

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

«ВЯТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Биологический факультет

Кафедра микробиологии

Рекомендовано к использованию
в учебном процессе

Протокол заседания кафедры

№ _____ от _____

Заведующий кафедрой
доктор медицинских наук, профессор
_____ И.В. Дармов

А.Г. Лазыкин

ПИЩЕВАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ

Курс лекций

Учебное пособие

Киров

2011

Допущено к изданию методическим советом биологического факультета ФГБОУ ВПО «ВятГУ» в качестве учебного пособия для студентов направления 020400 «Биология», бакалавриат, всех профилей подготовки всех форм обучения

Лазыкин, А. Г.

Пищевая биотехнология. Курс лекций: учебное пособие / А.Г.Лазыкин (составитель). – Киров: ФГБОУ ВПО «ВятГУ», 2011. – 93 с.

В издании излагается пищевая биотехнология в виде курса лекций. Курс формирует у обучающегося знания, умения и навыки в области изучения теоретических и практических основ современной пищевой биотехнологии, микробиологии различных пищевых производств, общих правил микробиологического и санитарно-гигиенического контроля в пищевой промышленности, принципов сбалансированного питания; системы биологической безопасности продуктов питания

© ФГБОУ ВПО «ВятГУ», 2011

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Предмет и задачи курса. Введение. Современное состояние и перспективы развития биотехнологии.....	4
2.	Важнейшие биохимические процессы, используемые в пищевых производствах.....	11
3.	Перспективы использования продукции биотехнологии в пищевой промышленности.....	32
4.	Микроорганизмы-возбудители заболеваний, передающихся через пищевые продукты.....	38
5.	Общие принципы микробиологического и санитарно-гигиенического контроля в пищевой промышленности.....	56
6.	Понятие качества, пищевой, биологической ценности компонентов пищи. Концепция сбалансированного питания.....	69
7.	Трансгенное сырье: особенности использования и контроля. Обеспечение безопасности продуктов питания с использованием генетически модифицированных источников.....	88
	Список использованных источников.....	93

Лекция №1

Тема лекции: Предмет и задачи курса. Введение. Современное состояние и перспективы развития биотехнологии.

План лекции:

1. Введение в пищевую биотехнологию
2. Природа и многообразие биотехнологических процессов

1 Введение в пищевую биотехнологию

Вероятно, древнейшим биотехнологическим процессом было брожение с участием микроорганизмов. В пользу этого свидетельствует описание процесса приготовления пива, обнаруженное в 1981 г. при раскопках Вавилона на дощечке, которая датируется примерно 6-м тысячелетием до н. э. Шумеры изготавливали до двух десятков видов пива.

Совершенствование процессов брожения, увеличение их эффективности, а также изучение многочисленных биохимических реакций, присущих микроорганизмам, происходили параллельно с выделением из клеток бактерий и грибов веществ, которые все в большей степени вытесняли синтетические продукты, такие как гипотензивные и противовоспалительные препараты и противопаразитарные средства. В результате среди коммерческих противококцидиозных препаратов все более преобладают монезин и ласалоцид, а авермектины (группа веществ, продуцируемых стрептомицетами) весьма эффективны при заболеваниях, вызываемых гельминтами и членистоногими. Клинические испытания акарбозы, естественного ингибитора глюкозидазы кишечника, синтезируемого актиномицетами рода *Actinoplanes*, были направлены на изучение эффективности этого соединения при лечении диабета, ожирения и гиперлипидемии (IV типа). Мевинолин - другое природное соединение (образуется *Aspergillus terreus*) - способен снижать у животных уровень холестерина в крови. Его оксикислота (мевинолиновая кислота) - мощный конкурентный ингибитор 3-окси-3-метилглутарил-коэзим А-редуктазы печени.

Что касается более современных биотехнологических процессов, то они основаны на

методах рекомбинантных ДНК, а также на использовании иммобилизованных ферментов, клеток или клеточных органелл.

При их рассмотрении предпочтительнее пользоваться терминами "генетическая рекомбинация *in vitro*" или "использование рекомбинантных ДНК", а не "манипулирование генами" или "генная инженерия". Согласно определению Национальных институтов здоровья США, рекомбинантными ДНК называют молекулы ДНК, полученные в не живой клетки, в пробирке, путем соединения природных или синтетических фрагментов ДНК с векторами, способными самореплицироваться в клетке. Основу эксперимента составляет встраивание природной или чужеродной ДНК в вектор, который представляет собой бактериальную плазмиду или геном вируса; затем рекомбинантную молекулу ДНК вводят в клетку, где она реплицируется. Клетка, содержащая такую ДНК, размножается, образуя клон трансформированных клеток, способных к экспрессии чужеродных генов и образованию специфических белков в больших количествах.

Следует подчеркнуть, что генная инженерия чрезвычайно важна не только для биотехнологических разработок, но и для фундаментальных исследований, связанных с изучением структуры генов высших организмов, регуляции экспрессии генов, структуры белков, которую определяют по структуре кодирующей их ДНК.

Технология иммобилизованных ферментов получила свое развитие в конце 60-х гг. (по этому методу ферменты связывают с пористым гелем или фиксируют на поверхности твердого носителя) и с успехом применялась не только в промышленном производстве полусинтетических пенициллинов, получении концентрата фруктозы из крахмала зерновых культур, но и при проведении несложных биохимических анализов. Еще эффективнее оказываются иммобилизованные клетки или клеточные органеллы, поскольку они содержат все необходимые гены для синтеза сложных соединений.

Таким образом, развитие биотехнологии в огромной степени определяется исследованиями в области микробиологии, химии, энзимологии и генетики микроорганизмов, а также наличием коллекций культур, надлежащим образом учтенных и постоянно изучаемых. Необходимо уделять внимание и таксономии

микроорганизмов, так как биотехнологические разработки базируются на глубоком знании характеристик штаммов микробов, которые играют ключевую роль в развитии многих отраслей фундаментальных исследований и в биотехнологии.

История промышленной микробиологии и ее современное состояние позволяют проследить тесную связь фундаментальных и прикладных исследований. Столетие назад исследования Пастера, направленные на решение сугубо практических задач, привели к становлению микробиологии, иммунологии и биохимии, а открытие в 1940-х гг. микробиологами - практиками антибиотиков обусловило создание методических приемов, сыгравших решающую роль в развитии молекулярной биологии, и одновременно дало толчок важнейшим изменениям в фармацевтической промышленности. Наконец, за последние 30 лет фундаментальные исследования в области генетики микроорганизмов позволили разработать целый ряд новых методов для промышленного применения. Такая взаимосвязь науки и технологии является решающим условием дальнейшего прогресса промышленной микробиологии.

Вместе с тем, хотя биотехнологические процессы прежде всего связаны с микробиологией и энзимологией, не менее существенную роль играет использование клеток животных, например, для культивирования вирусов, при производстве вакцин, для получения интерферона, а также при синтезе моноклональных антител клетками гибридом.

Развитие биотехнологии коснулось и растений, хотя и позднее: для широкомасштабного производства клонов растений используются меристемы, а культуры растительных клеток применяют для синтеза различных веществ, как самых обычных (алкалоиды и другие вторичные метаболиты), так и экзотических (идиолиты).

Биологическое многообразие культур растительных клеток и тканей открывает интересные перспективы изучения новых полезных соединений, синтез которых возможен с освоением методов массового культивирования. Начиная с 1970 г. исследователи нередко наблюдали, что клетки, растущие в культуре, синтезируют вещества, которые не обнаруживаются в целом растении. Так,

клеточные культуры *Cataranthus roseus* синтезируют несколько десятков различных алкалоидов; из них идентифицированы лишь восемь, четыре не найдены в целом растении, а два оказались неизвестными дотолем веществами.

Решение таких проблем, как нехватка продуктов питания и дефицит белка, вероятно, будет найдено с помощью биотехнологии за счет снижения стоимости производства животных аминокислот - необходимого компонента корма домашних животных, благодаря разработке методов получения белка одноклеточных (кормового белка) переработкой парафинов или другого доступного сырья (целлюлозы, агропромышленных и сельскохозяйственных отходов, сточных вод), а также путем клонирования растений и отбора высокоэффективных разновидностей. В перспективе на основе методов рекомбинантных ДНК биотехнология позволит освоить синтез растительных белков и добиться искусственного фотосинтеза и фиксации азота.

2 Природа и многообразие биотехнологических процессов

Биотехнология - это не просто новомодное броское название одной из древнейших сфер деятельности человека; так могут думать одни лишь скептики. Само появление этого термина в нашем словаре глубоко символично. Оно отражает широко распространенное, хотя и не общепринятое мнение: считается, что применение биологических материалов и принципов в ближайшие десять - пятьдесят лет радикально изменит многие отрасли промышленности и само человеческое общество. Нетрудно убедиться, что интерес к этой науке и темпы ее развития в последние годы росли очень быстро. Свидетельств тому множество. Это и появление бесчисленных правительственных комитетов, призванных оценить возможности нового направления, и чтение лекций по биотехнологии во многих университетах. Правительства наиболее развитых стран, как, впрочем, и ряда развивающихся, уже вложили значительные средства в развитие биотехнологии. Надо сказать, что как размеры этих вкладов, так и эффективность их использования далеко не одинаковы. Специалисты, участвующие в развитии биотехнологии, единодушно считают, что в масштабах государства успех в этой области может

быть достигнут только при участии правительственных органов. Их поддержка чрезвычайно важна для развития этой сложной междисциплинарной технологии. От появления идеи до ее воплощения в разных отраслях биотехнологии лежит большой путь, и лишь в немногих странах, в частности в США действуют сегодня адекватные экономические механизмы, создающие основу для оптимального развития этой технологии, причем в значительной мере независимого от администрации.

Может быть, правильнее всего называть биотехнологией использование в промышленности биологических систем или процессов. В основе ее лежит уникальность биологических систем в отношении узнавания и катализа. Проявляется это при распознавании других биологических систем или при определении химических соединений, а также в удивительной способности ферментов катализировать широкий спектр химических реакций в мягких условиях. Даже сегодня химикам не удается синтезировать подобные катализаторы; кроме того, наши знания о механизмах ферментативного катализа остаются весьма скудными. Несмотря на все достижения химии, которые лежат в основе многих отраслей промышленности, мы еще очень мало знаем о природе катализа.

Человек использовал биотехнологию многие тысячи лет: люди занимались пивоварением, пекли хлеб. Они придумали способы хранения и переработки продуктов путем ферментации (производство сыра, уксуса, соевого соуса), научились делать мыло из жиров, изготавливать простейшие лекарства, перерабатывать отходы. Однако только разработка методов генетической инженерии, основанных на создании рекомбинантных ДНК, привела к тому «биотехнологическому буму», свидетелями которого мы являемся. Эти методы не только открывают возможности улучшения уже освоенных процессов и продуктов, но и дают нам совершенно оригинальные способы получения новых, ранее недоступных веществ, позволяют осуществлять новые процессы. Сама история этой науки - генетической инженерии - яркий пример того, как сложно прогнозировать внедрение в практику достижений фундаментальных наук.

Разработка технологии - результат значительных вложений в развитие молекулярной биологии за последние сорок с лишним лет. А ведь не так давно, в конце 60-х годов, многие биологи сетовали, что слишком уж много внимания уделяется этой престижной области биологии и химии, которая не дает ничего полезного. Сегодня всем понятно, что открытия молекулярной биологии глубоко скажутся на судьбе человечества.

Хотя популярность биотехнологии обусловлена главным образом использованием технологии рекомбинантных ДНК, следует подчеркнуть, что и в других областях науки был сделан ряд крупных открытий, повлиявших на ее развитие. Наиболее важные в этом плане достижения отражены в таблице 1. Их вклад в различные области биотехнологии обсуждается в последующих главах этой книги.

Вряд ли найдется иная, помимо биотехнологии, область науки, к которой так подходят следующие слова: *«Нет, и еще тысячу раз нет: я не знаю такой науки, которую можно было бы назвать прикладной. Есть наука, и есть область ее применения, и они связаны друг с другом, как плод с взрастившим его деревом»* (Пастер, 1871).

Использование научных достижений в биотехнологии тесно связано с фундаментальными исследованиями и осуществляется на самом высоком уровне современной науки. Научная «поливалентность» биотехнологии показана на рисунке 1.

Важная особенность развития некоторых перспективных разделов - биотехнологии состоит в необходимости тесного международного сотрудничества специалистов, ученых и технологов. Дело в том, что лишь немногие научные коллективы в мире обладают достаточным опытом работы в этой области. Ярким примером тому служит многонациональность ряда основанных в последние годы крупнейших международных биотехнологических фирм.

Таблица 1 - Области науки, в которых были получены новые результаты важные для развития биотехнологии

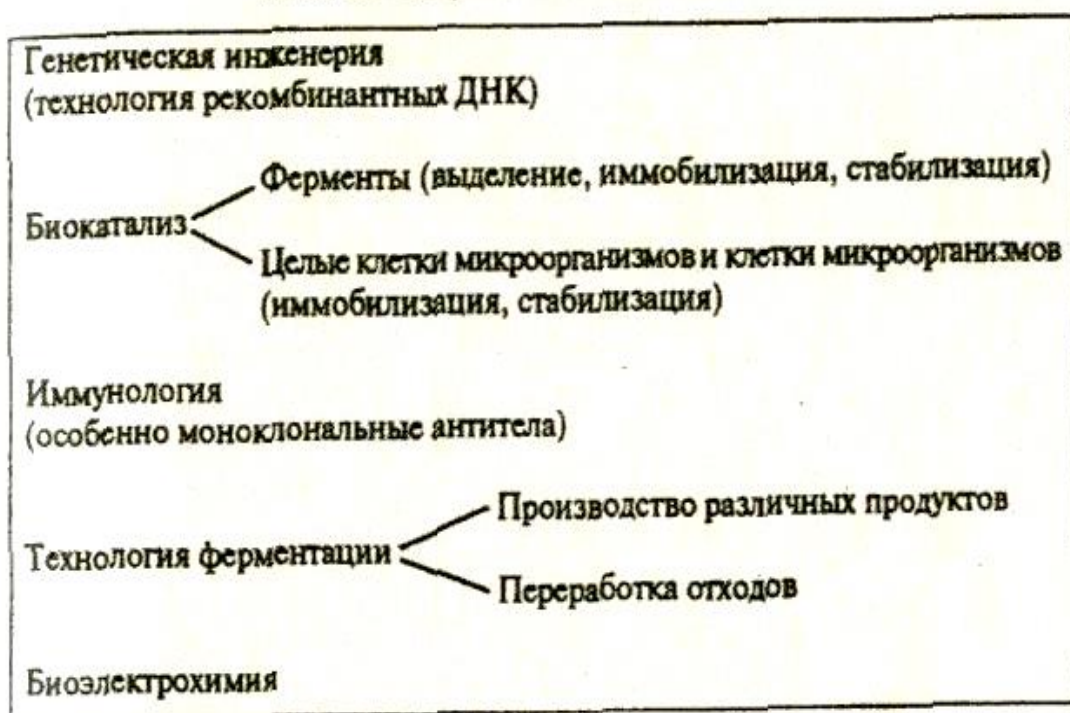


Рисунок 1 - Междисциплинарная природа биотехнологии

Лекция №2

Тема лекции: Важнейшие биохимические процессы, используемые в пищевых производствах

План лекции:

1. Превращение безазотистых органических веществ.
2. Превращения органических веществ, содержащих азот.

В пищевых производствах используются процессы, основанные на жизнедеятельности хемотротрофов. По субстрату, на который воздействуют хемотротрофные микроорганизмы, все процессы можно разделить на две основные группы: превращения органических веществ, не содержащих азота (различные виды брожения и окисления); превращения органических веществ, содержащих азот (гниение).

1. Превращение безазотистых органических веществ

1.1 Анаэробные процессы

К анаэробным процессам относятся спиртовое, молочнокислое, пропионовокислое, маслянокислое брожения и брожение пектиновых веществ.

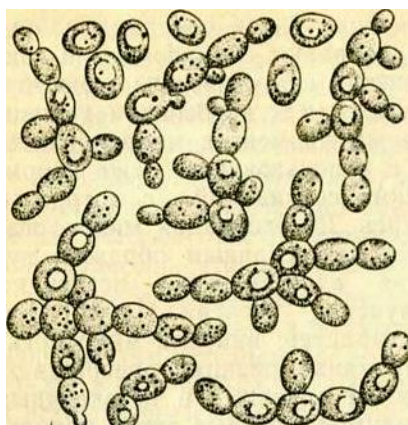


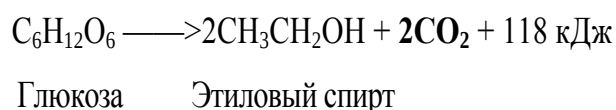
Рисунок 2 - Дрожжи рода *Saccharomyces* — возбудители спиртового брожения

1.1.1 Спиртовое брожение. Вызывается аскомицетовыми дрожжами рода

Saccharomyces (сахаромицеты), некоторыми бактериями и отдельными представителями муковых грибов. Основные возбудители этого брожения - сахаромицеты (рисунок 2).

Сахаромицеты являются факультативными анаэробами. В аэробных условиях дрожжи получают энергию путем полного окисления моно- и дисахаридов до CO_2 и H_2O , т. е. путем аэробного дыхания. Этот процесс лежит в основе производства хлебопекарных (прессованных) и кормовых дрожжей, где необходимо, чтобы сахар потреблялся, главным образом, на размножение дрожжей, в результате чего накапливалась бы значительная биомасса.

В анаэробных условиях необходимую для жизнедеятельности энергию дрожжи получают путем сбраживания моно- и дисахаридов по суммарному уравнению:



Как и любое брожение, это сложный многоэтапный процесс, протекающий при участии комплекса разнообразных ферментов, имеющихся у дрожжей. Каждая стадия катализируется соответствующим ферментом.

Наряду с основными продуктами брожения в незначительных количествах образуются побочные продукты: глицерин, уксусный альдегид, уксусная и янтарная кислоты, сивушные масла (смесь высших спиртов).

Общие условия спиртового брожения. На развитие дрожжей и ход брожения оказывают влияние многие факторы: состав сбраживаемой среды, содержание спирта, температура, pH, раса дрожжей.

Большинство дрожжей способно сбраживать моносахариды (глюкозу, фруктозу) и дисахариды (сахарозу, мальтозу), некоторые дрожжи могут сбраживать пептозы (ксилозу, арабинозу). Крахмал дрожжи не сбраживают, так как амилалитические ферменты у них отсутствуют. Поэтому крахмал содержащее сырье для бродильных производств предварительно подвергают *осахариванию* (частичному гидролизу) при участии амилаз различного происхождения.

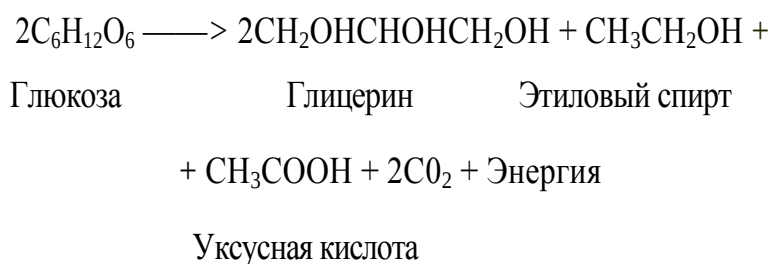
Концентрация сахара 10—15% наиболее благоприятна для большинства дрожжей. В качестве источника азота для дрожжей наиболее благоприятны аммонийные соли органических кислот, можно использовать также аминокислоты.

На дрожжи оказывает неблагоприятное действие этиловый спирт, накапливающийся в среде. Отношение различных дрожжей к спирту неодинаково. Угнетающее действие проявляется уже при концентрации 2—5 об. %. Брожение прекращается в большинстве случаев при 12—14 об. %. Имеются и спирто - устойчивые дрожжи, которые выносят содержание спирта до 18 об. %.

По отношению к температуре сахаромидеты подразделяются на верховые и низовые. *Верховые*, или *дрожжи верхового брожения*, вызывают бурное и быстрое брожение при температуре 20—28°C. При этом они всплывают на поверхность под действием выделяющегося диоксида углерода. По окончании брожения дрожжи оседают на дно бродильных сосудов рыхлым слоем.

Низовые, или *дрожжи низового брожения*, осуществляют более спокойное или медленное брожение, особенно если его ведут при температуре 5-10°C. Газ выделяется постепенно, пены образуется меньше, дрожжи оседают на дно сосуда, образуя плотный осадок.

Спиртовое брожение протекает при кислых значениях pH - 4—4,5. При подщелачивании среды до pH 8 или при введении в среду сульфита (или бисульфита) натрия дрожжи в качестве основного продукта брожения накапливают не спирт, а глицерин (до 40% по отношению к сброженному сахару). Это так называемая *глицериновая форма* спиртового брожения:



Практическое использование спиртового брожения. Ряд пищевых производств основан на жизнедеятельности сахаромидетов,

вызывающих спиртовое брожение. Оно лежит в основе производства этилового спирта, пива, вина, а также хлебопечения. Совместно с молочнокислым брожением оно используется для производства кваса, кефира, кумыса.

Этиловый спирт — основной продукт брожения — находит широкое применение во многих отраслях народного хозяйства.

Сырьем для производства пищевого этилового спирта служат углеводы растительного происхождения (картофель, злаки, сахарная свекла) и отходы свеклосахарного производства (меласса). Для получения технического спирта используют отходы целлюлозно-бумажной промышленности (сульфитный щелок), гидролизаты древесины и различных сельскохозяйственных отходов.

Производство спирта включает следующие основные стадии: подготовку сырья для сбраживания; сбраживание сусла; отгонку спирта из бражки и его очистку. Каждая стадия имеет свои технологические особенности, обусловливаемые используемым сырьем.

Крахмалсодержащее сырье в процессе подготовки к сбраживанию разваривают и подвергают *осахариванию* с помощью амилалитических ферментов. В качестве источников ферментов используют *солод* — пророщенное и высушенное зерно злаковых культур, а также микробные ферментные препараты. Подготовка мелассы для сбраживания включает разбавление ее водой и добавление источников фосфора и азота.

Для производства спирта применяют расы верховых дрожжей *S. cerevisiae*, которые быстро размножаются, обладают активным комплексом ферментов, спиртоустойчивы и способны переносить высокие концентрации сухого вещества (СВ) в среде. Дрожжи - возбудители брожения, предварительно выращивают в аэробных условиях на сусле, подкисленном серной кислотой.

Основной стадией производства спирта является брожение. Обычно сбраживают сусло с содержанием сахаров 13—15% при температуре 29—32 °С и рН 4,2—5,2. Процесс брожения ведут 2—3 сут. По окончании брожения дрожжи выделяют из сброженного сусла (бражки), а спирт отгоняют на специальных перегонных аппаратах. Полученный спирт-сырец далее подвергают

ректификации (очистке).

Выделенные из бражки спиртовые дрожжи после промывания и прессования используют в качестве хлебопекарных дрожжей. Отходом спиртового производства является *барда* (остаток после отгонки спирта), которую используют как корм для животных или как питательную среду для выращивания кормовых дрожжей.

Продуктом спиртового брожения является вино. Исходным сырьем в производстве вин служит виноградный сок (сусло), который сульфитируют с целью подавления развития посторонних микроорганизмов, а затем подвергают брожению. Процесс брожения ведут периодическим или непрерывным методом. Оптимальными условиями брожения являются: температура 18—25°C, содержание сахара в сусле 10-20%, кислотность сусла 8—10 г/л.

Для производства вина используют расы винных дрожжей низового брожения. Винные дрожжи должны полностью выбраживать сусло, быть устойчивыми к повышенному содержанию сахара, спирта и SO_2 , к низкому значению pH, быстро оседать. В процессе брожения дрожжи образуют этиловый спирт, диоксид углерода и побочные продукты (глицерин, искусственный альдегид, органические кислоты и другие соединения). Качественный состав и количественное соотношение побочных продуктов обуславливают вкусовые и ароматические свойства вин.

Процессы производства хлеба и пива, основой которых также является спиртовое брожение, будут рассматриваться далее.

1.1.2 Молочнокислое брожение. Оно вызывается молочнокислыми бактериями и является для них единственным источником энергии. Молочнокислое брожение — это процесс превращения углеводов в молочную кислоту.

Молочнокислые бактерии подразделяются на две группы — гомоферментативные и гетероферментативные, которые вызывают соответственно либо гомоферментативное, либо гетероферментативное молочнокислое

брожение. В основе этого деления лежат различия в характере образующихся продуктов, что определяется набором ферментов у молочнокислых бактерий.

Гомоферментативные молочнокислые бактерии из сахара образуют только молочную кислоту:



Глюкоза Молочная кислота

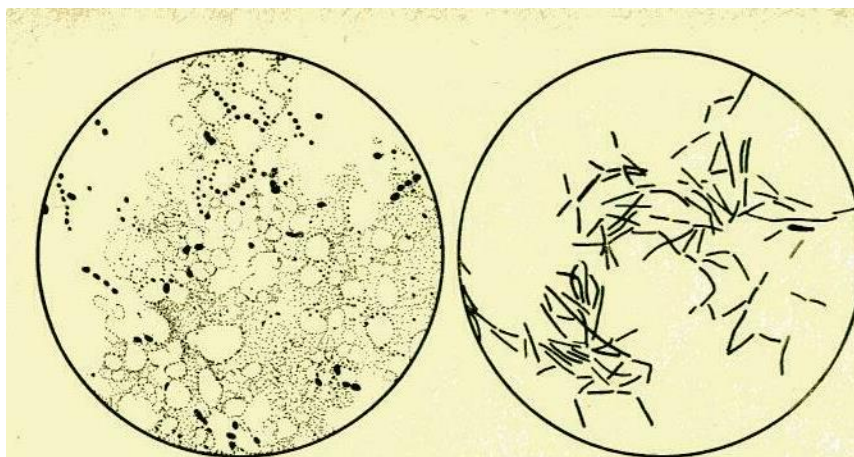
Гетероферментативные молочнокислые бактерии благодаря разнообразию имеющихся у них ферментов из сахара образуют кроме молочной кислоты и другие продукты брожения (уксусную кислоту, этиловый спирт, диоксид углерода, некоторые виды образуют еще янтарную кислоту, водород). Кроме того, среди молочнокислых бактерий имеются ароматобразующие виды, которые синтезируют ароматические вещества диацетил и ацетоин. Конечные продукты, образующиеся при гетероферментативном молочнокислом брожении, накапливаются в среде в различных количественных соотношениях, что зависит от вида микроорганизмов, питательной среды и внешних условий. Схематически процесс гетероферментативного молочнокислого брожения можно выразить уравнением:



Глюкоза Молочная кислота Янтарная кислота



Уксусная Этиловый
кислота спирт



а

б

Рисунок 3 - Молочнокислые бактерии:

а — рода *Streptococcus* (шаровидные): б — рода *Lactobacillus*
(палочковидные)

Молочнокислые бактерии относятся в основном к роду *Streptococcus* и имеют шаровидные или слегка овальные клетки, образующие цепочки, и к роду *Lactobacillus*, клетки которого представляют собой неподвижные, не образующие спор длинные или короткие палочки, одиночные или в виде цепочек (рисунок 3). Все молочнокислые бактерии грамположительные, в основном факультативные анаэробы, имеются и микроаэрофилы.

Молочнокислые бактерии отличаются от других микроорганизмов чрезвычайной требовательностью к составу питательной среды, они нуждаются в полном наборе готовых аминокислот, витаминах группы В, в компонентах нуклеиновых кислот.

Высокая требовательность к питательной среде определяет распространение молочнокислых бактерий в природе. Они почти никогда не встречаются в почве или в водоемах, а обитают в основном на растениях, плодах, овощах, с которыми попадают в желудочно-кишечный тракт и густо населяют его, в молоке и молочных продуктах, а также в местах разложения растительных остатков. В качестве источника углерода используют *лактозу* или *мальтозу*.

Молочнокислые бактерии образуют неодинаковое количество кислоты — от 1 до 3,5%, в связи с чем они могут развиваться при pH около 4. Способность молочнокислых бактерий подкислять среду используется для подавления в различных продуктах жизнедеятельности гнилостных бактерий (при квашении капусты, засоле огурцов, мочении яблок и др.), которые предпочитают нейтральные или слабощелочные значения pH.

Среди молочнокислых бактерий есть мезофилы, развивающиеся при средней температуре (около 30°C), и термофилы, развивающиеся при повышенной температуре (40—50 °C).

Практическое использование молочнокислого брожения. Оно находит широкое применение при изготовлении кисломолочных продуктов, сливочного масла, маргарина, в хлебопечении, при квашении овощей, силосовании кормов и в производстве молочной кислоты.

Для получения многих кисломолочных продуктов, в том числе и сыров, используют гомоферментативные мезофильные и термофильные молочнокислые бактерии, чистые культуры которых вносят в пастеризованное молоко.

Имеются разнообразные национальные молочнокислые напитки (кумыс, мацони, йогурт, биогурут, лебен и др.), которые получают заквашиванием кобыльего, верблюжьего, овечьего, козьего молока специфическими заквасками, содержащими термофильную болгарскую палочку.

Молочнокислые бактерии вместе с пропионовокислыми участвуют в процессе созревания сыров. Мезофильные молочнокислый и сливочный стрептококки входят в состав заквасок для сметаны, творога, сливочного масла и маргарина, в последнем случае для придания аромата продуктам используются ароматобразующие виды (гетероферментативные стрептококки — *S. diacetylactis*).

Квашение овощей и силосование кормов сводятся в основном к молочнокислому брожению этих субстратов с помощью гомоферментативных мезофилов *L. plantarum*.

Многие мезофильные гетероферментативные палочковидные бактерии и лейконосток являются вредителями в производстве спирта, пива, вина, безалкогольных напитков, сахара и др. Они будут рассмотрены далее.

1.1.3 Пропионовокислое брожение. Оно вызывается пропионовокислыми бактериями, относящимися к роду *Propionibacterium*.

Единственным источником энергии для них является процесс сбраживания разнообразных веществ — моносахаридов (гексоз и пептоз), молочной или яблочной кислоты, глицерина и других, которые превращаются в пропионовую и уксусную кислоты, диоксид углерода и воду.

Пропионовокислые бактерии родственны по ряду свойств гетероферментативным молочнокислым бактериям и часто развиваются совместно с ними.

Пропионовокислые бактерии — это небольшие, неподвижные палочки, слегка искривленные, не образующие спор, грамположительные, факультативные анаэробы (рисунок 4). Они, как и молочнокислые бактерии, не встречаются в почве или водоемах. Обитают в основном в кишечном тракте жвачных животных, а также в молоке.

Практическое использование пропионовокислого брожения. Оно используется в сыроделии. В начале казеин молока подвергают коагуляции под действием сычужного фермента, выделяемого из желудка жвачных животных. Затем сгустки отделяют от сыворотки, прессуют, выдерживают в растворе соли и оставляют для созревания.

В первую фазу созревания в сгустке казеина протекает молочнокислое брожение, при этом лактоза превращается в молочную кислоту. Затем наступает вторая фаза созревания сыров — пропионовокислое брожение, когда сбраживается образовавшаяся молочная кислота. В результате образуются летучие кислоты — уксусная и пропионовая, придающие сырам кисловато-острый вкус, а выделяющийся в виде пузырьков диоксид углерода образует «глазки» в сыре. На больших сыродельческих предприятиях вместо самопроизвольного созревания

сыра при участии естественной микрофлоры молока применяют специальные закваски, иногда с введением мицелиальных грибов.

У пропионовокислых бактерий обнаружена способность к активному синтезу витамина В₁₂, который накапливается внутри клеток. Эта особенность используется для промышленного получения витамина В₁₂ на отходах производства (молочной сыворотке и др.) с добавлением кукурузного экстракта в качестве источника витаминов.

1.1.4 Маслянокислое брожение. В отличие от рассмотренных брожений, маслянокислое брожение вызывается строгими анаэробами, относящимися к роду *Clostridium*. Для них молекулярный кислород — яд.

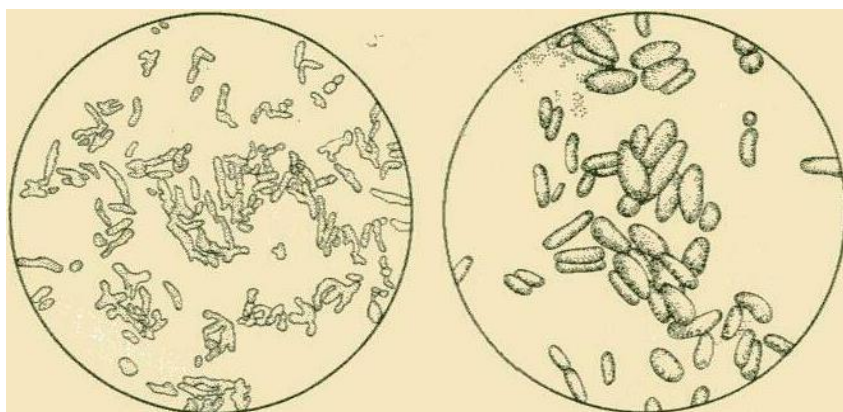
Единственным источником энергии для маслянокислых бактерий является процесс брожения.

Возбудителем типичного маслянокислого брожения является *Clostridium butyricum*. Отдельные представители маслянокислых бактерий вызывают несколько разновидностей маслянокислого брожения, общим признаком которых является большее или меньшее накопление масляной кислоты, уксусной и других органических кислот, а также бутилового и других спиртов, ацетона и некоторых газообразных продуктов (водорода, метана, диоксида углерода).

Сбраживаться могут углеводы, в том числе полисахариды (крахмал, амилоза, гранулеза, гликоген, пектиновые вещества, целлюлоза и др.), так как у маслянокислых бактерий имеются соответствующие ферменты (амилаза, пектиназа, целлюлаза), гидролизующие эти соединения до простых сахаров. Последние, в свою очередь, подвергаются маслянокислому брожению. Маслянокислые бактерии также сбраживают спирты (этиловый, маннит, глицерин) и аминокислоты (глутаминовая и др.). Близки к маслянокислым бактериям патогенные формы — возбудители ботулизма и столбняка.

По характеру используемых субстратов маслянокислые бактерии делят на две группы: *сахаролитические* клостридии, сбраживающие в основном углеводы, и *протеолитические* клостридии, имеющие активные протеолитические

ферменты в разлагающие белки и пептоны до аминокислот, которые затем подвергаются сбраживанию.



а

в

Рисунок 4 - Пропионовокислые а) и маслянокислые в) бактерии

Маслянокислые бактерии довольно крупные, грамположительные подвижные палочки с перитрихально расположенными жгутиками, образующие очень устойчивые споры, при формировании которых клетка принимает форму веретена (кlostридия) или теннисной ракетки (рисунок 4). Перед образованием спор в клетках накапливается запасное крахмалоподобное вещество — гранулеза.

Маслянокислые бактерии широко распространены в природе. Они обитают там, где много органических веществ и нет доступа кислорода — в иловых отложениях водоемов, в навозе, почве, в скоплениях разлагающихся отходов, в сточной жидкости и т. п. Их развитие в почве, где достаточно воздуха, становится возможным благодаря симбиозу с аэробными бактериями, которые используют кислород на собственные нужды. Повсеместному их распространению способствует необыкновенно высокая устойчивость спор.

Практическое значение маслянокислого брожения. В природе маслянокислым бактериям принадлежит важная роль в круговороте углерода. Масляная кислота—широко распространенный продукт

анаэробного разложения различных органических веществ.

Маслянокислое брожение используют в промышленности для получения масляной кислоты, которая находит широкое применение. Масляная кислота обладает резким неприятным запахом прогорклого масла. В то же время ее эфиры отличаются приятным ароматом, например метиловый эфир имеет яблочный запах, этиловый — грушевый, амиловый — ананасный. Их используют в кондитерской и парфюмерной промышленности, в производстве фруктовых безалкогольных напитков.

Маслянокислые бактерии могут вызывать массовую гибель картофеля и овощей, вспучивание сыров, порчу консервов (бомбаж), прогоркание молока, увлажненной муки и других продуктов, чем наносят большой ущерб народному хозяйству. Они вызывают порчу квашеных овощей при замедленном молочнокислом брожении; образующаяся при этом масляная кислота придает продукту острый прогорклый вкус, резкий и неприятный запах.

В производствах, основанных на жизнедеятельности дрожжей, маслянокислые бактерии являются вредителями, так как масляная кислота отравляет дрожжи. Борьба с ними затруднительна из-за высокой устойчивости спор.

1.1.5 Брожение пектиновых веществ. В растениях, особенно в плодах, ягодах, корнеплодах, содержится много пектиновых веществ. Они входят в состав срединных пластинок и склеивают между собой растительные клетки. Пектиновые вещества — высокомолекулярные соединения (полисахариды), поэтому, чтобы попасть в микробную клетку, они должны предварительно подвергнуться ферментативному гидролизу. Под влиянием пектолитических ферментов микроорганизмов, развивающихся в растительном сырье и в продуктах его переработки, происходит ступенчатый гидролиз пектиновых веществ.

Ферментативный гидролиз микроорганизмам энергии не дает. В

анаэробных условиях они ее получают в процессе маслянокислого брожения, которому подвергаются продукты ферментативного гидролиза — арабиноза и галактоза, которые в аэробных условиях окисляются до CO_2 и H_2O . Брожение протекает при участии определенных видов маслянокислых бактерий. Продуктами брожения являются масляная и уксусная кислоты, а также газы (CO_2 и H_2). Разложение пектиновых веществ приводит к порче продукции; например, соленые огурцы размягчаются или в них появляются пустоты в результате мацерации (распада на отдельные клетки) тканей огурцов при ферментативном расщеплении срединных пластинок.

1.2 Аэробные процессы

Они осуществляются хемогетеротрофами в присутствии молекулярного кислорода, но, в отличие от аэробного дыхания (полного окисления), являются процессами неполного окисления. Часто их называют «окислительными брожениями», что совершенно неправильно, поскольку термин «брожение» вполне определенно означает окислительно-восстановительные превращения субстрата, вызываемые микроорганизмами в строго анаэробных условиях.

1.2.1 Окисление этилового спирта уксуснокислыми бактериями. Этот процесс был известен человеку в глубокой древности — в оставленном на воздухе вине или пиве через некоторое время появлялась легкая муть, а на поверхности — плотная пленка. При этом вино или пиво закисает и превращается в уксус.

Окисление этилового спирта уксуснокислыми бактериями протекает в две стадии — сначала образуется уксусный альдегид, который далее окисляется в уксусную кислоту.

Уксуснокислые бактерии — строгие аэробы. Они окисляют не только одноатомный этиловый спирт, но и многоатомные.

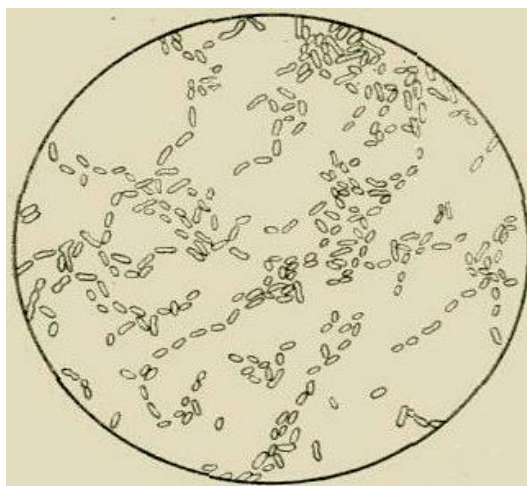


Рисунок 5 - Уксуснокислые бактерии

Так, шестиатомный спирт сорбит они окисляют в углевод сорбозу, которая является сырьем для химического синтеза аскорбиновой кислоты. Некоторые уксуснокислые бактерии окисляют трехатомный спирт глицерин в диоксиацетон, который необходим для химической промышленности; могут окислять и глюкозу в глюконовую кислоту, которая широко применяется в фармацевтической промышленности и медицине, а также в детском питании. Процессы окисления этих соединений служат для уксуснокислых бактерий единственным источником получения энергии.

Некоторые уксуснокислые бактерии могут вызывать процесс так называемого переокисления (сверхокисления), т. е. дальнейшего полного окисления, образовавшейся из спирта уксусной кислоты до CO_2 и H_2O . Этот процесс представляет большую опасность в производстве уксуса.

Уксуснокислые бактерии — это в основном короткие подвижные палочки, одиночные, парные или в виде цепочек, спор не образуют, грамотрицательные (рисунок 5). Они отнесены к двум родам — *Gluconobacter* и *Acetobacter*. Первые представляют собой палочки с пучком полярных жгутиков (лофотрихи), окисляют глюкозу в глюконовую кислоту, обладают невысокой способностью к окислению этилового спирта в уксусную кислоту, к дальнейшему окислению уксусной кислоты неспособны. Бактерии рода *Acetobacter* — это палочки со жгутиками по всей поверхности клетки (перитрихи), неспособные к окислению глюкозы,

энергично окисляющие этиловый спирт до уксусной кислоты и способные к дальнейшему окислению ее до CO_2 и H_2O .

Уксуснокислые бактерии различаются по своей устойчивости к спирту, способности накапливать различное количество уксусной кислоты (от 4,5% до 9—11%). Оптимальная температура для развития - около 30°C. Они кислотоустойчивы, могут развиваться при pH около 3, оптимальные значения pH 5,4—6,3. Уксуснокислые бактерии широко распространены в природе.

Обитают на цветах, на зрелых фруктах, ягодах, овощах, обнаруживаются в садовой почве, в прокисших фруктовых соках, пиве, вине, квашеных овощах.

Практическое использование уксуснокислых бактерий. Они используются для промышленного получения спиртового натурального уксуса. Исходным сырьем является раствор спирта, содержащий небольшое количество сахарозы, минеральные соли в качестве источников азота, фосфора, серы, калия и магния, а также уксусную кислоту. Подкисление необходимо для предотвращения развития посторонних микроорганизмов.

Уксус получают как периодическим, так и непрерывным методами. Принцип методов заключается в создании возможно большей поверхности для окисления спирта. Производство уксуса периодическим методом осуществляется в специальном аппарате — окислителе (генераторе), наполненном скрученными буковыми стружками, на поверхности которых закрепляются уксуснокислые бактерии. В стенках окислителя имеются отверстия для засасывания воздуха. Чем лучше аэрация, тем активнее протекает процесс окисления спирта.

Раствор спирта с помощью специального приспособления пропускают по стружкам, а уксуснокислые бактерии, густо заселяющие поверхность стружек, окисляют спирт в уксусную кислоту. Процесс длится 4-5 сут, за это время спирт практически полностью окисляется и накапливается уксусная кислота в количестве 9—10%. Готовый уксус сливается, и цикл начинается сначала.

Последние годы осуществляется переход от периодического к

непрерывному способу. Наиболее прогрессивным является производство уксуса глубинным непрерывным методом. Оно осуществляется в батареях герметически закрытых аппаратов — ферментеров. Первый из них заполняется питательной средой и засеивается культурой уксуснокислых бактерий. Содержимое ферментера перемешивается мешалкой, а через барботер непрерывно подается воздух для аэрации. Под давлением воздуха культуральная жидкость перетекает из одного ферментера в другой и спирт постепенно окисляется в уксусную кислоту. Готовый уксус, как правило, содержит не менее 9% уксусной кислоты.

Кроме спиртового натурального уксуса производят винный уксус, когда субстратом для окисления служит вино, и яблочный уксус, когда используется яблочный сок.

Уксуснокислые бактерии играют и отрицательную роль. Они являются вредителями спиртового, пивоваренного, дрожжевого, консервного производств, в виноделии, в производстве безалкогольных напитков и др.

1.2.2 Окисление углеводов мицелиальными грибами.

Неполное окисление углеводов молекулярным кислородом с образованием органических кислот (лимонной, шавелевой и др.) могут осуществлять мицелиальные грибы, которые, как и уксуснокислые бактерии, являются строгими аэробами.

Наибольшее практическое значение имеет процесс получения лимонной кислоты, которую ранее получали из лимонов, а в настоящее время с помощью гриба *Aspergillus niger*. Физиологию грибов и химизм процесса детально изучили С. П. Костычев и В. С. Буткевич, благодаря чему в Ленинграде в 1930 г. был организован первый завод по производству лимонной кислоты. Процесс идет при обязательном доступе кислорода.

Лимонную кислоту получают как поверхностным, так и глубинным методами. Для поверхностного метода питательной средой служит отход свеклосахарного производства — меласса, при окислении сахаров которой

образуется лимонная кислота.

Мицелий гриба развивается в виде пленки на поверхности питательной среды, налитой невысоким слоем (8—12 см) в плоские открытые сосуды — кюветы, которые засеваются конидиями гриба. Процесс накопления лимонной кислоты и среде под пленкой гриба продолжается 6—8 сут при температуре 30°C и при хорошей аэрации. Затем лимонную кислоту выделяют из раствора, очищают и кристаллизуют.

Производство лимонной кислоты глубинным методом осуществляют, как обычно, в герметично закрытых ферментерах при постоянной аэрации и перемешивании. Мицелий гриба в этом случае развивается в виде мелких шариков.

Лимонная кислота находит широкое практическое применение в кондитерской и консервной промышленности, в производстве безалкогольных напитков, в медицине в качестве консерванта крови.

1.2.3 Окисление жиров и высших жирных кислот.

Жиры представляют собой сложные эфиры глицерина и высших жирных кислот. Жиры – высокомолекулярные соединения и в неизменном виде внутрь клетки попасть не могут. Поэтому в начале происходит гидролиз жира при участии фермента липазы, имеющегося у многих микроорганизмов. В результате образуются глицерин и высшие жирные кислоты.

Этот процесс не обеспечивает микроорганизмы энергией. Образовавшиеся продукты гидролиза (глицерин и высшие жирные кислоты) используются различными микроорганизмами в качестве энергетического материала. Глицерин быстро подвергается окислению, например, с помощью уксуснокислых бактерий, которые окисляют его до диоксиаcetона. Мицелиальные грибы окисляют глицерин полностью до CO_2 и H_2O . Маслянокислые бактерии сбраживают его с образованием масляной кислоты. В результате этих процессов микроорганизмы получают энергию.

Высшие жирные кислоты окисляются труднее и медленнее. Вначале они

просто накапливаются в субстрате, а затем постепенно окисляются до CO_2 и H_2O . Этот процесс сопровождается значительным выделением энергии.

В процессе окисления высших жирных кислот образуются разнообразные промежуточные продукты (кетоны, альдегиды, оксикислоты и др.), которые придают окисляющемуся жиру неприятный запах и прогорклый вкус.

Наиболее активное участие в превращениях жиров принимают некоторые бактерии из псевдомонад. Это подвижные (монотрихи), не образующие спор аэробные грамотрицательные палочки; некоторые из них выделяют в среду зеленоватый пигмент; другие являются психрофилами, развиваются при низких температурах (0°C). В разложении жиров участвуют и другие аэробные бактерии, а также мицелиальные грибы (некоторые виды аспергиллов, пенициллов, молочная плесень).

В пищевой промышленности микроорганизмы, окисляющие жиры, наносят вред, вызывая порчу пищевых жиров и жира, содержащегося в различных продуктах (рыбных, молочных, крупяных, в консервах и т. п.). Порча жиров, хранящихся в холодильниках, происходит при участии психрофилов.

Разложение жиров отмерших животных и растений в природных условиях (в воде, почве) происходит постоянно и имеет большое значение в круговороте углерода.

2 Превращение органических веществ, содержащих азот

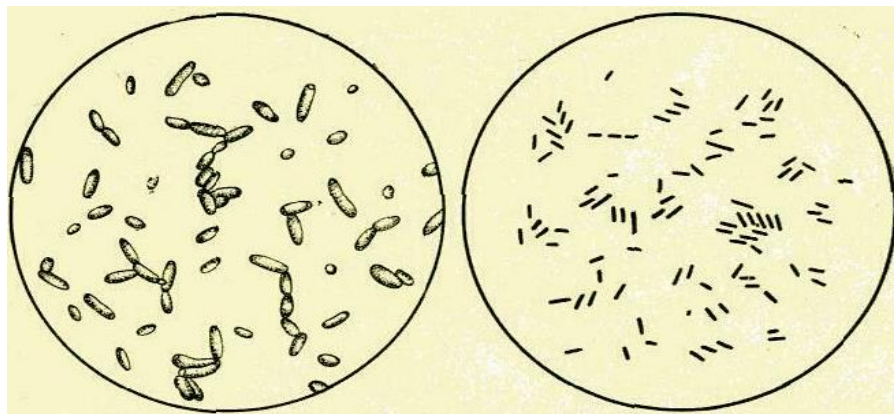
Кроме рассмотренных выше микробиологических процессов превращения органических безазотистых соединений важное значение имеют превращения органических азотсодержащих веществ.

2.1 Гнилостные процессы. *Гниение* — это процесс глубокого разложения белковых веществ микроорганизмами. Одним из конечных продуктов разложения белков является аммиак, поэтому процесс гниения называют также *аммонификацией* белковых веществ, а бактерии — *гнилостными*, или *аммонификаторами*.

Белки, подобно другим высокомолекулярным соединениям, в

неизмененном виде внутрь бактериальной клетки проникнуть не могут и вначале подвергаются расщеплению вне клетки под влиянием микроорганизмов, обладающих протеолитическими ферментами, которые по характеру действия являются экзоферментами. Расщепление белков происходит ступенчато:

Белки —> Пептоны —> Полипептиды —> Аминокислоты



а

в

Рисунок 6 - Гнилостные бактерии

а) *Bacillus subtilis*,
(сенная палочка)

в) *Pseudomonas fluorescens*,
(пигментобразующая палочка)

Дальнейшие превращения образовавшихся аминокислот различны. Они диффундируют внутрь клетки и могут использоваться микроорганизмами либо в конструктивном обмене для биосинтеза белков клетки как источник углерода и азота, либо подвергаются дезаминированию или декарбоксилированию.

Дезаминирование аминокислот приводит к отщеплению аминогруппы, из которой образуется аммиак, и накоплению органических кислот жирного ряда (масляной, уксусной, пропионовой, муравьиной и др., окси- и кетокислот), а также высокомолекулярных спиртов. Промежуточные продукты распада аминокислот претерпевают различные превращения в зависимости от вида бактерий и условий, в которых протекает процесс

гниения.

Аэробные микроорганизмы осуществляют их полное окисление до минеральных веществ, и в качестве конечных продуктов образуются кроме аммиака диоксид углерода, вода, а также сероводород и иногда меркаптаны, обладающие запахом тухлых яиц. Сероводород и меркаптаны образуются из серосодержащих аминокислот (цистина, цистеина, метионина). В случае гнилостного распада нуклеопротеидов образуются соли фосфорной кислоты.

В анаэробных условиях не может происходить полного окисления промежуточных продуктов распада аминокислот и они накапливаются в среде. Кроме того, в анаэробных условиях происходит декарбоксилирование аминокислот (т. е. их разложение с выделением CO_2). При этом образуются дурно пахнущие вещества: индол, скатол, фенол, крезол; индол и скатол образуются обычно из триптофана.

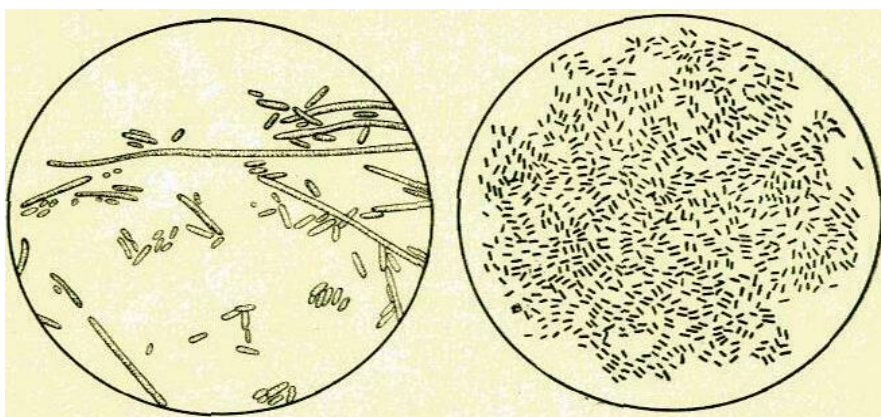


Рисунок 7 - *Proteus vulgaris* (а) *Escherichia coli* (в)

При декарбоксилировании аминокислот образуются диамины; их производные являются трупными ядами, обладают ядовитым действием и могут вызвать отравление.

Возбудителями гниения в основном являются бактерии. К аэробным гнилостным бактериям относится в основном спорообразующие палочки *Bacillus subtilis* (сенная палочка) (рисунок 6), *B. mycoides* (земляная палочка) и

B. megaterium.

Неспороносными аэробными аммонификаторами являются пигментобразующие палочки *Pseudomonas fluorescens* (рисунок 6), обладающие не только протеолитическими ферментами, но и липазой. Они являются психрофилами, вызывают порчу продуктов, содержащих белки и жиры, при хранении в холодильных установках.

К факультативно-анаэробным аммонификаторам относятся неспороносные палочки *Proteus vulgaris* (вульгарный протей) (рисунок 7) и *Escherichia coli* (кишечная палочка).

К строгим анаэробам, вызывающим процесс гниения, относятся споровые палочки *Clostridium putrificum*, *Clostridium sporogenes* (рисунок 8).

Значение процесса гниения. Гнилостные бактерии являются вредителями многих пищевых продуктов, обладающих высокой пищевой ценностью (мяса и мясопродуктов, рыбы и рыбопродуктов, молока, яиц и др.).

В природе (в воде, почве) гнилостные бактерии активно разлагают отмершие животные и растения, минерализуют белковые вещества и тем самым играют важную роль в круговороте углерода и азота.

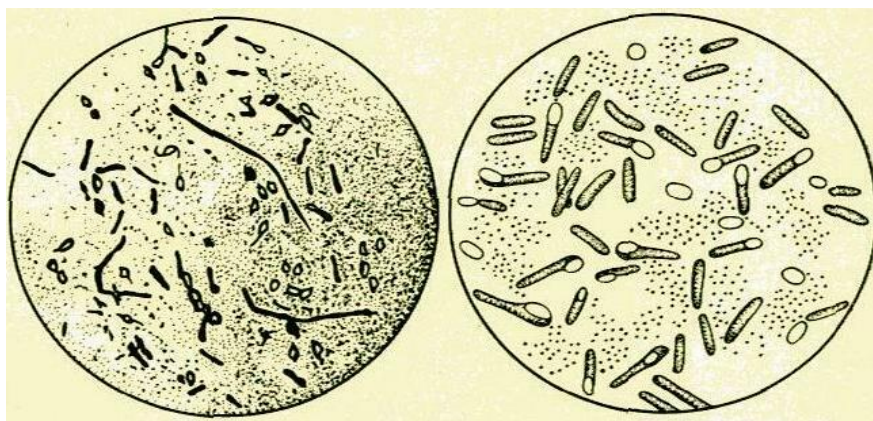


Рисунок 8 - *Clostridium putrificum* (а) *Clostridium sporogenes* (в)

Лекция №3

Тема лекции: Перспективы использования продукции биотехнологии в пищевой промышленности

План лекции:

1. Использование микроорганизмов при консервировании овощей
2. Применение ферментов при выработке фруктовых соков
3. Границы применения биотехнологии в пищевой промышленности

1 Использование микроорганизмов при консервировании овощей

Как и в случае многих других разновидностей пищевого сырья, необходимость сохранения овощей для употребления их в течение всего года привела к созданию ряда новых пищевых продуктов. До того, как в практику вошли консервирование в банках и замораживание, для сохранения овощей использовалась главным образом соль. Низкие концентрации соли (2-2,5%) при переработке овощей с малой долей белков, но содержащих сахара, не препятствуют брожению с образованием кислот, происходящему при участии бактерий. Этот способ дает хорошие результаты, но если белка в овощах много (горох, фасоль), то продукт портится. При засаливании таких овощей соли добавляют мало, основную роль в консервировании играют молочнокислые бактерии. Образование молочной кислоты из Сахаров препятствует развитию бактерий кишечной группы, протеолитических бактерий, анаэробных и спорообразующих видов.

Кислую капусту готовят из свежей измельченной капусты. После добавления соли на первых стадиях брожения доминируют бактерии *Leuconostoc mesenteroides*, которые в анаэробных условиях превращают сахара в молочную и уксусную кислоты, этиловый спирт, маннитол, эфиры и CO₂. В дальнейшем образование молочной кислоты из сахаров и маннитола осуществляется при участии *Lactobacillus plantarum*. Разложение маннитола- важный этап, так как он придает продукту горький вкус. Хотя при получении кислой капусты условия сбраживания в какой-то степени контролируются, применять закваски нет необходимости, так как никаких преимуществ они не дают.

Пиквали делают из засоленных огурцов. Конечный продукт получают путем полного или частичного сбраживания, либо без такой обработки. При брожении важную роль опять-

таки играют молочнокислые бактерии, осуществляющие ферментацию Сахаров. Соли обычно добавляют немного, и рассол с самого начала подкисляют уксусной кислотой. Если к нему добавляют укроп и другие пряности, то получают укропные пикули.

Оливки перерабатывают путем засолки и обработки щелоком. Когда консервируют зеленые плоды, молочнокислое брожение осуществляется при участии *Leuconostoc mesenteroides*, а затем *Lactobacillus plantarum* и продолжается от шести до десяти месяцев. Спелые оливки либо не сбраживают вовсе, либо сбраживают недолго. И в том и в другом случае большое значение имеет обработка щелоком, так как при этом удаляется олеuropeин (глюкозид, имеющий горький вкус).

Микроорганизмы играют важную роль и на определенных стадиях выработки некоторых других продуктов, особенно кофе и какао. При замочке плодов на них развиваются молочнокислые бактерии и дрожжи, что способствует отделению кожуры от зерен; влияние микробов на качество конечного продукта незначительно.

Приведенные примеры использования микроорганизмов в переработке овощей - это процессы с простой технологией. Хотя в случае засолки деятельность микробов и определяет основные свойства конечного продукта, суть ее проста - это в основном образование кислоты. Сходную продукцию можно получить, если к свежим овощам добавить соответствующие кислоты и тем самым обойтись без брожения. Отметим, что, хотя для сохранения овощей используются, главным образом, консервирование в банках и замораживание, спрос на заквашенные продукты сохраняется, так как они обладают специфическим вкусом.

2. Применение ферментов при выработке фруктовых соков

Применение ферментов из микроорганизмов - один из главных путей, которые биотехнология использует и будет использовать для обновления пищевой промышленности. Наибольшие успехи были достигнуты при производстве фруктовых соков: здесь используют такие ферменты, как пектиназы, целлюлазы, гемицеллюлазы, амилазы и протеиназы. Эти ферменты применяются не только в давно освоенных производствах; с их помощью удалось расширить ассортимент и добиться большего выхода продукции из сырья. Ферменты используются на следующих основных стадиях переработки фруктов:

1. Обработка мезги (разрушение мякоти при выработке фруктовой кашицы или нектаров; увеличение выхода сока; лучшее отделение веществ, ответственных за цвет и вкус).

2. Обработка сока (уменьшение вязкости; облегчение изготовления концентратов; упрощение процедур осветления, фильтрования и стабилизация сока).

Выбор ферментов для получения наилучших результатов при выработке соков производится с учетом трех обстоятельств:

1. Активность фермента. Для получения желаемого действия при производстве фруктовых соков необходимо подобрать правильную концентрацию, температуру и продолжительность обработки.

2. Необходимость деградации пектина. Качество продукции сильно зависит от типа пектина и свойств конкретного фермента.

3. Механизм осветления. Этот процесс состоит из трех последовательных стадий. Понимание их особенностей исключительно важно при производстве соков: это стадии дестабилизации, коагуляции и осаждения.

При производстве соков из фруктов большую роль играют пектины. Если их слишком много, то соки получаются излишне вязкими и мутными. Контролируя содержание пектинов, удастся существенно повысить выход сока и его качество. Пектиновые вещества, или пектины, представляют собой гетерополисахариды, производные галактуроновой кислоты. Они являются субстратами для ряда ферментов: пектинлиаз, пектатлиаз, полигалактуронидаз или пектинэстераз. Действие их заключается в деполимеризации путем расщепления глюкозидных связей; пектиноэстеразы атакуют этерифицированные карбоксильные группы.

3 Границы применения биотехнологии в пищевой промышленности

Спектр продуктов питания, получаемых при помощи микроорганизмов, обширен: от вырабатываемых с древних времен за счет брожения хлеба, сыра, йогурта, вина и пива до новейшего вида пищевого продукта - грибного белка микопротеина. Микроорганизмы при этом играют разную роль: используются продуцируемые ими ферменты или другие метаболиты, с их помощью сбраживается пищевое сырье, а не-

которые из них выращиваются непосредственно для потребления. В пищевой промышленности для осуществления биотехнологических процессов применяют как чистые культуры микроорганизмов, так и дикие, содержащиеся в значительном количестве в сырье, формы, которые начинают размножаться при создании соответствующих условий. Последний способ особенно характерен для традиционных бродильных производств, зародившихся во времена, когда о микробах еще ничего не знали. В промышленном производстве такие процессы обычно ведутся под гораздо более строгим контролем. Особенно это относится к выбору штаммов и чистоте культур микроорганизмов.

До недавнего времени биотехнология использовалась в пищевой промышленности с целью усовершенствования освоенных процессов и более умелого использования микроорганизмов, но будущее принадлежит генетическим исследованиям по созданию более продуктивных штаммов для конкретных нужд, внедрению новых методов и технологии брожения. Таким путем возможно повысить выход и качество выпускаемой продукции и освоить производство новых ее разновидностей.

По оценкам специалистов, примерно 15% реализуемой продукции пищевой промышленности вырабатывается на основе биотехнологии, но влияние ее на эту промышленность сегодня не больше, чем 25 лет назад. Определяется это время следующими причинами:

1. До сих пор производство пищевых продуктов является трудоемкой отраслью промышленности с большим объемом ручного труда и низким уровнем технологии. Многие производственные процессы в ней есть увеличенные копии кулинарных приемов. Наука, изучающая их основы, развита слабо, а суть процессов понятна не до конца.

2. В «табеле о рангах» биотехнологии изготовление пищевых продуктов относится к крупнотоннажным производствам с малой прибавочной стоимостью. В сущности, именно малая прибавочная стоимость пищевых продуктов мешает вкладывать средства в изучение и развитие производства и методов определения безопасности продуктов, а это необходимо для того, чтобы сделать

биотехнологические процессы и продукты конкурентоспособными.

3. Главные усилия по модернизации производства пищевых продуктов должны быть направлены на уменьшение или полное подавление нежелательных изменений, вызываемых биологически активными побочными продуктами. Сегодня для описания таких процессов применяется термин «отрицательная биотехнология». Вероятно, в ближайшем будущем при освоении новых технологий производства продуктов питания будут обязательны испытания на безвредность. Кроме того, необходимы надежные источники сырья с высокой, но приемлемой стоимостью.

Перспективы использования продукции биотехнологии в пищевой промышленности показаны в таблице 2.

Таблица 2 - Перспективы использования продукции биотехнологии в пищевой промышленности

Продукт	Область применения
Аминокислоты	
Цистин, метионин,	Повышение питательной ценности белков
Глутамат	Усиление аромата мясных, рыбных и других изделий
Глицин, аспаргат	Придание кондитерским изделиям и напиткам кисло-сладкого вкуса
Олигопептиды	
Аспартам, тауматин,	Выработка низкокалорийных, суперсладких веществ
Ферменты	
Амилаза	Производство спирта, вин, пива, хлеба, кондитерских изделий и детского питания
Глюкоамилаза	Получение глюкозы, удаление декстринов из пива
Инвертаза	Выработка кондитерских изделий
β -Галактозидаза	Освобождение молочной сыворотки от лактозы, приготовление мороженого и др.
Пектиназа	Осветление вин и фруктовых соков, обработка плодов цитрусов
Целлюлаза	Приготовление растворимого кофе, морковного джема, улучшение консистенции грибов и овощей, обработка плодов цитрусов
Микробная протеаза	Сыроварение, ускорение созревания теста, производство крекеров, улучшение качества мяса

Продукт	Область применения
Пепсин, папаин	Осветление пива
Фицин, трипсин, брамелаин	Ускорение процесса маринования рыбы, отделение мяса от костей
Ли пазы	Придание специфического аромата сыру, шоколаду, молочным продуктам, улучшению качества взбитых яичных
Глюкозооксидаза, каталаза	Удаление кислорода из сухого молока, кофе, пива, майонезов, фруктовых соков для их улучшения и удлинения
Витамины	
А, В ₂ , В ₆ , В ₁₂ , С, D, Е, РР	Повышение питательной ценности продуктов
С, Е	Антиоксиданты
Терпены и родственные соединения	
Гераниол, нерол	Ароматизаторы
Органические кислоты	
Уксусная, молочная и	Консерванты, ароматизаторы
Полисахариды	
Ксантаны	Загустители и стабилизаторы кремов, джемов

(по Н. С. Егорову, А. В. Олескину, В. Д. Самуилову, 1987)

Лекция №4

Тема лекции: Микроорганизмы-возбудители заболеваний, передающихся через пищевые продукты

План лекции:

1. Источники посторонних микроорганизмов в пищевых производствах
2. Заболевания, передающиеся через пищевые продукты
3. Санитарно-показательные микроорганизмы

Микроорганизмы в пищевой промышленности играют двоякую роль. С одной стороны, многие пищевые производства основаны на их жизнедеятельности: хлебопечение, производство хлебопекарных дрожжей, сыроделие, производство спирта, пива, кваса, производство кисломолочных продуктов (творог, сметана, простокваша и др.), кисломолочного масла и маргарина, органических кислот (уксусная, лимонная, молочная) и др. Для получения этих продуктов используют чистые культуры микроорганизмов.

С другой стороны, в пищевые производства попадает инфекция, т. е. посторонние микроорганизмы. Это либо неопасные для здоровья человека сапрофиты, которые являются вредителями производства и в результате их жизнедеятельности нарушается технологический процесс, возрастают потери сырья, снижается выход и качество готовой продукции; либо патогенные микроорганизмы, которые могут нанести вред здоровью человека, явиться причиной тяжелых инфекционных заболеваний и пищевых отравлений. На всех пищевых предприятиях необходимо осуществлять строгий микробиологический контроль с целью выявления посторонних микроорганизмов и в случае обнаружения проводить дезинфекцию.

1 Источники посторонних микроорганизмов в пищевых производствах

На пищевых предприятиях могут быть внешние (внезаводские) и внутренние (внутризаводские) источники инфекции. К внезаводским относятся

сырье, вода и воздух. К внутризаводским - воздух производственных помещений, производственная культура микроорганизма, технологическое оборудование, тара, руки, одежда, обувь персонала.

Посторонние микроорганизмы, попав в производство, при благоприятных условиях быстро размножаются и, если не принять меры по предотвращению их развития или для их уничтожения, разносятся по всему предприятию.

Сырье. Одним из условий получения продукции высокого качества является доброкачественность сырья, что зависит от условий и сроков его хранения. Подробно микрофлора отдельных видов сырья, полуфабрикатов, а также вспомогательных материалов (сахар, соль, специи, ароматические травы и др.), ее происхождение и вред, наносимый ею, будут рассматриваться в специальных разделах микробиологии конкретно для каждого производства.

Вода. Пищевая промышленность России насчитывает более 24 отраслей, из которых наиболее водоемкими являются сахарное, масло - жировое, спиртовое, крахмалопаточное, дрожжевое, безалкогольное и консервное производства. Вода является составной частью промышленной продукции, растворителем, средством транспортирования и мойки сырья, оборудования, охладителем, теплоносителем, используется для поддержания необходимых санитарно - гигиенических условий в производственных помещениях и на территории предприятия, для получения пара и т. д. Требования к качеству воды для производственных нужд зависят от ее назначения. Если вода входит в состав готовой продукции (безалкогольные напитки, пиво, компоты, маринады, рассолы и т. п.), то она должна быть прозрачной, по возможности бесцветной, без постороннего запаха и вкуса; не должна содержать посторонних примесей, влияющих на здоровье человека, а также патогенных микроорганизмов; должна быть свободна от животных и растительных организмов, паразитов, их яиц и личинок. Вода должна отвечать требованиям ГОСТ 2874—82 «Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством». При использовании

микробиологически загрязненной воды в производство могут попасть возбудители инфекционных заболеваний, пищевых отравлений, а также различные сапрофиты — гнилостные, кислотообразующие, споровые формы бактерий, которые могут оказать неблагоприятное влияние не только на ход технологического процесса, но и на качество и стойкость готовой продукции при хранении.

Наиболее полно удовлетворяют этим требованиям из природных источников артезианские и родниковые воды. Ими можно пользоваться без предварительной очистки.

Воду из открытых водоемов подвергают специальной обработке на водоочистных станциях. Первым этапом является отстаивание воды в специальных бассейнах (отстойниках) для удаления взвесей, осветления, обесцвечивания воды, удаления нежелательных привкусов и запахов, различных ионов, обессоливания и опреснения воды и т. д. Для ускорения отстаивания и более эффективного осветления и обесцвечивания воды применяют *коагулянты* (соли алюминия и железа). При взаимодействии коагулянтов с содержащимися в воде углекислыми солями образуются гидроксиды алюминия и трехвалентного железа, выпадающие в виде хлопьев. Оседая, хлопья увлекают за собой взвеси и клетки микроорганизмов.

Вторым этапом является фильтрование воды через слой речного песка. В верхних слоях фильтра формируется биологическая пленка, состоящая из содержащихся в воде примесей и хлопьев коагулятов и содержащая большое количество микроорганизмов.

Третий этап - обеззараживание профильтрованной воды, т. е. уничтожение оставшихся в воде микроорганизмов, среди которых могут быть и патогенные, с помощью различных дезинфицирующих средств.

В ряде процессов с успехом может использоваться вода непитьевого назначения (для охлаждения оборудования, транспортирования некоторых видов сырья, отходов и др.). Например, в сахарной промышленности удельный вес технической воды может достигать 90—95% от общего

количества потребляемой предприятием воды (включая оборотную воду). Для мойки некоторых видов сырья (картофеля, сахарной свеклы, зерна и др.) и тары с целью экономии чистой воды, сокращения количества сточных вод и моющих препаратов применяется оборотная вода. Оборотная вода перед повторным использованием обязательно подвергается очистке с целью удаления грубых примесей и дезинфекции, а затем используется на тех же операциях или в других аппаратах и процессах. Например, теплая вода после охлаждения оборудования, конденсации паров идет на мойку оборудования, полов.

Воздух. В пищевой промышленности микрофлора атмосферного воздуха имеет значение лишь на тех участках технологического процесса, где сырье, полуфабрикаты или готовый продукт соприкасается с ним. Здесь имеет значение также температура и относительная влажность воздуха.

Воздух производственных помещений представляет значительную опасность в пищевых производствах. Он является внутризаводским источником загрязнения сырья, оборудования, производственных культур микроорганизмов и готовой продукции. Поэтому чистота воздуха является важным условием для получения высококачественного готового продукта.

Для снижения бактериальной обсемененности воздуха производственных помещений применяют физические способы его очистки. С помощью вентиляции загрязненный воздух удаляется из помещений, а на его место поступает более чистый атмосферный воздух. Фильтрация поступающего воздуха через специальные воздушные фильтры значительно повышает эффективность вентиляции. Фильтры, пропитанные специальной пылесвязывающей жидкостью, задерживают до 90-93% микроорганизмов и частиц пыли, находящихся в воздухе. После очистки воздух подвергают дезинфекции.

Производственная культура. В тех отраслях пищевой промышленности, где производство основано на жизнедеятельности микроорганизмов, производственная культура (дрожжи, молочнокислые бактерии, мшцелпадыше грибы и др.) часто служит источником внутризаводской

инфекции. Причиной ее загрязнения являются неудовлетворительное санитарное состояние аппаратуры, воды, воздуха, негерметичность производственного оборудования.

Даже чистая культура, полученная из аппарата для ее разведения, после соприкосновения с производственной питательной средой и коммуникациями перестает быть чистой, поскольку технологический процесс ведется в нестерильных условиях. Такая культура переносит инфекцию с одного участка технологического процесса на другой, в результате чего загрязняется все оборудование.

Технологическое оборудование и тара. Чистота оборудования, аппаратуры, коммуникаций и тары имеет исключительно большое значение для качества готовой продукции. Некачественная мойка, нерегулярная дезинфекция приводит к большой обсемененности продукта и является причиной выпуска недоброкачественной продукции и низкой стойкости ее при хранении. Эффективность мойки и дезинфекции зависит от степени загрязнения материала и состояния обрабатываемых поверхностей оборудования.

Остатки полупродуктов и отходов представляют для микроорганизмов хорошую питательную среду, где они начинают быстро размножаться и загрязняют все производство. Поверхность отдельных материалов различна. Так, у алюминия и нержавеющей стали поверхность матовая или полированная до блеска, у стали с эмалированным покрытием и стекла совершенно гладкая, без пор, у резины - пористая, а у древесины - шероховатая. Лучше всего смываются остатки полупродукта и микроорганизмы с оборудования из нержавеющей стали, стекла, органического стекла, стеклопластика, полиэтилена, алюминия, хуже - с поверхности деревянных емкостей. В то же время в алюминиевых емкостях при плохом уходе или при применении несоответствующих моющих и дезинфицирующих средств вследствие коррозии появляются трещины и микропоры, которые являются очагами инфекции.

Коммуникации, рукава, шланги из резины на внутренней поверхности также становятся пористыми, образуют трещины за счет постепенного наслоения там загрязняющих осадков и их подсыхания, куда проникают и начинают размножаться микроорганизмы. Очагами инфекции являются углы, закругления в оборудовании, тройники, фланцевые соединения, низко расположенные штуцера и т. п., которые невозможно хорошо продезинфицировать.

Обслуживающий персонал. При несоблюдении личной гигиены персонал может явиться разносчиком инфекции на пищевом предприятии. Особую опасность представляют больные желудочно-кишечными и гнойничковыми заболеваниями, а также носители патогенных микроорганизмов. Персонал пищевых производств должен следить за состоянием своего здоровья, соблюдать правила личной гигиены - следить за чистотой своего тела, рук, особенно ногтей, работать в чистой санитарной одежде. Нарушение правил санитарии и личной гигиены может привести к занесению в производство нежелательной микрофлоры, а главное, патогенных микроорганизмов, попаданию их на полуфабрикаты и в готовую продукцию.

2 Заболевания, передающиеся через пищевые продукты

Заболевания, возникающие в связи с употреблением пищевых продуктов, инфицированных токсигенными микроорганизмами, называются пищевыми. Загрязнение пищевых продуктов токсигенными микроорганизмами может происходить через руки персонала пищевых производств, предприятий торговли и общественного питания, а также через бацилло-, бактерио- и вирусоносителей, работающих в этих сферах; через воздух производственных помещений; через воду, не отвечающую санитарным требованиям, и полученный из нее лед, соприкасающийся с продуктами при хранении; через загрязненную тару. Плоды, овощи и ягоды загрязняются при выращивании их на почве, удобряемой фекалиями. Мясо и молоко могут быть заражены токсигенной микрофлорой, если они получены от больных животных.

Пищевые заболевания по происхождению и симптомам болезни принято делить на две группы: пищевые инфекции и пищевые отравления.

2.1 Пищевые инфекции

Это те заболевания, при которых пищевые продукты являются только передатчиками токсигенных микроорганизмов, в них они не размножаются, но могут длительное время сохранять жизнеспособность и вирулентность. Для возникновения заболевания достаточно содержания в продукте небольшого количества клеток возбудителя заболевания, которые, попав в макроорганизм, активно размножаются и вызывают определенное заболевание.

Источником заражения пищевых продуктов возбудителями пищевых инфекций являются люди и животные (больные и носители инфекций).

Пищевые инфекции протекают, как типичные инфекционные болезни с относительно длинным инкубационным периодом и характерными для каждого заболевания клиническими признаками. В основном это кишечные инфекции - брюшной тиф, паратифы А и В, дизентерия, холера.

Возбудители этих болезней, за исключением холеры, входят в кишечную группу бактерий (энтеробактерии). Источником кишечных инфекций является человек. Возбудители выделяются во внешнюю среду с фекалиями, которые попадают в воду с бытовыми стоками или на пищевые продукты. Значительную роль в распространении кишечных заболеваний играют мухи.

Возбудители кишечных инфекций могут сохранять жизнеспособность в живом организме, например в пищевых продуктах, длительное время.

Продолжительность выживания (жизнеспособность) возбудителей кишечных инфекций в различных пищевых продуктах представлена ниже.

Таблица 3 - Жизнеспособность возбудителей кишечных инфекций в различных пищевых продуктах

Возбудители брюшного тифа	
Мороженое	От 4 мес. до 2 лет
Хлеб	
Черный	2 су т
Белый	25-30 сут.
Масло сливочное	3-7 мес.
Сыр	36 сут.
Пиво	3-5 сут.
Молоко (при температуре 0°C)	5 мес.
Возбудители паратифов	
Молоко	1-2 нед.
Молоко сгущенное	2—5 мес.
Кефир	5 мес.
Возбудители дизентерии	
Салат	6 сут.
Огурцы	6-17 сут.
Ягоды	2-6 сут.

Многие из этих возбудителей устойчивы к низким температурам, например брюшнотифозные бактерии в замороженной клубнике (минус 18°C) сохранялись жизнеспособными до 6 мес.

Возбудители брюшного тифа и паратифов А и В - бактерии рода *Salmonella* (сальмонеллы) очень близки между собой. Это подвижные, бесспорные, грамотрицательные, небольшие палочки, факультативные анаэробы, оптимальная температура роста 37 °С. Они не образуют экзотоксина, но в больном организме после гибели самих бактерий освобождается сильнодействующий термоустойчивый эндотоксин. Инкубационный период составляет 10-20 сут. Заболевание сопровождается поражением (изъязвлением), воспалением тонких кишок и расстройством желудка, повышением температуры, слабостью.

Дизентерия проявляется в воспалении толстых кишок. Возбудитель

болезни, в отличие от остальных бактерий кишечной группы, неподвижен. Инкубационный период составляет от 2 до 7 сут., в пищевых продуктах он сохраняет жизнеспособность в течение 10-20 сут.

Возбудителем холеры является вибрион. На пищевых продуктах он сохраняет жизнеспособность до 10-15 сут, в почве - до 2 мес., в воде - несколько суток. Холерный вибрион очень устойчив к низким температурам. Он образует сильнодействующие эндотоксин и экзотоксин - *энтеротоксин* (кишечный яд). Инкубационный период составляет от нескольких часов до нескольких суток. Тяжесть заболевания бывает различной, возможен и летальный исход.

Лица, перенесшие кишечные инфекции, продолжительное время остаются носителями этих инфекций.

Профилактика кишечных инфекций сводится к соблюдению санитарно-гигиенического режима и правил личной гигиены, предохранению продуктов от контактов с носителями кишечных инфекций, борьбе с мухами.

Кроме кишечных инфекций к пищевым инфекциям относятся бруцеллез, туберкулез, ящур и сибирская язва.

2.2 Пищевые отравления

Они связаны с употреблением и пищу внешне доброкачественных продуктов, содержащих живые клетки возбудителей или их токсины. Пищевые отравления, как правило, путем прямого контакта не передаются. Они характеризуются острым, но в основном быстрым течением процесса и проявляются вскоре после употребления зараженной пищи (обычно через несколько часов). Пищевые отравления могут протекать либо по типу интоксикаций (токсикозов), либо по типу токсикоинфекций.

Пищевые интоксикации (токсикозы). Могут возникать при отсутствии в пище живых клеток токсигенных микроорганизмов, но при наличии их токсинов, которые относятся к экзотоксинам. Они накапливаются в продукте при жизни бактерий, а далее (например, при тепловой обработке продукта) клетки токсигенных микроорганизмов могут погибнуть, а токсин

сохраняется.

Пищевые интоксикации бывают бактериальной и грибковой природы. К бактериальным интоксикациям относятся ботулизм и стафилококковая интоксикация.

Ботулизм — это тяжелое пищевое отравление, возникающее в результате употребления пищи, содержащей токсины бактерии *Clostridium botulinum*. Эти бактерии широко распространены в природе и встречаются в почве, иле водоемов, кишечнике рыб (особенно осетровых) и теплокровных животных, на поверхности плодов, овощей, грибов. Попад каким-либо путем в пищевые продукты, возбудитель ботулизма в благоприятных для него условиях размножается и выделяет токсин. При этом в продуктах, как правило, отсутствуют видимые признаки их порчи.

Возбудитель ботулизма - спорообразующая палочка, в которой спора располагается на конце клетки и клетка имеет вид теннисной ракетки. Это строгий анаэроб, холодоустойчив, чувствителен к кислой реакции среды (не развивается при pH ниже 4,5-4). Поваренная соль задерживает его развитие и токсино-образование, но не разрушает уже образовавшийся в продукте токсин. Споры очень устойчивы к высоким температурам, они переносят нагревание до 100° С в течение 5-6 ч и до 120°- 10- 20 мин. Поэтому при недостаточной тепловой обработке зараженного продукта (колбас, баночных консервов и др.) споры могут сохранять жизнеспособность, а анаэробные условия (например, в глубоких слоях продукта или в консервной банке) способствуют развитию бактерий и токсинообразованию.

Ботулинический экзотоксин - наиболее сильный из известных микробных ядов. Этот токсин чрезвычайно устойчив, он не разрушается под действием соляной кислоты желудочного сока, при продолжительном нагревании продукта до 70-80 °С (в течение 1 ч) и даже сохраняется при кипячении в течение 10- 15 мин, а также при замораживании продуктов, мариновании, посоле, копчении.

Попадая с пищей в кишечник человека, токсин поступает в кровь и

поражает сердечно-сосудистую и центральную нервную систему. Инкубационный период продолжается обычно от 6 до 24 ч и более. Основные признаки заболевания - расстройство зрения, речи и дыхания, паралич мышц. Смертность от ботулизма довольно высокая.

Поражение организма ботулизмом чаще всего наступает при употреблении различного рода консервов, особенно растительных с низкой кислотностью, рыбных, преимущественно из осетровых пород. Эффективным лечебным средством является антиботулиническая сыворотка. Профилактикой ботулизма является соблюдение технологических режимов обработки и консервирования пищевых продуктов и строгое соблюдение санитарно-гигиенического режима.

Стафилококковая интоксикация вызывается не всеми типами стафилококков, а только патогенными стафилококками и стоит на первом месте среди отравлений бактериальной природы. Пищевые отравления преимущественно вызываются золотистым стафилококком (*Staphylococcus aureus*), образующим в клетках золотистый пигмент. Развиваясь в пищевых продуктах, он может выделять энтеротоксин (кишечный яд).

Основное местообитание золотистого стафилококка - слизистая носоглотки и кожа. Помимо энтеротоксина, он вырабатывает другие токсины и вызывает различные гнойно-воспалительные процессы любой ткани и в любом органе. Помимо токсинов, стафилококк образует ряд активных ферментов, обладающих патогенным действием, например *плазмокоагулазу*, способную коагулировать (свертывать) плазму крови. Наличие плазмокоагулазы является важнейшим признаком патогенности стафилококков. Такие стафилококки называются *коагулазоположительными*.

Стафилококковый энтеротоксин выделяется как в аэробных, так и в анаэробных условиях, он устойчив к низким и высоким температурам, высушиванию, высокому содержанию поваренной соли (8-15%). Для полного разрушения требуется кипячение около 2 ч или нагревание в течение 30 мин при 120 °С.

Отравление проявляется в виде острого желудочно-кишечного заболевания через 1-6 ч после приема зараженной пищи, смертные случаи редки. Характерным является высокий процент заболевших среди употреблявших одну и ту же пищу (90-100%).

Стафилококковые пищевые отравления чаще всего вызываются молочными, а также мясными продуктами. Эти отравления также могут быть связаны с употреблением рыбных консервов в масле, кондитерских изделий с заварным кремом. При этом пищевые продукты не имеют внешних признаков порчи.

Стафилококковая инфекция может передаваться лицами, страдающими гнойничковыми заболеваниями кожи или носителями токсигенных стафилококков в носоглотке (ангина). Перенос стафилококков от людей на продукты происходит воздушно-капельным или пылевым путем. На производстве и предприятиях общественного питания перенос инфекции осуществляется через руки персонала, аппаратуру и инвентарь.

Дальнейшее развитие стафилококков в пищевых продуктах зависит от многих факторов внешней среды. Они могут размножаться при температуре 15-16°C и образовывать энтеротоксин. Скорость накопления токсина резко возрастает при температуре 37 °C, Длительность накопления токсина в количестве, достаточном для отравления человека, зависит от характера продукта. В сильно обсемененном заварном креме при температуре 37 °C энтеротоксин накапливается уже через 4 ч.

К интоксикациям *грибковой природы* относятся микотоксикозы (отравления, причиной которых служат токсины мицелиальных грибов), К пищевым микотоксикозам относятся алиментарно-токсическая алейкия (прежнее название - септическая ангина) и «пьяный хлеб». Эти отравления вызываются разными видами грибов рода *Fusarium* из класса дейтеромицетов (несовершенных грибов). К микотоксикозам относятся также эрготизм, вызываемый грибом спорыньей из класса аскомицетов и

афлатоксикозы, вызываемые грибами родов *Aspargillus* и *Penicillium*.

Алиментарно-токсическая алейкия связана с употреблением в пищу зерна проса, пшеницы, гречихи, овса, перезимовавшего в поле. Применение в пищу продуктов переработки такого зерна приводит к отравлению токсином, вырабатываемым грибом только при минусовой температуре (от минус 1 до минус 5°C). Токсин обладает высокой устойчивостью, не теряет токсичности при длительном хранении зерна (несколько лет), не разрушается при варке каши и супа, выпечке хлеба из продуктов переработки зараженного зерна (муки, крупы).

Отравление проявляется в повышении температуры, резких болях во рту и пищеводе вследствие развивающегося некроза (омертвления тканей), кровоточивости, угнетения процессов кроветворения.

Профилактика отравления сводится к недопущению употребления зерна, перезимовавшего в поле.

Пищевое отравление «пьяный хлеб» по симптомам напоминает тяжелое опьянение. Оно возникает при употреблении в основном хлеба, приготовленного из муки, содержащей микотоксин, который поражает центральную нервную систему.

Эрготизм - отравление, возникающее при употреблении зерна, пораженного спорыньей, когда в колосьях вместо семян образуются твердые «рожки» - покоящаяся стадия гриба. В них содержатся токсины (эрготин, эрготинин и др.) вызывающие сильные судороги («злые корчи») или гангрену. Острое отравление наступает при содержании спорыньи в муке, приготовленной из такого зерна, равном 1-2%. Законодательством России предусмотрено допустимое содержание спорыньи в муке не выше 0,05%. Профилактика эрготизма - очистка зерна от спорыньи.

Афлатоксикозы вызываются грибами. Некоторые аспергиллы образуют особые токсины - *афлатоксины* при развитии их на кормах, а также на некоторых пищевых продуктах (зерне злаков, сухофруктах, на арахисе и др.), а пенициллы - токсин *патулин*. Эти вещества обладают канцерогенным

действием.

С целью профилактики афлатоксикозов необходимо соблюдать правильные условия хранения зерна, исключая возможность его увлажнения, самосогревания и плесневения, что способствует накоплению афлатоксинов.

Пищевые токсикоинфекции. Отравления такого рода возникают обычно при употреблении в пищу продуктов, содержащих большое количество размножившихся в них живых токсигенных микроорганизмов - возбудителей. Количество возбудителей составляет до 10^7 - 10^8 клеток в 1 г продукта. В кишечнике человека они продолжают размножаться и отмирать, при этом из их клеток освобождается высокотоксичный термоустойчивый эндотоксин.

В большинстве случаев пищевые токсикоинфекции вызываются салмонеллами. Наиболее распространенными возбудителями салмонеллезных токсикоинфекций являются бреславльская палочка (*S. typhimurium*) и палочка Гертнера (*S. enteritidis*). Вызываемые ими отравления протекают как острые желудочно-кишечные заболевания, и имеют короткий (несколько часов) инкубационный период.

Салмонеллы не образуют спор, однако устойчивы к действию низких температур (долго не погибают при температурах от минус 10 до минус 20°C), кислот (молочной, уксусной), высушиванию, копчению. Поваренная соль в концентрации 6-8% угнетает их развитие, а в концентрации 10-12% подавляет. Салмонеллы устойчивы к тепловой обработке, поэтому, чтобы предохранить продукты от этой инфекции, необходим правильный режим термической обработки. Мясо полностью обезвреживается только при отваривании кусками по 500 г (при толщине 6 см) в течение 3 ч при 100°C.

Салмонеллы находятся в кишечнике многих животных, особенно у крупного рогатого скота, водоплавающей домашней птицы и грызунов, причем не только у больных, но и у здоровых (носителей инфекции), а также у выздоровевших людей.

Мясо, рыба, молочные продукты чаще всего служат причиной отравления. Заражение мяса салмонеллами может происходить при жизни животного или при разделке, транспортировании и хранении туш.

В ткани рыб салмонеллы попадают преимущественно в местах сброса сточных вод. Переносить возбудителей могут мухи, грызуны и некоторые птицы, например чайки. Возбудителями салмонеллезных токсикоинфекций часто являются утиные и гусиные яйца, поэтому их разрешается использовать только для смазки поверхностей при изготовлении мелкоштучных кондитерских изделий из теста, подвергающихся высокотемпературной обработке.

Изменения органолептических свойств (вкуса, запаха) в зараженных продуктах не наблюдается.

Пищевые токсикоинфекции, вызываемые условно-патогенными бактериями. В возникновении токсикоинфекции значительная роль принадлежит *условно-патогенным* микроорганизмам. Они являются постоянными обитателями кожи, кишечника, дыхательных путей человека и при нормальных условиях жизни не вызывают заболеваний. Однако при изменении условия их существования или ослаблении макроорганизма они вызывают заболевания. Так, в нормальной микрофлоре толстого отдела кишечника постоянно обитает кишечная палочка, она является *комменсалом* (сожителем), не приносящим вреда, но при ее попадании в другой орган (мочевой, желчный пузырь, почки) и при снижении устойчивости макроорганизма может возникнуть воспалительный процесс.

Некоторые условно-патогенные бактерии вырабатывают эндотоксины. Различные представители этих бактерий обладают неодинаковой вирулентностью и токсигенностью. Отравление возникает при употреблении в пищу только обильно обсемененных пищевых продуктов (более 10^5 - 10^6 кл/г), при этом их органолептические свойства не меняются.

Токсикоинфекции, вызываемые токсигенными культурами условно-

патогенных бактерий, протекают наподобие салмонеллезных токсикоинфекций (общая слабость, боль в кишечнике, рвота и т. д.).

Токсикоинфекции, вызванные условно-патогенными бактериями, чаще связаны с потреблением в пищу готовых изделий, зараженных уже вторично, т. е. после кулинарной обработки. Быстрому размножению этих бактерий в продуктах способствуют нарушения температурных условий и сроков хранения продуктов.

К условно-патогенным бактериям, наиболее часто вызывающим пищевые токсикоинфекции, относятся бактерии кишечной группы - энтеробактерии (кишечная палочка и протей, а также фекальный стрептококк), являющиеся обитателями нормальной микрофлоры кишечника человека и теплокровных животных.

Они также встречаются в почве, воде. Кроме них возникновение пищевых токсикоинфекций могут вызывать условно-патогенные спорообразующие палочки, относящиеся к родам *Clostridium* (*C. perfringens*) и *Bacillus* (*B. cereus*).

Основой профилактики отравлений через готовые блюда после кулинарной обработки является их немедленная реализация. При необходимости хранения продуктов после термической обработки их следует быстро охлаждать до температуры ниже 10°C для предотвращения размножения бактерий и хранить на холоде.

На всех предприятиях пищевой промышленности необходимо строго соблюдать санитарно-гигиенические условия производства, правила личной гигиены, проводить текущий микробиологический и санитарный контроль.

3 Санитарно-показательные микроорганизмы

Быстрое и непосредственное обнаружение в объектах внешней среды (воде, воздухе, пищевых продуктах) патогенных микроорганизмов осуществить очень трудно, так как их количество ничтожно мало по сравнению с сапрофитной микрофлорой исследуемых объектов. Поэтому возможное загрязнение их патогенными микроорганизмами определяют косвенно - на

основании количественного и качественного учета санитарно-показательных микроорганизмов.

К санитарно-показательным микроорганизмам относятся кишечная палочка, гемолитические (растворяющие эритроциты крови) стрептококки и стафилококки. Они являются постоянными обитателями естественных полостей тела человека и животных (кишечника, слизистых оболочек полости рта и верхних дыхательных путей). Присутствие санитарно-показательных микроорганизмов в объектах внешней среды указывает на загрязненность их выделениями человеческого организма, а следовательно, и возможность наличия в них соответствующих патогенных микроорганизмов.

Кишечная палочка. Она является постоянным обитателем толстых кишок, безвредна для человека. Она является показателем фекального загрязнения воды и пищевых продуктов, т. е. выделениями кишечника человека, что свидетельствует о возможном наличии возбудителей тяжелых кишечных заболеваний (дизентерии, брюшного тифа, паратифов и т. п.), которые выделяются из больного организма, или носителем инфекции во внешнюю среду (также с фекалиями). Для санитарно-гигиенической оценки воды, пищевых продуктов и других объектов необходимо не только установить наличие в них кишечной палочки, но в ряде случаев провести количественный учет этих бактерий.

Интенсивность фекального загрязнения характеризуется двумя микробиологическими показателями: коли-титром и коли-индексом.

Коли-титр - наименьшее количество исследуемого материала (объем, масса), в котором обнаруживается одна кишечная палочка. Чем меньше величина коли-титра, тем опаснее данный объект в эпидемиологическом отношении.

Коли-индекс - это количество кишечных палочек в единице объема (массы) исследуемого вещества.

Гемолитические стрептококки и стафилококки. Эти постоянно обитающие на слизистых оболочках полости рта и верхних дыхательных путей микроорганизмы также являются санитарно-показательными. Их наличие указы-

вает на обсемененность воздушной среды и некоторых продуктов микрофлорой дыхательных путей, среди которой могут быть возбудители ангины, коклюша, туберкулеза и др., попадающие туда при кашле, чихании и пр.

Чем больше количество санитарно-показательных микроорганизмов в исследуемом объекте, тем больше он загрязнен выделениями человеческого организма и тем вероятнее, что в нем содержатся патогенные микроорганизмы - возбудители инфекционных заболеваний.

Лекция №5

Тема лекции: Общие принципы микробиологического и санитарно-гигиенического контроля в пищевой промышленности

План лекции:

- 1 Контроль пищевых продуктов
- 2 Контроль воды
- 3 Контроль воздуха производственных помещений
- 4 Контроль оборудования, инвентаря, тары
- 5 Контроль чистоты рук и одежды персонала
- 6 Дезинфекция в пищевой промышленности

Задачей микробиологического контроля является возможно быстрое обнаружение и выявление путей проникновения микроорганизмов-вредителей в производство, очагов и степени размножения их на отдельных этапах технологического процесса; предотвращение развития посторонней микрофлоры путем использования различных профилактических мероприятий; активное уничтожение ее путем дезинфекции с целью получения высококачественной готовой продукции.

Микробиологический контроль должен проводиться заводскими лабораториями систематически. Он осуществляется на всех этапах технологического процесса, начиная с сырья и кончая готовым продуктом, на основании государственных стандартов (ГОСТ), технических условий (ТУ), инструкций, правил, методических указаний и другой нормативной документации, разработанной для каждой отрасли пищевой промышленности. Для отдельных пищевых производств имеются свои схемы микробиологического контроля, в которых определены объекты контроля, точки отбора проб, периодичность контроля, указываются, какой микробиологический показатель необходимо определить, приводятся нормы допустимой общей бактериальной обсемененности.

Микробиологический контроль будет действенным и будет способствовать значительному улучшению работы предприятия, только если он сочетается с санитарно-гигиеническим контролем, назначение которого -

обнаружение патогенных микроорганизмов. Они обнаруживаются по содержанию кишечной палочки. Санитарно-гигиенический контроль включает проверку чистоты воды, воздуха производственных помещений, пищевых продуктов, санитарного состояния технологического оборудования, инвентаря, тары, гигиенического состояния обслуживающего персонала (чистоты рук, одежды и т. п.). Он осуществляется как микробиологической лабораторией предприятия, так и санитарно-эпидемиологическими станциями по методикам, утвержденным Министерством здравоохранения России.

В пищевых производствах, основанных на жизнедеятельности микроорганизмов, необходим систематический микробиологический контроль за чистотой производственной культуры, условиями ее хранения, разведения и т. д. Посторонние микроорганизмы в производственной культуре выявляют путем микроскопирования и посевов на различные питательные среды. Микробиологический контроль производственной культуры кроме проверки биологической чистоты включает также определение ее физиологического состояния, биохимической активности, наличия производственно-ценных свойств, скорости размножения и т. п. В тех пищевых производствах, где применяются ферментные препараты, также обязателен микробиологический контроль их активности и биологической чистоты.

1 Контроль пищевых продуктов

Для оценки качества сырья, полуфабрикатов, вспомогательных материалов, готовой продукции в нашей стране в основном используются два показателя — общая бактериальная обсемененность (ОБО) и количество бактерий кишечной группы (преимущественно кишечной палочки).

Общая бактериальная обсемененность. Ее определяют в основном чашечным методом. Выполнение анализа включает четыре этапа: приготовление ряда разведений из отобранных проб (при обследовании поверхности продукта или оборудования пробу отбирают путем смыва или соскоба с определенной площади); посев на стандартную плотную

питательную среду (для выявления бактерий - на мясо-пептонный агар в чашки Петри); выращивание посевов в течение 24-28 ч в термостате при 30 °С; подсчет выросших колоний. Число колоний, выросших на каждой чашке, пересчитывают на 1 г или 1 мл продукта с учетом разведения. Окончательным результатом будет среднее арифметическое от результатов подсчета колоний в 2-3 чашках.

Полученные результаты будут меньше истинного обсеменения продукта, так как чашечным методом учитываются только сапрофитные мезофильные бактерии (аэробы и факультативные анаэробы). Термофильные и психрофильные бактерии не растут из-за несоответствия температуры оптимальной; анаэробы не растут, поскольку выращивание проводится в аэробных условиях; другие бактерии (в частности, патогенные) не растут из-за несоответствия питательной среды и условий культивирования. Не образуют колоний мертвые клетки. Однако эти микроорганизмы можно не учитывать и ошибкой анализа пренебречь, поскольку сапрофиты являются основными возбудителями порчи пищевых продуктов.

В некоторых производствах (консервном, сахарном, хлебопекарном и др.) используются дополнительные микробиологические показатели, например количество анаэробных, термофильных, спорообразующих и других микроорганизмов, характерных для каждого вида исследуемого объекта. Для их учета имеются специальные методические приемы, описанные в соответствующей нормативной документации. Например, для определения процентного содержания спорообразующих бактерий посев производят из пробирок с разведениями проб, предварительно прогретых несколько минут в кипящей водяной бане. При посевах из прогретых проб вырастают только спороносные бактерии, а из непрогретых - все остальные. Затем рассчитывают процентное содержание спорообразующих форм микроорганизмов.

Чем выше показатель общей бактериальной обсемененности, тем больше вероятность попадания в исследуемый объект патогенных микроорганизмов - возбудителей инфекционных болезней и пищевых отравлений. Обычно в 1 г

(или 1 мл) продукта, не прошедшего термической обработки, содержится не более 100 тысяч сапрофитных мезофильных бактерий. Если же их количество превышает 1 млн. клеток, то стойкость готового продукта при хранении снижается и его употребление может нанести вред здоровью человека.

Определение бактерий кишечной группы основано на способности кишечной палочки сбраживать лактозу до кислоты и газа. При санитарно-гигиеническом контроле сырья, полуфабрикатов, готовой продукции исследование на наличие бактерий кишечной группы ограничивают проведением так называемой первой бродильной пробы.

Бродильную пробу осуществляют путем посева в пробирки со специальной дифференциально-диагностической средой для кишечной палочки (среда Кесслера с лактозой) различных объемов (или навесок) исследуемого объекта-1,0; 0,1; 0,01; 0,001 мл (или г). Пробирки с посевами помещают в термостат при 37 °С на 24 ч, затем их просматривают и устанавливают бродильный титр, т. е. те пробирки, в которых наблюдается рост (помутнение среды) и образование газа в результате брожения. При отсутствии газообразования объект контроля считают не загрязненным кишечной палочкой. При наличии газообразования производят вычисление коли-титра для различных объектов контроля по специальным таблицам. Существуют нормы допустимой общей бактериальной обсемененности и содержания кишечной палочки в объектах контроля.

2 Контроль воды

Для санитарно-гигиенической оценки воды используются два микробиологических показателя: общее количество бактерий в воде и коли - индекс, которые определяются в соответствии с ГОСТ 18963—73 «Вода питьевая. Методы санитарно-бактериологического анализа».

Общее количество бактерий — это количество колоний аэробных и факультативно-анаэробных мезофильных сапрофитных бактерий, вырастающих при посеве 1 мл неразбавленной воды на мясо - пептонном

агаре (МПА) за 24 ч при 37°C.

Для оценки качества воды наиболее важное значение имеет не общее количество бактерий, а наличие в ней патогенных микроорганизмов. Микробиологическим показателем загрязненности воды патогенными бактериями кишечной группы служит *коли-индекс*. В соответствии с ГОСТ 2871—82 «Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством» общее количество клеток бактерий в 1 мл воды должно быть не более 100, а коли-индекс - не более 3 в 1 л.

Анализ воды проводится при пользовании городским водопроводом 1 раз в квартал, а при наличии собственных источников водоснабжения - 1 раз в месяц.

Выявление патогенных микроорганизмов в воде (возбудителей брюшного тифа, холеры и дизентерии) осуществляется местными санитарно-эпидемиологическими станциями только по эпидемиологическим показателям.

3 Контроль воздуха производственных помещений

Для санитарно-гигиенической оценки воздуха закрытых помещений определяют два показателя.

Первым является общее количество сапрофитных микроорганизмов в 1 м³ воздуха. Воздух производственных цехов пищевых производств считается чистым, если в нем содержится не более 500 сапрофитных микроорганизмов в 1 м³. Вторым показателем является количество в том же объеме воздуха санитарно-показательных микроорганизмов - гемолитических стрептококков и стафилококков. Нормативов по этому показателю в настоящее время нет. Обнаружение их в воздухе производственных помещений указывает на санитарное неблагополучие данного объекта и возможность возникновения у персонала инфекционных заболеваний, вызываемых микрофлорой дыхательных путей, которая передается через воздух (ангины, гриппа, коклюша, дифтерии, туберкулеза и др.). Такой воздух может стать источником обсеменения пищевых продуктов, а

следовательно, представлять потенциальную опасность для здоровья людей. Определение в воздухе санитарно-показательных микроорганизмов производят только по эпидемиологическим показаниям санитарно-эпидемиологическим и станциями.

Для санитарно-гигиенического контроля воздуха применяют седиментационные и аспирационные методы анализа, описание которых имеется в нормативной документации.

4 Контроль оборудования, инвентаря, тары

Для предотвращения загрязнения посторонними микроорганизмами сырья и полуфабрикатов в процессе их переработки и готовой продукции при хранении необходимым условием является поддержание чистоты на рабочем месте, в производственных помещениях, санитарная обработка оборудования, инвентаря, тары.

Под *санитарной обработкой* подразумевается механическая очистка рабочих поверхностей от остатков пищевых продуктов, тщательное промывание горячей водой с применением моющих средств; дезинфекция и заключительное тщательное промывание горячей водой до полного удаления дезинфицирующего средства (дезинфектанта). Дезинфекция преследует цель уничтожить оставшуюся микрофлору. Дезинфекция оборудования может осуществляться путем пропаривания его насыщенным паром, при котором гибнут как вегетативные клетки, так и споры микроорганизмов. Дезинфекцию можно проводить и химическими дезинфицирующими средствами. Заключительная обработка горячей водой играет двойную роль с одной стороны, удаляются остатки дезинфектанта, с другой - происходит нагревание поверхностей, что способствует их быстрому высыханию.

После санитарной обработки проводят санитарно-гигиенический контроль качества мойки и дезинфекции оборудования, инвентаря, тары, который включает определение общей бактериальной обсемененности

смывов с технологического оборудования. Смывы берут с помощью стерильных нержавеющей металлических трафаретов с вырезанной серединой (площадь выреза 10, 25 или 100 см²). Эту площадь протирают стерильным ватным тампоном, смоченным в стерильной воде в пробирке на 10 мл, после чего тампон погружают в эту пробирку, тщательно перемешивают содержимое и высеваяют 1 мл смыва на мясо-пептонный агар. После термостатирования посевов при 30 °С в течение 24-28 ч определяют общую бактериальную обсемененность в пересчете на 1 см² исследуемой поверхности.

В смывах с хорошо вымытого оборудования общее количество микроорганизмов и коли-индекс не должны превышать их содержания в чистой воде, поступающей на мойку.

Контроль качества мойки и дезинфекции трубопроводов, рукавов, шлангов подобным образом осуществить нельзя, так как с их внутренней поверхности трудно сделать смывы с помощью трафарета. В этом случае общее количество микроорганизмов и коли-индекс определяют в последней промывной воде путем ее микроскопирования и посева. Общая бактериальная обсемененность и коли-индекс промывной воды не должны отличаться от показателей воды, применяемой в производстве.

Для контроля качества мойки и дезинфекции инвентаря пробы отбирают в тот момент, когда инвентарь подготовлен к работе. С мелкого инвентаря (мешалки, пробники, термометры, ножи, шприцы и т. п.) мазки берут стерильным тампоном со всей поверхности предмета и исследуют на общее количество микроорганизмов и на наличие кишечной палочки. Со столов, стеллажей, лотков, ведер, лопат и т. д. мазки берут стерильным тампоном при помощи обожженного трафарета и производят аналогичные анализы.

Для контроля качества мойки и дезинфекции тары (бочки, бидоны, цистерны) пробы последней промывной воды микроскопируют или высеваяют на плотные питательные среды. Общее количество микроорганизмов в 1 мл и коли-индекс не должны значительно отличаться от обсемененности воды,

применяемой в производстве.

5 *Контроль чистоты рук и одежды персонала*

При несоблюдении личной гигиены (чистоты рук, санодержки), особенно во время ручных операций, на пищевые продукты могут попадать микроорганизмы, в том числе и патогенные.

Бактериальную загрязненность рук и одежды определяют путем исследования микрофлоры смывов. В смывах, которые берут перед началом работы, обычно определяют общую бактериальную обсемененность и наличие кишечной палочки. Чистоту рук оценивают по количеству микроорганизмов в 1 мл смыва:

Отлично	1000
Хорошо	1000—5000
Удовлетворительно	5000—10000
Плохо	Свыше 10000

Наличие бактерий группы кишечной палочки в смывах с рук и одежды не допускается. Контроль за соблюдением правил личной и производственной гигиены осуществляется работниками санитарного надзора и санитарными постами.

6 *Дезинфекция в пищевой промышленности*

Для соблюдения правильного санитарно-гигиенического режима на предприятиях пищевой промышленности эффективным способом уничтожения и подавления развития посторонних микроорганизмов является дезинфекция.

Дезинфекцией (обеззараживанием) называется уничтожение в объектах внешней среды сапрофитных микроорганизмов - вредителей данного производства, которые вызывают порчу сырья, полуфабрикатов и готовой продукции, а также патогенных микроорганизмов - возбудителей пищевых

инфекций и пищевых отравлений. Дезинфекция оборудования, инвентаря, тары, производственных и бытовых помещений пищевых предприятий является профилактической мерой для предупреждения загрязнения продуктов микроорганизмами. Она проводится систематически в соответствии с установленными санитарными требованиями для каждой отрасли промышленности. Это так называемая *текущая*, или *профилактическая*, дезинфекция.

Кроме того, на пищевых предприятиях возможно проведение *экстренной* дезинфекции по эпидемиологическим показаниям: при подозрении на пищевое отравление, в случае инфекционных заболеваний среди персонала, при поступлении инфицированного сырья, полуфабрикатов, тары и т. п.

По виду действующего агента методы дезинфекции бывают физические и химические. К физическим средствам дезинфекции относятся: кварцевое и ультрафиолетовое облучение, ультразвук, действие высоких температур (обжигание, прокаливание, кипячение, ошпаривание посуды, тары и оборудования, обработка острым паром).

К химическим средствам дезинфекции относится большое количество химических веществ, обладающих антимикробным действием.

6.1 Влияние антимикробных химических веществ на микроорганизмы

Кроме питательных химических веществ, оказывающих положительное влияние на микроорганизмы, имеется ряд химических веществ, тормозящих или полностью прекращающих их рост. Химические вещества вызывают либо *микробоцидное* (гибель микроорганизмов), либо *микробостатическое действие* (приостанавливают их рост, но после удаления этого вещества рост вновь возобновляется). Характер действия (микробоцидный или микробостатический) зависит от дозы вещества, времени его воздействия, также температуры и pH. Малые дозы антимикробных веществ часто стимулируют развитие микроорганизмов. С повышением температуры токсичность многих антимикробных веществ, как правило, возрастает. Температура влияет не только на активность

самого химического вещества, но и на микроорганизмы. При температурах, превышающих максимальную для данного микроорганизма, даже небольшие дозы таких веществ вызывают их гибель. Аналогичное действие оказывает и pH среды.

К различным антимикробным веществам один и тот же микроорганизм проявляет разную степень устойчивости. Одно и то же вещество может оказывать неодинаковое действие на различные виды микроорганизмов - одни вызывают быструю гибель, другие приостанавливают их развитие, третьи могут вообще не оказывать действия. Это зависит от наличия спор и капсул, устойчивых к химическим веществам. Антимикробные вещества значительно сильнее действуют на вегетативные клетки, чем на споры.

Из неорганических веществ сильным антимикробным действием обладают соли тяжелых металлов (ртути, меди, серебра), окислители - хлор, озон, иод, пероксид водорода, хлорная известь, перманганат калия), щелочи и кислоты (едкий натр, сернистая, фтористоводородная, борная кислоты), некоторые газы (сероводород, оксид углерода, сернистый, углекислый газ). Вещества органической природы (спирты, фенолы, альдегиды, особенно формальдегид) также оказывают губительное действие на микроорганизмы. Механизм губительного действия антимикробных веществ различен и зависит от их химической природы. Например, спирты, эфиры растворяют липиды ЦПМ, вследствие чего они легко проникают в клетку и вступают во взаимодействие с различными ее компонентами, что нарушает нормальную жизнедеятельность клетки. Соли тяжелых металлов, формалин вызывают быструю коагуляцию белков цитоплазмы, фенолы - инактивацию дыхательных ферментов, кислоты и щелочи - гидролиз белков. Хлор и озон, обладающие сильным окислительным действием, также инактивируют ферменты. Антимикробные химические вещества используют в качестве дезинфицирующих средств и антисептиков.

Дезинфицирующие вещества вызывают быструю (в течение нескольких минут) гибель бактерий, они более активны в средах, бедных органическими

веществами, уничтожают не только вегетативные клетки, но и споры. Они не вызывают появления устойчивых форм микроорганизмов. Микробоцидное действие *антисептиков*, в отличие от дезинфектантов, проявляется через 3 ч и более. Наибольшая активность проявляется в средах, содержащих органические вещества. Антисептики уничтожают только вегетативные клетки и вызывают образование устойчивых форм микроорганизмов.

Такие антимикробные вещества, как фенолы, хлорамин, формалин, в больших концентрациях (2-5%) являются дезинфектантами, но их же растворы, разбавленные в 100-1000 раз, могут быть использованы как антисептики. Многие антисептики используют в качестве консервантов пищевых продуктов (сернистая, бензойная, сорбиновая кислоты, юглон, плюмбагин и др.).

Дезинфицирующие вещества в пищевой промышленности используются, как правило, для обработки рабочих поверхностей аппаратов и другого технологического оборудования, инвентаря, тары, посуды и помещений. В пищевой промышленности можно применять лишь такие препараты, которые не оказывают токсического действия на организм человека, не имеют запаха и вкуса. Кроме того, они должны обладать антимикробным действием при минимальной концентрации, растворяться в воде и быть эффективными при небольших сроках действия. Большое значение имеет также их стойкость при хранении. Препараты не должны оказывать разрушающего действия на материал оборудования, должны быть дешевы и удобны для транспортирования.

Для обработки оборудования на предприятиях пищевой промышленности в основном применяются хлор содержащие вещества, дезинфицирующее действие которых обусловлено выделением активного хлора. Обычно для дезинфекции применяют растворы, содержащие 150-200 мг активного хлора в 1 л. Наиболее уязвимые в смысле бактериального загрязнения места обрабатывают растворами, содержащими 400 мг активного хлора в 1 л. Продолжительность обработки оборудования должна быть не менее 15

мин. К неорганическим хлорсодержащим дезинфицирующим веществам относятся: хлорная известь, антиформин (смесь хлорной извести, кальцинированной и каустической соды), гипохлорит натрия; к органическим - хлорамин Б, новые синтетические препараты (дихлордиметилгидантоин) и сложные комбинации новых хлорактивных соединений с поверхностноактивными веществами (например, сульфохлорантин, обладающий одновременно смачивающим, моющим и высоким антимикробным эффектом)- В качестве дезинфектантов применяют также формалин (водный раствор формальдегида), известковое молоко, кальцинированную и каустическую соду.

Высокой антимикробной активностью в малых дозах обладают органические синтетические дезинфектанты - так называемые четвертичные аммониевые соединения. Их преимущество перед существующими антимикробными средствами заключается в том, что они хорошо растворимы в воде, не имеют запаха, вкуса, малотоксичны для организма человека, не вызывают коррозии металлов, не раздражают кожи рук персонала. Среди отечественных препаратов этой группы можно назвать цетозол и катамин-АБ. Механизм действия этого класса соединений на микроорганизмы еще не совсем ясен. Предполагают, что они повреждают клеточную стенку бактерий, в результате чего резко возрастает проницаемость клетки, происходит денатурация белков, инаktivация ферментных систем и лизис (растворение) микроорганизмов.

Сильным бактерицидным действием обладают многие газообразные вещества (формальдегид, сернистый ангидрид, окись этилена и β -пропиолактон).

При применении дезинфектантов для обработки оборудования необходимо соблюдать следующие общие правила: применять их только после тщательной механической мойки оборудования; растворы дезинфектантов должны быть свежеприготовленными; после дезинфекции все обработанное оборудование и коммуникации тщательно промывают до полного удаления дезинфектанта.

Питьевую воду, а также воду промышленного назначения обычно обеззараживают разнообразными путями - с помощью сильных окислителей (большое количество воды - хлором, малое - соединениями хлора, йодом, ионами тяжелых металлов), путем озонирования, облучения ультрафиолетовыми лучами с длиной волны 200 - 295 нм, обработки гамма-излучением, ультразвуком.

Для дезинфекции воздуха наиболее часто применяют хлорсодержащие препараты и триэтиленгликоль в виде их испарений или аэрозолей. Указанные дезинфектанты снижают общее количество микроорганизмов в воздухе более чем на 90%. Хорошие результаты для обеззараживания воздуха производственных цехов и холодильных камер дает озонирование и ультрафиолетовое облучение. Периодическое применение физических (вентиляция, фильтрование) и химических способов дезинфекции, очистки и обеззараживания воздуха и сочетание их с влажной уборкой помещений позволяет значительно понизить бактериальную обсемененность воздуха производственных и бытовых помещений.

Лекция №6

Тема лекции: Понятие качества, пищевой, биологической ценности компонентов пищи. Концепция сбалансированного питания

План лекции:

1. Основные компоненты питания
2. Принципы сбалансированного питания

1. Основные компоненты питания

Все пищевые продукты, которые мы употребляем, состоят из шести основных, компонентов. Эти компоненты, входящие в состав любого продукта называют пищевыми веществами. К пищевым веществам относятся:

Белки (животные и растительные).

Углеводы (простые и сложные, включая клетчатку).

Жиры (насыщенные и ненасыщенные).

Витамины (жирорастворимые и водорастворимые).

Минеральные вещества.

Вода.

1.1 Белки

Белки, или как их еще называют протеины (от греческого Protos — первый), являются основой жизни и самой незаменимой частью рациона человека. Они занимают важнейшее место в нашем организме как по содержанию в клетке, так и по значению в процессах жизнедеятельности, ведь на долю белков приходится 17% общей массы нашего организма. Это основной строительный материал необходимый для образования новых мышечных волокон, восстановления травмированных и замены отмерших тканей всех органов, именно благодаря белкам осуществляются все сокращения мышц. Кроме того, белки выполняют целый ряд жизненно важных функций — регулируют все процессы протекающие в организме, от образования энергии,

до выведения отходов. Если пища обеднена углеводами и жирами, особенно в условиях голодания, именно белки служат запасными питательными веществами и источниками энергии.

Белки состоят из аминокислот. Полноценность белковых продуктов определяется наличием в них незаменимых аминокислот.

Чем ближе аминокислотный состав белков пищи к составу белка нашего организма, тем он ценнее. С этой точки зрения самыми ценными источниками белка являются яйца, молоко, мясо и рыба. В растительных белках часто не хватает некоторых незаменимых аминокислот, поэтому необходимо стремиться к правильному сочетанию продуктов животного и растительного происхождения, чтобы получить оптимальное соотношение аминокислот.

Потребность организма взрослого человека, ведущего активный образ жизни, составляет 1,6-2,2 г на 1 кг массы тела. За один прием пищи организм может усваивать до 30-50 г белка, поэтому суточное количество белка лучше распределять равномерно на 4-6 приемов пищи, так как меньшие количества продукта лучше усваиваются и более эффективно используются организмом.

По скорости переваривания пищевые белки располагаются в следующей последовательности: сначала яичные и молочные, затем рыбные и мясные, и наконец растительные. Кулинарная обработка в большинстве случаев делает белки более легко усвояющимися. Но следует заметить, что способы сохранения белковых продуктов, в первую очередь мясных, снижают пищевую ценность этого продукта. Замораживание и оттаивание разрушает природную структуру белковых молекул, снижает его пищевую ценность, как минимум на 40%. Чтобы избавиться от большого количества жиров, которые имеются в мясе, его рекомендуют варить, сливая жирный бульон, или готовить на пару, а также в аэрогриле.

Белки - наиважнейший компонент пищи. Кратко перечислим основные белковые продукты. Во-первых это мясо — высокоценный пищевой продукт богатый полноценными животными белками, содержащий все незаменимые аминокислоты в значительных количествах и в наиболее благоприятных

соотношениях. Наиболее богаты белками, до 20%, говядина, свинина, мясо кролика и птицы. Говядина содержит наиболее полноценные белки, в состав которых входят все необходимые организму заменимые и незаменимые аминокислоты.

Телятина более нежная, чем говядина, включает больше полноценных белков и легче усваивается организмом. Телятина 1-й и 2-й категорий содержит около 20% белка и 1-2% жира.

Свинина по сортам делится на беконную, мясную и жирную. В питании при лучше использовать мясную свинину так, как она содержит в среднем 14% белка и 33% жира.

Для сравнения, беконная - 8% белка и 63% жира, жирная соответственно 12% и 50%. При этом важно учесть что вырезка свинины содержит 19% белка и 7% жира.

Мясо кролика - прекрасный диетически и продукт, отличающийся очень высоким содержанием белка -21%.

Субпродукты представляют большую ценность, так как характеризуются высоким содержанием минеральных веществ, особенно железа. Печень богата железом, витаминами А и В, содержит большое количество витамина С. Язык является диетическим продуктом и очень хорошо усваивается. Сердце богато белками, минеральными солями, железом и имеет невысокий процент жира.

Колбасные изделия в основном готовят из свинины и говядины, но представляют собой высокожировой продукт. Различные виды копченых и полукопченых колбас, содержащие до 40% жира и более, не рекомендуются тем, кто хочет добиться реальных результатов в похудении. Также не рекомендуется использовать такие мясные продукты как ветчина, грудинка, окорок, корейка, они отличаются очень высоким содержанием жира — до 50-60%.

Если нет возможности отказаться от колбасных изделий, рекомендуем сосиски и сардельки. Для приготовления этих продуктов используют мясо молодых животных, которое легко переваривается и усваивается, поэтому этот

вид мясной продукции предпочтительней, чем колбасные изделия.

Мясо кур и бройлерных цыплят содержит более полные и лучше усвояемые белки, чем говядина. Белки куриного мяса имеют оптимальный набор незаменимых аминокислот. Количество жира в мясе кур и цыплят довольно велико, но жир этот легко усваивается организмом, так как включает в себя ненасыщенные жирные кислоты.

Рыба является источником высококачественного белка. Белок рыбы содержит все необходимые для организма незаменимые аминокислоты. В отличие от мяса в белках рыбы присутствует очень важная для нашего организма незаменимая аминокислота — метионин.

Еще одним преимуществом белка рыбы является его быстрая и полная усвояемость — на 93-98%, тогда как белки мяса усваиваются на 87-89%. Содержание белка в рыбе зависит от ее вида. Например в тунце — 24%, макрурсе — 7%, хек, камбала, треска, карп и многие другие виды рыб имеют в среднем 16% белка.

Икра рыбы является ценным пищевым продуктом с высоким содержанием белка — до 30% и более и жира около 15%. Икра богата фосфором и калием, водо- и жирорастворимыми витаминами.

Куриное яйцо по сравнению с другими животными продуктами содержит самый полноценный, белок, практически полностью усваивающийся организмом. Яйца содержат в наиболее оптимальных соотношениях все незаменимые аминокислоты. Но из-за большого количества жира и высокой калорийности не рекомендуется есть яйца тем, кто хочет снизить свой вес или поддерживать его постоянным. В среднем оптимальным считается употребление трех яичных желтков в неделю, яичный белок можно есть и в большем количестве.

Наилучшим способом употребления яиц является их непродолжительное отваривание. Яйца недаром называют «маленькой кладовой». В своем составе они имеют множество полезных веществ: водо- и жирорастворимые витамины - В₁, В₂, В₆, В₁₂, А, D, К, Е; пантотеновую и фолиевую кислоты; минеральные

вещества - фосфор, серу, цинк, железо, медь, кобальт.

1.2 Жиры

Жиры не менее важный компонент питания, как и белки. Сложившееся у многих женщин мнение о вреде жирной пищи не совсем верно.

Исследования показывают, что для организма вреден как избыток, так и недостаток липидов (от греческого *Lipos* — жир).

Жиры при длительных нагрузках являются основным энергетическим субстратом, вместе с ними наш организм получает жирорастворимые витамины А, D, Е, К. Подкожный жировой слой уменьшает теплопотери организма и выполняет защитную функцию, предохраняя ткани от механических повреждений при падениях и ударах.

Биологическая ценность жиров определяется наличием в них полиненасыщенных жирных кислот, которые могут поступать в наш организм только с пищей.

Пищевыми источниками этих кислот служат прежде всего растительные масла. Принято считать, что 25-30 г растительного масла обеспечивают суточную потребность человека в полиненасыщенных жирных кислотах. В пищевых продуктах жирам сопутствуют и другие вещества относящиеся к липидам, среди них особое значение принадлежит фосфолипидам, которые играют немалую роль в жизнедеятельности наших клеток. Фосфолипиды - это осадок в нерафинированных растительных маслах. Из стероидов, которые выделяют жиры, нам наиболее знаком холестерин, провоцирующий формирование атеросклероза. Но и он необходим для синтеза гормонов и витамина D в нашем организме. Полностью исключать холестерин из рациона неправильно, следует просто ограничить его поступление до 0,3-0,5 г в сутки.

Больше всего холестерина содержится в таких продуктах, как яйца (0,57%), сыры (0,28-1,61%), сливочное масло (0,17-0,21%) и в субпродуктах. В мясе в среднем содержится 0,06-0,1%, в рыбе - 0,3% холестерина.

Не рекомендуется употреблять больше 80-100 г и меньше 25-30 г жира в

сутки, так как при пониженном содержании жира в рационе пострадают наша кожа и волосы, снизится сопротивляемость инфекциям и нарушится обмен витаминов А, D, Е, К.

Добавим, что есть скрытый жир, который находится в составе продуктов — мясе, молоке, колбасах, и явный, добавляемый нами в пищу, как хлеб с маслом. Это тоже следует учитывать при составлении рациона.

Примерно 70% общего количества жиров должны составлять жиры животного происхождения и 30% - растительного.

Из жиров животного происхождения наиболее полезны сливочное масло и свиной жир. Высокоценным считается также и рыбий жир. Растительные масла рекомендуем использовать для заправки холодных блюд, и обязательно — нерафинированные. По возможности необходимо включать в свой рацион различные виды растительного масла: оливковое, кукурузное, подсолнечное, рисовое, хлопковое, льняное. Стараясь не употреблять маргарин и продукты, на этикетках которых написано, что при изготовлении использовались гидрогенизированные жиры.

1.3 Углеводы

Углеводы составляют основную часть рациона человека 400-500 г в сутки. Около половины суточной энергетической ценности пищевого рациона также обеспечивается углеводами. Кроме того, они выполняют защитную функцию - поддерживают иммунитет; пластическую функцию - входят в состав большинства структур клетки; используются для синтеза нуклеиновых кислот, играющих важную роль в передаче генетической информации и регуляции обмена веществ. Углеводы делятся на простые, сложные и клетчатку.

Простые - это фруктоза, глюкоза, сахароза. Сложные - крахмал, гликоген. Клетчатка - это так называемые пищевые волокна. Глюкоза является одним из наиболее распространенных важнейших источников энергии для нервных тканей, сердца, мышц и других органов. Большинство углеводов пищи превращается в нашем организме в глюкозу и таким образом усваивается.

Фруктоза характеризуется наибольшей сладостью, часть ее в нашем организме превращается в глюкозу, а часть непосредственно участвует в процессах обмена.

Глюкоза и фруктоза содержатся в фруктах, ягодах и меде. Одним из самых распространенных углеводов в нашем питании - сахароза. В рафинированном сахаре ее содержание достигает 99,75%. Она состоит из глюкозы и фруктозы. Из сложных углеводов в питании очень важен крахмал. В виде крахмала в наш организм поступает основное количество усвояемых углеводов.

В конечном итоге почти все углеводы нашей пищи превращаются в глюкозу и в таком виде поступают из кишечника в кровь, но скорость превращения и появления в крови глюкозы из разных продуктов - разная. Механизм этих процессов отражен в понятии «гликемический индекс» (ГИ). Если вы хотите уменьшить жировую прослойку, сбросить вес, то рекомендуется использовать в своем питании чаще те продукты, чей ГИ низкий, а для быстрого восстановления, наоборот, продукты имеющие высокий Г.И.

И наконец, третья группа углеводов - пищевые волокна. Они практически не усваиваются, но выполняют защитную функцию, стимулируя деятельность кишечника. Они связывают холестерин, соли тяжелых металлов, многие вредные вещества и затем выводят их из организма, стимулируя деятельность полезных микроорганизмов обитающих в нашем кишечнике. Для положительных эффектов достаточно поступление пищевых волокон в наш организм в количестве 30-40 г. Эту потребность можно удовлетворить за счет введения в рацион хлеба из муки грубого помола, овощей, фруктов, в том числе и сухофруктов. Но не стоит слишком увлекаться пищевыми» волокнами, так как употребление продуктов богатых клетчаткой вызывает чувство сытости при небольшой калорийности, но при этом требуется дополнительное потребление воды. В случае нехватки жидкости вам грозит «несварение желудка» и вздутие кишечника.

Суточная потребность в углеводах должна составлять 5-8 г на 1 кг массы тела. Принято считать, что если белки оптимально употреблять равномерно в течение всего дня, то углеводы рекомендуется использовать в основном в первой его половине.

Зерновые и бобовые продукты являются самыми главными поставщиками углеводов в наш организм. Но необходимо учитывать, что они находятся в основном в зародыше и оболочке зерна. Чем значительнее и выше степень их обработки, тем меньше наш организм получает эти полезные компоненты.

В связи с этим наиболее ценными являются продукты, полученные из цельного зерна или включающие отруби. Крупы и изделия из них должны быть основными поставщиками углеводов. Изделии из манной крупы легко перевариваются, но бедны витаминами и минералами. Рис хорошо переваривается, содержит много крахмала и белка, но мало клетчатки, витаминов и минеральных веществ. В гречке больше всего железа, витаминов группы В, в пшене и перловой крупе больше клетчатки. Овсяная крупа самая полезная и калорийная. Она выделяется высоким содержанием жиров и занимает второе место после гречки по концентрации белка, но и богата калием, фосфором, магнием, цинком и витаминами группы В.

Хлеб является неотъемлемой частью нашего рациона. Белый хлеб из высокоочищенной муки содержит легко усвояющийся крахмал, легко переваривается и оказывает менее выраженное сокогонное действие, чем ржаной хлеб. Черный хлеб труднее переваривается, но во много раз полезнее и богаче необходимыми нашему организму веществами. Но наиболее важно употреблять хлеб, батоны и диетические булочки с отрубями из цельного зерна. В целом можно сказать, что чем грубее хлеб, тем он полезнее. Также оправдывает себя подсушивание хлеба в тостере, так как при этом становятся безвредными дрожжи, содержащиеся в дрожжевом хлебе.

Бобовые используются прежде всего как источник белка, но содержат меньше незаменимой аминокислоты и усваиваются всего на 50-70%. Кроме

того бобовые содержат вещества блокирующие работу некоторых пищеварительных ферментов, что может нарушить переваривание пищи и оказать повреждение стенкам тонкого кишечника. Среди бобовых особое место занимает соя. Но потребление этого продукта имеет некоторые недостатки. Во-первых, в соевом белке не хватает самой необходимой нашему организму незаменимой аминокислоты - метионина; во-вторых, если не проводить длительную термическую обработку, а при этом как известно теряются все важные вещества, то можно нарушить процесс переваривания пищи; в-третьих, соевый белок оказывает повреждающее действие на стенки кишечника и способствует развитию энтерита; в-четвертых, исследования в лабораториях показывают нарушение процессов воспроизведения потомства у животных, которых кормили соей.

1.4 Витамины

Витамины являются жизненно необходимыми соединениями, без которых невозможна нормальная работа нашего организма. Заменить их в процессе жизнедеятельности нельзя ничем. При недостатке или отсутствии витаминов в нашем питании, обязательно возникнут отклонения от нормы. Отсутствие витамина С вызывает авитаминоз, отсутствие витамина D - рахит, бессоница, усталость и депрессия - это нехватка витамина B₁, плохо видите, беспокоит сухость кожи, нарушено дыхание, плохо выглядят ваши волосы - недостаток витамина А. Это только малая часть возможных гиповитаминозов. Большая часть витаминов совершенно не синтезируется в нашем организме или в очень малых количествах. Поэтому они должны поступать с пищей. Витамины выступают биокатализаторами, то есть регулируют обменные процессы в нашем организме, поддерживают нас в хорошей форме и отдаляют процессы старения. Одних витаминов нам нужно больше, других - меньше, но они должны быть в строго определенном количестве, иначе могут нанести вред организму.

В настоящее время основой классификации витаминов является их

растворимость. Выделяют жирорастворимые и водорастворимые витамины. К группе жирорастворимых относятся витамины А, D, Е и К, они усваиваются нашим организмом только при достаточном содержании жира в пище.

Водорастворимые витамины называют еще энзимовитаминами, потому что они выполняют функцию помощников ферментов. К водорастворимым относятся витамины групп В, витамины С, Р, РР, Н, N.

Витамин А необходим для процесса роста, обеспечения нормального зрения, способствует регенерации кожных покровов. Витамин А содержится в продуктах животного происхождения: печень животных и рыб, масло, яичный желток, а также в продуктах растительного происхождения - в различных видах овощей, наиболее всего в моркови, в ягодах и фруктах.

Витамин D содержится в рыбных продуктах, в меньшей степени - в молочных. Недостаток витамина вызывает нарушение обмена кальция и фосфора, что приводит к деформации и размягчению костей.

Витамин Е оказывает антиоксидантное действие и содержится в растительных маслах, зародышах семян злаков (ячменя, овса, ржи и пшеницы), а также в зеленых овощах.

Недостаток витамина К приводит к болезням печени и желчного пузыря, отсутствие витамина К проявляется в возникновении кровотечений. Содержится в шпинате, зеленом горошке, рыбе, мясе.

Из группы водорастворимых рассмотрим витамины группы В и витамин С.

В₁ - недостаток этого витамина вызывает нарушение нервной системы. Содержится в зародышах и оболочках семян зерновых культур, в дрожжах, орехах, бобовых, в печени, сердце и почках. Богатым источником является черный хлеб.

В₂ - содержится в больших количествах в печени; почках, молочных продуктах и дрожжах. Недостаток или отсутствие витамина вызывает задержку роста, снижает число лейкоцитов в крови, нарушает функцию органов пищеварения.

В₆ - необходим при аэробных нагрузках, отсутствие может вызвать судороги. Поступает в организм с такими продуктами, как пшеничная мука, бобовые, дрожжи, печень, почки. К витаминам группы В относят и никотиновую кислоту (РР). Содержится в рыбе, хлебе, печени. Недостаток может вызвать дерматит, нарушение функции кишечника.

В₁₂ - поступает в наш организм в составе продуктов животного происхождения (почки, печень, рыба). При нарушении усвоения витамина В₁₂ может возникнуть анемия, что связано с угнетением красных кровяных телец.

Витамин С, или аскорбиновая кислота, содержится в свежих фруктах и овощах. Им богаты цитрусовые, сладкий перец, укроп, шпинат, петрушка, смородина, томаты, шиповник, капуста. Термическая обработка, измельчение и долгое хранение, а также консервирование снижают содержание витамина С в продуктах. С-витаминная недостаточность, вызывает цингу, снижает физическую работоспособность, ослабляет работу сердечно-сосудистой системы.

Современная наука о питании рассматривает витамины, как важное средства профилактики болезней, повышение работоспособности, замедление процессов старения. Разберемся в вопросе истощения запасов витаминов в организме. Прежде всего это связано с качеством продуктов и несоблюдением условий их хранения и приготовления, как например, длительная варка мелко нарезанных овощей, разрушение витамина С под действием хлорофилла в салате из нарезанных томатов с луком (в этот салат рационально добавить столовый уксус). Витамин А разрушается под действием освещения ультрафиолетовыми лучами или при сильном и длительном нагревании. Так что наличие витаминов в овощном рагу весьма проблематично. Другая группа причин разрушения витаминов связана с нашим здоровьем, прежде всего с желудочно-кишечным трактом.

При хронических заболеваниях, а также под воздействием антибиотиков и при неправильном приеме лекарств, нарушается всасывание или усвоение витаминов и минералов. Потребность в витаминах возрастает при

инфекционных заболеваниях и стрессе, при резкой смене климато-географической зоны, в период беременности и лактации, в условиях проживания в экологически неблагоприятных зонах. Потребность в витаминах всегда возрастает, у женщин особенно, при занятиях активными видами спорта. Приведенный перечень причин возникновения дефицита витаминов далеко не полон, но дает возможность понять сложность природной зависимости нашего организма от образа жизни, окружающей среды, от качества и количества пищи.

Напомним, что сухость кожи связана с недостаточным потреблением витаминов А, С, В₂, В₁, К; плохое состояние волос и ногтей - дефицит витаминов А и С; бледность губ — нехватка С и В₂; образование угрей — витамина А. При занятиях фитнесом обязательно вводите в свой рацион питания овощи, зелень, корни, фрукты и ягоды.

Минимально необходимое количество овощей - 400 г из восьми наименований: капуста, свекла, морковь, репа (редька, редис), томаты, огурец, лук, чеснок, а также зелень - укроп, сельдерей, петрушка. Фруктов, ягод 300 г: яблоки, цитрусовые, смородина и т.д. Этот необходимый минимум может быть увеличен при условии, что на каждый прием пищи придется понемногу. Приемов должно быть не меньше четырех. Это позволит съедать растительную пищу малыми объемами для лучшей усвояемости.

Добавим также, что дополнительный прием поливитаминов и минералов необходим не только осенью, зимой и весной, а в любое время года.

1.5 Минеральные вещества

Диетологи насчитывают порядка 30 минеральных веществ, необходимых для существования нашего организма. Они подразделяются на две группы: микроэлементы и макроэлементы. Многие люди, ведущие активный образ жизни, недооценивают роль минеральных веществ в питании. Понимая важность белков, жиров и углеводов, как основного пластического и энергетического материала, зная, что витамины необходимы для поддержания

здоровья и высокой работоспособности, мы имеем весьма смутное представление о биологическом значении минералов. Между тем, они выполняют в нашем организме многообразные функции: входят в состав костей в качестве структурных элементов, содержатся во многих ферментах, отвечающих за обмен веществ в нашем организме, их можно обнаружить в гормонах. Например, при участии железа происходит транспортировка кислорода; натрий и калий обеспечивают функционирование наших клеток; кальций обеспечивает прочность костей. Можно с уверенностью сказать, что минеральные вещества играют огромное значение в функционировании нашего организма. Минералы представляют собой низко молекулярные вещества, соли и ионы солей. Необходимо знать, что они не синтезируются в организме и, следовательно, обязательно должны поступать с пищей.

Макроэлементы содержатся в организме в больших количествах, суточная потребность в них колеблется от 0,4 до 5-7 г. Макроэлементы входят в состав тканей, мышц, костей, крови; обеспечивают солевой и ионный баланс жидкостей организма. К ним относятся кальций, фосфор, магний, натрий, калий, хлор и сера.

Микроэлементы - это вещества, содержание которых в организме составляет 1 мг на 1 кг массы тела и меньше, суточная потребность составляет 10-20 мг. Микроэлементы входят в состав гемоглобина, витамина В₁₂, гормонов и ферментов. 14 микроэлементов признаны жизненно необходимыми нашему организму: железо, медь, марганец, цинк, кобальт, йод, фтор, хром, молибден, ванадий, никель, олово, кремний, селен.

Как и в случае с витаминами, невозможно потребление такого количества пищи для поддержания баланса минералов. Поэтому необходимо принимать поливитаминные препараты, которые содержат необходимые добавки минералов и микроэлементов.

Основные источники минералов содержатся в хлебе, крупах, поваренной соли, мясе, рыбе, овощах, зелени, фруктах, птице и морских продуктах.

1.6 Вода

Вода является не менее важным компонентом питания, как и все перечисленные пищевые вещества, ведь в организме взрослого человека вода составляет 60% общей массы тела.

Вода поступает в наш организм в двух формах: в виде жидкости - 48%, в составе плотной пищи - 40%, 12% образуются в процессах метаболизма пищевых веществ. Результаты современных исследований доказывают ошибочность мнения о том, что много пить вредно.

Нормальный баланс воды для здорового организма в комфортных условиях составляет около 2-2,5 л жидкости в день. Отклонение от баланса жидкости 1% считается признаком обезвоженности, 7% - болезнь. Установлено, что при умеренной физической нагрузке в течение одного часа, потери воды составляют 1,5-2 л при температуре 20-25 градусов. Следовательно, восполнение жидкости после нагрузки является важным средством восстановления.

Специалисты по спортивному питанию утверждают, что людей активно занимающихся спортом часто бомбардируют неверной информацией. Например, женщина должна употреблять 8 стаканов воды ежедневно. Это слишком упрощенный подход, который не учитывает индивидуальных потребностей организма. Для многих женщин, ведущих активный образ жизни, может оказаться недостаточно восьми стаканов воды. Также, если пить только когда хочется, мы рискуем восполнять потери жидкости только на две трети. Водой надо загроужаться, не полагаясь на субъективные ощущения. В сутки можно выпивать до четырех литров воды, не считая жидких блюд и напитков.

Поэтому, подчеркиваем - все рекомендации не носят абсолютного характера. Напитки и схема их применения должны подбираться с учетом ваших индивидуальных потребностей.

1.7 Пищевые добавки

Полноценное питание с учетом активной жизнедеятельности можно

обеспечить только за счет комбинированного рациона, в состав которого входят как обычная пища, так и специализированные пищевые продукты.

В век пищевых добавок сложно решить, какой продукт вам нужен. Как разобраться, что использовать, когда и какого эффекта ожидать, если одни рекомендуют только протеиновые смеси, другие - отдельные аминокислоты, третьи - вытяжки из внутренних органов животных, четвертые - порошки из морепродуктов или растительные препараты.

Пищевые добавки это группа продуктов, включающих комплекс элементов, которые оказывают направленное влияние на обмен веществ в нашем организме, как при физических нагрузках, так и в последующий период отдыха. В основном пищевые добавки делятся на три группы: белковые сложные смеси, углеводно-минеральные напитки, витаминно-минеральные комплексы.

Использование пищевых добавок поможет вам улучшить адаптацию к физическим нагрузкам, восполнить питание недостающими компонентами, урегулировать массу тела или мышечную массу, ускорить процесс восстановления организма после тренировок. Очень важно учитывать то, что нередко пищевые добавки содержат потенциальные аллергены вроде ароматизаторов и консервантов.

Поговорим об углеводных напитках. Они эффективно повышают выносливость и оберегают наши мышцы. Если физическая нагрузка длится больше часа, то рекомендуем выпивать 100-200 г напитка каждые 20 минут.

Низкоуглеводные напитки представляют собой водный раствор глюкозы и сахарозы. Эти углеводы быстро усваиваются и восполняют тающие запасы гликогена. На российском рынке представлен широкий выбор таких напитков. Например, «Лидер шок». Он содержит экстракт гуараны, витамин С и минералы. Рекомендуется принимать его во время или перед тренировкой, особенно в жаркую и/или влажную погоду.

Белковые коктейли представляют собой порошковый протеин, который в зависимости от целей замешивается на воде или обезжиренном молоке.

Белковые коктейли содержат от 40 до 70 грамм белка на порцию. Чтобы обеспечить мышцы строительным материалом для роста, коктейли можно пить до тренировки. Белковые дополнения сделают или вернут вашим мышцам упругость. Белок не имеет допинга, его избыток организм выведет с мочой.

Еще один вид добавок направленных на снижение веса - это заменители пищи. Каждый пакетик препарата содержит в нужных пропорциях белки, жиры и углеводы. Энергетическая ценность такого пакетика соответствует разовому приему пищи - 300 калориям. Эксперименты исследования по замене натуральных продуктов данной пищевой добавкой показали ее полную безвредность, даже в случае длительного применения.

Что касается витаминов и минералов, их следует принимать независимо от времени года, тем более, что при активных физических нагрузках примерно в полтора-два раза увеличивается потребность нашего организма в минералах и витаминах.

Самый лучший эффект дают препараты, в которых совмещены и сбалансированы витамины, микро- и макроэлементы. Самыми оптимальными являются «Олиговит», «Комплевит», «Глутамевит». Прием витаминов и минералов лучше всего распределять равномерно в течение суток. Поскольку водорастворимые витамины, особенно В-комплекс и С, многие минеральные вещества достаточно быстро выводятся с мочой, рекомендуем принимать их после завтрака, обеда и ужина, что обеспечит стабильное удержание этих веществ в организме.

Старайтесь покупать препараты пролонгированной формы, которая обеспечивает постепенное выделение всасывание вещества в течение 8-12 часов. Без пролонгирования они быстро всасываются в кровь, и, независимо от дозы, в течение 2-4 часов выделяются мочой.

2 Принципы сбалансированного питания

Заключаются в нескольких положениях:

- Необходимо, чтобы питание было не только сбалансированным, но и

разнообразным. Продукты питания должны включать углеводы (фрукты, овощи, мучные и крахмальные продукты, белки (мясные или молочные продукты, бобы или горох), жиры (масло или маргарин) и жидкости в каждый прием пищи. Углеводы сгорают в первую очередь (обеспечивая энергией в течение 3-4 часов). Белки дают энергию в следующие 1-2 часа, а жиры еще не до конца растрачиваются к 5-му или 6-му часу, то есть вплоть до следующего приема пищи.

- Очень важно также учитывать подбор продуктов на отдельные приемы пищи, ориентируясь на продолжительность ее нахождения в желудке. 1-2 часа — вода, чай, кофе, какао, бульон, молоко, яйца всмятку, рис, речная рыба (отварная). 2-3 часа - яйца вкрутую, омлет, морская рыба (отварная), отварной картофель, хлеб. 4-5 часов - бобы, фасоль, горох, птица, сельдь, жареное мясо. 6 часов - грибы, бекон, шпик.

- Необходимо следовать принципу 50:20:30.

- Уменьшать потребление калорий и наоборот увеличивать их расход. 0,5 килограмма запасенного жира эквивалентно 3500 килокалориям. Чтобы потерять 1 кг или 7000 ккал в неделю, необходимо ежедневно отказываться от 1000 ккал. А для того, чтобы худеть быстрее и уменьшать преимущественно жировую, а не мышечную массу, следует увеличить физическую активность. Самый оптимальный вариант - это снижение веса на 0,5-1 килограмм в неделю. Организм должен успевать приспосабливаться, иначе кожа станет дряблой, так как не будет успевать сокращаться вслед за быстрым уменьшением объемов подкожной жировой клетчатки и мышц.

- Потреблять меньше жирной пищи. Резко ограничить потребление жареного мяса; масла, маргарина, майонеза, растительного масла, соусов, салатных приправ; консервов, полуфабрикатов; жирных мясных продуктов - бекона, колбасы, сосисок, тушеных баранины, говядины и свинины; молочных продуктов с высоким содержанием жира (цельное молоко, сливки, сметана, сыр, мороженое).

- Применять низкокалорийные приправы к салатам, ограничивая

потребление готовых приправ. Вместо сливок пить низкокалорийный йогурт или молоко, потреблять обезжиренные жиры, при условии, что каждый грамм съеденного жира содержит 9 ккал, вдвое больше чем 1 г белка и 1 г углеводов.

- Потреблять меньше сахара. Рафинированный сахар - очень высококалорийный продукт, тем более, что он не содержит минеральные соли и витамины. Содержится: в джеме, желе, лимонаде, карамели, печенье, домашних пирогах, десертных сладостях, консервированных фруктах и сладких соках.

- Стараться ограничить потребление сладких блюд до 1-2 раз в неделю.

- Есть больше низкокалорийных, объемных и богатых волокнами и клетчаткой продуктов: фрукты, овощи (с семенами и кожицей), вареный картофель, хлебные изделия грубого помола, отруби.

- Предпочтение отдавать постному мясу, рыбе, птице. Оптимум веса достигается при исключении из рациона говядины, свинины, баранины и сыров.

- Целесообразно использовать продукты с отрицательной энергетической ценностью, то есть те, на усвоение которых тратится больше энергии, чем выделяется при их переваривании - морковь, репа, брюква, свекла, капуста. Максимально снизить употребление алкоголя. Он содержит энергии в 1,5 раза больше, чем углеводы.

- При приготовлении пищи использовать как можно меньше жира. Тушить продукты на воде, варить овощи и есть сырыми без всяких соусов или приправ.

- Обязательно включать в рацион именно сырые овощи, фрукты, салаты. Пить натуральные фруктовые соки.

- Для начала подсчитайте, сколько вам необходимо воды в сутки. Для этого умножьте свой вес в килограммах на 30 мл.

- Есть медленно, тщательно пережевывая пищу. Тратить на прием не менее 20 минут. Помните: требуется именно 20 минут, чтобы почувствовать себя сытым. Поэтому, чем медленнее есть, тем меньше вероятность переедания.

- Предпочитать жесткую пищу мягкой. Жесткие продукты, например,

яблоко, требуют более длительного пережевывания, чем банан.

- Соблюдать главный принцип - режим питания. А именно: дробный прием пищи; прием пищи в одном и то же время; ужин не менее чем за 3 часа до сна; продолжительность между приемами пищи не должна превышать 6 часов.

- Избегать «импульсного питания» - это позволит избежать непредвиденных обстоятельств (например, праздничных трапез).

- Избегать лишних мыслей о еде, хранить продукты не на виду, чтобы не возникало соблазнов. Подавать пищу на тарелках в тех количествах, которые вполне по силам, не накладывать порцию на большие блюда. Не сочетать еду с просмотром телевизора или чтением книг.

- Стараться больше двигаться, в течение дня, регулярно заниматься физическими упражнениями.

- Оберегать организм от стрессов. Научным фактом считается то, что стрессы мешают худеть.

- Стараться спать по меньшей мере 8 часов в сутки;

- Находить время для минут умиротворения (читать книгу, слушать музыку, находиться на природе).

- Постоянный контроль за весом должен быть такой же постоянной привычкой. Регулярно взвешиваться, не допуская прибавления 1 кг или 1,5 кг к идеальному весу.

Таковы некоторые наиболее важные основные принципы сбалансированного питания.

Если питание не сбалансировано, то даже при правильном подборе калорий в рационе, вы сможете столкнуться с существенной потерей энергии и эмоциональными проблемами, возникающими в связи с недостатком определенных питательных веществ. Поэтому при питании в сочетании с физическими нагрузками вы будете не только удивлять окружающих своей великолепной фигуркой, но и высоко поднимите свой уровень жизненной энергии.

Лекция №7

Тема лекции: Трансгенное сырье: особенности использования и контроля. Обеспечение безопасности продуктов питания с использованием генетически модифицированных источников

План лекции:

- 1 Трансгенные растения как перспективное сырье для пищевой промышленности
- 2 Обеспечение безопасности продуктов питания с использованием генетически модифицированных источников
- 3 Трансгенные растения как перспективное сырье для пищевой промышленности

1 Трансгенные растения как перспективное сырье для пищевой промышленности

В настоящее время оптимальным решением продовольственной проблемы признается создание таких продуктов питания растительного и животного происхождения, которые в малых количествах удовлетворяют потребность человека в полноценном белке, незаменимых аминокислотах, витаминах, микроэлементах и других важных веществах. При этом содержание в них опасных для здоровья человека компонентов необходимо свести к минимуму, либо исключить вообще.

Наиболее перспективное направление в решении этой задачи - применение достижений биотехнологии, в частности генной инженерии, обеспечивающей создание и применение генетически модифицированных источников пищи (ГМИ).

В настоящее время разрешены для использования и питания несколько десятков ГМИ, среди которых можно назвать сою, занимающую 62% от всей площади возделывания, кукурузу-21%, хлопок- 12%, рапс - 5%, а также картофель, тыкву, томаты, кабачки, сахарную свеклу.

Сейчас трансгенные растения в промышленных объемах выращивают в США, Аргентине, Канаде, Австралии, Китае, Мексике, Испании, Франции, Южной Африке, Португалии, Румынии, Болгарии, Германии. Общая площадь возделывания генетически модифицированных сельскохозяйственных растений в мире к 2003 г. составила 67,7 млн га (по данным ISAAA -International Service for the

Acquisition of Agri-Biotech Application), тогда как в 1999г. она равнялась 39,9 млн га.

Генетически модифицированные растения (ГМР) обладают мощным экономическим потенциалом, во всем мире растет объем их посевных площадей. Основную долю трансгенных растений (ТР) составляют гербицидоустойчивые - 71%, затем устойчивые к насекомым - 28%, на долю растений с другими типами устойчивости приходится 1%. В последнее время ведутся интенсивные разработки для получения томатов с увеличенным содержанием ликопинов и флавоноидов - биологически активных веществ, снижающих риск развития онкологических и сердечно-сосудистых заболеваний.

Основные преимущества использования ГМР обусловлены тем, что, во-первых, ТР способствуют росту продуктивности за счет своей устойчивости к вредителям и болезням. Это позволяет сохранять ту часть урожая, которая ранее терялась из-за воздействия факторов биотического стресса и неэффективной защиты. Во-вторых, благодаря фактору самозащиты растений сокращается количество вносимых для защиты химических соединений, снижается их остаточное количество в окружающей среде. В-третьих, помимо устойчивости, ТР можно придать и другие полезные свойства.

Трансгенные растения можно использовать в фармакологических целях как биофабрики по производству белков интерлейкинов, стимулирующих защитные функции человеческого организма. На практике доказано, что можно накапливать интерлейкины в тканях растений, в частности моркови, бананов, картофеля. Такие растения называют «съедобными вакцинами». Исследовательская группа ученых Сибирского института физиологии и биохимии растений (Иркутск) совместно с новосибирскими коллегами работает над приданием плодам томатов свойств вакцины против гепатита В.

2 Обеспечение безопасности продуктов питания с использованием генетически модифицированных источников

На сегодняшний день нет прямых научных доказательств отрицательного воздействия ТР на человека. Полученные результаты слишком противоречивы, чтобы делать однозначные выводы. Однако ученые признают и подтверждают наличие

отдельных рисков для здоровья человека. Именно поэтому необходимо осуществлять строгий контроль за созданием, использованием и обращением ГМ продуктов.

Особую опасность представляют «терминаторные» технологии, когда в геном ТР вводят конструкции, препятствующие семенному размножению этих сортов. Применение таких технологий, позволяющих владельцу оригинала оставаться монопольным производителем семян ТР, создает опасность разрушения сложившейся системы семеноводства.

Важнейшая задача государственной политики - нормативно-правовое обеспечение безопасности использования продуктов питания, производимых из ГМИ, и создание системы государственного контроля над их оборотом. Подавляющее большинство продуктов, в которых присутствует трансгенная ДНК, являются продуктами переработки соевых бобов. Чаще всего ГМИ выявляются в колбасах, мясных полуфабрикатах, хлебобулочных изделиях, соевых продуктах, кондитерских изделиях, томатном кетчупе. В 1/4 части исследованной пищевой продукции, находящейся в торговом обороте, обнаружены ГМИ; при этом импортные продукты, готовые к употреблению, практически все содержали ГМИ.

Для выявления ГМ компонентов в пищевых продуктах преимущественно используется ПЦР-диагностика, которая позволяет надежно идентифицировать продукты, содержащие ГМИ, и контролировать правильность их маркирования. Метод полимеразной цепной реакции (ПЦР) может быть использован как для проверки сырья, так и для тестирования продуктов, прошедших глубокую переработку: фрагменты ДНК, выделяемые из переработанных продуктов, например колбас или поджаренных котлет, имеют размер, достаточный для проведения диагностики.

Критерии и методическая база по идентификации ГМИ растительного происхождения в продуктах питания на территории РФ представлены в ГОСТ Р 52173-2003 и ГОСТ Р 52174-2003. ГОСТ Р 52173 регламентирует технологию идентификации ГМИ, основанную на выявлении 35S-промоторной последовательности вируса табачной мозаики и pos-терминаторной последовательности *Agrobacterium tumifaciens*, которые, по некоторым оценкам, позволяют идентифицировать не более 30% ГМИ, имеющих на рынке. Необходимо учитывать, что 35S -промотор

может детектироваться в препаратах ДНК из нетрансгенных растений семейства крестоцветных, пораженных вирусом, из генома которого он был выделен. Последовательности pos также могут присутствовать в немодифицированных препаратах растительной ДНК, инфицированной агробактерией.

Регламент ГОСТ Р 52174 предусматривает проведение асимметричной мультиплексной полимеразной цепной реакции (АМПЦР) уже по пяти парам праймеров - 35S, pos, маркерные гены *gus* из *Escherichia coli* и *nrt II* из транспозона *TnS*, терминатор *OCS* из *Agrobacterium tumefaciens*, - каждый из которых несет на себе флуоресцентную или ферментную метку. Детекция продуктов амплификации осуществляется путем их гибридизации на биологическом микрочипе, а интерпретация гибридизационной картины проводится с помощью специфического аппаратно-программного комплекса.

В настоящее время для анализа продуктов растительного происхождения на наличие ГМ компонентов предложена усовершенствованная методика, созданная корпорацией «Биозащита» на основе ГОСТ Р 52174-2003 «Сырье и продукты пищевые. Метод идентификации ГМИ растительного происхождения с применением биологического микрочипа». Метод основан на идентификации рекомбинантной ДНК с использованием метода АМПЦР и последующей гибридизации продуктов АМПЦР на биологическом микрочипе.

Биологические микрочипы обрабатывают с помощью аппаратно-программного комплекса ДЕГМИГЕН-001 в программе Arra. Интерпретацию результатов осуществляют согласно следующим правилам:

появление регистрируемого компьютерной программой Arra оптического сигнала в одной, нескольких или во всех зонах гибридизации, содержащих иммобилизованные нуклеотиды, свидетельствует о наличии ГМИ в анализируемом продукте;

отсутствие регистрируемого оптического сигнала во всех гибридизационных зонах, содержащих иммобилизованные олигонуклеотиды, свидетельствует об отсутствии ГМИ в анализируемом продукте;

появление оптического сигнала в зоне гибридизации при использовании отрицательного контроля амплификации свидетельствует о получении ложноположительного результата (причиной может быть загрязнение ГМИ реактивов и

оборудования);

отсутствие оптического сигнала при использовании положительного контроля амплификации свидетельствует о получении ложноотрицательного результата (причиной могут быть потеря активности одного из компонентов реакционной смеси для АМПЦР и гибридизация на биологическом микрочипе).

Несмотря на то, что эти рекомендации позволяют повысить надежность и безопасность идентификации ГМИ по сравнению с ГОСТ Р 52173, целесообразно идентифицировать в продукции не ДНК, а белковые молекулы - продукты трансляции модифицированных генов, так как регламентируемые методы определения ГМИ являются качественными и высокая чувствительность ПЦР-диагностики не исключает вероятности появления ложноположительных результатов, обусловленных контаминацией.

Таким образом, присутствие на рынке пищевой продукции, содержащей ГМИ, требует первоочередного решения проблемы контроля безопасности и качества пищевых продуктов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Сидоренко О.Д., Борисенко Е.Г., Ванькова А.А., Войно Л.И. Микробиология: Учеб. - М.: ИНФРА-М, 2005.
2. Емцев, Всеволод Тихонович. Микробиология: Учеб. / Емцев, Всеволод Тихонович, Мишустин, Евгений Николаевич. - 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Дрофа, 2005.
3. Мармузова, Людмила Викторовна. Основы микробиологии, санитарии и гигиены в пищевой промышленности: Учеб. / Мармузова, Людмила Викторовна. - 2-е изд., стер. - М.: Академия, 2003.
4. Антипова, Людмила Васильевна. Прикладная биотехнология. УИРС для специальности 270900: Учеб. пособие / Антипова, Людмила Васильевна, Глотова, Ирина Анатольевна, Жаринов, Александр Иванович. - СПб.: ГИОРД, 2003.
5. Мартинчик, Арсений Николаевич. Физиология питания, санитария и гигиена: Учеб. пособие / Мартинчик, Арсений Николаевич, Королёв, Алексей Анатольевич, Трофименко, Любовь Семеновна. - 2-е изд., стер. - М.: Академия, 2002.
6. Микробиологический контроль мяса животных, птицы, яиц и продуктов их переработки: Справ. / Артемьева, С. А., Артемьева, Т. Н., Дмитриев, А. И., Дорутина, В. В. - М.: Колос, 2002.
7. Сидоров, Михаил Анисимович. Микробиология мяса и мясопродуктов: Учеб. / Сидоров, Михаил Анисимович, Корнелаева, Раиса Петровна. - 3-е изд., испр. - М.: Колос, 2000.
8. Основы медицинской бактериологии, вирусологии и иммунологии: Учеб. пособие / Под ред. Г. М. Шуба. - М.: Логос, 2003.
9. Определитель бактерий Берджи. – Под ред. Дж. Хоулта, в 2-х томах. - М.: Мир, 1997.
10. Асонов Н.Р. Микробиология. – М.: Колос, 2001.
11. Заварзин Г.А., Колотилова Н.Н. Введение в природоведческую микробиологию: Учебное пособие. – М.: Книжный дом «Университет», 2001.
12. Санитарные правила и нормы. Продовольственное сырье и пищевые продукты. -М.: Книга-сервис, 2005.
13. Генная инженерия растений / Дж. Дрейпер. Р. Скотт. Ф Ирмитидж и др.-М.: Мир, 1991.
14. Донченко Л.Д., Надыкта В.Д. Безопасность пищевой продукции. - М.. Пищепромиздат, 2001.