } Z_t \leq Z_{\text{пред}} \quad (3)$$

где $Z_{\text{пред.}}$ – индекс по СанПиН 2.3.2.1078-01 – допустимое количество микроорганизмов КМАФАнМ, КОЕ/г, не более.

Пример графического определения предельного времени хранения представлен на рис. 22.



Рис.22. Графическое определение предельного использования раствора без реагентов ($t_{пред.}$)

Если указанные условия соблюдаются не полностью (как часто и бывает в практике работы предприятий), описанная выше методика может рассматриваться как основа для оценки действия консервантов в пищевых продуктах в начальные периоды хранения, близкие к состоянию микробиостаза (см. рис. 21), когда константа скорости отмирания микроорганизмов относительно постоянна.

В областях экспоненциального изменения количества микроорганизмов эффективность действия консерванта (достаточная или недостаточная его концентрация) и предельный срок хранения продукта ($t_{пред.}$) можно определить по изменению константы скорости отмирания микроорганизмов. Графически определение этих показателей представлено на рис. 23.



Рис.23. Оценка эффективности консерванта и предельный срок хранения продукта ($t_{пред.}$)

В области достаточной концентрации консерванта число микроорганизмов уменьшается, константа скорости отмирания уменьшается в области отрицательных значений. По мере достижения точки микробиостаза антимикробное действие консерванта ослабляется, число микроорганизмов начинает увеличиваться, константа скорости отмирания увеличивается в области отрицательных значений. Пересечение значения начальной обсемененности указывает либо на

повторное обсеменение, либо на введение дополнительного количества консерванта, либо на необходимость использования консервантов более длительного действия.

Предлагаемая экспресс-оценка проста, для её проведения достаточно иметь 3–4 показателя КМАФАнМ, включая начальную точку обсеменения, что может быть сделано в лаборатории любого пищевого предприятия.

6.2. Функционально-технологические добавки (ФТД) в биотехнологических процессах

В 1953 г. ЕС разрабатывает современную систему маркировки добавок, с обязательным указанием их на упаковке любого продукта с буквой Е, означающим «Европа» (в СССР эта систему узаконивается в 1978 г.) Индекс «Е» с номером присваивается каждой добавке независимо от ее функционального назначения и является гарантией безопасности ее применения и в пищевом сырье, и в продукции его переработки. По определению совместной комиссии ФАО-ВОЗ, ФТД – это «любые вещества, в нормальных условиях не употребляемые как пища и не используемые как типичные ингредиенты пищи, независимо от наличия у них пищевой ценности, преднамеренно добавляемые в пищу для технологических целей в процессе.....», т.е. ФТД не вступает в химические, биохимические реакции ни с сырьем, ни с его компонентами, не продуктами процесса, она просто выполняет заданное функциональное действие. В настоящее время в мире сертифицировано около 500 пищевых добавок, в странах ЕС около 300. Система цифровой кодификации ФТД представлена в таблице 8.

Таблица 8. Цифровая кодификация функционально-технологических добавок (ФТД)

Цифровой код пищевых добавок в ЕС и РФ	Наименование функционального класса добавок	Технологические функции добавки (подкласс)
E100 и далее	Красители	Улучшение внешнего вида
E200 и далее	Консерванты	Увеличение сроков годности
E300 и далее	Антиоксиданты	Увеличение сроков годности
E400 и далее	Стабилизаторы	Регуляторы консистенции и текстуры
E450 и далее	Эмульгаторы	
E500 и далее	Регуляторы кислотности	Увеличение сроков годности
		Регулирование вкуса
E600 и далее	Усилители вкуса и аромата	Регулирование вкуса
E700 – E800	Запасные индексы	Другая возможная информация
E900 и далее	Глазирующие агенты, улучшители хлеба	Регуляторы консистенции
		Улучшение внешнего вида

Действие законодательства и таможенных регламентов к применению консервантов, антиокислителей и стабилизаторов кислотности

Консерванты – увеличивают срок хранения пищевых продуктов и защищают их от порчи, вызванной микроорганизмами, применяются для предупреждения порчи бактериями и грибами пищевых продуктов и увеличения их срока хранения.

Антиокислители – увеличивают срок хранения пищевых продуктов и защищают их от порчи, вызванной окислением, такой как прогоркание жиров или изменение цвета.

Регулятор кислотности – стабилизирует pH системы.

Не допускается использование консервантов при производстве пищевых продуктов массового потребления, таких как молоко, сливочное масло, мука, хлеб (кроме расфасованного и упакованного для длительного хранения), свежее мясо, а также при производстве продуктов диетического и детского питания и пищевых продуктов, обозначаемых как «натуральные» или «свежие».

Допустимые уровни максимального содержания консервантов в пищевых продуктах определяется действием «Гигиенических регламентов применения консервантов». Запрещены к применению и ввозу на территорию РФ следующие консерванты: E209, E216, E217, E237, E239, E240, E241. Самым опасным консервантом является формальдегид E240. Его строго контролируют даже в материалах, контактирующих с пищевыми продуктами. Список консервантов, разрешенных в РФ, представлен в таблице 9.

Таблица 9. Список консервантов, разрешенных в РФ

индекс	консервант	индекс	консервант
E200	Сорбиновая кислота	E260-E264	Уксусная кислота ледяная и ее соли
E201	Соли сорбиновой кислоты	E265-E266	Дигидроцетовая кислота и ее соли
E210	Бензойная кислота	E270	Молочная кислота L-, D-, DL-.
E211-E219	Соли и производные бензойной кислоты	E280-E283	Пропионовая кислота и ее соли
E221-E228	Сульфиты и их производные	E290	Диоксид углерода
E230-E232	Производные дифинила	E296	Яблочная кислота, DL-
E249-E252	Соли нитриты и нитраты	E297	Фумаровая кислота

В таблице 10 представлены антиокислители, разрешенные в РФ.

Таблица 10. Список антиокислителей, разрешенных в РФ

индекс	антиокислитель	индекс	антиокислитель	индекс	антиокислитель
E300-E305	Аскарбиновая кислота L- и ее соли	E334	Винная кислота, L(+)	E369	Фумараты натрия
E306-E309	Токоферолы и их смеси	E335-E337	Тартраты	E380	Цитраты аммония
E310-E312	Пропилгаллат и его производные	E338	О-фосфорная кислота	E381	Цитраты аммония - железа
E314	Гваяковая смола	E339-E343	Фосфаты	E384	Изопропилцитратная смесь
E315-E316	Изокарбиновая (эригорбовая) кислота и ее соли	E350-E352	Малаты	E385	Этилендиаминтетраацетат кальция-натрия
E319-E321	Трет-бутилгидрохинон и его производные	E353	Мета – винная кислота	E386	Этилендиаминтетраацетат динатрий
E322	Лецитины, фосфатиды	E354	Тартрат кальция	E387	Оксистеарин
E325-E329	Лактаты	E355-E359	Адипиновая кислота		Дигидрокварцетин
E330-E333	Лимонная кислота и ее соли	E363	Янтарная кислота		Кверцитин

Содержание пищевых добавок и остаточных количеств вспомогательных средств в пищевой продукции не должно превышать максимальных (допустимых) уровней. Пищевые добавки должны добавляться в пищевые продукты в минимальном количестве, необходимом для достижения технологического эффекта, но не более установленных максимальных уровней. Для консервантов гигиенические требования разрешают концентрации от 200 мг до 2 грамм на кг продукта. Для антиокислителей гигиенические требования разрешают концентрации от 200 до 600 мг на кг продукта.

Выбор и работа с ФТД проводится по алгоритму, представленному на рис. 24.

Технолог определяет решаемую задачу, выбирает соответствующий класс ФТД, в котором выбирает конкретный индекс, при выборе руководствуясь:

- Типом решаемой задачи;
- Природой и свойствами изменяемой структуры;
- Разрешенными концентрациями выбранного индекса\индексов;
- Совместимостью выбранных индексов;
- Стоимостью и доступностью выбранных индексов.

Максимальная информация по природе, применению, свойствам, получению и нормативам применения приведена в справочнике [17], где содержится описание свойств и применения более 500 прямых пищевых добавок и 45 технологических классов добавок. Издание предназначено для специалистов пищевой промышленности, преподавателей, студентов и аспирантов пищевых вузов, всех интересующихся пищевыми добавками.

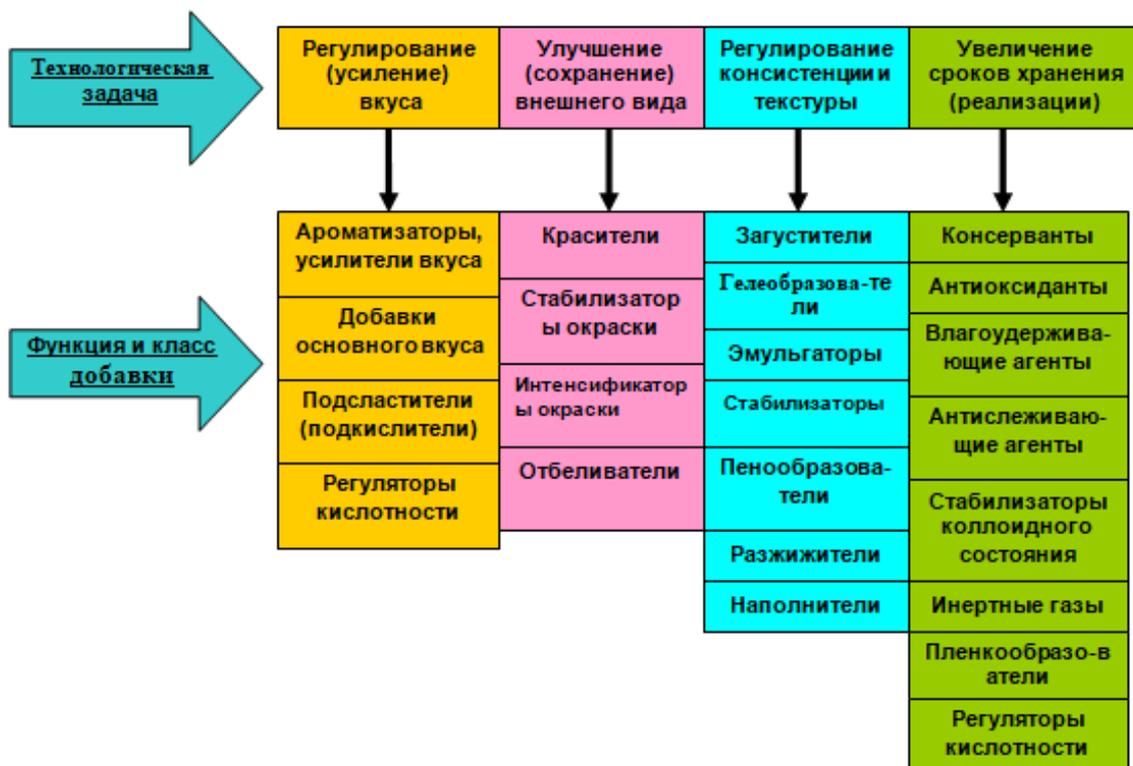


Рис.24. Алгоритм выбора и работы с ФТД

7. СОСТАВ И ПРАВИЛА ПРИГОТОВЛЕНИЯ ПИТАТЕЛЬНЫХ РАСТВОРОВ НА ПРИМЕРЕ РАСТВОРОВ ДЛЯ ГИДРОПОНИКИ [18]

Гидропоника – метод, использующийся в зонах с почвами загрязненными, истощенными и не содержащими достаточное количество питательных веществ. Преимущество гидропонике перед традиционным способом выращивания – растениям не страшны почвенные вредители. Для приготовления питательной жидкости используется фильтрованная вода, без окисей железа.

На гидропонике выращивается вся огородная зелень, лук на перо, пасленовые, бобовые, брокколи, земляника или клубника, кроме того, большинство традиционных комнатных растений, не требующих особых условий для цветения.

Не выращивают без грунта:

- картофель и все корнеплоды,
- комнатные цветы, формирующие клубеньки;
- растения, цветущие в прохладе или нуждающиеся в пониженной температуре во время покоя;
- грибы;
- хлорофитум и циперус – они очень быстро наращивают корни;
- различные виды бегоний и бальзаминов, отмершие частички корневой системы которых слишком быстро засоряют емкости и компрессоры;
- гортензии и луковичные, где избыток влажности ведет к загниванию корней.

Использование гидропонике главным образом зависит от качества питательных растворов. Все ингредиенты хранятся отдельно в стеклянной, плотно закупоренной таре, с непосредственным разведением перед приготовлением питательной смеси с целью исключения образования осадков, вызывающих нарушение баланса микроэлементов питательной среды.

Существует два базовых раствора для гидропонике (по имени разработчиков):

1. Базовый питательный раствор для гидропонике Кнопа: азотнокислый кальций – 10 г; азотнокислый калий – 2,5 г; фосфорнокислый однозамещенный калий – 2,5 г; сернокислый магний – 2,5 г; хлористый калий – 1,25 г; хлористое железо – 1,25 г; вода – до 10 л.
2. Универсальный питательный раствор для гидропонике Эллиса: кальция нитрат – 10 г; магния сульфат – 5 г; монокалийфосфат – 3 г; аммония сульфат – 1 г; железа цитрат – 0,5 г; марганца сульфат – 0,02 г; бура – 0,02 г; медный купорос – 0,01 г; цинка сульфат – 0,01 г; вода – до 10 л.

Питательные жидкости, приготовленные по приведенным рецептам, подходят для выращивания любых культур.

Рекомендации по приготовлению раствора

1. Для предотвращения образования осадка хлористое железо заменяют сульфатом железа и лимонной кислотой – цитратом железа, смешивая одинаковое количество растворов.

2. Для предотвращения образования осадка соединений кальция, нарушающего общий баланс веществ, не смешивают концентрированные растворы компонентов и не выливают их в общую емкость одновременно.
3. При недостатке освещения в состав питательной смеси вводят дополнительное количество солей калия.

Методика приготовления раствора

1. Доведение pH воды до 5,5–5,6.
2. Все компоненты берутся в строгом соответствии с рецептурой и растворяются по отдельности в небольшом количестве воды – 15–20 мл.
3. В чистую емкость наливают 700–800 мл подготовленной (см. п.1) воды, по очереди заливают подготовленные растворы, каждый раз хорошо перемешивая. Доливают воду, доводя до общего объема 1 л.
4. У правильно составленной питательной смеси pH составляет 5,8–6,2.

Основным показателем гидропонного метода является концентрация питательного раствора (обозначается как ЕС), или его электропроводность.

TDS – общее содержание растворенных твердых веществ – является мерой комбинированного содержания всех неорганических и органических веществ, содержащихся в жидкости. Для измерения концентрации растворенных веществ в растворе используется TDS-метр (солемер). TDS-метр обычно отображает концентрацию в частях на миллион (ppm или мг/л) [17].

Единственный точный метод измерения TDS – испарить воду и взвесить сухой остаток. В качестве дешевого метода используют приборы для измерения TDS, которые оценивают уровень TDS путем измерения ЕС воды. Каждый TDS-метр является по сути ЕС-метром. TDS-метр измеряет ЕС и затем пересчитывает в TDS, используя внутренний поправочный коэффициент. TDS-метры разных производителей могут иметь разный коэффициент пересчета.

ЕС – электрический измеритель проводимости. Он используется в гидропонике и аквакультуре для мониторинга количества солей или примесей в растворе. Электропроводность – это способность раствора проводить электрический ток. ЕС измеряется в $\mu\text{S}/\text{cm}$ (мкСм/см или микросименс на сантиметр) или mS/cm (мСм/см – миллисименс на см). Формула пересчета:

$$1 \text{ mS}/\text{cm} = \mu\text{S}/\text{cm} : 1000.$$

Для измерения электропроводности используется ЕС-метр (кондуктометр). Кондуктометры (ЕС-метры) дают более точную оценку концентрации гидропонического раствора, а измерение TDS является «грубой» оценкой.

ЕС в питательном растворе. Проводимость раствора сильно зависит от температуры. Поэтому важно измерять ЕС при той температуре, при которой метр калибровался. Но сейчас есть кондуктометры со встроенным сенсором для автоматической компенсации температуры.

ЕС всегда должна измеряться при постоянном pH. Измеряя ЕС при pH= 5 и при pH= 7, получим совершенно разные значения, так как ионы, определяющие pH, влияют и на показатель ЕС. Раствор, используемый в гидропонной системе, со временем будет меняться ЕС из-за разной скорости поглощения воды и питательных веществ растением. Например, при высокой температуре воздуха

увеличивается транспирация (испарение воды растением), и растение поглощает из раствора больше воды, чем солей. Эта дополнительная вода испаряется с листьев и охлаждает растение. Соответственно, ЕС раствора увеличивается. Поэтому в жаркую погоду необходимо снижать концентрацию раствора и чаще подавать раствор в корневую зону.

Измерять ЕС необходимо для контроля общего содержания питательных веществ в растворе. Электрическая проводимость может показать, что раствор потерял свою питательную ценность или что уменьшилось количество воды из-за испарения, при условии, что рН остался неизменным. Если значение ЕС увеличилось, для снижения концентрации солей можно добавить воду. Если значение ЕС сильно снизилось (более чем на 30% от первоначального значения), раствор существенно изменился по составу, и его нужно заменить на новый. Нельзя добавлять питательные элементы, потому что неизвестно, какие питательные вещества растение использовало, а какие нет. Можно сделать полный химический анализ, но самый дешевый и простой способ – приготовить новый раствор (если важен только выход, но для оценки надо будет делать качественный анализ). С наибольшей вероятностью вызывают изменения ЕС в растворе такие элементы, как N и K. При пополнении раствора никогда нельзя добавлять микроэлементы и фосфор.

ЕС в прикорневой зоне. Фактор, который необходимо учитывать – сколько питательных элементов находится в корневой зоне, количество которых будет изменяться в зависимости от характеристик среды, состава питательного раствора и частоты рециркуляции. Раствор в корневой зоне всегда будет иметь другой баланс питательных веществ и, как правило, другие значения ЕС и рН.

Для определения ЕС в корневой зоне нужно взять раствор, который вытекает из субстрата. Если ЕС высокое, то субстрат выщелачивается водой, чтобы удалить накопленные соли.

Закрытые системы (с рециркуляцией раствора). В таких системах (периодическое подтопление, NFT) ЕС со временем возрастет. Как быстро это произойдет, зависит от размера растений, климатических условий, объема раствора в системе (меньше объем раствора – быстрее изменения). Если ЕС становится слишком высокой, то растения будут страдать и в конце концов умрут. В таких системах, если нет автоматических контролеров и регуляторов ЕС и рН, нужно добавлять воду, и через некоторое время полностью менять раствор.

Открытые системы (без рециркуляции). В таких системах (например, капельный полив) необходимо контролировать ЕС не исходного раствора, а стекающего. Так же, как и в предыдущих системах, ЕС со временем увеличивается. Для снижения концентрации можно снизить ЕС подаваемого раствора, и/или увеличить количество протекающего раствора за счет увеличения объема и/или частоты полива.

Осадок на субстрате (субстрат-пленка). Обычно в качестве субстрата используется гравий или керамзит, и на нем со временем появляется серо-белый осадок (главным образом осажденный фосфат кальция и сульфата кальция), также в этом осадке могут присутствовать микроэлементы. Осадок может быть

основным источником элементов в питании растения независимо от того, что оно получает с помощью раствора. Нужно проанализировать состав осадка для корректировки состава питательного раствора. Например, если в осадке накопились элементы Ca, Mg, P, S, Fe, Mn, Cu, Zn, то можно подавать раствор, состоящий только из элементов K, N и B, что приведет к значительной экономии при использовании питательной среды.

Необходимая концентрация раствора. Растения, как правило, делятся на три группы, требующие высокой, средней и низкой ЕС (табл.11).

Таблица 11. Диапазон питательных веществ в гидропонных растворах

Элемент	Ионные формы, поглощаемые растениями	Диапазон (ppm = мг / л)
Азот	Нитраты (NO_3^-) Аммоний (NH_4^+)	100–250
Фосфор	H_2PO_4^- PO_4^{3-} HPO_4^{2-}	30–50
Калий	K^+	100–300
Кальций	Ca^{2+}	80–140
Магний	Mg^{2+}	30–70
Сера	Сульфат (SO_4^{2-})	50–120
Железо	Fe^{2+} Fe^{3+}	1,0–3,0
Медь	Cu^{2+}	0,08–0,2
Марганец	Mn^{2+}	0,5–1,0
Цинк	Zn^{2+}	0,3–0,6
Молибден	Молибдат (MoO_4^{2-})	0,04–0,08
Бор	BO_3^{2-} $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$	0,2–0,5
Хлор	Cl^-	<75
Натрий	Na^+	<50

Зелень, салат, бобы и большинство трав требуют низкую ЕС – от 0,7 до 1,5 мСм/см (mS/cm) зимой и от 1,5 до 1,8 мСм/см (mS/cm) летом.

Огурцы, дыни, многие декоративные растения и некоторые виды капусты требуют среднюю ЕС – около 1,6-1,8 мСм/см (mS/cm) летом и 1,8-2,2 мСм/см (mS/cm) в зимний период.

Помидоры, перец и баклажаны требуют высокую проводимость, порядка 2,5–3,6 мСм/см (mS/cm) летом и 3,6 до 5,0 мСм/см (mS/cm) в зимний период.

8. НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ

Личные предпочтения, религиозные запреты, образ жизни, здоровье, права животных и состояние окружающей среды – вот далеко не полный перечень причин выбора вегетарианского образа жизни. Определенную роль играет и вопрос экономии – животный белок стоит намного дороже, чем растительный, хотя переход на растительную пищу приводит к необходимости съесть больше продуктов для устранения дефицита полезных питательных веществ. О плюсах и минусах веганства можно говорить бесконечно, но попробуем в них разобраться, ни в коей мере не принимая чью-то сторону.

С пищей, кроме энергии, мы получаем все необходимые вещества для обновления и роста тканей, но природные белки, жиры и углеводы являются для организма чужеродными веществами и не усваиваются его клетками. Поэтому из сложных, крупномолекулярных и нерастворимых в воде соединений они превращаются в простые, растворимые в воде и лишенные специфичности, доступные для усвоения тканями и способные всасываться слизистой оболочкой пищеварительного тракта. Именно в виде продуктов пищеварения природные белки, жиры и углеводы поступают в кровь и лимфу, т.е. в жидкие среды организма, и усваиваются клетками организма. В пищеварительной системе природные белки, жиры и углеводы подвергаются физическим и химическим превращениям. Физические изменения – механическая обработка, размельчение, перемешивание и растворение, а химические – последовательные этапы гидролитического расщепления природных белков, жиров, углеводов.

При распаде и окислении белков, жиров и углеводов выделяется разное, но постоянное для каждого вещества количество энергии, характеризующее энергетическую ценность или калорийность сырья и продуктов питания. А что входит в состав животного и растительного сырья, и как оно определяет работу нашего организма?

Все вещества, необходимые для нормальной жизнедеятельности человека, но не синтезируемые организмом или синтезируемые в недостаточном количестве, называются незаменимыми (эссенциальными) пищевыми веществами, получить которые человек может только с пищей. Незаменимые пищевые вещества различны для разных видов живых организмов и определяются особенностями обменных реакций самого организма. Надо понимать, что некоторые незаменимые пищевые вещества при приёме в чрезмерных количествах приводят к возникновению патологического состояния, а другие можно потреблять в количествах больших, чем в типичном суточном рационе. Для человека к эссенциальным относят четыре категории пищевых веществ:

1. Незаменимые жирные кислоты: α -линоленовая кислота (омега-3 жирная кислота с кратчайшей цепочкой), линолевая кислота (омега-6 жирная кислота с кратчайшей цепочкой).
2. Незаменимые аминокислоты для взрослых людей: изолейцин, лизин, лейцин, метионин, фенилаланин, треонин, триптофан, валин, гистидин. Незаменимые аминокислоты для детей, но не для взрослых – аргинин.

3. Витамины: биотин (витамин В7, витамин Н), холин (витамин В4), фолат (фолиевая кислота, витамин В9, витамин М), ниацин (витамин В3, витамин Р, витамин РР), пантотеновая кислота (витамин В5), рибофлавин (витамин В2, витамин G), тиамин (витамин В1), витамин А (ретинол), витамин В6 (пиридоксин, пиридоксамин или пиридоксаль), витамин В12 (кобаламин), витамин С (аскорбиновая кислота), витамин D (эргокальциферол или холекальциферол), витамин Е (токоферол), витамин К (нафтохиноны).
4. Незаменимые минеральные соли – химические элементы, которые должны содержаться в пище в ионном состоянии, а не в форме химических соединений, помимо четырёх основных химических элементов – углерода, водорода, азота и кислорода, присутствующих в обычных органических молекулах. Минеральные соли входят в состав ферментов, поэтому требуются соответствующие уровни потребления определённых химических элементов (рис. 23).

H																	He	
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne	
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar	
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	
Cs	Ba	La	*	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Ac	**	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg							
			*	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	
			**	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	

Рис. 23. Химические элементы, участвующие в биологических процессах

Жирные кислоты представляют собой длинные цепочки углеродных атомов с кислотной группой (COOH) на конце. Ненасыщенные кислоты содержат двойную связь между атомами в цепочке, а «полиненасыщенные» – две или больше таких связей. Полиненасыщенные жирные кислоты классифицируют по месту нахождения двойной связи в цепочке. Физиологические свойства этих кислот зависят от положения двойных связей относительно противоположного от омега-атома конца молекулы, поэтому в пищевой химии используется не химическая система нумерации (от соседнего с кислотной группой альфа-атома α), а обратная, от омега-атома (ω) (рис.24).

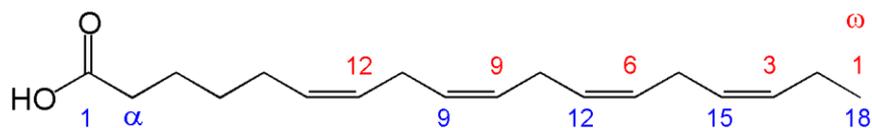


Рис. 24 – Нумерация полиненасыщенных жирных кислот в пищевой химии.

К омега-3 кислотам принято относить одиннадцать полиненасыщенных жирных кислот, основными из которых являются альфа-линоленовая кислота, эйкозапентаеновая кислота, докозагексаеновая кислота. К омега-6 кислотам

принято относить одиннадцать полиненасыщенных жирных кислот, основными из которых являются линолевая кислота и арахидоновая кислота, которую могут относить к полуэссенциальным жирным кислотам, так как она может синтезироваться организмом из линолевой. Организм человека способен преобразовывать кислоты одного класса в другой, но не способен синтезировать оба класса полиненасыщенных жирных кислот, принимающих участие в метаболизме, из более простых веществ, поэтому они обязательно должны присутствовать в пище, подобно микроэлементам. Существует также условный термин «витамин F», под которым понимается общность нескольких незаменимых жирных кислот: олеиновой, арахидоновой, линолевой и линоленовой. Эту группу могут относить к витаминоподобным жирорастворимым веществам или к веществам с сомнительными витаминными свойствами с термином «эссенциальные жирные кислоты». Ранее «витамин F» относили к витаминам.

В нашей биотической системе существует более 200 аминокислот, но всего около 20 из них являются протеиногенными, т.е. способными образовать пептидные связи и строить белковые цепи (рис. 25).

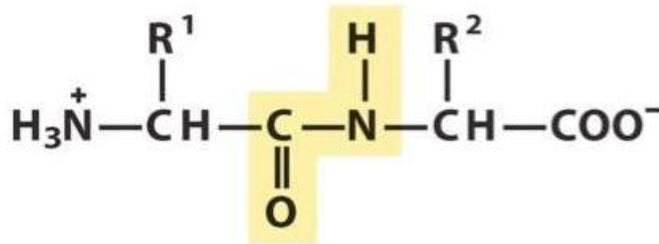


Рис. 25. Образование пептидной связи при строительстве белка протеиногенной аминокислотой.

Аминокислоты являются компонентом белка и строительным материалом всех белковых структур организма. Каждая аминокислота в отдельности выполняет свою незаменимую роль. Белки, синтезируемые организмом, собираются в клетках из 20 базовых аминокислот, но только часть из них может синтезироваться организмом. Невозможность сборки определённого белка организмом приводит к нарушению его нормальной работы.

Все аминокислоты можно разделить на три группы: незаменимые (не синтезируются и поступают в организм извне), заменимые (синтезируются в организме) и условно незаменимые (ограниченный синтез в зависимости от состояния организма).

Для разных видов организмов список незаменимых аминокислот различен. Незаменимыми для взрослого здорового человека являются восемь аминокислот: валин, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, треонин, триптофан и фенилаланин. Часто к незаменимым относят гистидин, а для детей незаменимым является и аргинин. Четыре аминокислоты – тирозин, цистеин, гистидин, аланин – считаются условно незаменимыми в питании человека, а восемь – аргинин, аспарагин, глутамин, глутаминовая кислота, глицин, карнитин, орнитин, таурин

(иногда в этот список вносят пролин и серин) – заменимые, они могут синтезироваться в достаточных количествах в организме. В разных источниках аминокислоты в этих классификациях могут немного отличаться, списки дополняются несколькими другими элементами, меняется «степень важности», но приведенный перечень можно назвать основным.

Питательные вещества, поступающие в организм, – это и строительный материал, и источник энергии. Они решают три основные задачи организма: рост, движение и разумная деятельность (мыслительный процесс). С возрастом цели и задачи питания меняются, но на протяжении всей биологической жизни они должны обеспечивать нормальное функционирование организма (табл.7).

По данным таблицы 7 можно сделать вывод, что основной принцип сохранения и поддержания физического здоровья – сбалансированность питания.

Многообразие пищевых ресурсов и продуктов питания позволяют говорить о культуре питания и разумного потребления пищи для сохранения здоровья. Несбалансированное, высококалорийное питание являются главными причинами развития избыточного веса и ожирения. Причем наиболее быстрый рост распространенности избыточной массы тела у мужчин и женщин отмечается в самом трудоспособном возрасте, от 20 до 35 лет.

Согласно статистике, у большинства жителей Российской Федерации наблюдается дефицит аминокислот, витаминов А, С, группы В, а также пищевых волокон, кальция и йода. Последствиями такого питания являются низкое качество жизни из-за ухудшения здоровья, развитие ассоциированных с ним заболеваний, и, как следствие, снижение продолжительности жизни. К сожалению, нарушения в питании связаны и с низким материальным уровнем определенных социальных слоев населения, который не позволяет круглогодично формировать сбалансированный рацион продуктовой корзины.

Сбалансированное питание – это питание, обеспечивающее нормальное функционирование организма. Причинами разбалансированного рациона являются ограниченный ассортимент специализированных пищевых продуктов, на сегодня разработанных промышленностью, и неостребованность их из-за низкой информированности потребителей.

Таблица 12. Возрастная смена приоритетов целей и задач питания

Возрастной диапазон	Задачи питания по приоритету	Предпочтения в системе питания	Реакции организма	Рекомендации
0 – 25 лет	Для роста Для движения Обеспечение мыслительного процесса	Фаст-фуд, белки животного происхождения. Состав и соотношение белков и жира не контролируется.	Быстрый обмен веществ и обновления клеток организма. Организм не создает жирового запаса, растрчивает практически всё на рост и движе-	Необходима преимущественно пища животного происхождения для обеспечения роста и интенсивного движения.

			ние	
26 – 50 лет	Для движения Обеспечение мыслительного процесса	Преимущественно (если нет противопоказаний) белки животного происхождения, жиры, не создающие проблемы сердечно-сосудистой системе.	Для здорового организма, фиксированная скорость обмена и обновления клеток, но организм начинает делать «возрастные» жировые запасы. Усложнения в работе кишечника, начало образования плохого холестерина.	Равномерное сочетание белков животного и растительного происхождения, с постепенным переходом в сторону увеличения потребления растительных белков. Увеличение потребления «полиненасыщенных» кислот.
51 - лет	Обеспечение мыслительного процесса Для движения	Преимущественно белки и жиры растительного происхождения. Увеличение потребления растительных жиров, ограничение потребления продуктов животного происхождения.	Скорость обмена и обновления клеток замедлена, организм активно делает жировые запасы. Ухудшение работы желудочно-кишечного тракта, при постоянном употреблении плохо перевариваемого животного белка, активно образуется плохой холестерин, при потреблении жиров животного происхождения.	Отказ от ежедневного потребления пищи животного происхождения, обязательное и преимущественное присутствие в дневном меню белков и жиров растительного происхождения.

Сбалансированный рацион подразумевает баланс между поступающей и расходуемой энергией организмом на обеспечение процессов жизнедеятельности.

Закон сохранения энергии действует и в нашем организме. Энергия, поступившая с пищей, расходуется на основной обмен (энерготраты, необходимые для поддержания сердечно-сосудистой деятельности, дыхания и других физиологических процессов в состоянии покоя), пищевой термогенез (энергия, затрачиваемая пищеварительной системой на переваривание и усвоение пищи) и физическую активность.

При кратковременном недостатке энергетической ценности организм расходует жир (из жировой ткани) и углеводы (гликоген), а при стойком энергодефиците расходуются не только резервные углеводы и жиры, но и скелетно-мышечная масса, приводя к развитию дистрофии. Кратковременный избыток

энергии отрицательно сказывается на процессах усваивания и утилизации пищи. Длительный избыток энергетической ценности вызывает избыточное отложение резервного жира в жировой ткани, что приводит к ожирению.

Сбалансированное питание должно соответствовать физиологическим потребностям в пищевых веществах. Из табл. 7 видно, что если физиологические потребности определяет пол, антропометрические показатели, уровень физической активности, генетическая предрасположенность, наличие патологии, то возраст должен определять состав и ассортимент продуктов в рационе питания. В оптимальном питании должны присутствовать макронутриенты – белки, жиры и углеводы в соотношении 1:1:2:4, а также микронутриенты (витамины и минералы) и минорные пищевые вещества (вещества, содержащиеся в продуктах помимо питательных веществ: флавоноиды, органические кислоты, фитонциды, алкалоиды и другие).

Основная идея сбалансированного питания – в обеспечении организма наилучшим соотношением эссенциальных пищевых веществ, для его оптимального функционирования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рыбаков, С.С. Курс лекций по основам биотехнологии. В 2 ч. Ч. 2. Применение биотехнологии / С.С. Рыбаков ; Владим. гос. ун-т. – Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2010. – 127 с. – ISBN 978-5-9984-0046-9.
2. Хейзен Р. История Земли: От звездной пыли — к живой планете: Первые 4 500 000 000 лет = Robert Hazen. The Story of Earth. The First 4.5 Billion Years, from Stardust to Living Planet. — М.: Альпина Нон-фикшн, 2017. — 364 p. — ISBN 978-5-91671-706-8.
3. Одум Ю. Основы экологии, пер. с 3-его англ. издания, Издательство «Мир», М., 1975. - 741 с.
4. Крепша Н.В. Экология. Общая, социальная, прикладная. Учебное пособие. – Томск, ТПУ, 2006. – 149 с.
5. Щербакова Е.М. Население мира по оценкам ООН пересмотра 2019 года. Демоскоп Weekly. Учредители: Национальный исследовательский Университет "Высшая школа экономики", автономная. номер: 821-822 год: 2019. Страницы: 1-30.
6. «HoReCa (Хорека)» [Электронный ресурс]// «Записки маркетолога», Словарь маркетинга, url: https://www.marketch.ru/marketing_dictionary/x/horeca/ (Дата обращения 02.05.2023).
7. Лисицын, А.Б. Оценка качества белка с использованием компьютерных технологий / А.Б. Лисицын, М.А. Никитина, Е.Б. Сусь // Пищевая промышленность. — 2016.— № 1. — С. 26–29.
8. Кукреш, Л.В. Оценка белка зернобобовых культур по аминокислотному составу / Л.В. Кукреш, И.В. Рышкель // Весці нацыянальнай акадэміі навук Беларусі (Серыя аграрных навук). - 2008.- № 1. - С. 36–40.
9. Краснова В. Рынок альтернативного белка: Инвестировать по «венчурной модели уже поздно». [Электронный ресурс]. Аналитик. 14.05.2021. URL: <https://rb.ru/analytics/altfood-investments/> (Дата обращения: 02.05.2023)
10. Ганенко И., Карабут Т. Мировой рынок съедобных насекомых вырастет до \$1,2 млрд к 2023 году. [Электронный ресурс]. Агроинвестор. 19.05.2019. URL: <https://www.agroinvestor.ru/technologies/news/31783-mirovoy-rynok-naseko-mykh-vyrastet-do-1-2-mlrd/> (Дата обращения: 02.05.2023)
11. Аминокислоты / Липкин В. М., Родионов И. Л. // А — Анкетирование. — М.: Большая российская энциклопедия, 2005. — С. 612. — (Большая российская энциклопедия : [в 35 т.] / гл. ред. Ю. С. Осипов ; 2004—2017, т. 1). — ISBN 5-85270-329-X. (Аминокислоты / Липкин В. М.,

- Родионов И. Л. // Большая российская энциклопедия [Электронный ресурс]. — 2016.). (Дата обращения: 02.05.2023)
12. Лакиза Н.В., Неудачина Л.К. Анализ пищевых продуктов: [учеб. пособие] / Н. В. Лакиза, Л. К. Неудачина; Министерство образования и науки Российской Федерации, Урал. федер. ун-т. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2015. — 188 с. ISBN 978-5-7996-1568-0
 13. ГОСТ Р 57164-2016 Национальный стандарт Российской Федерации. «Вода питьевая. Методы определения запаха, вкуса и мутности». Группа Н08.
 14. Гореликова Г.А. Основы современной пищевой биотехнологии: Учебное пособие. - Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2004. – 100 с. ISBN 5-89289-292-1
 15. Scott W.J. Water relations of food spoilage microorganisms/ *Advances in Food Research*, 1957, 7, 83-127.
 16. Люк Э., Ягер М. Консерванты в пищевой промышленности. Свойства и применение. СПб, «Гиорд», 1998.
 17. Сарафанова Л. А. Пищевые добавки: Энциклопедия. — 2-е изд., - СПб: ГИОРД, 2004.
 18. Бентли М. Промышленная гидропоника. Издательство «RUGRAM». Серия ЁЁ Медиа. 2012, 376 с. ISBN: 978-5-458-25539-4. ID: 847914.
 19. Химический состав российских пищевых продуктов: Справочник / Под ред. член-корр. МАИ, проф. И. М. Скурихина и академика РАМН, проф. В. А. Тутельяна. - Х46 М.: ДеЛи принт, 2002. - 236 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНАМ УЧЕБНОГО ПОСОБИЯ

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплинам учебного пособия (табл. 13).

Таблица 13.

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Оценочные материалы
Практическое задание (ПЗ)	Средство оценки умения применять полученные теоретические знания в практической ситуации. Задание направлено на оценивание компетенций по дисциплине, содержит четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий	Комплект заданий из контрольных вопросов
Контрольная работа (КР)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Контрольные задания по вариантам
Тест (Тест)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Комплект тестовых заданий из числа контрольных вопросов
Экзамен (Экз)	Средство контроля усвоения учебного материала разделов дисциплины, организованное в виде письменной работы и последующего собеседования преподавателя с обучающимся	Экзаменационные билеты из контрольных вопросов, по темам/разделам дисциплин

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Контрольные вопросы сформированы по материалам глав и могут использоваться для контроля всех видов промежуточной и конечной аттестаций.

Контрольные вопросы к главе 1

1. Показатели качество и безопасности органического сырья и продукции.
2. Понятие технического предела соотношения качество\количество органического сырья и вырабатываемый продукции.
3. Естественный обмен микро- макро- нутриентами в окружающей среде.
4. Понятие устойчивости цепи питания.
5. Причины нарушения устойчивости цепи питания.
6. Пирамида цепи питания
7. Различия цепей питания биот суши и гидросферы.
8. Биотические причины ограничения роста продукции из органического сырья
9. Взаимодействие социума с окружающей средой посредством техносферы.
- 10.Схема трофической связи растительного и животного белка
- 11.Результаты антропогенного действия на биоту суши и гидросферы.
- 12.Классификация антропогенного воздействия на биосферу.
- 13.Неравномерность антропогенного воздействия на окружающую среду.
- 14.Неравномерность распределения общих объемов продовольствия и выделение «золотого миллиарда».
- 15.Социальные причины ограничения роста объемов органического сырья и продуктов его переработки.

Контрольные вопросы к главе 2

1. Виды производства продуктов питания из сырья экосистем суши.
2. Виды производства продуктов питания из сырья экосистем гидросферы.
3. Биотехнологические приемы в своих технологиях HoReCa.
4. Изменения качества и количества конечного продукта при переходе на этапе производства.
5. Знаковые события в развитии биотехнологий на естественном и культивируемом этапах производства.
6. Знаковые события в развитии биотехнологий на промышленном этапе производства.
7. Ферментативные процессы.
8. Процессы брожения, его виды.
9. Понятия ГМО
- 10.Реальная опасность ГМО (видовое разнообразие)

Контрольные вопросы к главе 3

1. Нетрадиционные источники белка
2. Биотехнологические направления при решении задач получения альтернативного белка.
3. Причины экономической несообразности традиционных технологий АПК в переработке сырья.
4. Протеиногенный аминокислоты. Незаменимые аминокислоты (НАК).
5. Аминокислотный скор.
6. Состав эталонного белка.

7. Сравнение состава НАК и скора, белков различного происхождения.
8. Взаимодействие белок - белок
9. Объемы производства и инвестирования в сегменте альтернативных белков пищевого назначения.
10. Задачи этапов работ по развитию альтернативной переработки нетрадиционных белков пищевого назначения.

Контрольные вопросы к главе 4

1. Предшественники белков. Классификация и свойства аминокислот.
2. Положение аминокруппы и оптическая изомерия.
3. Пептидная связь
4. Различия структурных формул протеиногенных аминокислот.
5. Зависимость качества сырья от структурной формулы протеиногенной аминокислоты.
6. Белок мяса, массовая доля белка
7. Различия обязательных требований к производству и переработке мяса и мясных продуктов в странах ЕС и РФ.
8. Вторичные источники сырья (мясо механической обвалки – ММО, гидролизированные белки животного происхождения)
9. Достоинства и недостатки вторичных источников сырья.
10. Категория мясных продуктов.

Контрольные вопросы к главе 5

1. Свободная и связанная вода.
2. Активность воды
3. Зависимость сроков хранения от величины активности воды.
4. Классификация воды по целевому признаку.
5. Классификация источников водоснабжения.
6. Классификаторе подземных вод
7. Классификация подземных вод по целям водопользования
8. Классификация природных вод по химическому составу.
9. Степень минерализации природной воды.
10. Влияние состава воды на водно-солевой баланс организма
11. Структурированная вода.
12. Смесь для восполнения воды плазмы крови.
13. Смесь для восполнения воды лимфы.
14. Смесь для восполнения межклеточной (свободной) жидкости.
15. Причины возникновения запаха, вкуса и мутности воды.
16. Показатели качества воды для биотехнологических процессов
17. Физико-химические показатели
18. Биологические показатели
19. Требования к качеству воды, применяемой в биотехнологических производствах
20. Способы подготовки воды технологического назначения

Контрольные вопросы к главе 6

1. Понятие микробного синтеза
2. Классификация процессов порчи пищевых продуктов.
3. Физические процессы порчи.
4. Химические процессы порчи.
5. Микробиологические процессы порчи.
6. Физико-химические и химические показатели, определяющие скорость развитие микрофлоры.
7. Антимикробиотическое действие консерванта в общем виде.
8. Условия добавления консервантов в пищевые системы.
9. Уравнение мономолекулярного процесса зависимость скорости отмирания микроорганизмов от времени.
10. Графическое определение предельного времени хранения.
11. Графически определение эффективности действия консерванта, его концентрации и предельный срок хранения по изменению константы скорости отмирания микроорганизмов.
12. Понятие, назначение механизм действия функционально – технологических добавок (ФТД).
13. Индекс «Е», правила, ограничения, гарантии безопасности.
14. Цифровая кодификация функционально – технологических добавок (ФТД).
15. Действие законодательства и таможенных регламентов к применению консервантов и антиокислителей.
16. Содержание пищевых добавок и остаточных количеств вспомогательных средств в пищевой продукции.
17. Гигиенические требования разрешают концентрации.
18. Алгоритм выбора и работы с ФТД.
19. Заданная или решаемая технологическая задача и выбор функции и класса ФТД для её решения.
20. Критерии выбора ФТД.

Контрольные вопросы к главе 7

1. Понятие и определение гидропоники.
2. Базовые питательные растворы.
3. Рекомендации и методики приготовления раствора.
4. Основные показатели гидропонного метода (ЕС, TDS).
5. ЕС – электрический измеритель проводимости.
6. TDS – общее содержание растворенных твердых веществ.
7. ЕС в питательном растворе.
8. ЕС в прикорневой зоне.
9. Открытые системы (без рециркуляции).
10. Осадок на субстрате (субстрат пленка).

Контрольные вопросы к главе 8

1. Категории эссенциальным пищевых веществ.
2. Незаменимые жирные кислоты.
3. Незаменимые аминокислоты.
4. Витамины.
5. Незаменимые минеральные соли.
6. Образование пептидной связи в образовании белка протеиногенной аминокислотой.
7. Возрастная смена приоритетов целей и задач питания.
8. Сбалансированность питания.
9. Пищевой термогенез.
10. Оптимальное питание.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. РАСЧЕТ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ ПРОДУКТА (СЫРЬЯ)

1. Процентная концентрация

Понятие процентного содержания используется в химии, биохимии, физике, пищевой промышленности. Это один из способов выразить концентрацию компонента в общей величине. Если процент – сотая доля величины, то процентное содержание показывает количество этих долей, а весовая доля – десятая доля величины, и весовое содержание показывает весовое количество долей.

Объемное процентное содержание вещества **X**, можно вычислить по формуле

$$C_v\% = V_x \cdot 100 / V_{\text{общ}} = V_x \cdot 100 / (V_x + V_y + \dots + V_n), \%$$

где V_x – объем вещества; $V_{\text{общ}}$ – общий объем, который складывается из объемов V_x, V_y, \dots, V_n составляющих веществ.

Массовое процентное содержание вещества **X**, определяется по формуле:

$$C_m\% = M_x \cdot 100 / M_{\text{общ}} = M_x \cdot 100 / (M_x + M_y + \dots + M_n), \%$$

где M_x – масса вещества; $M_{\text{общ}}$ – общая масса, которая складывается из масс M_x, M_y, \dots, M_n составляющих веществ.

Но процентное содержание – это весовое содержание, поэтому для жидких продуктов процентное содержание вещества **X** вычисляется через перевод плотности объема вещества **X** в весовой показатель.

2. Пищевая ценность продукта

Пищевая ценность продукта определяется по процентному содержанию входящих в него ингредиентов основных пищевых веществ (белки, жиры, углеводы).

Энергетическая ценность продукта характеризуется долей энергии, высвобождающейся из пищевых веществ в процессе биологического окисления, которая используется для обеспечения жизнедеятельности организма. При биологическом окислении в организме 1 г белка высвобождается энергия, равная 4 ккал; энергетическая ценность 1 г жира составляет 9 ккал; 1 г углеводов – 4 ккал (суммы моно- и дисахаридов – 3,8 ккал, полисахаридов – 4,1 ккал). При расчете энергетической ценности продукта количество белков, жиров, углеводов, содержащееся в продукте, определяют расчетным путем как суммарное содержание пищевых веществ с учетом их сохранности после тепловой обработки. Потери составляют: для белков – 6%, жиров – 12%, углеводов – 9%. Показатель энергетической ценности обычно выражается в килокалориях (Ккал), при этом количество пищевых веществ соответствующего вида продукта умножают на соответствующие коэффициенты: белки – 4, жиры – 9, углеводы – 4,0, (сахар – 3,8; крахмал – 4,1), результат выражают в килокалориях (ккал/г).

3. Содержание белков, жиров, углеводов в 100 грамм продукта (сырья) [18]

Продукт	Белки	Жиры	Углеводы	Ккал
Виски	0	0	0	222
Вино сухое	0	0	0	65
Вино десертное	0,5	0	20	175
Виноградный сок	0,3	0	14,5	56
Чай	0	0	0	0
Чай с сахаром	0,8	0,7	8,3	41
Шампиньоны	4,3	0,9	1,4	29
Икра осетровая	36,3	10,1	0	235
Гречневая каша	4,5	1,6	27,4	137
Масло оливковое	0	99,8	0	898
Масло сливочное (82,5%)	0,5	82,5	1	747
Сыр	26,4	24,5	0	352
Баранина	16,2	15,3	0	201
Говядина	18,7	12,6	0	191
Конина	20,3	7,1	0	149
Кролик	20,6	12,8	0	197
Телятина	19,9	1,1	0	91
Свинина	11,6 – 16,3	27,9 – 49,1	0	318 - 484
Гуси	16,4	33,1	0	359
Индейка	21,1	12,3	0,6	192
Кура	20,4	8,6	0,8	161
Цыплята	18,5	7,9	0,5	159
Утка	16,4	61,3	0	348
Овощи	0,6 – 2,6 (картофель)	0 – 10,2 (оливки)	1,6 – 16,5 (картофель)	9 (огурцы) – 111 (оливки)
Лосось	19,2	13,8	0	200
Минтай	15,7	0,6	0	67

Ишевский Александр Леонидович
Гунькова Полина Исаевна
Успенская Майя Валерьевна

Практическая биотехнология

Учебное пособие

В авторской редакции
Редакционно-издательский отдел Университета ИТМО
Зав. РИО Н.Ф. Гусарова
Подписано к печати
Заказ №
Тираж
Отпечатано на ризографе

Редакционно-издательский отдел
Университета ИТМО
197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49, литер А