

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
ФГБОУ ВПО
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра технологии хранения и переработки растениеводческой продукции

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

по выполнению самостоятельной работы

**по дисциплине «Технология функциональных продуктов
питания»**

на тему: «Микроорганизмы порчи пищевых продуктов»

**для обучающихся по направлению подготовки научно-
педагогических кадров в аспирантуре**

19.06.01 Промышленная экология и биотехнология

Краснодар 2014



Методические указания подготовлены преподавателями кафедры хранения и переработки растениеводческой продукции д-р техн. наук Н. В. Сокол, к.т.н. Н.В. Кенийз

Одобрены на заседании методической комиссии факультета перерабатывающих технологий

Протокол № 2 от 16 октября 2014 г.

Рецензент: Л.В. Донченко, д-р техн. наук, профессор кафедры технологии хранения и переработки растениеводческой продукции Кубанского ГАУ

СОДЕРЖАНИЕ

1	ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	4
1.1	Предмет и задачи микробиологии. Основные свойства микроорганизмов	4
1.2	Порча пищевых продуктов: виды, причины порчи	6
1.2.1	Виды порчи	7
1.2.2	Факторы, влияющие на микробиологическую порчу пищевых продуктов	8
1.3	Микробиологические показатели безопасности пищевой продукции	13
1.4	Процессы микробиологической порчи пищевых продуктов и их возбудители	16
1.4.1	Дрожжи	18
1.4.2	Молочнокислые бактерии	22
1.4.3	Плесени	24
1.5	Использование факторов внешней среды для хранения пищевых продуктов	28
2	ОТЧЕТ О САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ	30
	СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	

I. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1 Предмет и задачи микробиологии. Основные свойства микроорганизмов

Микробиология (от греч. «mikros» – малый, «bios» – жизнь, «logos» – учение) – наука, изучающая мир мельчайших живых существ – микроорганизмов и процессы, вызываемые микроорганизмами.

Микробиология изучает морфологию микроорганизмов, закономерности их развития и процессы, которые они вызывают в среде обитания, а также их роль в природе и хозяйственной деятельности человека.

К миру микроорганизмов относятся бактерии, дрожжи, микроскопические (плесневые) грибы.

Микроорганизмы обитают во всех климатических зонах, находятся на всех предметах и продуктах, живут в организме человека. Они разлагают остатки отмерших животных и растительных тканей, выполняя роль санитаров планеты. С жизнедеятельностью микроорганизмов связаны образование полезных ископаемых, плодородие почвы, самоочищение водоемов и т.д. Полезные свойства микроорганизмов используются в технологии производства многих пищевых продуктов и различных биологически активных веществ, таких как ферменты, аминокислоты, витамины, антибиотики и др.

Однако не все микроорганизмы приносят пользу. Многие микроорганизмы являются вредителями пищевых производств и вызывают порчу пищевых продуктов и сельскохозяйственного сырья. Некоторые микроорганизмы, развиваясь и размножаясь в пищевых продуктах, образуют токсины и вызывают пищевые отравления.

Общими свойствами микроорганизмов являются:

- *малые размеры* (размеры микроорганизмов измеряются в мкм, 1 мкм = 1-6 м);
- *высокая скорость обменных процессов.* Это связано с большим отношением поверхности обмена к объему клетки. Для микроорганизмов вся поверхность клетки является поверхностью обмена. Так как клетки бактерий самые мелкие, то они растут и развиваются быстрее всех микроорганизмов, за ними следуют дрожжи и грибы. В свою очередь, скорость обменных процессов у микроорганизмов в десятки и сотни тысяч раз выше, чем у животных. Например, в организме одного быка весом в 500 кг за 24 часа образуется примерно 0,5 кг белка; за это же время 500 кг дрожжей могут синтезировать более 50 000 кг белка;
- *широкое распространение в природе.* Малые размеры микроорганизмов имеют значение для экологии. Микроорганизмы могут распространяться с воздушными потоками и существуют повсюду;
- *пластичность обмена* – высокая способность к адаптации (приспособлению к новым условиям существования). Несравненно большая гибкость обменных процессов у микроорганизмов по сравнению с растениями и животными объясняется их способностью синтезировать индуцибельные ферменты, т.е. ферменты, которые образуются в клетке только при наличии в среде соответствующих веществ;
- *высокая степень изменчивости.* Более высокая степень изменчивости микроорганизмов по сравнению с макроорганизмами связана с тем, что большинство микроорганизмов являются одноклеточными организмами. На отдельную клетку воздействовать легче, чем на организм, состоящий из множества клеток. Высокая степень изменчивости, быстрый рост и развитие, высокая скорость обменных процессов, образование многочисленного потомства – все эти свойства микроорганизмов делают их чрезвычайно удобными объектами для генетического анализа, так как опыты можно проводить в короткие сроки на огромном числе особей.

Задачи микробиологии пищевых производств:

1) Знание свойств микроорганизмов позволяет своевременно принимать меры, направленные на предотвращение роста и развития микроорганизмов при производстве, транспортировании пищевых продуктов. Это создает предпосылки для повышения биологической стойкости пищевой продукции в процессе хранения.

2) Выделение чистых культур из различных объектов окружающей среды, их селекция, получение высокопродуктивных мутагенных штаммов, оптимизация основных параметров культивирования микроорганизмов позволяют интенсифицировать технологические процессы, основанные на жизнедеятельности полезной микрофлоры. В свою очередь, повышение активности технически полезных микроорганизмов способствует подавлению вредной микрофлоры и улучшению качества пищевых продуктов.

3) Одной из основных задач микробиологии пищевых производств является обеспечение выпуска продуктов питания, безопасных для здоровья потребителей. Для этого необходимо знать микробиологические критерии безопасности различных групп пищевых продуктов и уметь проводить микробиологический контроль в соответствии с санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами.

4) Благодаря изучению свойств микроорганизмов стало возможным создание технологических процессов, которые либо совсем не дают отходов (безотходные технологии), либо в основе которых лежат замкнутые циклы, когда все отходы полностью перерабатываются или используются на последующих стадиях производства. Таким образом, с помощью микробиологии успешно решаются вопросы, связанные с охраной окружающей среды.

1.2 Порча пищевых продуктов: виды, причины порчи

По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (FAO) ежегодно в мире по разным причинам пропадает примерно треть всех произведенных продуктов питания (1,3 млрд. тонн). Этой проблематике был посвящен международный конгресс Save Food, проходивший в рамках международной промышленной ярмарки Interpack в Дюссельдорфе с 12 по 18 мая 2011 г.

Согласно докладу FAO только в странах Европы, в США и Канаде ежегодно выбрасывается от 95 до 115 кг продуктов на душу населения. Причинами подобного расточительства являются слишком большие упаковки, буквальное понимание срока годности продуктов, а также их относительная дешевизна.

В развивающихся странах пропадает до 40% всех продуктов сельского хозяйства. Устаревшее оборудование, недостатки транспортной инфраструктуры, отсутствие охлаждающего оборудования – основные причины потерь [1].

1.2.1 Виды порчи. Различают следующие взаимосвязанные между собой виды порчи продуктов питания: физическая, химическая (или биохимическая) и микробиологическая (рисунок 1).

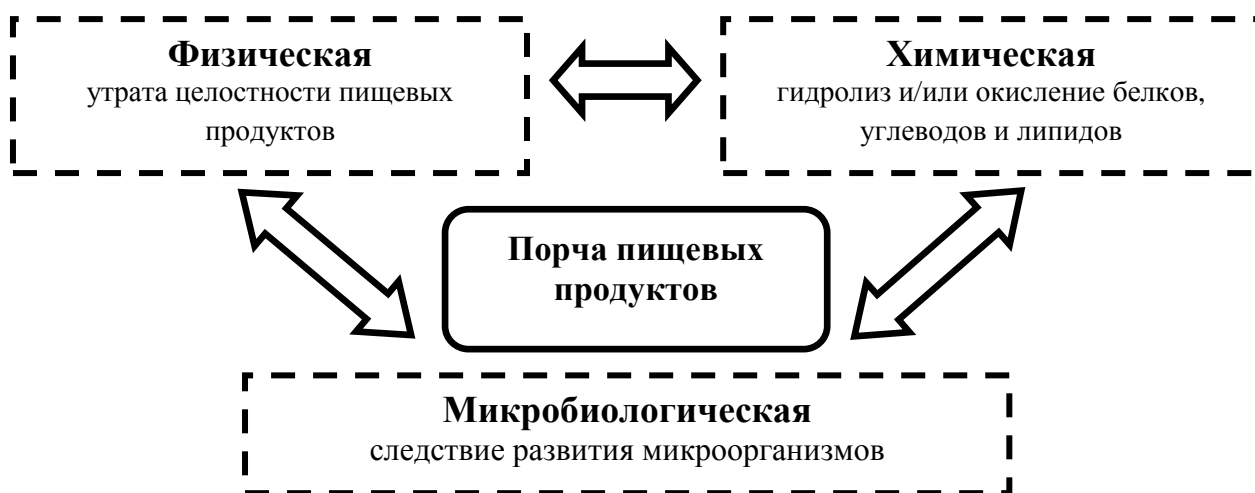


Рисунок 1 – Виды порчи пищевых продуктов

Механическое повреждение некоторых пищевых продуктов приводит к активации гидролитических ферментов, которые катализируют расщепление белков, углеводов и липидов. Утрата целостности пищевых продуктов (в

первую очередь, овощей и фруктов) ведет к разрушению клеток, активации гидролитических ферментов, гидролизу биополимеров с последующей микробной контаминацией. В данном случае и химическая, и микробиологическая порча пищевых продуктов сопровождается расщеплением белков, углеводов и липидов гидролитическими ферментами.

Ключевой является микробиологическая порча, поскольку именно она наиболее опасная для человека из-за выделяющихся токсинов и развития болезнетворной микробиоты.

1.2.2 Факторы, влияющие на микробиологическую порчу пищевых продуктов

На микробную контаминацию пищевых продуктов оказывают влияние факторы внешней среды, а также категория и состояние продукта (внутренние факторы) (рисунок 2).

К *физическим факторам* внешней среды, оказывающим первостепенное влияние на микробиологическую порчу пищевых продуктов, относятся температура и влажность воздуха, электромагнитное излучение и давление. Низкие температуры препятствуют развитию большинства микроорганизмов. Причем чем ниже температура, тем длительнее срок хранения продукта. Высокая температура также неблагоприятна для микроорганизмов.

На губительном воздействии высоких температур основаны многие приемы уничтожения микроорганизмов в пищевых продуктах, такие как кипячение, варка, обжарка, бланширование, в пищевой промышленности – пастеризация и стерилизация.

Для сохранности сухих продуктов большое значение имеет относительная влажность воздуха. Величина относительной влажности воздуха при одном и том же содержании в нем влаги изменяется в зависимости от температуры: с понижением температуры воздуха уменьшается его влагоудерживающая способность. Поэтому при снижении температуры хранения продуктов содержание влаги в воздухе может

оказаться выше предела насыщения. Избыточная влага будет конденсироваться на поверхности продукта, что приведет к микробиологической порче.

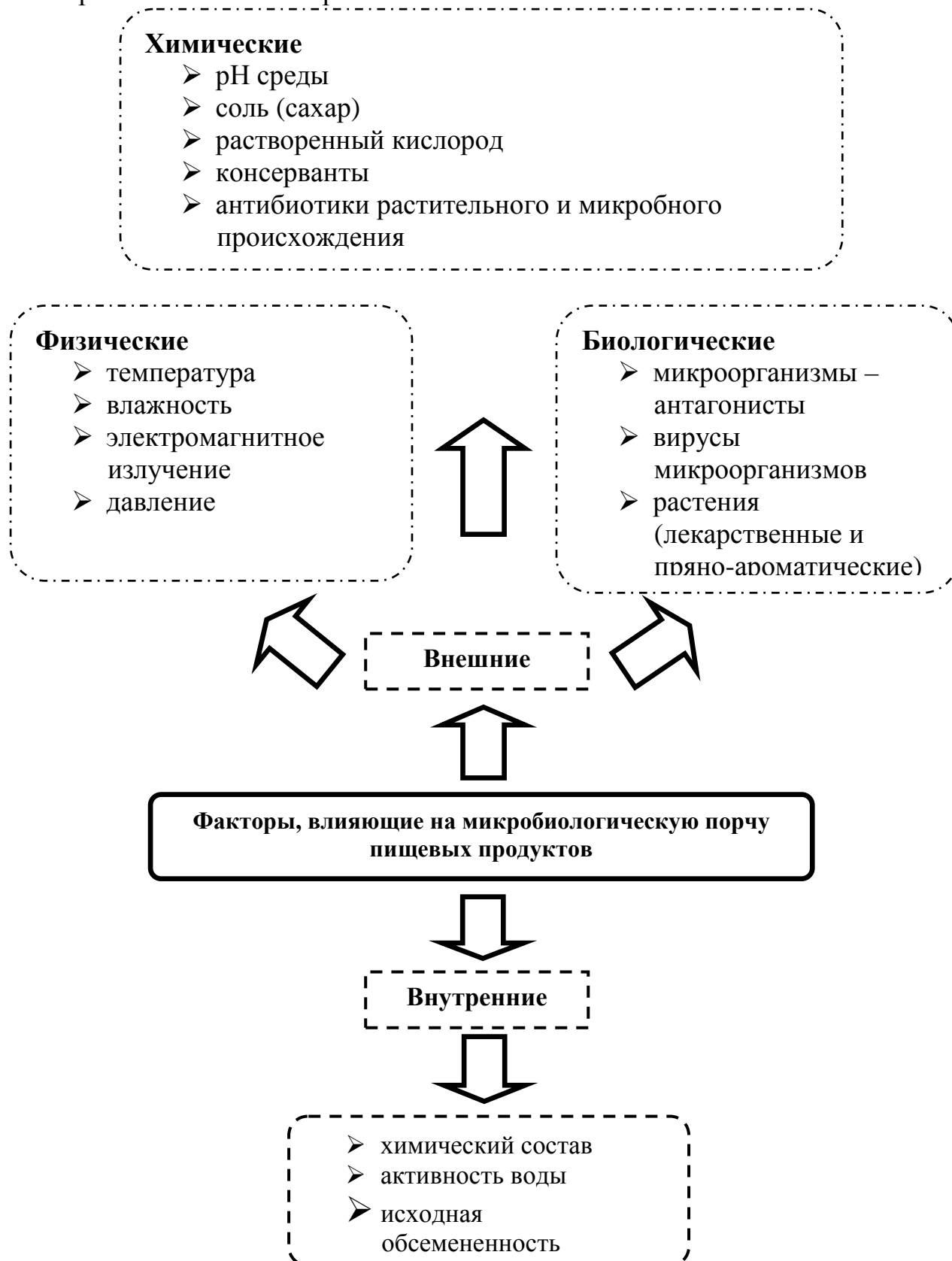


Рисунок 2 – Факторы, влияющие на микробиологическую порчу пищевых продуктов

Для сохранности сухих продуктов большое значение имеет относительная влажность воздуха. Величина относительной влажности воздуха при одном и том же содержании в нем влаги изменяется в зависимости от температуры: с понижением температуры воздуха уменьшается его влагоудерживающая способность. Поэтому при снижении температуры хранения продуктов содержание влаги в воздухе может оказаться выше предела насыщения. Избыточная влага будет конденсироваться на поверхности продукта, что приведет к микробиологической порче.

Электромагнитное излучение разной интенсивности и в различных диапазонах длин волн по-разному влияет на сохранность продукта. Электромагнитное излучение в ультрафиолетовой области спектра ингибирует процесс микробиологической порчи, но приводит к усилению химических деструктивных процессов. Свет видимого диапазона способствует развитию фотосинтезирующих микроорганизмов. Излучение в инфракрасной области спектра приводит к нагреву продукта, что обуславливает гибель многих микроорганизмов. Таким же эффектом обладает и излучение сверхвысокой частоты. Рентгеновское излучение обладает стерилизующим действием.

В качестве отдельного фактора давление нельзя рассматривать с точки зрения сохранности продукта. Однако увеличение давления позволяет повысить температуру, что приводит к стерилизующему действию и широко применяется для консервирования пищевых продуктов.

К *химическим факторам* внешней среды относятся рН, концентрация соли (сахара), содержание растворенного кислорода, а также консервантов и других веществ.

Значение рН существенным образом влияет на интенсивность роста микроорганизмов и их видовой состав. Неблагоприятное действие кислой среды на микробиоту положено в основу хранения некоторых пищевых продуктов в маринованном и квашеном виде.

Концентрация соли (сахара) влияет на тоничность раствора. Изотонические растворы наиболее благоприятны для развития микробиоты, наименее благоприятными являются гипертонические растворы, что широко используется для консервирования пищевых продуктов.

Концентрация растворенного кислорода определяет степень аэробности или анаэробности, которая может быть количественно охарактеризована величиной окислительно-восстановительного потенциала rH_2 , при которой микроорганизмы могут развиваться. Так, анаэробы могут сохранять жизнеспособность при rH_2 не выше 18–20, а размножаться при крайне низких значениях rH_2 – не выше 3–5. Для аэробов нижним пределом жизнедеятельности является $rH_2=10$, а при $rH_2=30$ и выше условия для развития неблагоприятны. Таким образом, регулируя окислительно-восстановительные условия среды, можно замедлить или активировать рост тех или иных микроорганизмов.

Наличие химических ингибиторов роста микроорганизмов (консервантов), таких как бензоат натрия, сорбитол и др., приводит к предотвращению развития микробиоты и защищает продукты от микробиологической порчи.

Большое влияние на сохранность пищевых продуктов оказывают антибиотические вещества лекарственных и пряно-ароматических растений, а также микробиологического происхождения.

Аллицин – фитонцид чеснока *Allium sativum* – подавляет развитие грамположительных и грамотрицательных бактерий, в том числе туберкулезной палочки *Micobacterium tuberculosis*.

Рафинин, содержащийся в семенах редиса *Raphanus sativus*, подавляет развитие грамотрицательных и грамположительных бактерий при относительно высокой концентрации (40–200 мкг/мл). Поэтому его практическое применение ограничено [4].

Терпены – компоненты фитонцидов широкого ряда лекарственных и пряно-ароматических растений – обладают выраженным

бактериостатическим эффектом в отношении различных микроорганизмов, в том числе и патогенных.

Грамицидин С – вещество депсипептидной природы – получают из культур аэробной споровой палочки *Bacillus brevis*. Обладает высокой антибиотической активностью в отношении грамположительных и некоторых грамотрицательных бактерий [5].

Низины синтезируются бактериями рода *Streptococcus* и представляют собой смесь нескольких бактериоцинов; являются ингибиторами роста стафилококков, многих стрептококков и анаэробных термостойких споровых бактерий – возбудителей порчи консервированных продуктов. Низин воздействует также на споры бактерий, задерживая их прорастание. Наиболее активно действие этого бактериоцина проявляется в кислых субстратах. В организме человека низин быстро разрушается, не оказывая отрицательного действия. Важная его особенность – способность уменьшать термоустойчивость спор бактерий к нагреванию, что позволяет в консервной промышленности снижать температурный режим стерилизации. Применяется он также при изготовлении сгущенного молока, плавленых сыров.

К биологическим факторам внешней среды относятся микроорганизмы – антагонисты и вирусы микроорганизмов, а также лекарственные и пряно-ароматические растения.

Антагонистические отношения микроорганизмов, а также фаголизис находят применение на практике при квашении плодов и овощей и при производстве кисломолочной продукции.

Пряно-ароматические растения широко применяются при консервировании, в первую очередь, плодов и овощей не только для улучшения вкусовых свойств конечного продукта, а также с целью его защиты от микробиологической порчи.

Внутренними факторами, влияющими на микробиологическую порчу, являются химический состав пищевого продукта, активность воды и исходная обсемененность.

Химический состав разных пищевых продуктов различен. Удельное содержание белков, углеводов, липидов и всевозможных низкомолекулярных веществ колеблется в широких пределах в разных продуктах, что определяет видовой состав контаминирующих микроорганизмов и обуславливает различные сроки хранения пищевых продуктов.

Для любого продукта важно абсолютное содержание влаги (общее количество воды), которое определяют высушиванием продукта до постоянной массы и выражают в процентах общей массы исследуемого продукта. Знание этого показателя важно для оценки качества продукта. В пищевых продуктах вода может находиться в свободном (активном) и связанном состояниях.

Активная вода – это часть общей воды, которая не связана с биополимерами.

Термический анализ показывает, что связанная вода может быть удалена при температуре 120–200°C, поскольку прочно удерживается водородными связями с полярными функциональными группами белков, углеводов и нуклеиновых кислот.

Исходная обсемененность пищевых продуктов обусловлена как источником их происхождения, так и соблюдением санитарных норм на предприятии. Наиболее высокая исходная обсемененность характерна для субпродуктов, полуфабрикатов мясной и рыбной продукции.

1.3 Микробиологические показатели безопасности пищевой продукции

Эпидемиологическая безопасность пищевых продуктов как животного, так и растительного происхождения определяется, прежде всего, по микробиологическим показателям.

Загрязнение продуктов питания микроорганизмами происходит в процессе их переработки и транспортировки. Источниками микроорганизмов могут быть оборудование, обслуживающий персонал, воздух, вода и вспомогательные материалы. Некоторые виды микроорганизмов вызывают ухудшение качества и снижают стойкость продуктов при хранении. Однако наиболее существенна другая опасность – нанесение ущерба здоровью человека.

Процесс оценки микробиологического риска на международном уровне выполняется по официально утвержденной ВОЗ схеме (рис.3).

Гигиенические нормативы по микробиологическим показателям безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов включают контроль за 5 группами микроорганизмов (СанПиН 2.3.2. 1078-01):

- *санитарно-показательные*, к которым относятся мезофильные аэробные и факультативно-анаэробные микроорганизмы (МАФАНМ), бактерии группы кишечных палочек - БГКП (колиформы), бактерии семейства *Enterobacteriaceae*, энтерококки;
- *условно-патогенные микроорганизмы*, к которым относятся *E.coli*, *S. aureus*, бактерии рода *Proteus*, *V. cereus* и сульфитредуцирующие клостридии, *Vibrio parahaemolyticus*;
- *патогенные микроорганизмы*, в т.ч. сальмонеллы и *Listeria monocytogenes*, бактерии рода *Yersinia*;
- *микроорганизмы порчи* - дрожжи и плесневые грибы, молочнокислые бактерии;
- микроорганизмы заквасочной микрофлоры и пробиотические микроорганизмы (молочнокислые и пропионовокислые микроорганизмы, дрожжи, бифидобактерии, ацидофильные бактерии и др.) – в продуктах с

нормируемым уровнем биотехнологической микрофлоры и в пробиотических продуктах.



Рисунок 3 - Схема оценки риска микробиологически опасных факторов пищевого происхождения

1.4 Процессы микробиологической порчи пищевых продуктов и их возбудители.

Основными процессами микробиологической порчи пищевых продуктов являются брожение, плесневение и гниение (рисунок 4).

Брожение – анаэробный ферментативный процесс окисления органических соединений. При хранении пищевых продуктов могут возникать следующие виды брожения: молочнокислое, уксуснокислое, маслянокислое, пропионовокислое, спиртовое и др.

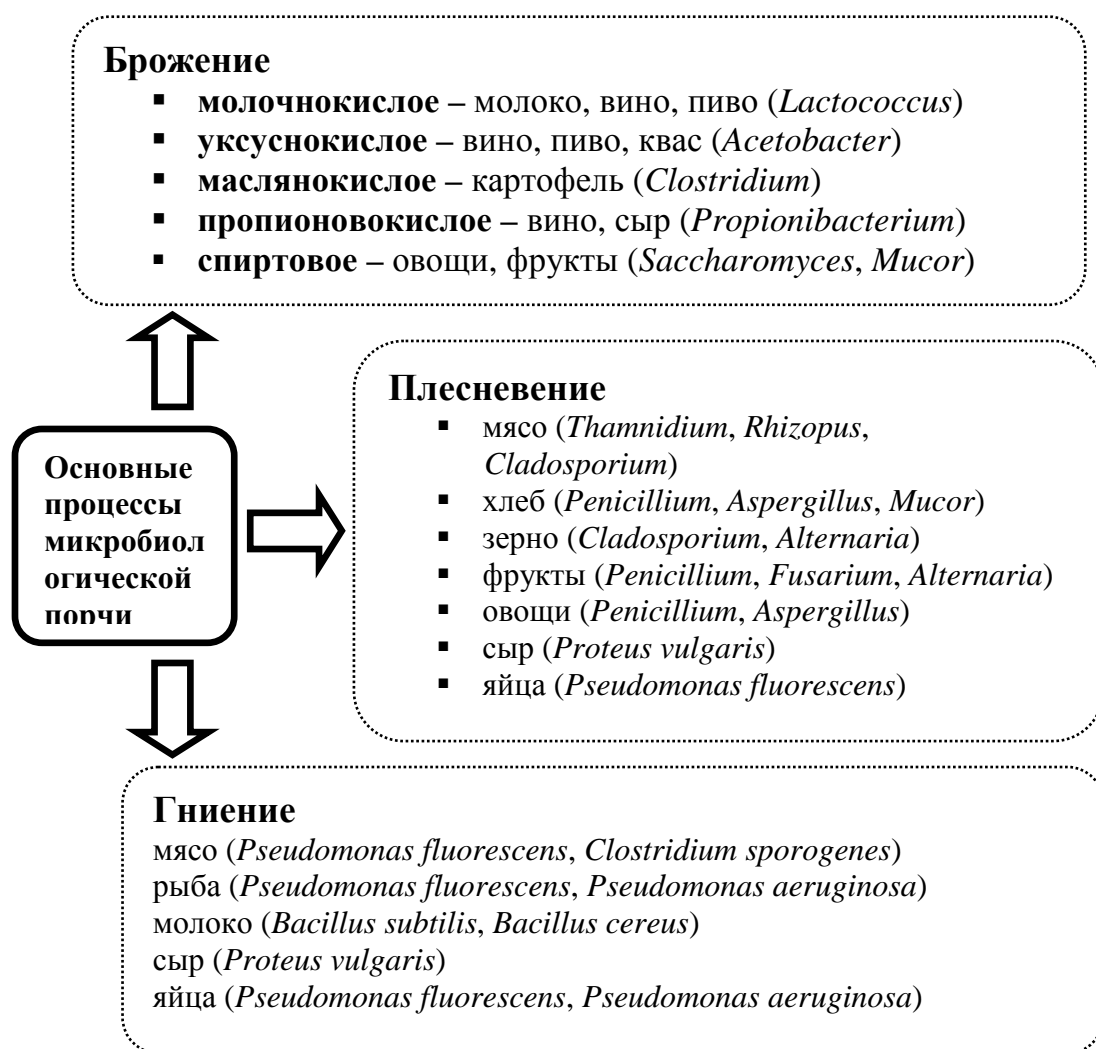


Рисунок 4 – Основные процессы микробиологической порчи и их возбудители

Молочнокислое брожение вызывается факультативными анаэробными гомоферментативными и гетероферментативными бактериями. Оно может

являться причиной порчи молока, вызывает прокисание и ослизнение вина и пива.

Уксуснокислое брожение вызывается бактериями родов *Acetobacter* и *Glucobacter*, которые превращают спирт в уксусную кислоту в присутствии кислорода воздуха.

Уксуснокислое брожение вызывает порчу продуктов, содержащих небольшое количество спирта – столовых вин, пива, кваса. При этом они приобретают запах и привкус уксусной кислоты и ее эфиров, мутнеют и ослизняются.

Маслянокислое брожение происходит под действием бактерий рода *Clostridium*, сбраживающих сахара, крахмал, пектиновые вещества с образованием масляной кислоты, углекислого газа и водорода. Эти бактерии вызывают порчу картофеля, квашеной капусты, прогоркание молока, увлажненной муки. В результате выделения газов происходит вспучивание сыров, бомбаж консервов. Масляная кислота придает продуктам горький вкус и неприятный запах.

Пропионовокислое брожение – превращение углеводов, винной или молочной кислот в пропионовую и уксусную кислоты с выделением углекислого газа и воды. Оно может вызвать порчу виноградных вин, в результате чего они теряют приятные вкус и аромат, мутнеют и изменяют цвет.

Углеводсодержащие пищевые продукты, такие как соки, компоты, варенья, джемы и др., при хранении могут подвергаться порче из-за спиртового брожения. Эти продукты приобретают спиртовой привкус, изменяется их консистенция в связи с наличием углекислого газа, а соки и компоты мутнеют.

Спиртовое брожение вызывается дрожжами рода *Saccharomyces*, а также некоторыми плесневыми грибами, например, *Mucor*. Под действием этих микроорганизмов происходит расщепление углеводов до этилового

спирта и углекислого газа. Понижение температуры даже до 0°C замедляет брожение, но не прекращает его.

Плесневение обусловлено развитием различных видов плесневых грибов, образующих, как правило, на поверхности продуктов пушистые налеты и пленки разного цвета и строения. Развитию плесневых грибов способствует высокая относительная влажность воздуха.

Плесневые грибы расщепляют белки, жиры, углеводы пищевых продуктов. Они придают продуктам специфические вкус и запах. Некоторые виды плесневых грибов в процессе своей жизнедеятельности могут синтезировать такие вторичные метаболиты, как афлатоксины – соединения токсичные для человека.

Гниение – глубокий распад белков и продуктов их гидролиза. Этот процесс возбуждается преимущественно гнилостными бактериями.

Гниение возникает в продуктах, богатых белками – в мясе, рыбе, яйцах, молоке и др. Распад белков начинается с гидролиза и образования полипептидов и аминокислот. В дальнейшем распад этих соединений зависит от вида микроорганизмов, аминокислотного состава и условий, при которых протекает процесс.

1.4.1 Дрожжи. Термином «дрожжи» обозначают одноклеточные эукариотные микроорганизмы, которые в зависимости от наличия и типа полового процесса относят к трем классам грибов: аскомицеты (Ascomycetes), базидиомицеты (Basidiomycetes) и несовершенные грибы – дейтеромицеты (Deuteromycetes).

К классу Ascomycetes относят дрожжи, образующие при половом процессе сумки (аски) с эндогенными спорами. К нему принадлежат основные роды дрожжей, используемых в бродильных производствах – *Saccharomyces* и *Shizosaccharomyces*. Эти дрожжи используются при изготовлении хлеба, вина, пива, спирта и др. К спорообразующим дрожжам относятся молочные дрожжи видов *Saccharomyces lactis* и *Saccharomyces casei*.

Класс Deuteromycetes включает порядок Protoascales (протоасковые), куда входят дрожжи, у которых не обнаружен половой процесс. Это одноклеточные неспорообразующие дрожжи родов *Torulopsis*, *Candida*, *Rhodotorula*, которые могут вызывать порчу молочных и других пищевых продуктов.

Класс Basidiomycetes включает дрожжи, формирующие телиоспоры и базидиоподобные спорофоры с экзогенными половыми спорами (споридиями).

Дрожжи отличаются от бактерий большими размерами, отсутствием подвижности и наличием дифференцированного ядра. В цитоплазме имеются различные включения: капельки жира, зерна гликогена и волютина, а также вакуоли.

Размножаются дрожжи различными способами – почкованием и спорообразованием. Споры образуются в цитоплазме при неблагоприятных условиях. Спорообразованию часто предшествует половое слияние клеток. Дрожжи, обладающие свойством спорообразования, называются истинными дрожжами, или сахаромицетами. К ним относятся промышленные дрожжи. Неспорообразующие дрожжи называются несхаромицетами, или аспорогенными. Размножаются исключительно почкованием.

Форма дрожжей весьма разнообразна: округлая, овальная, яйцевидная (*Saccharomyces*), цилиндрическая (*Schizosaccharomyces*), лимоновидная (*Saccharomycodes*). Несовершенные дрожжи имеют более характерную форму: стреловидную (*Brettanomyces*), угольную (*Trigonopsis*), серповидную (*Selenotila*), колбовидную (*Schizoblastosporion*).

Дрожжи родов *Candida*, *Trihosporon* наряду с круглыми и овальными клетками могут образовывать псевдомицелий, формирующийся из множества почкующихся клеток.

Виды рода *Rhodotorula* отличаются желтой, оранжевой и красной окраской, зависящей от присутствия каротиноидов. Большинство штаммов родов *Cryptococcus*, *Rhodotorula*, *Torulopsis*, *Candida* при развитии на

пищевых продуктах в условиях холодильного хранения образуют внеклеточный полисахарид (слизь).

Дрожжи неподвижны, по Граму красятся положительно, капсул не образуют. Оптимальная температура для роста 25–30 °С, минимальная – 3–12 °С. Повышенная температура стимулирует развитие дрожжей, особенно не ферментирующих лактозу. Для размножения дрожжей благоприятна слабокислая реакция среды (рН 4,8–5,8). Многие дрожжи – факультативные анаэробы. В условиях анаэробноза получают энергию за счет сбраживания углеводов, а в присутствии кислорода – за счет аэробного дыхания.

Дрожжи рода *Candida* включают большое количество видов, некоторые из которых, так называемые «дикими», нарушают технологический процесс, размножаясь вместе с культурными дрожжами, снижают качество продукции на дрожжевых заводах, пива, вина, и других сахаросодержащих напитков. Являясь аэробами, они могут размножаться на поверхности безалкогольных напитков и вина, особенно при неполном наполнении емкостей и плохой укупорке. При развитии в соках они образуют белую или сероватую пленку и вызывают изменение цвета и вкуса, придавая вину мышинные тон. Метаболиты дрожжей *Candida* задерживают развитие винных дрожжей и тем самым снижают их бродильную активность.

Для пищевой промышленности наибольшее значение имеет род *Saccharomyces*. В этот род входят как природные виды, так и виды, полученные селекционным методом. Их называют расами. Расы различаются способностью сбраживать разные сахара, интенсивностью брожения, количеством образуемого спирта, оптимальной температурой брожения и др. Наибольшее применение находят два вида *Sacch. cerevisiae* и *Sacch. vini*. Дрожжи *Sacch. cerevisiae* имеют круглую или овальную форму клетки.

Их используют для получения этилового спирта, в пивоварении, квасоварении, хлебопечении. Каждое производство использует свои специфические расы дрожжей, дающие возможность получить конечный продукт с заданными свойствами.

Sacch. vini используется преимущественно в виноделии. Каждая марка вина производится с использованием специфической расы дрожжей.

Дрожжи семейства *Saccharomyces* – спорообразующие, сбраживают углеводы и вызывают порчу вкуса и помутнение напитков. Дрожжи *Saccharomyces*, например, придают пиву горький привкус и неприятный запах.

Дрожжи семейства *Shizosaccharomyces* в сахарсодержащих средах вызывают энергичное брожение, образуя до 12 % спирта. Развиваясь в плодово-ягодных соках и винах, дрожжи понижают кислотность вследствие разрушения яблочной кислоты до CO_2 и H_2O . Источником инфекции может быть сырье, в особенности поврежденные плоды и ягоды, а также нестерильное оборудование и емкости.

Для сбраживания древесных гидролизатов используется ряд рас *Sacch. cerevisiae* и *Schizosaccharomyces*.

Дрожжи семейства *Saccharomycodacea* сбраживают глюкозу и фруктозу, но бродильная активность их невысока, они бродят слабо, образуя до 8,8 об.% спирта. Они тормозят размножение культурных дрожжей и вызывают помутнение полусладких виноградных вин.

Дрожжи семейства *Zigosaccharomyces* сбраживают глюкозу, фруктозу и маннозу, но не сбраживают сахарозу, мальтозу, лактозу и инулин. Вызывают забраживание вакуум-сусла, меда и понижают их качество.

Дрожжи рода *Pichia* размножаются на поверхности сахарсодержащих жидкостей, образуя летучие кислоты и другие вещества, из-за которых пиво и вино приобретают эфирный и лекарственный привкус. Размножаются они при доступе воздуха (розлмв), вызывая помутнение пива и столового вина. На поверхности виноградного или плодового сока дрожжи этого рода образуют толстую белую, серую или желтоватую морщинистую пленку.

Дрожжи рода *Hansenula* размножаются быстро в сахарсодержащих средах, образуя различные летучие продукты обмена – эфиры, спирты, органические кислоты. Являются опасными вредителями бродильных

производств. Вино, например, приобретает резкий посторонний запах, появляются дрожжевые помутнения.

Дрожжи рода *Brettanomyces* поражают в основном вино с содержанием сахаров 2 %. В результате брожения они образуют уксусную кислоту и этиловый эфир, которые придают вину запах яблок или фруктовый аромат. Продукты метаболизма .. тормозят развитие шампанских дрожжей и снижают их бродильную активность. В некоторых случаях они являются причиной появления мышиного тона в шампанском.

Дрожжи рода *Torulopsis* отличаются от дрожжей, сбраживающих углеводы, отсутствием способности к спорообразованию и слабой способностью к сбраживанию. Они вызывают помутнение напитков, а в сусле и винах образуют слизи.

Дрожжи рода *Phodotorula* объединяют виды, не способные образовывать псевдомицелий, но образующие пигмент – розовый, красный, желтый или черный.

Таким образом, учитывая степень опасностей микробиологического происхождения и необходимость снижения уровня пищевых отравлений и пищевых инфекций, следует строго следить за санитарным состоянием пищевых предприятий и хозяйств, предприятий общественного питания, рабочих мест и оборудования; систематически осуществлять микробиологический контроль продовольственного сырья, пищевых продуктов.

1.4.2 Молочнокислые бактерии. Молочнокислые бактерии – это специфическая группа микроорганизмов, обуславливающих молочнокислородное брожение, то есть распад углеводов до молочной кислоты. Наряду с основным продуктом брожения молочной кислотой образуются побочные продукты (уксусная кислота, углекислый газ, ароматические вещества, этиловый спирт и др.) Молочнокислые микроорганизмы подразделяются на гомоферментативные, образующие при сбраживании сахаров, в основном, молочную кислоту, и гетероферментативные, которые наряду с молочной

кислотой образуют большое количество побочных продуктов. Молочнокислые бактерии имеют много общих признаков. Все они факультативные анаэробы, грамположительные, неподвижные, спор и капсул не образуют. Особенности молочнокислых бактерий: способность к росту на среде с низким значением рН от 5,5 до 8,8 (и даже 2,9–3,2) и высокая спиртоустойчивость (18–24 %).

Биохимические особенности молочнокислых бактерий изучают по энергии кислотообразования, предельной кислотности, по качеству сгустка, возможной протеолитической активности.

Молочнокислые бактерии образуют ровный сгусток с кисловатым и приятным вкусом без отделения сыворотки. В природе молочнокислые бактерии представлены в виде шаровидных (кокков) и палочковидных (лактобактерий) форм. Шаровидные молочнокислые бактерии называют молочнокислыми стрептококками, так как они относятся к семейству *Streptococcus*, которое представлено тремя родами – *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Streptococcus*.

Лактобактерии. Молочнокислые палочки (лактобактерии) относят к семейству *Lactobacteriaceae*, роду *Lactobacterium*, включающему три подрода: *Thermobacterium* (термобактерии), *Streptobacterium* (стрептобактерии), *Betabacterium* (бетабактерии). К термобактериям отнесены облигатные гомоферментативные лактобактерии, к стрептобактериям – факультативные гетероферментативные лактобактерии, к бетабактериям – облигатные гетероферментативные лактобактерии.

Стрептобактерии в отличие от первой группы являются мезофилами. Температурные границы роста для термофилов составляют 20–55 °С, для мезофилов – 15–38 °С.

Среди термобактерий в качестве заквасочных применяют *Lactobacterium helveticum* (швейцарская палочка), *Lbm. delbrueckii* subsp. *bulgaricum* (болгарская палочка), *Lbm. acidophilum* (ацидофильная палочка),

Lbm. delbrueckii subsp. *lactis* (молочная палочка). Термофильные палочки – активные кислотообразователи, они сквашивают молоко через 4–5 часов.

Штаммы швейцарской палочки выделяют из кислого сырого молока и из сычуга телят. Микроорганизм входит в состав закваски для твердых сыров с высокой температурой второго нагревания.

Штаммы болгарской палочки выделяют из сырого молока, вводят в состав заквасок для производства мечниковской и южной простокваш, йогурта, ряженки. Болгарская палочка образует ацетальдегид – ароматическое вещество, придающее вкус и аромат продукту и подавляющее нежелательную микрофлору кишечника.

Ацидофильная палочка – микроорганизм пищеварительного тракта человека и животных. После культивирования в молоке имеет свойство приживаться в организме человека и подавлять нежелательную микрофлору, вследствие продуцирования антибиотиков – ацидофилина и лактоцидина.

Молочная палочка сходна с болгарской палочкой, используется в сыроделии.

Стрептобактерии обладают менее выраженной кислотообразующей активностью. Для молочной промышленности наибольшее значение имеют виды *Lbm. plantarum*, *Lbm. casei* subsp. *ghamnosus*, которые обладают хорошо выраженной сахаролитической активностью и высокой протеолитической активностью. *Lbm. plantarum* продуцирует антибиотик – лактолин.

Стрептобактерии играют положительную роль при созревании сыров, так как могут размножаться в них после ферментирования лактозы и при содержании поваренной соли до 6 %.

Бетабактерии характеризуются слабой энергией кислотообразования и молоко не сквашивают. Гетероферментативные бетабактерии участвуют в созревании твердых сыров с низкой температурой второго нагревания, способствуют образованию рисунка и формированию запаха сыра.

1.4.3 Плесени. К одноклеточным плесневым грибам относят грибы из родов: *Mucor* (головчатая плесень), *Rhizopus*, *Thamnidium*.

Представители р. Мисог имеют разветвленный одноклеточный мицелий. Спорангионосцы заканчиваются шаровидным спорангием, в котором развиваются споры. Плесень имеет вид нежного серовато-белого, очень густого пушка.

Род *Rhizopus* характеризуется тем, что его виды имеют ризоиды – тоненькие волоски, отходящие от мицелия у основания спорангионосца.

Грибы р. *Thamnidium* в средней части спорангионосца имеют спорангиолы, по виду напоминающие гантели, в которых созревают споры.

К многоклеточным плесневым грибам относятся роды *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Alternaria*, *Catenularia*, а также молочная плесень *Geotrichum (Oidium) lactis*.

Плесень имеет вид пушистого налета, зеленого в центре, а по краям белого.

Род *Alternaria* развивается чаще на сладких фруктах в виде черного плотного налета.

Гроздевидная плесень р. *Cladosporium* имеет короткий, септированный конидиеносец, от которого в разных местах отходят овальные вытянутые оливково-зеленые конидии. Конидиеносец с конидиями образует скопления, напоминающие грозди.

Шоколадно-коричневая плесень (род *Catenularia*) развивается на сладких молочных консервах в виде коричневых колоний.

Молочная плесень *Oidium lactis* встречается на молочных и других продуктах в виде белого или серого нежного пушка.

Грибы класса *Archmycetes* являются внутриклеточными паразитами растений, при этом в пораженных органах образуются споры с толстыми оболочками – цистами. Примером может служить гриб, вызывающий заболевание капусты «черная ножка».

Грибы класса *Phycomycetes* размножаются спорами. Из викомицетов широко распространены мукоровые грибы, обитающие в почве и на различных пищевых продуктах. Эти грибы способны к спиртовому и

окислительному брожению. При попадании таких микроорганизмов в виноградный сок или другую содержащую сахар среду происходит спиртовое брожение и образуется до 2,5...2,7 % спирта.

Грибы рода *Ascomycetes* наиболее часто встречается в пищевой продукции и является чаще всего возбудителями ее порчи. Наиболее распространены грибы родов *Aspergillus* и *Penicillium*, размножающиеся конидиями.

Грибы рода *Aspergillus* вызывают плесневение пищевой продукции, например, хлеба. Заплесневелый хлеб имеет неприятный запах и вкус и в зависимости от степени плесневения может вызывать пищевое отравление. На поверхности хлеба и частично внутри, в трещинах, под коркой и в пустотах чаще всего развиваются различные виды рода *Aspergillus*: *Asp. Glaucus* – серо-зеленого цвета, *Asp. fumigatum* – голубого цвета, *Asp. niger* – черного цвета.

Грибы рода *Penicillium* вызывают образование на пищевых продуктах зеленой кистевидной плесени. Осыпаясь, конидии грибов образуют на продуктах сизую пыль. Плесень эта распространена повсеместно и при наличии влаги появляется на всех пищевых продуктах. Конидии *Penicillium* постоянно находятся в воздухе, на плодах, ячмене и солоде, особенно на раздавленных зернах.

Отдельные виды грибов этого рода служат для получения лечебного препарата – антибиотиков группы пеницилина.

Грибы рода *Rhizopus* также являются одними из распространенных и вызывают черную плесень, распространяющуюся с большой скоростью. Плесень может даже подниматься вверх по стенкам сосудов. Продукты, пораженные этой плесенью, затягиваются паутинообразным мицелием.

Грибы класса *Fungi imperfecti* являющиеся многоклеточными микроорганизмами, размножаются только конидиями. Они широко распространены в природе, многие из них вызывают плесневение пищевых продуктов.

Грибы рода *Botrytis* поражают многие плоды и овощи: вызывают шейковую гниль лука, серую гниль капусты, моркови, томатов, ягод.

Грибы вида *Alternaria* поражают корнеплоды в процессе хранения, вызывая болезнь, называемую «черной гнилью».

Грибы вида *Oidium* образуют разветвленный белый мицелий *Oidium lactis* в виде бархатистой белой пленки, который встречается на поверхности квашенных овощей и кисломолочных продуктов, прессованных дрожжей, сливочного масла и сыра. Они используют находящуюся в этих продуктах молочную кислоту и вызывают порчу. Некоторые виды этой плесени развиваются на хмеле, хранящемся в сыром помещении, образуя на нем красноватую пыль.

Среди грибов рода *Phoma* также имеется много возбудителей порчи пищевых продуктов. *Phoma betta*, например, вызывает сердцевидную гниль свеклы.

Грибы рода *Clostridium*, развиваясь на различных пищевых продуктах – масле, сыре, яйцах, мясе, образуют на них черные пятна.

Грибы рода *Monilla* являются своего рода переходной формой от одноклеточных почкующихся грибов к многоклеточным и вызывают. Например, меловую порчу хлеба. В мякише хлеба появляются белые сухие включения, хлеб теряет товарный вид.

Плесени наряду с незаквасочными дрожжами часто являются индикаторами порчи молочных продуктов. Грибы, попадая в молочные продукты и развиваясь в них, используют молочную кислоту, сдвигают рН в щелочную сторону, в результате чего развиваются гнилостные бактерии. Обладая липолитической активностью, плесени и дрожжи портят товарный вид продуктов, вызывая гидролиз жиров с образованием жирных кислот, что ведет к прогорканию продуктов. Плесени обладают протеолитической активностью, вызывая горький вкус.

1.5 Использование факторов внешней среды для хранения пищевых продуктов

Пищевые продукты являются хорошей питательной средой для многих микроорганизмов, которые, развиваясь на них, вызывают порчу. При этом неправильные способы заготовки, перевозки, переработки, хранения и реализации пищевых продуктов также приводят к их порче и большим потерям. Развитие микроорганизмов зависит не только от наличия питательных веществ, но и от условий хранения пищевых продуктов, изменяя которые, можно регулировать рост микроорганизмов и их биохимическую активность.

Все условия хранения пищевых продуктов можно подразделить на четыре группы в зависимости от биологических процессов.

Первая группа – условия хранения, в основу которых положен принцип биоза. На нем основано хранение свежих плодов, овощей и живой рыбы.

Вторая группа – условия хранения, в основу которых положен принцип абиоза. К ним относятся предварительная обработка электромагнитным излучением в различных диапазонах длин волн, а также использование антисептиков и антибиотиков.

Третья группа – условия хранения, в основу которых положен принцип анабиоза. К ним относятся использование низких температур (охлаждение, замораживание), удаление воды (сушка, вяление), повышение осмотического давления (добавление соли, сахара), повышение кислотности (маринование), создание анаэробных условий (вакуумная упаковка, атмосфера инертных газов).

Четвертая группа – условия хранения, в основу которых положен принцип ценоанабиоза (использование антагонистических взаимоотношений микроорганизмов). К ним относятся квашение овощей и плодов, а также молочнокислое брожение.

Представленная классификация охватывает все способы защиты разнообразных пищевых продуктов от порчи. Однако, несмотря на широкий арсенал используемых методов, нам представляется наиболее предпочтительными способы защиты пищевых продуктов с помощью биологически активных веществ растительного и микробного происхождения.

2 ОТЧЕТ О САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ

Контроль изучения материала предоставляется в виде отчета представленного в таблице 1.

Таблица 1 – Контрольные вопросы

№	Контрольные вопросы	Краткие ответы
1.	Что изучает микробиология?	
2.	Каковы задачи микробиологии пищевых производств?	
3.	Каковы основные свойства микроорганизмов?	
4.	Какие бывают виды порчи пищевых продуктов?	
5.	Какие факторы, влияют на микробиологическую порчу пищевых продуктов?	
6.	По каким группам микроорганизмов осуществляется гигиенический контроль пищевой продукции?	
7.	По какой схеме происходит оценка риска микробиологически опасных факторов пищевого происхождения?	
8.	Укажите основные процессы микробиологической порчи пищевых продуктов и их возбудителей?	
9.	Общая характеристика дрожжей?	
10.	Как влияют дрожжи на сохранность пищевых продуктов?	
11.	Общая характеристика молочнокислых бактерий?	
12.	Характеристика плесневых грибов и их роль в порче пищевых продуктов?	

По результатам отчета выставляется зачет или незачет по самостоятельно изученному материалу.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Безопасность продовольственного сырья и продуктов питания: микробиологические аспекты. В 2 ч. Ч. 1 [Текст]: учебное пособие / И.В. Черемушкина, Н.Н. Попова, И.П. Щетилина. – Воронеж: ВГУИТ, 2013 г. – 98 с.
2. Бурова Т.Е. Биологическая безопасность сырья и продуктов питания. Потенциально опасные вещества биологического происхождения / Учебное пособие. — СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2014. — 136 с.
3. Гарцман Т.Ю. Основы микробиологии / Учебное пособие. – Владивосток, ВГУЭС, 2009. – 104 с.
4. Кальсина О.И. Безопасность пищевой продукции. Учебно-методическое пособие. — Киров: Вятская ГСХА, 2014. — 144 с.
5. Контроль качества и безопасности пищевых продуктов и продовольственного сырья / Шаулина Л.П., Корсун Л.Н. Учебное пособие. – Иркутск, ИГУ, 2011. – 111 с.
6. Методы исследования сырья и продуктов растительного происхождения (теория и практика) [Текст]: учебное пособие / Т.И. Романюк, А.Е. Чусова, И.В. Новикова: Воронеж. гос. ун-т инж. технол. – Воронеж: ВГИУТ, 2014. – 160 с.
7. Микробиологическая порча пищевых продуктов / Под ред. К. Блэкберн; пер. с англ. В.Д. Широкова. – СПб.: Профессия, 2009. – 784 с.
8. Основы микробиологии: учебное пособие / Тимощенко Л.В., Чубик М.В. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 194 с.
9. Порча пищевых продуктов: виды, причины и способы предотвращения / Леонтьев В.Н., Элькаиб Х.М. – труды БГУ, том 8, часть 1. – 2013. - С. 125-130.
10. Роева Н.Н. Безопасность продовольственного сырья и продуктов питания. Учебно-практическое пособие. – М., МГУТУ, 2009.

