

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Саратовский государственный аграрный университет
имени Н.И. Вавилова»**

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

краткий курс лекций

для студентов III курса

Направление подготовки
19.03.01 Биотехнология

Профиль подготовки
Биотехнология

Саратов 2016

УДК 57.08
ББК 28с

Микробиологический и технологический контроль биотехнологических производств: краткий курс лекций для студентов III курса направления подготовки 19.03.01 «Биотехнология» / Сост.: Щербаков А.А. // ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2016. – 42 с.

Краткий курс лекций по дисциплине «Микробиологический и технологический контроль биотехнологических производств» составлен в соответствии с рабочей программой дисциплины и предназначен для студентов направления подготовки 19.03.01 «Биотехнология». Краткий курс лекций содержит теоретический материал по основным вопросам, касающимся осуществления контроля качества биотехнологических производств. Направлен на формирование у студентов знаний об организации контроля качества сырья, промежуточных и готовых продуктов, технологических процессов, на применение этих знаний для понимания процессов, происходящих в сфере профессиональной деятельности.

УДК 57.08
ББК 28с

© Щербаков А.А., 2016
© ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ», 2016

ВВЕДЕНИЕ

На показатели качества биотехнологической продукции, существенным образом, влияет наличие в конечных продуктах различных примесей, в том числе посторонней микрофлоры и продуктов ее жизнедеятельности, многие из которых обладают токсическим действием. Отсюда вытекает особая актуальность решения задач асептики применительно к производствам биологически активных веществ. При промышленном производстве эта проблема стоит особенно остро в связи с появлением сложных технологических схем, включающих аппараты, трубопроводы, арматуру, системы автоматического контроля и регулирования процессами, в которых необходимо создавать и поддерживать асептические условия.

Некоторые микроорганизмы наносят существенный вред, вызывая порчу сельскохозяйственного сырья, многих полуфабрикатов и готовых пищевых изделий. Непременным условием полноценной деятельности предприятий биотехнологического профиля является высокий уровень культуры производства, в том числе микробиологического и санитарно-гигиенического контроля.

Микробиологический и технологический контроль относится к одной из наиболее строго регламентированных сфер деятельности предприятия. Это работы по контролю сырья и готовой биотехнологической продукции, по контролю соблюдения основных требований ведения технологического процесса, подготовки оборудования, вспомогательных материалов и инвентаря, соблюдению санитарно-гигиенических норм в производстве. Проведение санитарно-бактериологических исследований возможно при наличии на предприятии действующих нормативных документов по технике проведения анализов и допустимым величинам определяемых показателей.

Посторонние микроорганизмы, попадающие в пищевые продукты, могут быть как неопасными для здоровья человека сапрофитами, так и патогенными микробами. Последние могут нанести вред здоровью человека, явиться причиной тяжелых инфекционных заболеваний и пищевых отравлений.

В материалах лекций приведены сведения об источниках контаминации на предприятиях биотехнологического производства. Рассмотрены основные методы микробиологического и технологического контроля.

Лекция 1

ИСТОЧНИКИ ПОСТОРОННИХ МИКРООРГАНИЗМОВ В БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВАХ

1.1 Микробиологический контроль сырья и целевых продуктов

Качество пищевых продуктов определяется комплексом органолептических, физико-химических и микробиологических показателей в соответствии с требованиями действующей нормативной документации.

К важнейшим характеристикам продовольственных товаров относятся их безопасность и микробиологическая стойкость. Под безопасностью понимают отсутствие вредных примесей химической и биологической природы, в том числе патогенных микроорганизмов и ядовитых продуктов их жизнедеятельности. Понятие «микробиологическая стойкость» подразумевает потенциальные возможности сохранения продукта без порчи.

Микроорганизмы, содержащиеся в пищевых продуктах, представляют собой сложную динамическую систему, связанную со средой. Это значительно осложняет способы ее исследования и трактовку полученных результатов.

Пути обсеменения сырья, полупродуктов и готовой продукции микроорганизмами чрезвычайно разнообразны. Источником инфицирования могут быть несоблюдение санитарных правил в технологическом процессе, объекты внешней среды, в частности почва или вода, если она не отвечает требованиям к качеству питьевой воды. Источником заражения могут быть инвентарь, оборудование, руки работников предприятия, насекомые и грызуны.

Важнейшим звеном в системе профилактических мероприятий по предупреждению контаминации продуктов сапрофитами и исключению распространения инфекционных заболеваний является микробиологическое исследование, которое позволяет гарантировать санитарное благополучие продовольственного сырья и вырабатываемой из него продукции. В задачу микробиологического контроля входят быстрое обнаружение и выявление путей проникновения в производство микроорганизмов-вредителей, очагов их распространения и степени размножения на отдельных этапах технологического процесса, а также выработка мер по предотвращению их развития и активному уничтожению.

Микробиологический контроль проводится в заводских лабораториях систематически. Он осуществляется на всех этапах технологического процесса, начиная с сырья и кончая готовой продукцией, в соответствии с государственными стандартами, техническими условиями, инструкциями, правилами, методическими указаниями и другой нормативной документацией, разрабатываемой для каждой отрасли пищевой промышленности. Для отдельных пищевых производств имеются свои схемы микробиологического контроля, в которых определены его объекты, точки отбора проб, периодичность контроля с указанием микробиологического показателя, который необходимо определить, приводятся допустимые нормы.

Качество готовой продукции, в том числе и по микробиологическим показателям, должно отвечать требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов».

Микробиологический контроль будет действенным и будет способствовать значительному улучшению работы предприятия только в том случае, если он осуществляется одновременно с санитарно-гигиеническим контролем.

Назначение санитарно-гигиенического контроля – обнаружение патогенных микроорганизмов. Возможное их присутствие устанавливают по наличию санитарно-показательных микроорганизмов. Контроль включает проверку чистоты воды, воздуха производственных помещений, пищевых продуктов, санитарного состояния технологического оборудования, инвентаря, тары, гигиенического состояния обслуживающего персонала (чистота рук, одежды и др.). Он проводится как в микробиологической лаборатории предприятия, так и санитарно-эпидемиологическими станциями по утвержденным методикам.

Контроль пищевых продуктов. Для микробиологической оценки качества отдельных групп пищевых продуктов используются показатели, перечисленные в соответствующих разделах СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов». Показатели определяются по соответствующим методикам, приведенным в нормативных документах: государственных стандартах, методических указаниях, инструкциях.

Практически все объекты контроля проходят проверку на содержание количества мезофильных, аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов – КМАФАнМ (этот показатель еще называют «общее микробное число» – ОМЧ), на наличие бактерий группы кишечной палочки (БГКП; колиформы), патогенных бактерий, в том числе сальмонелл, дрожжей, плесеней.

В некоторых производствах, например хлебопекарном, консервном, сахарном, используются дополнительные микробиологические показатели, отражающие специфические особенности конкретного производства. Например, в овощных консервах, животных и растительных жирах, в продукции предприятий общественного питания определяют наличие сульфитредуцирующих клостридий, в крупах – наличие *Bacillus cereus*, в минеральных и бутилированных водах – *Pseudomonas aeruginosa*, в яйцепродуктах – бактерий рода *Proteus* и др. Для их учета используют специальные методики и методические приемы, описанные в нормативной документации.

Показатель наличия КМАФАнМ учитывает общее количество микробных клеток в 1 г продукта. Определяют его в основном чашечным методом. Выполнение анализа включает четыре этапа: приготовление ряда разведений из отобранных проб, посев приготовленных разведений на плотную питательную среду – мясопептонный агар (МПА), инкубирование посевов в термостате при 25-30°C в течение 24 - 48 ч, подсчет выросших колоний и пересчет результатов на 1 г продукта.

Следует иметь в виду, что полученные этим методом результаты будут меньше истинного содержания микроорганизмов в продукте, так как в этом случае учитываются только сапрофитные мезофильные бактерии – аэробы и факультативные анаэробы. Термофильные, психрофильные и патогенные бактерии не растут при этих условиях и, следовательно, не могут быть учтены. Однако их можно не учитывать и ошибкой анализа пренебречь, поскольку основными возбудителями порчи пищевых продуктов служат мезофильные формы.

Чем выше показатель КМАФАнМ (ОМЧ), тем больше вероятность попадания в исследуемый объект патогенных микроорганизмов – возбудителей инфекционных заболеваний и пищевых отравлений. Обычно в 1 г продукта, не прошедшего термической обработки, содержится не более ста тысяч сапрофитных мезофильных

бактерий. Если же их количество превышает 1 млн, то стойкость готового продукта при хранении снижается и его употребление может нанести вред здоровью человека.

Показатель наличия БГКП определяет массу продукта, в которой не допускается присутствие бактерий исследуемой группы. Методы определения БГКП основаны на способности бактерий группы кишечной палочки сбраживать лактозу до кислоты и газа. Как правило, исследование на наличие БГКП ограничивают проведением так называемой первой бродильной пробы.

Бродильную пробу осуществляют путем посева в колбы со специальной накопительной средой (среда Кесслера с лактозой, среда Коха и др.) различных объемов или навесок исследуемого объекта – 1,0; 0,1; 0,01; 0,001 мл (г). Колбы с посевами инкубируют в термостате при 37 °С в течение 24 ч, а затем отмечают те, в которых происходит рост микроорганизмов, что проявляется в помутнении среды, образовании газа и изменении ее цвета. При отсутствии перечисленных признаков объект контроля считают не загрязненным БГКП. При их выявлении вычисляют степень загрязненности материала по специальным таблицам и сравнивают полученные результаты с существующими нормами.

Другой метод выявления и определения БГКП основан на высеве определенного количества продукта в жидкие среды накопления (среда Кесслера, среда Коха), инкубировании посевов и подтверждении принадлежности выросших микроорганизмов по морфологическим и биохимическим признакам к бактериям этой группы.

1.2 Контроль при подготовке оборудования

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

Под санитарной обработкой подразумевается в первую очередь механическая очистка рабочих поверхностей от остатков пищевых продуктов, затем тщательная мойка горячей водой с применением моющих средств, дезинфекция и заключительное, тщательное промывание горячей водой до полного удаления дезинфицирующего средства. Дезинфекция необходима для уничтожения оставшихся после мойки микроорганизмов.

После санитарной обработки проводят обязательный санитарно-гигиенический контроль качества мойки и дезинфекции оборудования, инвентаря, тары. Контроль включает определение общего микробного числа и присутствие БГКП в смывах. Смывы берут стерильным тампоном с помощью стерильных нержавеющей металлических трафаретов с определенной площади поверхности оборудования либо со всей поверхности мелкого инвентаря. Трафареты прикладывают к проверяемой поверхности и площадь квадрата протирают стерильным ватным тампоном, смоченным в стерильной воде из пробирки. Затем тампон погружают в эту же пробирку, тщательно встряхивают ее содержимое и высевают 1 см³ смыва на мясопептонный агар в чашку Петри. После выдерживания посевов в термостате при 30 °С в течение 24—48 ч определяют ОМЧ в пересчете на 1 см² проверяемой поверхности.

В пробирки с остатками смыва добавляют, не извлекая ватного тампона, такое же количество элективной жидкой питательной среды для БГКП (например, среды Кода или Кесслера). Содержимое пробирки тщательно встряхивают и помещают в термостат с

температурой 37 °С на 24 ч. По истечении суток посеvy проверяют и отмечают те, в которых изменился цвет среды, она помутнела и в ней образовались газы. Эти признаки свидетельствуют о присутствии БГКП в смывах.

В смывах хорошо подготовленного оборудования показатель ОМЧ и содержание БГКП не должны превышать их количеств в чистой воде, используемой для мытья.

Контроль качества мойки и дезинфекции трубопроводов, рукавов, шлангов и других труднодоступных мест с помощью трафарета осуществить невозможно. В этом случае качество подготовки оборудования и инвентаря определяют по чистоте последней промывной воды. Ее пробу отбирают в стерильную колбу и сеют для определения ОМЧ и БГКП. Значения этих показателей также не должны отличаться от соответствующих показателей воды, применяемой в производстве. В противном случае качество подготовки оборудования и инвентаря считается неудовлетворительным.

Вопросы для самоконтроля

- 1) Микробиологический контроль сырья и целевых продуктов.
- 2) Контроль при подготовке оборудования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. Голубев, В.Н. Пищевая биотехнология / В.Н. Голубев, И.Н. Жиганов. – М: ДеЛипринт, 2001. – 123 с.
2. Ильяшенко, Н.Г. Микробиология пищевых производств / Н.Г. Ильяшенко, Е.А. Бетева, Т.В. Пичугина, А.В. Ильяшенко. – М.: КолосС, 2008. – 412 с.
3. Пищевая биотехнология. Кн. 2. Переработка растительного сырья/ Под ред. И.М. Грачевой. – М.: КолосС, 2008.-472 с.

Дополнительная

1. Биотехнология: свершения и надежды: Пер. с англ./Под ред В. Г. Дебабова.— М.: Мир, 1987. – 411 с
2. Биотехнология. Принципы и применение: Пер с англ. /Под.ред. И. Хиггинса, Д. Беста и Дж. Джонса. – М: Мир, 1988. – 480 с.
3. Блинов, В.А. Общая биотехнология. Курс лекций, Ч. 1. / В.А. Блинов;ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов: СГАУ, 2003. – 161 с.
4. Блинов, В.А. Общая биотехнология. Курс лекций, Ч. 2. / В.А. Блинов;ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов: СГАУ, 2004. – 144 с.
5. Волова, Т.Г. Биотехнология (монография) / Т.Г. Волова. – Новосибирск: Изд-во Сибирского отделения Российской Академии наук, 1999. – 252 с.

Лекция 2

ПАТОГЕННЫЕ МИКРООРГАНИЗМЫ И ИХ ОСОБЕННОСТИ

2.1 Возбудители кишечных инфекций

Среди посторонних микроорганизмов, попадающих в пищевое производство, могут встречаться и патогенные, вызывающие тяжелые инфекционные заболевания и пищевые отравления.

П а т о г е н н о с т ь – это потенциальная способность определенного вида микроорганизмов приживаться в макроорганизме, размножаться в нем и вызывать определенное заболевание. Она является постоянным видовым признаком болезнетворных микроорганизмов.

Для сравнения и оценки патогенности возбудителей того или иного заболевания предложено понятие **вирулентности**, которое характеризует степень болезнетворного действия микроорганизма. Вирулентность не является видовым (постоянным) признаком конкретного микроорганизма. Под влиянием условий внешней среды (воздействие света, химических веществ, высушивание и др.) она может быть повышена, понижена и даже утеряна. Искусственное понижение вирулентности патогенных микробов широко используют при изготовлении вакцин, применяемых для профилактики ряда инфекционных заболеваний. Вирулентность микроорганизмов присуща только живым, активно функционирующим клеткам.

Почти все возбудители заболеваний по отношению к организму-хозяину (человек, животное, растение) являются паразитами. Патогенные микроорганизмы вырабатывают ядовитые вещества – **токсины**, поэтому их называют токсигенными. Токсины обуславливают болезненные процессы в организме человека и животных. Поступая в кровь и лимфу, они поражают внутренние органы и вызывают отравление организма различной степени тяжести. Токсины подразделяются на экзо- и эндотоксины.

Экзотоксины выделяются во внешнюю среду только живыми микроорганизмами при развитии их в макроорганизме или в пищевых продуктах. Экзотоксины вырабатывают только грамполо-жительные бактерии. К ним относятся токсины, вырабатываемые золотистым стафилококком, возбудителями ботулизма, столбняка. Экзотоксины имеют белковую природу и, как правило, неустойчивы к высоким температурам – разрушаются при 60 ... 80 °С в течение 10 ... 60 мин. Исключение составляют ботулинический, стафилококковый и некоторые другие экзотоксины, выдерживающие кипячение в течение нескольких минут.

Экзотоксины очень ядовиты. Например, человек погибает от 0,00025 г столбнячного токсина, что в 20 раз меньше смертельной дозы яда кобры и в 150 раз меньше смертельной дозы стрихнина.

Они строго специфичны, т. е. определенный токсин поражает определенные органы или ткани организма. Так, столбнячный токсин, типичный нервный яд, поражает двигательные нервные клетки, дифтерийный токсин повреждает надпочечники и мышцу сердца.

Макроорганизм иногда в качестве ответной реакции способен вырабатывать антитоксины, снижающие ядовитое действие экзотоксинов.

Эндотоксины прочно связаны с микробной клеткой, при жизни микроорганизма они не выделяются во внешнюю среду и высвобождаются только после их гибели. Вырабатывают их только грам-отрицательные бактерии, например сальмонеллы – возбудители брюшного тифа и паратифов, а также условно-патогенные микроорганизмы, в том числе некоторые разновидности кишечной палочки и протей. Эндотоксины представляют собой липополисахаридный комплекс, входящий в состав липополисахаридного слоя клеточной стенки бактерий.

Эндотоксины в отличие от экзотоксинов более устойчивы к высокой температуре. Некоторые из них выдерживают кипячение и автоклавирование при 120 °С в течение 30 мин. Они не обладают такой строгой специфичностью действия на организм, как экзотоксины, и вызывают общие признаки отравления: головную боль, слабость, одышку, повышение температуры тела и др. Воздействие эндотоксинов на макроорганизм более слабое, чем у экзотоксинов.

Заболевания, связанные с употреблением пищевых продуктов, инфицированных патогенными или условно-патогенными микроорганизмами, называются алиментарными. Загрязнение пищевых продуктов такими микроорганизмами может происходить через руки персонала пищевых предприятий, бацилло-, бактерио- и вирусоносителей, через воздух производственных помещений, 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 патогенными микроорганизмами, полученными от больных животных.

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

Пищевые инфекции. Это заболевания, при которых пищевые продукты являются только передатчиками патогенных микроорганизмов, при этом микроорганизмы в продуктах не размножаются, но могут в течение длительного времени сохранять в них жизнеспособность и вирулентность. Для развития заболевания достаточно содержания в продукте небольшого количества клеток его возбудителя, которые, попав в макроорганизм, начинают активно размножаться.

2.1 Меры борьбы с пищевыми инфекциями и их профилактика

Причиной пищевых заболеваний чаще всего являются использование недоброкачественного сырья, нарушение санитарных правил и технологического режима изготовления продукта, а также сроков и температурных режимов хранения, транспортировки и реализации продукции.

Для предотвращения возникновения пищевых заболеваний важнейшими профилактическими мерами должны стать:

- строгое соблюдение санитарно-гигиенического режима на предприятии;

- выполнение гигиенических требований к содержанию помещения, оборудования, инвентаря, посуды и тары; периодическая санитарная обработка хранилищ, холодильных камер, тары и др.;

- соблюдение санитарных правил с целью предотвращения инфицирования микроорганизмами перерабатываемого сырья и полупродуктов, соблюдение технологического режима подготовки сырья, соблюдение условий хранения, транспортировки и реализации продукта, исключающих повторное обсеменение и размножение в них микроорганизмов; систематическая борьба с грызунами и насекомыми; постоянное проведение санитарно-просветительской работы среди персонала предприятия, строгое соблюдение персоналом правил личной гигиены, повышение санитарной культуры;

- периодическое медицинское обследование работников, соприкасающихся с пищевыми продуктами, отстранение от работы бациллоносителей, лиц с гнойничковыми поражениями кожи, катаром верхних дыхательных путей и другими заболеваниями;

выпуск продукции, фасованной в потребительскую тару на промышленном предприятии, что исключит ее вторичную контаминацию;

систематический санитарно-микробиологический контроль перерабатываемого сырья, полупродуктов, готовой продукции, санитарного состояния технологического оборудования и инвентаря.

Вопросы для самоконтроля

- 1) Определение патогенности и вирулентности.
- 2) Пищевые инфекции.
- 3) Профилактика пищевых инфекций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. Голубев, В.Н. Пищевая биотехнология / В.Н. Голубев, И.Н. Жиганов. – М: ДеЛипринт, 2001. – 123 с.

Дополнительная

1. Биотехнология: свершения и надежды: Пер. с англ./Под ред В. Г. Дебабова. — М.: Мир, 1987. – 411 с
2. Биотехнология. Принципы и применение: Пер с англ. /Под.ред. И. Хиггинса, Д. Беста и Дж. Джонса. — М: Мир, 1988. —480 с.
3. Блинов, В.А. Общая биотехнология. Курс лекций, Ч. 1. / В.А. Блинов;ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов: СГАУ, 2003. – 161 с.
4. Блинов, В.А. Общая биотехнология. Курс лекций, Ч. 2. / В.А. Блинов;ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов: СГАУ, 2004. – 144 с.
5. Блинов, В.А. ЭМ-курунга - новый кисломолочный продукт (монография). /В.А. Блинов, Е.А. Суржина, С.Н. Буршина;ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов: «Саратовский источник», 2005. – 56 с.
6. Волова, Т.Г. Биотехнология (монография) / Т.Г. Волова. – Новосибирск: Изд-во Сибирского отделения Российской Академии наук, 1999. – 252 с.

Лекция 3

САНИТАРНО-ПОКАЗАТЕЛЬНЫЕ МИКРООРГАНИЗМЫ

3.1 Бактерии группы кишечной палочки

Непосредственное выявление патогенных микроорганизмов в естественных субстратах, в том числе и в пищевых продуктах, связано с большими трудностями, главным образом из-за их небольшой концентрации. В связи с этим кроме прямых методов обнаружения патогенных микроорганизмов применяют косвенные, позволяющие установить факт загрязнения исследуемых объектов выделениями человека и теплокровных животных. Индикатором такого загрязнения служат так называемые санитарно-показательные микроорганизмы.

Санитарно-показательные микроорганизмы постоянно обитают на слизистых и кожных покровах тела человека и с его выделениями поступают во внешнюю среду. Поскольку подавляющее большинство патогенных микробов попадает во внешнюю среду с выделениями, то обнаружение в объекте сопутствующих им специфических для этих выделений постоянных обитателей слизистых и кожных покровов тела человека может служить сигналом санитарного неблагополучия и потенциальной опасности объекта. Например, выявление бактерий, специфичных для кишечных выделений, – кишечной палочки и энтерококка – косвенно указывает на возможность присутствия возбудителей кишечных инфекций (дизентерии, брюшного тифа и др.).

В качестве показателя фекального загрязнения пищевых продуктов и различных объектов окружающей среды используются бактерии группы кишечной палочки (БГКП, колиформные). В группу кроме *Escherichia coli* входят бактерии других родов семейств *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Klebsiella*, *Serratia*, которые также встречаются в кишечнике человека и теплокровных животных, но в отличие от *E. coli* имеют более широкий ареал распространения. Некоторые виды этих микроорганизмов обитают в почве, воде, на растениях. Истинная (фекальная) кишечная палочка считается показателем свежего фекального загрязнения и отличается от других БГКП своими биохимическими свойствами. Одним из них является способность сбраживать углеводы при повышенной температуре – 44...45 °С.

Для некоторых пищевых продуктов содержание БГКП нормировано СанПиН. На отдельные виды продуктов разработаны рекомендации в виде ведомственных инструкций или указаний, используемые в практической работе.

Допустимое содержание БГКП выражается или в виде «титра БГКП» (колититр) или в виде «индекса БГКП» (колииндекс).

Титр БГКП – это минимальное количество (масса или объем) продукта, в котором БГКП должны отсутствовать. Чем меньше величина колититра, тем опаснее данный объект в эпидемиологическом отношении.

Индекс БГКП – это количество бактерий в единице объема или массы продукта. Чем больше величина этого показателя, тем опаснее продукт.

Выявление БГКП при обследовании предприятия свидетельствует о низком санитарном состоянии объекта.

3.2 Стафилококки и гемолитические стрептококки

Гемолитические стрептококки и стафилококки, постоянно обитающие на слизистых оболочках полости рта и верхних дыхательных путей, также являются санитарно-показательными. Их присутствие указывает на обсемененность воздушной среды, предметов и

продуктов микроорганизмами, среди которых могут быть возбудители ангины, коклюша, туберкулеза и других инфекций, попадающие в нее при кашле, разговоре» чиханьи.

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.

Вопросы для самоконтроля

- 1) Перечислите БГКП.
- 2) Опасность гемолитических кокков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. Голубев, В.Н. Пищевая биотехнология / В.Н. Голубев, И.Н. Жиганов. – М: ДеЛипринт, 2001. – 123 с.
2. Ильяшенко, Н.Г. Микробиология пищевых производств / Н.Г. Ильяшенко, Е.А. Бетева, Т.В. Пичугина, А.В. Ильяшенко. – М.: КолосС, 2008. – 412 с.
3. Пищевая биотехнология. Кн. 2. Переработка растительного сырья/ Под ред. И.М. Грачевой. – М.: КолосС, 2008.-472 с.

Дополнительная

1. Биотехнология: свершения и надежды: Пер. с англ./Под ред В. Г. Дебабова.— М.: Мир, 1987. – 411 с
2. Биотехнология. Принципы и применение: Пер с англ. /Под.ред. И. Хиггинса, Д. Беста и Дж. Джонса. – М: Мир, 1988. – 480 с.
3. Блинов, В.А. Общая биотехнология. Курс лекций, Ч. 1. / В.А. Блинов;ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов: СГАУ, 2003. – 161 с.
4. Блинов, В.А. Общая биотехнология. Курс лекций, Ч. 2. / В.А. Блинов;ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов: СГАУ, 2004. – 144 с.
5. Волова, Т.Г. Биотехнология (монография) / Т.Г. Волова. – Новосибирск: Изд-во Сибирского отделения Российской Академии наук, 1999. – 252 с.

Лекция 4

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ И САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

4.1 Контроль качества сырья и добавок

Микробиологический контроль перерабатываемого сырья и полуфабрикатов проводится так же, как и готового продукта, получаемого из этого сырья. В особых случаях дополнительные показатели могут быть указаны в сертификате качества сырья или определены дополнительно в связи со спецификой производства.

Контроль воды. Для санитарно-гигиенической оценки воды пользуются следующими микробиологическими показателями: общее микробное число (ОМЧ), общие колиформные бактерии (ОКБ) и термотолерантные колиформные бактерии (ТКБ).

Показатель ОМЧ учитывает количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, содержащихся в 1 см³ воды. Его определяют чашечным методом, и его значение для воды централизованных систем питьевого водоснабжения согласно СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества» не должно превышать 50 КОЕ/см³.

Под термином «общие колиформные бактерии» понимают общее содержание граммотрицательных, оксидазоотрицательных, не образующих спор палочек, способных расти на дифференциальных лактозных средах, ферментирующих лактозу до кислоты, альдегида и газа при температуре 37 °С в течение 24 ... 48 ч.

Для определения ОКБ применяют два метода: метод фильтрации на мембранных фильтрах с последующим выращиванием посевов на дифференциальной среде и идентификации колоний по культуральным и биохимическим свойствам и титрационный метод. Титрационным методом пользуются при отсутствии материалов и оборудования, необходимых для выполнения анализа методом мембранной фильтрации, при анализе воды с большим содержанием взвешенных частиц, в случае преобладания в воде посторонних микроорганизмов, препятствующих получению на фильтрах изолированных колоний.

4.2 Контроль качества конечного продукта

Для микробиологической оценки качества отдельных групп пищевых продуктов используются показатели, перечисленные в соответствующих разделах СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов». Показатели определяются по соответствующим методикам, приведенным в нормативных документах: государственных стандартах, методических указаниях, инструкциях.

Практически все объекты контроля проходят проверку на содержание количества мезофильных, аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов – КМАФАнМ (этот показатель еще называют «общее микробное число» – ОМЧ), на наличие бактерий группы кишечной палочки (БГКП; колиформы), патогенных бактерий, в том числе сальмонелл, дрожжей, плесеней.

В некоторых производствах, например хлебопекарном, консервном, сахарном, используются дополнительные микробиологические показатели, отражающие специфические особенности конкретного производства. Например, в овощных консервах, животных и растительных жирах, в продукции предприятий общественного питания определяют наличие сульфитредуцирующих

кловидий, в крупах – наличие *Bacillus cereus*, в минеральных и бутилированных водах – *Pseudomonas aeruginosa*, в яйцепродуктах — бактерий рода *Proteus* и др. Для их учета используют специальные методики и методические приемы, описанные в нормативной документации.

Показатель наличия КМАФАнМ учитывает общее количество микробных клеток в 1 г (см³) продукта. Определяют его в основном чашечным методом. Выполнение анализа включает четыре этапа: приготовление ряда разведений из отобранных проб, посев приготовленных разведений на плотную питательную среду – мясопептонный агар (МПА), инкубирование посевов в термостате при 25...30°C в течение 24 ... 48 ч, подсчет выросших колоний и пересчет результатов на 1 г или 1 см³ продукта.

Следует иметь в виду, что полученные этим методом результаты будут меньше истинного содержания микроорганизмов в продукте, так как в этом случае учитываются только сапрофитные мезофильные бактерии – аэробы и факультативные анаэробы. Термофильные, психрофильные и патогенные бактерии не растут при этих условиях и, следовательно, не могут быть учтены. Однако их можно не учитывать и ошибкой анализа пренебречь, поскольку основными возбудителями порчи пищевых продуктов служат мезофильные формы.

Чем выше показатель КМАФАнМ (ОМЧ), тем больше вероятность попадания в исследуемый объект патогенных микроорганизмов – возбудителей инфекционных заболеваний и пищевых отравлений. Обычно в 1 г продукта, не прошедшего термической обработки, содержится не более ста тысяч сапрофитных мезофильных бактерий. Если же их количество превышает 1 млн, то стойкость готового продукта при хранении снижается и его употребление может нанести вред здоровью человека.

Принципиальная схема микробиологического анализа пищевых продуктов приведена на рис. 6.1.

Показатель наличия БГКП определяет массу продукта, в которой не допускается присутствие бактерий исследуемой группы. Методы определения БГКП основаны на способности бактерий группы кишечной палочки сбраживать лактозу до кислоты и газа. Как правило, исследование на наличие БГКП ограничивают проведением так называемой первой бродильной пробы.

Бродильную пробу осуществляют путем посева в колбы со специальной накопительной средой (среда Кесслера с лактозой, среда Коха и др.) различных объемов или навесок исследуемого объекта – 1,0; 0,1; 0,01; 0,001 мл (г). Колбы с посевами инкубируют в термостате при 37 °C в течение 24 ч, а затем отмечают те, в которых происходит рост микроорганизмов, что проявляется в помутнении среды, образовании газа и изменении ее цвета. При отсутствии перечисленных признаков объект контроля считают не загрязненным БГКП. При их выявлении вычисляют степень загрязненности материала по специальным таблицам и сравнивают полученные результаты с существующими нормами.

Другой метод выявления и определения БГКП основан на высеве определенного количества продукта в жидкие среды накопления (среда Кесслера, среда Коха), инкубировании посевов и подтверждении принадлежности выросших микроорганизмов по морфологическим и биохимическим признакам к бактериям этой группы.

Вопросы для самоконтроля

- 1) Контроль качества питьевой воды.
- 2) Микробиологический контроль готовых продуктов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. Голубев, В.Н. Пищевая биотехнология / В.Н. Голубев, И.Н. Жиганов. – М: ДеЛипринт, 2001. – 123 с.
2. Ильяшенко, Н.Г. Микробиология пищевых производств / Н.Г. Ильяшенко, Е.А. Бетева, Т.В. Пичугина, А.В. Ильяшенко. – М.: КолосС, 2008. – 412 с.
3. Пищевая биотехнология. Кн. 2. Переработка растительного сырья/ Под ред. И.М. Грачевой. – М.: КолосС, 2008.-472 с.

Дополнительная

1. Биотехнология: свершения и надежды: Пер. с англ./Под ред В. Г. Дебабова.— М.: Мир, 1987. – 411 с
2. Биотехнология. Принципы и применение: Пер с англ. /Под.ред. И. Хиггинса, Д. Беста и Дж. Джонса. – М: Мир, 1988. – 480 с.
3. Блинов, В.А. Общая биотехнология. Курс лекций, Ч. 1. / В.А. Блинов;ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов: СГАУ, 2003. – 161 с.
4. Блинов, В.А. Общая биотехнология. Курс лекций, Ч. 2. / В.А. Блинов;ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов: СГАУ, 2004. – 144 с.
5. Волова, Т.Г. Биотехнология (монография) / Т.Г. Волова. – Новосибирск: Изд-во Сибирского отделения Российской Академии наук, 1999. – 252 с.

Лекция 5

МИКРОБИОЛОГИЯ БРОДИЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

5.1 Микробиологические аспекты производства спирта

При производстве этилового спирта используют дрожжи – возбудители спиртового брожения и мицелиальные грибы – продуценты гидролитических ферментов, обуславливающих гидролиз крахмала, декстринов, белков и некрахмальных полисахаридов.

Дрожжи. Этиловый спирт получают с помощью дрожжей класса *Ascomycetes*, в основном вида *Saccharomyces cerevisiae* и некоторых рас вида *Schizosaccharomyces pombe*. Основной способ размножения дрожжей *S. cerevisiae* в производственных условиях – почкование, а *S. pombe* – деление. Дрожжи, применяемые в спиртовом производстве, должны обладать высокой скоростью размножения, высокой бродильной активностью, глубоко выбраживать субстраты; они должны быть устойчивы к высоким концентрациям сахара и спирта, продуктам собственного обмена веществ, воздействию посторонних микроорганизмов и продуктов их метаболизма, повышенным температурам, высокой кислотности среды и переносить обработку серной кислотой в процессе очистки их от посторонних микроорганизмов.

Сырье, используемое в производстве спирта, предъявляет к дрожжам свои требования. Так, дрожжи для переработки крахмалистого сырья должны сбраживать содержащиеся в нем моно- и дисахариды с образованием в среде сравнительно высокой концентрации спирта. Для сбраживания мелассы они должны переносить высокие концентрации солей и сухих веществ, содержащихся в сусле, полностью сбраживать раффинузу.

При выделении дрожжей из зрелой бражки и использовании их в хлебопекарном производстве они должны отвечать требованиям, предъявляемым к хлебопекарным дрожжам по стойкости при хранении, подъемной силе, зимазной и мальтазной активностям.

По морфологическим свойствам расы дрожжей для производства спирта из крахмалосодержащего сырья и из мелассы одинаковы. Однако они различаются по биохимическим свойствам. В связи с этим при переработке крахмалосодержащего сырья используют одни расы, а при использовании мелассы или других сахаросодержащих материалов – другие.

В последние годы ряд фирм предлагает для использования в производстве спирта сушеные дрожжи *S. cerevisiae*, применяемые, как правило, в качестве хлебопекарных, а также при производстве пива и спирта. По данным производителей, эти дрожжи сохраняют высокую стабильность при сушке, устойчивы к повышенным температурным режимам при сбраживании зернового сусла, к воздействию посторонних микроорганизмов, спиртоустойчивы (выдерживают 14 об.% спирта), отличаются высокой скоростью роста.

Исследованиями, проведенными во ВНИИПБТ, было выявлено, что испытанные сушеные дрожжи уступают по бродильной активности и термотолерантности спиртовым дрожжам 985Т. Они не позволяют достичь необходимой полноты сбраживания зернового сырья при повышенной температуре. По технологическим показателям бражки и качеству получаемого спирта они также уступают дрожжам промышленной термотолерантной расы 985Т.

Использование сушеных дрожжей целесообразно на спиртовых заводах в качестве оперативного средства в тех случаях, когда требуется срочная замена дрожжей в производстве, но нет условий для разведения чистой культуры.

5.2 Характеристика микроорганизмов-контаминантов

Зерно. На поверхности зерна злаков всех видов находится большое количество разнообразных микроорганизмов. Они попадают на поверхность зерен с частичками пыли во время их роста и созревания, затем с частичками почвы во время сбора урожая, при транспортировке и хранении в зернохранилищах. Среди микроорганизмов зерновых масс могут быть так называемые **фитопатогенные** и **эпифитные** микроорганизмы. К фитопатогенным мицелиальным грибам, вызывающим микозы злаковых растений в процессе их **роста** относятся *Tilletia tritici*, *Ustilago tritici*, вызывающие соответственно твердую и пыльную головню пшеницы, вызывает пузырчатую головню кукурузы, *Fusarium graminearum* – фузариоз пшеницы, ржи, ячменя, овса, кукурузы, возбудитель спорыньи зерна. Микозы ухудшают качество зерна, придают ему ядовитые свойства. Головневые грибы продуцируют в растениях-хозяевах огромное количество спор, покрытых плотной оболочкой, защищающей спору от губительного воздействия температуры, обезвоживания, солнечной радиации и др. Споры разных видов головневых грибов могут сохранять жизнеспособность десятки лет. Склеротии спорыньи в виде рожков темно-фиолетового цвета ввиду их ядовитых свойств относят к вредной примеси зерна. Зерно, пораженное *Fusarium graminearum*, не только теряет массу, но и часто приобретает токсические свойства. Токсины, образуемые грибом, очень устойчивы к внешним воздействиям и могут переносить нагревание до 200 °C. Кроме фитопатогенных микроорганизмов на поверхности зерна находятся эпифитные микроорганизмы — неспорообразующие (*Erwinia herbicola*, *Pseudomonas fluorescens*, виды родов *Lactobacillus* и *Leuconostoc*, *Acetobacter* и др.) и спорообразующие бактерии (*Bacillus subtilis*, *Bacillus mycoides*, виды рода *Clostridium*), многие факультативно-анаэробные гнилостные бактерии (*Proteus vulgaris*) и др., мицелиальные грибы и дрожжи. Для спиртового производства особенно опасными микроорганизмами зерна являются спорообразующие бактерии, как аэробные, так и анаэробные, чаще всего это маслянокислые. При разваривании зерна в разварниках некоторые особенно устойчивые споры не погибают и в дальнейшем могут размножаться в осахаренной массе и вызывать ее скисание. Основная масса неспорообразующих бактерий, а также спор грибов при разваривании погибает, бактерии из группы гнилостных и споры грибов, случайно оставшиеся жизнеспособными, в кислой среде и анаэробных условиях размножаться не могут.

Среди мицелиальных грибов-эпифитов различают «полевые грибы» (так называемые «полевые плесени») и «хранилищные грибы» («плесени хранения»). К полевым грибам, содержащимся на созревающем и свежесобранном зерне и развивающимся на относительно увлажненном зерне, относятся в основном несовершенные грибы родов *Alternaria*, *Helminthosporium*, *Fusarium*, *Dematium* и др. К типичным «плесеням хранения», обнаруживающимся на хранящемся зерне, относятся грибы родов *Aspergillus*, *Penicillium*, *Rhizopus* и некоторые другие. Указанная группа грибов чаще развивается на относительно сухих субстратах (при критической и ниже критической влажности зерна). Кроме малой требовательности к влаге «плесени хранения» отличаются высокой ферментативной активностью и способностью развиваться в широком диапазоне температур. Большинство из них находятся в

неактивном состоянии, другие слабо размножаются. Важнейшими условиями, способствующими развитию микроорганизмов при хранении зерна, являются прежде всего влажность зерновой массы, присутствие воздуха в межзерновом пространстве, температура зерновой массы, состояние покровных тканей, количество и состав примесей и др. Под действием микроорганизмов зерно может приобретать различные посторонние запахи, не свойственные здоровому зерну: амбарный, гниlostный, плесенный, затхлый. **Амбарный запах** появляется в партиях свежесобранного зерна, хранящегося некоторое время без перемешивания и проветривания, и связан с протекающими в зерновой массе анаэробными процессами. **Гниlostный запах** может появиться в результате глубокого распада органических веществ и указывает на полную порчу зерна. Наиболее часто при развитии микроорганизмов в зерновой массе появляются **плесенный** и **затхлый** запахи. Эти запахи обусловлены развитием преимущественно представителей рода *Penicillium*. Процесс развития грибов можно приостановить сушкой, активным вентилированием или другими способами, но плесенный запах не исчезает, а переходит в затхлый. Затхлый запах очень стойкий и прочно удерживается зерном.

Для производства спирта опасны не все микроорганизмы, находящиеся на солоде. Сравнительно высокая температура осахаривания (60-62 °С), кислая реакция среды, анаэробные условия и образующийся при брожении этиловый спирт тормозят размножение одних и вызывают гибель других посторонних микроорганизмов. Наиболее вредны для производства кислотообразующие виды – гомо- и гетероферментативные молочнокислые бактерии. Они активно потребляют сахара, в результате обмена выделяют различные кислоты, неблагоприятно действующие на ферменты солода и дрожжевые клетки. Как уже упоминалось, на поверхности зерна злаков всех видов находится большое количество разнообразных микроорганизмов. Так, на поверхности одного зерна ячменя, взятого из зернохранилища, обнаружено около 1 млн различных микроорганизмов, а при благоприятных условиях для их размножения количество микроорганизмов значительно увеличивается.

Картофель. На поверхности картофельных клубней обнаружены самые разнообразные микроорганизмы, оставшиеся на коже вместе с частичками почвы. При хранении картофеля в соответствующих условиях влажности и температуры на неповрежденном эпидермисе большая часть микроорганизмов находится в неактивном состоянии и не размножается. Некоторые микроорганизмы могут отмереть, другие, особенно споры бактерий и плесневых грибов, сохраняются в жизнеспособном состоянии.

Состав поверхности картофельных клубней очень разнообразен и непостоянен, количество микроорганизмов тоже колеблется и зависит от характера и состава почвы, а также от климатических условий. Чаще всего встречаются споры и конидии грибов, аэробные спорообразующие бактерии *B. subtilis*, *B. mycoides*, споры различных видов маслянокислых бактерий, встречаются неспорообразующие гетеро- и гомоферментативные молочнокислые бактерии, представители группы кишечной палочки, гниlostные типа *B. proteus* и др.

На поврежденных клубнях картофеля количество микроорганизмов увеличивается. Мицелий паразитических и полупаразитических мицелиальных грибов прорастает во внутренние ткани картофельного клубня; бактерии также начинают усиленно размножаться, поскольку клеточный сок, вытекающий из поврежденных клеток ткани, служит хорошей питательной средой для различных микроорганизмов, и клубни начинают быстро портиться. Особенно быстро обсеменяется микроорганизмами за-

мороженный и потом оттаявший картофель. Количество микроорганизмов в 1 г такого картофеля исчисляется сотнями тысяч и миллионами. При переработке испорченного картофеля даже при высокой температуре разваривания большое количество микроорганизмов и их спор могут остаться жизнеспособными, в дальнейшем быстро размножиться в осахаренном сусле и нарушить процесс брожения.

Сусло. Развитие вредных микроорганизмов в сусле чаще происходит при использовании инфицированных осахаривающих материалов, остановках осахаривателей на срок более 2-3 ч, дефектах в устройстве аппаратов, насосов и коммуникаций, их небрежной мойке и нерегулярной дезинфекции. В этих случаях в сусле развиваются молочнокислые, маслянокислые и гнилостные бактерии, дрожжи, в труднодоступных местах могут прорасти мицелиальные грибы. При этом происходит отбор наиболее устойчивых видов микроорганизмов, способных выдерживать высокую температуру и воздействие антисептических средств. Неинфицированное сусло имеет титруемую кислотность в пределах 0,15 - 0,25.

Микроорганизмы воздуха

Спиртовое брожение – это процесс, идущий без участия кислорода воздуха, лишь сравнительно небольшое количество его вводят при размножении дрожжей. Количество микроорганизмов в воздухе и их качественный состав непостоянны и зависят от многих факторов.

В условиях спиртового производства могут размножаться далеко не все микроорганизмы, находящиеся в воздухе и попадающие в заторы и бродильные чаны. Особенно опасны молочнокислые бактерии, описанные выше. Бактерии этой группы часто находятся в воздухе. Кроме того, из него могут попадать в заторы и посторонние дрожжи. Однако ввиду специфичности технологии спиртового производства воаушная инфекция не имеет большого значения.

К вторичным источникам посторонних микроорганизмов относятся аппаратура и засевные дрожжи.

Микроорганизмы аппаратуры и трубопроводов

Основными источниками инфекции на заводе служат аппаратура и трубопроводы. При недостаточно тщательной мойке и дезинфекции аппаратуры и трубопроводов в них могут задерживаться остатки сырья, дрожжей, отбродившей бражки. При пропаривании аппаратуры и трубопроводов на поверхности из этих остатков образуется пленка из свернувшихся белков и слизи, которые защищают находящиеся во внутренних слоях микроорганизмы. Кроме того, некоторые виды гетероферментативных молочнокислых бактерий, например лейконосток, обладают способностью образовывать слизистую капсулу при росте на сахаристых средах, особенно содержащих сахарозу, т. е. в мелассных средах. Капсула защищает бактерии от неблагоприятных внешних воздействий: высокой температуры при пропаривании (есть данные, что для уничтожения капсульных форм необходима температура выше 100 °С) и дезинфицирующих средств. Микроорганизмы, оставшиеся в труднодоступных местах трубопроводов и в бродильных чанах, заражают поступающие порции свежего сусла или дрожжей в дрожжанках и дрожжегенераторах. Из аппаратуры в продуктовые линии и бродящий затор могут также попадать различные виды спорообразующих бактерий, так как споры очень устойчивы к воздействию высокой температуры и дезинфицирующих средств.

Вопросы для самоконтроля

1. Микроорганизмы сырья
2. Микроорганизмы воздуха
3. Микроорганизмы аппаратуры и трубопроводов

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. Ильяшенко, Н.Г. Микробиология пищевых производств / Н.Г. Ильяшенко, Е.А. Бетева, Т.В. Пичугина, А.В. Ильяшенко. – М.: КолосС, 2008. – 412 с.
2. Пищевая биотехнология. Кн. 2. Переработка растительного сырья/ Под ред. И.М. Грачевой. – М.: КолосС, 2008.-472 с.

Дополнительная

1. Кислухина, О.В. Ферменты в производстве пищи и кормов / О.В. Кислухина. – М.: ДеЛи принт, 2002. – 336 с.
2. Рогов, И.А. Пищевая биотехнология / И.А. Рогов, Л.В. Антипова, Г.П. Шуваева. Кн. 1. – М.: КолосС, 2004. – 440 с.

Лекция 6

МИКРООРГАНИЗМЫ-КОНТАМИНАНТЫ И ПУТИ ПОПАДАНИЯ ИХ В ПРОИЗВОДСТВА

Продовольственное сырье и пищевые продукты могут представлять опасность для человека, если они получены с нарушением санитарно-гигиенических правил при производстве и на этапах обращения произведенной продукции в результате инфицирования патогенными, токсигенными и сапрофитными микроорганизмами.

В постановлении Госкомэпиднадзора России № 27 от 24.10.96 г. определены требования, в соответствии с которыми не допускается наличие микроорганизмов, опасных для здоровья человека и животных, в продовольственном сырье и пищевых продуктах. Это постановление разработано на основании Закона РСФСР «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 19.04.91 г., «Основ законодательства РФ об охране здоровья граждан» от 22.07.93 г., Федерального закона «О внесении изменений и дополнений в Закон Российской Федерации "О защите прав потребителей"» и др.

Особое место занимают Санитарные правила и нормы (СанПиН) 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов», регламентирующие методы испытаний и оценку их результатов по нормативным показателям в процессе производственного, государственного и ведомственного контроля. СанПиН распространяются также на этапы создания и постановки на производство новых видов продуктов при их переработке, получении, хранении, транспортировке, закупке, ввозе в страну и реализации.

В целях гарантии качества выпускаемой продукции, ее безопасности за рубежом используется система критических контрольных точек Hazard Analysis Critical Control Point (НАССР) – методика контроля качества по анализу рисков в критических контрольных точках.

Характерная особенность этой системы – планомерный надзор и контроль пищевых продуктов при предварительном определении всех возможных факторов, связанных с полным циклом обращения с ними, начиная с условий выращивания и кончая исследованием готового продукта, контролем за его хранением, транспортировкой и реализацией.

В России активно внедряется международная система оценки качества производства GMP (ISO-стандарты) — Good Manufacturing Practices (International Organization For Standardization). Основная идея концепции состоит в том, чтобы качество продукта создавалось в процессе производства. Она существенно отличается от ранее применявшегося метода санитарно-гигиенического контроля и надзора, в котором основное внимание было уделено надзору лишь за конечным продуктом.

На пищевых предприятиях могут быть внешние (или внезаводские) и внутренние (или внутризаводские) источники инфекции. К внезаводским относятся сырье, вода и воздух. К внутризаводским источникам — воздух производственных помещений, производственная культура микроорганизма, технологическое оборудование, тара, руки, одежда, обувь персонала.

Посторонние микроорганизмы, попав в благоприятные условия производства, быстро размножаются и, если не принять меры по предотвращению их развития или для их уничтожения, быстро разносятся по всему предприятию.

Сырье. Одним из условий получения продукции высокого качества является доброкачественность сырья. Подробно о микроорганизмах, характерных для отдельных видов сырья, полуфабрикатов, а также вспомогательных материалов (сахар, соль, специи, ароматические травы и др.), об их происхождении и наносимом ими вреде будет изложено в специальной части учебника, посвященной конкретно каждому пищевому производству.

Вода. Вода является составной частью готовой продукции, растворителем, средством транспортировки и мойки сырья, оборудования, охладителем, теплоносителем, используется для поддержания необходимых санитарно-гигиенических условий в производственных помещениях и на территории предприятия, для получения пара и др. Требования к качеству воды для производственных нужд зависят от ее назначения.

Если вода входит в состав готовой продукции (безалкогольные напитки, пиво, вино и др.), то она должна быть прозрачной, 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 СанПиН 2.1.4. 1074-01 «Вода питьевая. Гигиенические требования к качеству централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества». При использовании микробиологически загрязненной воды в производство могут попасть и применяются коагулянты (обычно соли аммония и железа). При взаимодействии коагулянтов с содержащимися в воде карбонатами образуются гидроксиды алюминия и трехвалентного железа, выпадающие в осадок в виде хлопьев. Оседая, хлопья увлекают за собой взвеси и клетки микроорганизмов.

Второй этап состоит в фильтровании воды на песчаных фильтрах с кварцевым песком. При этом удаляются мелкие взвеси, не осевшие в процессе отстаивания. Третий этап — это обеззараживание профильтрованной воды, т. е. уничтожение оставшихся в ней микроорганизмов, среди которых могут быть и патогенные. Обеззараживание производят различными способами: фильтрованием через мелкопористые фильтры, облучением УФ-излучением, химическими дезинфицирующими веществами.

В качестве обеззараживающих современная промышленность предлагает довольно хорошие и производительные фильтры с размерами пор, меньшими, чем размеры бактериальных клеток. При использовании обеззараживающих фильтров важна хорошая подготовка воды на предшествующих этапах, так как в противном случае фильтр слишком быстро выйдет из строя.

При облучении воды УФ-лучами микроорганизмы погибают. Этот способ дает отличные результаты при соблюдении ряда условий, а именно: толщина облучаемого слоя должна быть небольшой, облучаемая вода должна быть бесцветной и не содержать мути. Кроме того, УФ-лампы следует периодически менять и контролировать их работу.

Для химической дезинфекции воды, как правило, используют хлор, диоксид хлора и озон.

При введении в воду газообразного хлора (хлорирование) образуется хлорноватистая кислота. Она разлагается на соляную кислоту (HCl) и атомарный кислород, убивающий микроорганизмы в результате окисления структурных элементов клеточных мембран. Этот способ 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.

Наиболее полно удовлетворяют оптимальным требованиям СанПиН воды из природных подземных источников — артезианские и родниковые. Их можно использовать без предварительной очистки.

Воду из открытых водоемов подвергают специальной обработке на водоочистительных станциях. Первый этап состоит в отстаивании воды в специальных бассейнах (отстойники) для удаления взвесей, осветления, обесцвечивания, удаления нежелательных привкусов и запахов, обессоливания и др. Для ускорения отстаивания и более эффективного осветления и обесцвечивания воды достаточно дешев, но при его применении образуются вредные вещества — хлорфенолы, три-галогенметаны и др., особенно если вода содержит органические вещества.

Использование для обеззараживания воды диоксида хлора имеет ряд преимуществ, а именно: при этом не происходит изменения вкусовых качеств воды, образуется меньше вредных

веществ. Применение диоксида хлора безопасно, так как это нестабильный газ, получаемый из соляной кислоты и гипохлорита натрия и сразу же дозируемый в воду.

Озонирование воды используется пока очень ограниченно, несмотря на надежность и экологическую чистоту метода. Это связано с тем, что озон получают из воздуха с помощью электрических разрядов, что требует больших материальных затрат.

В ряде процессов с успехом может использоваться непитьевая вода (для охлаждения оборудования, транспортирования некоторых видов сырья, отходов и др.). Так, 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 (картофель, сахарная свекла, зерно и др.) и тары с целью экономии чистой воды, сокращения количества сточных вод и моющих препаратов используют оборотную воду. Перед повторным использованием она обязательно подвергается очистке для удаления грубых примесей и дезинфекции, а затем принимает участие в тех же операциях или в других аппаратах и процессах. Например, теплую воду после охлаждения оборудования, конденсации паров можно использовать для мойки оборудования и полов.

Воздух. В пищевой промышленности микробиологическая чистота атмосферного воздуха имеет значение лишь на тех участках технологического процесса, где сырье, полуфабрикаты или готовый продукт соприкасаются с ним. Важную роль играют также температура и относительная влажность воздуха.

Чистота воздуха в производственных помещениях имеет первостепенное значение, так как он может стать внутризаводским источником загрязнения сырья, оборудования, производственных культур микроорганизмов и готовой продукции. В связи с этим его чистота является важным условием получения высококачественного готового продукта.

Для снижения обсемененности воздуха в производственных помещениях микроорганизмами применяют физические способы его очистки и обеззараживания. С помощью системы приточно-вытяжной 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. Наибольшее распространение получил метод фильтрации воздуха через волокнистые, пористые или зернистые материалы. Несмотря на то что волокнистые фильтры имеют диаметр не менее 5 мкм и слабое уплотнение (промежутки не менее 50 мкм), они легко задерживают большинство микроорганизмов размером около 1 мкм.

Фильтры, пропитанные специальной пылесвязывающей жидкостью, задерживают до 90 — 95 % микроорганизмов и частиц пыли, находящихся в воздухе. После очистки воздух обеззараживают. Применяя воздушные фильтры тонкой очистки (ФТО), можно добиться эффективности очистки до 99,999 %. Требуемая степень очистки воздуха в помещении определяется условиями и характером выпускаемого продукта. Современное оборудование для биологической очистки воздуха обеспечивает организацию

общих и специальных зон. Линия биологической очистки воздуха, как правило, включает в себя несколько работающих последовательно технологических элементов: масляный фильтр, фильтр грубой очистки, головной и индивидуальные фильтры тонкой очистки. Набор отдельных элементов в системе определяется конкретной задачей производства.

Обеззараженный воздух можно получить, используя УФ-облучение. Работа ламп в течение 6 ч позволяет уменьшить количество микроорганизмов в воздухе на 80 ... 90 %. Однако следует иметь в виду, что работа обычных ламп должна проводиться в отсутствие людей, так как излучение неблагоприятно воздействует на кожу, слизистые оболочки и глаза человека. Обеззараживание воздуха в присутствии людей можно проводить, только используя

ультрафиолетовые бактерицидные облучатели-рециркуляторы, которые рассчитаны на периодическую и непрерывную работу.

Производственная культура. В тех отраслях пищевой промышленности, где производство основано на жизнедеятельности микроорганизмов, производственная культура (дрожжей, молочнокислых бактерий, мицелиальных грибов и др.) может служить источником внутризаводской инфекции в случае нарушения санитарно-гигиенического режима. Причиной этого могут быть 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 посторонние микроорганизмы 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 приводят к большой обсемененности микроорганизмами продукта и становятся причиной выпуска недоброкачественной продукции и низкой ее стойкости 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 используемых в пищевых производствах материалов имеет разную степень шероховатости. Так, у алюминия и нержавеющей стали поверхность матовая или полированная до блеска, у эмалированного покрытия и стекла — совершенно гладкая, у резины — пористая, а у древесины — шероховатая. Легче всего смываются остатки сырья, полупродукта и готового продукта с поверхности оборудования, изготовленного из нержавеющей стали, стекла, органического стекла, стеклопластика, полиэтилена, алюминия, с большим трудом — с поверхности деревянных емкостей. В то же время вследствие коррозии на алюминиевых емкостях при плохом уходе или при применении несоответствующих моющих и дезинфицирующих средств могут появиться трещины и микропоры, из которых не могут быть до конца удалены загрязняющие осадки, они становятся очагами инфекции.

Внутренние поверхности коммуникаций, рукавов, шлангов и других резиновых деталей со временем становятся пористыми, в них образуются трещины за счет постепенного наложения загрязняющих осадков и их подсыхания. В поры и трещины проникают микроорганизмы и начинают в них размножаться. Очагами инфекции могут быть также углы, закругления в оборудовании, тройники, фланцевые соединения, низко расположенные штуцера и др., которые сложно хорошо промыть и продезинфицировать. В связи с этим чистоту подобных элементов следует контролировать с особой тщательностью.

Обслуживающий персонал. При несоблюдении правил личной гигиены персонал предприятия может стать разносчиком инфекции на производстве. Особую опасность представляют собой лица с желудочно-кишечными и гнойничковыми заболеваниями, а также носители патогенных микроорганизмов. Персонал пищевого предприятия обязательно должен иметь медицинские книжки и проходить периодические медицинские осмотры, следить за состоянием своего здоровья, соблюдать правила личной гигиены (следить за чистотой своего тела, особенно ногтей, рук, работать в чистой санитарной одежде). Нарушение правил санитарии и личной гигиены может привести к занесению в производство нежелательных микроорганизмов, в том числе и патогенных, представляющих опасность для здоровья людей, распространению их на полуфабрикаты и готовую продукцию.

Вопросы для самоконтроля

1. Микроорганизмы сырья
2. Микроорганизмы воздуха
3. Микроорганизмы аппаратуры и трубопроводов
4. Роль рабочего персонала в контаминации готовых продуктов

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. Ильяшенко, Н.Г. Микробиология пищевых производств / Н.Г. Ильяшенко, Е.А. Бетева, Т.В. Пичугина, А.В. Ильяшенко. – М.: КолосС, 2008. – 412 с.
2. Пищевая биотехнология. Кн. 2. Переработка растительного сырья/ Под ред. И.М. Грачевой. – М.: КолосС, 2008.-472 с.

Дополнительная

1. Кислухина, О.В. Ферменты в производстве пищи и кормов / О.В. Кислухина. – М.: ДеЛи принт, 2002. – 336 с.
2. Рогов, И.А. Пищевая биотехнология / И.А. Рогов, Л.В. Антипова, Г.П. Шуваева. Кн. 1. – М.: КолосС, 2004. – 440 с.

Лекция 7

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, ПРОТЕКАЮЩИЕ ПРИ БРОЖЕНИИ ПИВНОГО СУСЛА

7.1 Микроорганизмы, используемые при производстве пива

В пивоварении применяют специальные расы дрожжей-сахаромицетов, которые относятся к царству грибов *Mycota*, отделу *Eumycotai* классу *Ascomycetes*, семейству *Saccharomycetaceae*, роду *Saccharomyces*, виду *cerevisiae*.

Эмиль Христиан Ганзен в конце IX в. применил название *S. cerevisiae* (от кельтского *cervesa* – пиво) к верховым пивным дрожжам, используемым британской и германской промышленностью, в то время как низовым дрожжам он дал видовое название *S. carlsbergensis* (указывает на пивоваренный завод Carlsberg в Копенгагене).

В пивоварении применяют специальные расы (штаммы) дрожжей, выращенные в определенных производственных условиях.

Для сохранения жизнеспособности и характерных свойств штаммов требуются специальные методы хранения и консервирования. В связи с этим предназначенные для хранения чистые культуры дрожжей после изоляции и проверки их технологических свойств должны постоянно пересеваться на свежие питательные среды во избежание изменения их биохимических свойств, морфологии и токсичности.

Для хранения используемых в пивоварении штаммов дрожжей лучше всего себя зарекомендовали плотные питательные среды. Каждую расу (штамм) дрожжей пересевают в две пробирки со скошенным сусло-агаром, одна из которых используется в качестве рабочей культуры. Чистую культуру необходимо пересевать через 3-4 нед. со скошенного агара на жидкую питательную среду. Другая пробирка служит резервной, предназначенной для длительного хранения культуры. Ее следует покрыть слоем парафина, который предотвращает высыхание питательной среды. Культуры дрожжей хранятся при температуре 5 °С. Их следует обновлять каждые 6 мес.

Под влиянием дрожжей формируются тип пива и его качество. Для производства пива большое значение имеют морфолого-биохимические особенности, физиологические свойства дрожжей и условия их жизнедеятельности.

Морфолого-биохимические особенности пивных дрожжей. Клетки пивных дрожжей имеют овальную, яйцевидную или эллиптическую форму. Средние размеры их колеблются от 6 до 12 мкм в длину и от 4 до 8 мкм в диаметре.

Форма и размеры клеток зависят от возраста культуры, ее физиологического состояния и химического состава сусла. В зрелой культуре наряду с продолговатыми клетками всегда присутствует некоторое количество мелких круглых клеток.

Структура цитоплазмы дрожжевых клеток зависит от их возраста и присутствия в среде кислорода. В аэробных условиях «дышащие» клетки не имеют, как правило, вакуолей. В анаэробных условиях у «бродящих» клеток вакуоли то появляются, то исчезают.

Физиологические свойства пивных дрожжей. Дрожжи различаются характером брожения, температурой развития, потребностью в кислороде, скоростью размножения, биологическими и технологическими особенностями. Для получения пива высокого качества пивные дрожжи должны интенсивно сбраживать сусло, иметь высокую флокуляционную способность, плотно и полно оседать на дно бродильных аппаратов по окончании главного брожения и в конце дображивания, умеренно размножаться, быть стойкими к автолизу, действию посторонних микроорганизмов, обработке антимикробными веществами, обеспечивать постоянство свойств и морфолого-физиологических

характеристик в течение 10-12 генераций и более, сообщать пиву вкусовые и ароматические качества, свойственные определенному сорту.

В России при использовании верховых дрожжей производят в основном пшеничное пиво. Большой популярностью пользуется лагерное пиво, поэтому в отечественном пивоварении в основном получают лагерное пиво, для которого используют расы (штаммы) дрожжей низового брожения, обладающие различными свойствами.

Пивные дрожжи отличаются также метаболическими путями дыхания и спектром цитохромов. Дрожжи низового брожения обладают слабой дыхательной активностью, и энергетический обмен веществ у них происходит в основном путем брожения. Дрожжи верхового брожения богаче ферментами, у них выражен дыхательный обмен веществ, поэтому они размножаются интенсивнее, чем дрожжи низового брожения.

Потребность в кислороде у разных штаммов дрожжей колеблется в пределах от 2 до 30 мг/л. Дрожжи, находившиеся до брожения длительное время в контакте с кислородом, нормально растут и бродят независимо от содержания кислорода в сусле. При использовании осадочных дрожжей, полученных непосредственно после перекачивания молодого пива, свежее сусло, поступающее в бродильные аппараты, необходимо аэрировать достаточным количеством кислорода.

Наиболее важное физиологическое отличие дрожжей верхового и низового брожения заключается в том, что дрожжи верхового брожения сбраживают не встречающийся в сусле трисахарид раффинозу (фруктоза—глюкоза—галактоза) только на 1/3, поскольку у них отсутствует фермент мелибиаза, расщепляющая дисахарид мелибиозу (глюкоза — галактоза). Дрожжи низового брожения сбраживают мелибиозу полностью.

Хлопьевидные дрожжи в конце брожения слипаются в комки (флокулы) и либо оседают на дно аппарата, образуя плотный осадок, либо поднимаются на поверхность и удаляются из бродящего сусла. Хлопьевидные дрожжи менее полно выбраживают сусло, чем пылевидные, и образуют меньшую мутность. Дрожжи верхового брожения всплывают на поверхность в виде шапки. Это происходит в результате того, что дочерние клетки после окончания почкования не отделяются от материнских, а образуют скопления (агломераты), которые пузырьками CO₂ выносятся на поверхность.

Пылевидные дрожжи равномерно рассеяны в сусле и находятся во взвешенном состоянии до конца брожения. Они глубоко выбраживают сусло, мельче, легче хлопьевидных, подвержены автолизу, дают меньший прирост биомассы.

Вопросы для самоконтроля

1. Микроорганизмы, используемые при производстве пива
2. Морфолого-биохимические особенности пивных дрожжей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. Ильяшенко, Н.Г. Микробиология пищевых производств / Н.Г. Ильяшенко, Е.А. Бетева, Т.В. Пичугина, А.В. Ильяшенко. – М.: КолосС, 2008. – 412 с.
2. Пищевая биотехнология. Кн. 2. Переработка растительного сырья/ Под ред. И.М. Грачевой. – М.: КолосС, 2008.-472 с.

Дополнительная

1. Кислухина, О.В. Ферменты в производстве пищи и кормов / О.В. Кислухина. – М.: ДеЛи принт, 2002. – 336 с.
2. Рогов, И.А. Пищевая биотехнология / И.А. Рогов, Л.В. Антипова, Г.П. Шуваева. Кн. 1. – М.: КолосС, 2004. – 440 с.

Лекция 8

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ БРОДИЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

8.1 Микроорганизмы, используемые в производстве спирта и пива

При производстве этилового спирта используют дрожжи – возбудители спиртового брожения и мицелиальные грибы – продуценты гидролитических ферментов, обуславливающих гидролиз крахмала, декстринов, белков и некрахмальных полисахаридов.

Дрожжи. Этиловый спирт получают с помощью дрожжей класса *Ascomycetes*, в основном вида *Saccharomyces cerevisiae* и некоторых рас вида *Schizosaccharomyces pombe*. Основной способ размножения дрожжей *S. cerevisiae* в производственных условиях – почкование, а *S. pombe* – деление. Дрожжи, применяемые в спиртовом производстве, должны обладать высокой скоростью размножения, высокой бродильной активностью, глубоко вы-браживать субстраты; они должны быть устойчивы к высоким концентрациям сахара и спирта, продуктам собственного обмена веществ, воздействию посторонних микроорганизмов и продуктов их метаболизма, повышенным температурам, высокой кислотности среды и переносить обработку серной кислотой в процессе очистки их от посторонних микроорганизмов.

Сырье, используемое в производстве спирта, предъявляет к дрожжам свои требования. Так, дрожжи для переработки крахмалистого сырья должны сбраживать содержащиеся в нем моно- и дисахариды с образованием в среде сравнительно высокой концентрации спирта. Для сбраживания мелассы они должны переносить высокие концентрации солей и сухих веществ, содержащихся в сусле, полностью сбраживать раффинузу.

При выщелении дрожжей из зрелой бражки и использовании их в хлебопекарном производстве они должны отвечать требованиям, предъявляемым к хлебопекарным дрожжам по стойкости при хранении, подъемной силе, зимазной и мальтазной активностям.

По морфологическим свойствам расы дрожжей для производства спирта из крахмалосодержащего сырья и из мелассы одинаковы. Однако они различаются по биохимическим свойствам. В связи с этим при переработке крахмалосодержащего сырья используют одни расы, а при использовании мелассы или других сахаросодержащих материалов – другие.

Микроорганизмы, используемые при производстве пива. В пивоварении применяют специальные расы дрожжей-сахаромицетов, которые относятся к царству грибов *Mycota*, отделу *Eumycotai* классу *Ascomycetes*, семейству *Saccharomycetaceae*, роду *Saccharomyces*, виду *cerevisiae*.

Эмиль Христиан Ганзен в конце IX в. применил название *S. cerevisiae* (от кельтского *cervesa* – пиво) к верховым пивным дрожжам, используемым британской и германской промышленностью, в то время как низовым дрожжам он дал видовое название *S. carlsbergensis* (указывает на пивоваренный завод Carlsberg в Копенгагене). Позднее они были отнесены к виду *S. uvarum* (от лат. *uva* – виноград).

В пивоварении применяют специальные расы (штаммы) дрожжей, выращенные в определенных производственных условиях, i

Каждая из рас (штаммов) применительно к конкретным условиям пивоваренного завода (технический уровень производства и принятая технология, качество применяемого сырья, в том числе химический состав воды и др.) проявляет свои типичные свойства или имеет признаки изменения. Типичные свойства большинства

штаммов описаны в Атласе культур пивных дрожжей и сопровождаются фотобиографиями: клеток культуры; 6-суточной колонии в натуральную величину; гигантской колонии в возрасте 1 мес с увеличением в 2,3 раза; характера штриха в возрасте 1 мес в натуральную величину и с увеличением в 1,9 раза, характера флорации.

8.2 Микроорганизмы, используемые при производстве вина

Дрожжи, одноклеточные немицелиальные грибы, распределены по трем классам грибов – *Ascomycetes*, *Basidiomycetes* и *Deuteromycetes*.

Винные дрожжи принадлежат к классу *Ascomycetes*, семейству *Saccharomycetaceae* и роду *Saccharomyces*.

Современная таксономия (Kreger-van-Rij, 1984) относит к синонимам вида *Saccharomyces cerevisiae* дрожжи, используемые в виноделии, и другие промышленные расы дрожжей, которые ранее считали самостоятельными видами: *S. ellipsoideus*, *S. carlsbergensis*, *S. oviformis*, *S. vini* и некоторые другие. Расы дрожжей, относимые по современной классификации к виду *Saccharomyces cerevisiae*, различаются по морфологическим и физиологическим признакам. Исследования их по наследственным признакам позволяют заключить, что дрожжи, вызывающие процесс брожения, относящиеся к виду *S. cerevisiae*, являются мутантами с частично утраченными признаками, селекционированными при определенных условиях или на определенных субстратах.

В виноделии у винных дрожжей часто сохраняются привычные названия. Ведущие ученые — специалисты винодельческого производства для систематики винных дрожжей в качестве главных критериев используют наиболее важные для отрасли физиолого-биохимические и технологические признаки и считают наиболее приемлемой классификацию, предложенную В. И. Кудрявцевым в 1954 г. В настоящем учебнике наряду со старым названием в скобках указаны названия дрожжей по классификациям Лоддер и Крегер-ван-Рижа.

Винные дрожжи принадлежат к виду *Saccharomyces vini* (син. – *S. ellipsoideus*, *S. cerevisiae*).

Чистые культуры дрожжей – это культуры, выделенные из одной клетки. Для виноделия в соответствии с требованиями технологии на основании изучения свойств культур и селекции рекомендуются определенные расы, штаммы дрожжей.

Расы винных дрожжей различаются по скорости размножения, активности брожения и дображивания, сульфитостойкости, термо- и холодостойкости, кислотовыносливости, по пенообразующей способности, спиртовыносливости, способности накапливать в разных соотношениях вторичные и побочные продукты брожения, многие из которых создают аромат вин. Установлены различия между расами дрожжей по способности синтезировать пировиноградную и α-кетоглутаровую кислоты, которые связывают свободную сернистую кислоту и снижают ее антисептическое действие. Различают расы дрожжей по интенсивности накопления сероводорода в виноматериалах.

Антагонистические взаимоотношения, при которых один микроорганизм препятствует развитию другого или совсем подавляет его развитие, в микробиологии были известны давно. Однако феномен антагонистических отношений у дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* был обнаружен среди штаммов Оксфордской генетической коллекции в 1963 г. Установлено существование трех фенотипов дрожжей: убийца

(killer — K), нейтральный (neutral — N) и чувствительный (sensitive — S). При совместном культивировании дрожжей-убийц и чувствительных большая часть последних погибает. Дрожжи, имеющие фенотип нейтральных, не убивают чувствительные и не погибают от действия убийц.

Установлено, что дрожжи-убийцы (K) выделяют в субстрат токсины, представляющие собой нестабильный макромолекулярный белок с высокоспецифичным спектром действия. Действие токсина приводит к согласованному подавлению синтеза ДНК, РНК, белка и полисахаридов в обработанных чувствительных клетках. Киллерная активность дрожжей имеет генетическую природу; соответствующие гены могут локализоваться как в цитоплазме, так и в хромосомах ядра. Под воздействием токсинов у чувствительных клеток нарушается проницаемость их стенок, токсин проникает сквозь цитоплазматическую мембрану, нарушая ее электрический потенциал и вызывая гибель клетки.

По данным Г. И. Наумова, признак «киллер» обусловлен наличием в цитоплазме клеток вирусоподобных частиц — киллерных плазмид. Он определяет конкурентоспособность дрожжей в смешанных популяциях. Установлено, что *Saccharomyces cerevisiae* с фенотипом K способны подавлять развитие патогенных штаммов дрожжей *Torulopsis glabrata*. Штаммы-убийцы, отнесенные к родам *Pichia* и *Hansenula*, могли убивать штаммы родов *Candida* и *Saccharomyces*.

Наличие киллерных штаммов дрожжей имеет большое научное и практическое значение.

Указанные особенности рас дрожжей способствуют проведению селекции культур дрожжей, более полно отвечающих требованиям технологии виноделия.

Одним из способов получения новых штаммов дрожжей является метод адаптации, который заключается в культивировании дрожжей в постепенно изменяющихся условиях. Новые штаммы адаптированы к высоким концентрациям сернистой кислоты, Сахаров, этанола, кислой реакции среды, к высоким и низким температурам и др. (спиртоустойчивый штамм для хересного производства; раса Вишневая 33, быстро и полно сбраживающая яблочное сусло с содержанием сахара 28 % и образующая 16 об.% спирта; термотолерантный вариант расы Ркацители 6, прекрасно работающий при температуре 37...38°C).

Однако метод адаптации продолжителен и с его помощью не удастся быстро усиливать определенные полезные свойства дрожжей.

Другой способ повышения продуктивности культур дрожжей заключается в индуцированном мутагенезе. Под мутацией понимается стойкое изменение генетически значимых структур, функция которых — воспроизведение типичной организации клетки из поколения в поколение.

При искусственном получении мутаций главная роль принадлежит методам радиационного и химического мутагенеза при использовании УФ-лучей, рентгеновских лучей и нейтронов, азотистой формы иприта, этиленимина, диэтилсульфата и др.

Вопросы для самоконтроля

1. Микроорганизмы, используемые в производстве спирта и пива
2. Микроорганизмы, используемые при производстве вина

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. Ильяшенко, Н.Г. Микробиология пищевых производств / Н.Г. Ильяшенко, Е.А. Бетева, Т.В. Пичугина, А.В. Ильяшенко. – М.: КолосС, 2008. – 412 с.
2. Пищевая биотехнология. Кн. 2. Переработка растительного сырья/ Под ред. И.М. Грачевой. – М.: КолосС, 2008.-472 с.

Дополнительная

1. Кислухина, О.В. Ферменты в производстве пищи и кормов / О.В. Кислухина. – М.: ДеЛи принт, 2002. – 336 с.
2. Рогов, И.А. Пищевая биотехнология / И.А. Рогов, Л.В. Антипова, Г.П. Шуваева. Кн. 1. – М.: КолосС, 2004. – 440 с.

Лекция 9

МИКРООРГАНИЗМЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ХЛЕБА

Основным сырьем хлебопекарного производства являются: мука пшеничная и ржаная, вода, дрожжи, соль.

В качестве *дополнительного сырья* используются сахар, жиры, яйца, патока, солод, ферментные препараты, молочная сыворотка, молоко, изюм, мак, орехи, варенье и другие пищевые добавки. Стадии технологического процесса складываются из подготовки сырья, замеса теста, брожения теста, разделки, формования, расстойки заготовок, выпечки хлеба, охлаждения, хранения и транспортировки.

Муку просеивают и очищают от металлических примесей на складе. Соль и сахар растворяют в воде и хранят в виде сахарно-солевого раствора концентрацией 65 - 70%, в котором содержание соли составляет 2 - 2.5% от массы сухого сахара. Такой раствор удобен в хранении, так как не кристаллизуется при комнатной температуре.

Компоненты - улучшители (молочные продукты, жиры, яйца и др.) должны иметь сертификаты качества. Яйца моют и дезинфицируют в трехсекционной ванне и освобождают от скорлупы. В качестве улучшителей используют ферментные препараты грибного и бактериального происхождения: амилоризин, амилосубтилин, содержащие амилалитические и протеолитические ферменты, фосфатазу, декстриназу. Ферментные препараты существенно улучшают качество хлеба при очень незначительном расходе (десятые - сотые доли процента от массы муки). Они способствуют интенсификации брожения, созревания теста, увеличению объема, пористости хлеба, улучшению вкуса и аромата изделий, сокращению расхода дрожжей на 20%, удлинению срока хранения.

Дрожжи и закваски готовят в дрожжевом отделении, расположенном над тестомесильным отделением. Затем все компоненты подаются через дозирующее устройство в тестомесильные машины. При замесе теста все компоненты смешиваются в однородную массу, в которой начинаются физические, коллоидные и биохимические процессы, в результате которых тесто разрыхляется и созревает.

Характеристика микрофлоры. Возбудители брожения теста

Микрофлора хлебопекарного производства делится на полезную и вредную. К *полезной* относятся дрожжи и молочнокислые бактерии, применяемые для приготовления теста. *Вредной* является микрофлора, поступающая с сырьем и вызывающая нарушение технологического процесса, снижение качества и порчу продукции.

Возбудителями брожения теста являются **дрожжи**.

Роль дрожжей заключается в разрыхлении теста. Дрожжи сбраживают сахара муки и мальтозу, образующуюся из крахмала, с выделением спирта, углекислого газа. Побочные продукты брожения - уксусный альдегид, бутиловый, изобутиловый, изоамиловый спирты, органические кислоты (молочная, янтарная, винная, щавелевая) создают вкус и аромат хлеба.

При производстве пшеничного хлеба применяют *Saccharomyces cerevisiae*, ржаного - оба вида дрожжей, но преобладают *Saccharomyces minor*.

^ *Saccharomyces cerevisiae* - спорообразующий верховые дрожжи семейства сахаромикетов. Клетки крупные, круглой и овальной формы. Спорообразование

происходит только в условиях голодания. На сусло - агаре образуют колонии круглой формы, диаметром 0.5 - 1 см, выпуклые, желтоватого цвета. Поверхность колоний бывает гладкой блестящей и складчато-шероховатой, бугристой. Оптимальная температура брожения 28 - 30°C; pH - 4.5 - 5.0; кислотность 10 - 12°Н. Неустойчивы к высокой концентрации сахара, соли, спирта в концентрации 12 - 14%.

Saccharomyces minor - специфичны для ржаного теста. Клетки мелкие 1.5 - 3 мкм, круглой формы, характерны фигуры почкования по 3 - 7 клеток. На сусло - агаре образуют мелкие круглые колонии диаметром 4 - 6 мм выпуклые с гладкой блестящей поверхностью сероватого - белого цвета. Оптимальная температура развития 25 - 28°C. Повышение температуры до 32 - 35°C угнетает их. Отличаются кислотоустойчивостью, менее требовательны к источникам витаминного и азотного питания, более спиртоустойчивы.

Большую роль в хлебопечении играют **молочнокислые бактерии**. Эти микроорганизмы осуществляют молочнокислое брожение в полуфабрикатах, в результате которого повышается кислотность, что способствует набуханию и пептонизации муки, особенно ржаной, повышаются вязкость и газоудерживающая способность теста. Молочнокислые бактерии участвуют в создании вкуса и аромата ржаного хлеба за счет накопления летучих органических кислот, спиртов, карбонильных соединений (альдегидов), способствуют лучшему разрыхлению теста за счет газообразования.

В хлебопечении используются следующие виды молочнокислых бактерий:

Lactobacillus delbrueckii - термофильные гомоферментативные палочки длиной 5 - 9 мм, располагаются поодиночке и попарно. На плотной питательной среде образуют колонии круглой формы, выпуклые, беловатого цвета. Оптимальная температура 48 - 50°C. Используются при выведении жидких дрожжей.

Lactobacillus plantarum - мезофильные гомоферментативные палочки средних размеров, располагаются поодиночке и короткими цепочками. Образуют колонии средней величины, куполообразные, беловатого цвета. Оптимальная температура 30 - 35°C. Постоянно встречается в заквасках.

Lactobacillus brevis - мезофильные гетероферментативные бактерии. По морфологии это - короткие толстые палочки, располагаются поодиночке или короткими цепочками. Оптимальная температура 30°C. Развиваются в сочетании с палочкой плантарум.

Lactobacillus fermenti - мезофильные гетероферментативные бактерии. Морфологически это - мелкие палочки, располагаются поодиночке и короткими цепочками. Оптимальная температура 37 - 40°C.

Микроорганизмы, используемые в производстве хлеба из пшеничной и ржаной муки

Микроорганизмы, используемые в производстве хлеба из пшеничной муки

Для производства пшеничного хлеба применяют прессованные и сушеные дрожжи, а также полуфабрикаты (жидкие дрожжи и жидкие пшеничные закваски), изготавливаемые на хлебозаводах. Хлебопекарные дрожжи должны быть устойчивыми к высокой концентрации соли до 3 - 4%, сахара, должны развиваться при температуре 28 - 30°C, при оптимальном значении pH 4.5 - 5, обладать высокой бродильной активностью (мальтазной и зимазной).

Прессованные дрожжи применяют для производства сдобных и булочных изделий из муки высшего и первого сортов. Используют в виде дрожжевого молока с содержанием прессованных дрожжей 500 - 600 г \ л.

Сушеные дрожжи предварительно размачивают в мучной суспензии и

активизируют.

Жидкие дрожжи применяют для производства хлеба из пшеничной муки высшего, первого и второго сортов, ржано-пшеничного. Особенно рекомендуются, если мука имеет пониженные хлебопекарные свойства, так как обладают высокой мальтазной активностью. Жидкие дрожжи готовят на хлебозаводах по следующей схеме: пшеничную муку второго сорта заваривают горячей водой, добавляют ферментные препараты для осахаривания. Происходит гидролитическое расщепление крахмала до мальтозы и далее до глюкозы. Осахаренную заварку заквашивают дельбрюкковской палочкой разных штаммов: 30, 31, 30-1, 30-2, Ленинградский-76 и оставляют при температуре 48 - 52°C. Молочнокислые бактерии размножаются, сбраживают глюкозу с образованием молочной кислоты. Кислотность полуфабриката повышается, создаются благоприятные условия для развития дрожжей, подавляется посторонняя микрофлора. Затем добавляют дрожжи, они размножаются, а жизнедеятельность молочнокислых бактерий прекращается. Таким образом, жидкие дрожжи представляют собой активную культуру дрожжей, выращенных на мучной заварке, осахаренной и заквашенной термофильными молочнокислыми бактериями. Соотношение молочнокислых бактерий и дрожжей составляет 30:1.

Жидкие пшеничные закваски - это активная культура дрожжей, выращенных на осахаренной мучной заварке, заквашенной мезофильными молочнокислыми бактериями гомоферментативными (палочка плантарум) или гетероферментативными (палочки бревис, ферментум). Образующиеся кислоты способствуют улучшению вкуса и аромата хлеба.

Микроорганизмы, применяемые для производства хлеба из ржаной муки. Ржаной хлеб готовят на жидких и густых заквасках, которые представляют собой смеси культур дрожжей и молочнокислых бактерий. Соотношение молочнокислых бактерий и дрожжей составляет 80:1, т.е. молочнокислые бактерии более важны для созревания ржаного теста. Обычно используют смесь гомо- и гетероферментативных культур молочнокислых бактерий. *Жидкие закваски* готовят на осахаренной жидкой среде из ржаной муки, в которую вносят смесь гомо- и гетероферментативных молочнокислых бактерий и оба вида дрожжей (*S. cerevisiae*, *S. minor*). Преобладают дрожжи *S. minor*, которые отличаются высокой кислотоустойчивостью, но меньшей бродительной активностью.

Густые закваски характеризуются тем, что применяют только дрожжи *Saccharomyces minor* трех штаммов 12\17, 7, Чернореченский, а также смесь из *L. plantarum* и *L. brevis*.

В заквасках и в тесте из ржаной муки дрожжи и молочнокислые бактерии составляют симбиоз и активность их возрастает, а высокая кислотность ржаного теста препятствует развитию тягучей болезни.

Хлеб — физиологически обязательный компонент рациона питания человека. Основы технологии хлебопечения были заложены еще на заре цивилизации.

Сначала хлеб представлял собой смешанную с водой и выпеченную муку. Дрожжи впервые попали в тесто спонтанно из воздуха, что было очень важно для получения рыхлого теста. Позднее хлеб стали печь из муки с добавками дрожжей, соли, сахара и небольшого количества жира. Все эти ингредиенты необходимы для активного развития дрожжей, что приводит к улучшению качества хлеба. В настоящее время для получения особых видов хлеба в тесто добавляют и другие компоненты.

Хлеб для населения России всегда был и остается одним из главных продуктов питания. Об этом убедительно свидетельствует анализ потребления хлебобулочных

изделий в РФ, которое составляет 118 кг на душу населения в сопоставлении с мировым годовым потреблением хлеба — 45 кг на душу населения, а также с потреблением хлеба в странах Европы: Великобритания, Франция — 42—45 кг, Италия, Дания, Германия — 70—82 кг на душу населения.

Особое место хлебобулочных изделий в структуре питания населения РФ определяет приоритетное направление хлебопекарной отрасли и обеспечение высокого качества хлебобулочных изделий.

Качество хлеба определяется особенностями химического состава муки и активностью ферментативного комплекса в системе тесто—дрожжи. Значительное влияние оказывают также условия брожения и выпечки. Получить хлеб с надлежащей пористостью, объемом, окраской корки можно только при правильном сочетании в процессе тестоведения микробиологических и биохимических процессов.

Мука, поступающая на хлебопекарные предприятия для производства хлебобулочных изделий, характеризуется нестабильными свойствами.

пшеничные закваски на основе микроорганизмов;

сухая клейковина и продукты на ее основе;

хлебопекарных улучшителей, различных видов нетрадиционного сырья.

Все пищевые добавки и хлебопекарные улучшители, применяемые в настоящее время в хлебопекарной отрасли, можно разделить на следующие группы микроингредиентов:

поверхностно-активные вещества (пищевые эмульгаторы);

- окислительно-восстановительного действия;
- модифицированные крахмалы;
- ферментные препараты различного принципа действия.

Вопросы для самоконтроля

1. Микроорганизмы, используемые в хлеба
2. Микробиологические процессы, протекающие при производстве хлеба

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. Голубев, В.Н. Пищевая биотехнология / В.Н. Голубев, И.Н. Жиганов. — М: ДеЛипринт, 2001. — 123 с.
2. Ильяшенко, Н.Г. Микробиология пищевых производств / Н.Г. Ильяшенко, Е.А. Бетева, Т.В. Пичугина, А.В. Ильяшенко. — М.: КолосС, 2008. — 412 с.
3. Пищевая биотехнология. Кн. 2. Переработка растительного сырья/ Под ред. И.М. Грачевой. — М.: КолосС, 2008.-472 с.

Дополнительная

1. Биотехнология: свершения и надежды: Пер. с англ./Под ред В. Г. Дебабова.— М.: Мир, 1987. — 411 с
2. Биотехнология. Принципы и применение: Пер с англ. /Под.ред. И. Хиггинса, Д. Беста и Дж. Джонса. — М: Мир, 1988. — 480 с.
3. Блинов, В.А. Общая биотехнология. Курс лекций, Ч. 1. / В.А. Блинов;ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». — Саратов: СГАУ, 2003. — 161 с.

4. Блинов, В.А. Общая биотехнология. Курс лекций, Ч. 2. / В.А. Блинов; ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов: СГАУ, 2004. – 144 с.
5. Волова, Т.Г. Биотехнология (монография) / Т.Г. Волова. – Новосибирск: Изд-во Сибирского отделения Российской Академии наук, 1999. – 252 с.

Лекция 10

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ХЛЕБА

Источниками посторонней микрофлоры являются сырье, вода, воздух, технологическое оборудование, тара, персонал. Микрофлора муки состоит преимущественно из микрофлоры зерна, поэтому количественный и качественный состав микрофлоры муки зависит от степени зараженности зерна, способов помола и очистки. Общая бактериальная обсемененность составляет 2 - 3 млн. КОЕ \ 1 г, но варьирует в зависимости от содержания влаги, качества помола, продолжительности хранения и др. В микрофлоре муки преобладает травяная палочка (*Erwinia herbicola*). Это - граммотрицательные неспорообразующие палочки, факультативные анаэробы. Не должно быть кокковых форм бактерий, которые развиваются при повышенной влажности муки.

В микрофлоре муки нормируется содержание спорообразующих бактерий, особенно *Bac. subtilis*. При наличии до 200 спор \ 1г мука оценивается как высококачественная; 200 - 400 спор - удовлетворительного качества; до 1000 спор - сомнительного качества; свыше 1000 - плохого.

В муке встречаются также молочнокислые бактерии, уксуснокислые палочки, ложные дрожжи, споры плесневых грибов. Микроорганизмы не развиваются, если влажность муки не превышает 14%, они находятся в состоянии анабиоза. При увлажнении муки микробы активизируются и вызывают порчу муки.

Виды порчи муки:

- прокисание, вызываемое молочнокислыми бактериями;
- прогоркание, которое вызывают плесневые грибы и некоторые бактерии, продуцирующие протеолитические и липолитические ферменты;
- плесневение - развивается при высокой влажности муки, опасно возможностью накопления афлатоксинов;
- самосогревание, наблюдаемое при влажности муки более 20%.

Источниками посторонней микрофлоры являются и другие виды сырья. Наиболее опасные микроорганизмы могут попасть из яиц, в которых возможно присутствие сальмонелл. По российскому законодательству разрешается применение только куриных яиц. Яйца водоплавающих можно использовать для смазки поверхности изделий.

Болезни хлеба:

1. Тягучая болезнь хлеба. Возбудителем является сенная палочка (*Bac. subtilis*), продуцирующие мощные амилалитические и протеолитические ферменты. Они вызывают гидролиз крахмала с образованием декстринов, гидролиз белков, в результате чего мякиш становится вязким, тягучим. Оптимальная температура развития этих бактерий 35 - 40°C, поэтому заболевание как правило возникает в теплое время года. Сенная палочка чувствительна к кислой среде и при pH 4,8 - 4,5 не развивается.

Меры профилактики: быстрое охлаждение хлеба до 10 - 12°C; подкисление теста путем добавления уксусной, пропионовой, сорбиновой кислот; введение в закваски молочнокислых бактерий, обладающих антагонистической активностью (ацидофильная палочка). Заболевший хлеб уничтожается.

2. Меловая болезнь - характеризуется появлением на корке и в мякише белых сухих, похожих на мел, включений, хлеб приобретает неприятный запах. Порок вызывают термоустойчивые дрожжи.

3. Пигментные пятна - характерно появление на корке и в мякише пятен желтого, красного цветов. Хлеб непригоден к употреблению. Возбудителями являются грамотрицательные пигментообразующие бактерии (чудесная, синегнойная, флуоресцирующая палочки), которые развиваются при температуре не менее 25°C, повышенной влажности и малой кислотности хлеба. Для профилактики необходимо тщательное соблюдение санитарно-гигиенического режима.

4. Пьяный хлеб - возникает при заражении муки токсинами гриба рода фузариум. Это происходит, если зерно находится в поле при температуре 0 ... 5°C. Для предотвращения порока производится проверка зерна (не допускается перезимовавшее и морозобойное зерно).

5. Плесневение - возникает при плотной укладке хлеба, при повышенной влажности более 70%, при температуре 25 - 30°C. Споры плесневых грибов попадают из воздуха, с тары, с рук и одежды персонала. Плесени вызывают распад углеводов, белков и жиров с появлением неприятного вкуса и запаха; возможно накопление микотоксинов.

Микробиологический контроль хлебопекарного производства

Контроль сырья.

Мука - подвергается органолептическому контролю. При наличии изменений производится микробиологическое исследование с определением общей бактериальной обсемененности, количества спор бацилл (суспензию муки подвергают пастеризации при температуре 95 - 97°C, охлаждают и высевают в чашки на мясо-пептонный агар).

Для определения зараженности спорами бактерий применяют метод лабораторных выпечек (апрель - октябрь). Образцы заворачивают во влажную бумагу и помещают в термостат при температуре 37°C с целью активизировать развитие спор. Затем хлеб разрезают и проверяют на наличие тягучей болезни.

Ферментные препараты - каждую партию контролируют на зараженность спорами бактерий методом пробных выпечек. Контроль полуфабрикатов - производят определение количества дрожжей, молочнокислых бактерий в 1 г, их соотношение, активность молочнокислых бактерий, постороннюю микрофлору.

Жидкие дрожжи: 1 г полуфабриката помещают в пробирку с 9 см³ воды, встряхивают и дают отстояться в течение 10 - 15 мин. Из верхнего слоя суспензии готовят препараты "Раздавленная капля", в которых определяют количество дрожжевых клеток, процентное содержание почкующихся дрожжей и содержащих гликоген, волютин. Подсчет производят в камерах Горяева. Количество дрожжевых клеток должно составлять 90 - 120 млн \ 1 мл. Не допускаются спорообразующие бактерии; их выявляют методом накопительных культур: пробу жидких дрожжей вносят в стерильное сусло и прогревают при 80°C в течение 10 мин с целью уничтожения вегетативных форм бактерий, затем пробирки помещают в термостат при 37°C на одни сутки. Рост бацилл характеризуется помутнением сусла и подтверждается микроскопированием мазков, окрашенных по Граму.

Тесто: производят определение газообразующей способности дрожжей, также определяют количество и активность молочнокислых бактерий. Для анализов используют микрогазометрический прибор Елецкого, подсчет клеток осуществляют в камерах Горяева, активность молочнокислых бактерий выявляют путем проведения теста с индикатором. В смесь теста с водой добавляют метиленовую синь и помещают в термостат при температуре 40°C. Время обесцвечивания окраски свидетельствует об

активности молочнокислых бактерий: при высокой активности смесь обесцвечивается в течение 25 мин, при средней - в течение 35 - 50 мин, при низкой - свыше 50 мин.

Контроль готовой продукции.

С целью контроля санитарного состояния производства берут смывы с поверхности изделий для обнаружения кишечных палочек в качестве индикатора фекального загрязнения. Содержание спорообразующих бактерий определяют косвенным методом.

Вопросы для самоконтроля

1. Какое сырье используется в хлебопекарном производстве?
2. Перечислите основные стадии технологического процесса.
3. Какие виды дрожжей используют в хлебопечении?
4. Какова роль дрожжей в хлебопекарном производстве?
5. Какие молочнокислые бактерии используют в хлебопечении?
6. Какие микроорганизмы и полуфабрикаты применяют в производстве пшеничного хлеба?
7. Какие болезни хлеба Вам известны?
8. Какие микроорганизмы и полуфабрикаты применяют в производстве хлеба из ржаной муки?
9. Какие микроорганизмы являются вредителями производства?
10. Как контролируют микробиологическое состояние сырья, полуфабрикатов и готовой продукции?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. Голубев, В.Н. Пищевая биотехнология / В.Н. Голубев, И.Н. Жиганов. – М.: ДеЛиПринт, 2001. – 123 с.
2. Ильяшенко, Н.Г. Микробиология пищевых производств / Н.Г. Ильяшенко, Е.А. Бетева, Т.В. Пичугина, А.В. Ильяшенко. – М.: КолосС, 2008. – 412 с.
3. Мудрецова-Висс, К.А. Микробиология, санитария и гигиена / К. А. Мудрецова-Висс, В. П. Дедюхина. - 4-е изд., испр. и доп. – М.: ИД ФОРУМ : Инфра-М, 2010. – 400 с.
4. Пищевая биотехнология. Кн. 2. Переработка растительного сырья/ Под ред. И.М. Грачевой. – М.: КолосС, 2008.-472 с.

Дополнительная

1. Биотехнология: свершения и надежды: Пер. с англ./Под ред В. Г. Дебабова.— М.: Мир, 1987. – 411 с
2. Биотехнология. Принципы и применение: Пер с англ. /Под.ред. И. Хиггинса, Д. Беста и Дж. Джонса. – М: Мир, 1988. – 480 с.
3. Блинов, В.А. Общая биотехнология. Курс лекций, Ч. 1. / В.А. Блинов;ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов: СГАУ, 2003. – 161 с.
4. Блинов, В.А. Общая биотехнология. Курс лекций, Ч. 2. / В.А. Блинов;ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов: СГАУ, 2004. – 144 с.
5. Волова, Т.Г. Биотехнология (монография) / Т.Г. Волова. – Новосибирск: Изд-во Сибирского отделения Российской Академии наук, 1999. – 252 с.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Биотехнология: свершения и надежды: Пер. с англ./Под ред В. Г. Дебабова.— М.: Мир, 1987. – 411 с
2. Биотехнология. Принципы и применение: Пер с англ. /Под.ред. И. Хиггинса, Д. Беста и Дж. Джонса. – М: Мир, 1988. – 480 с.
3. Блинов, В.А. Общая биотехнология. Курс лекций, Ч. 1. / В.А. Блинов;ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов: СГАУ, 2003. – 161 с.
4. Блинов, В.А. Общая биотехнология. Курс лекций, Ч. 2. / В.А. Блинов;ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов: СГАУ, 2004. – 144 с.
5. Волова, Т.Г. Биотехнология (монография) / Т.Г. Волова. – Новосибирск: Изд-во Сибирского отделения Российской Академии наук, 1999. – 252 с.
6. Голубев, В.Н. Пищевая биотехнология / В.Н. Голубев, И.Н. Жиганов. – М: ДеЛипринт, 2001. – 123 с.
7. Ильяшенко, Н.Г. Микробиология пищевых производств / Н.Г. Ильяшенко, Е.А. Бетева, Т.В. Пичугина, А.В. Ильяшенко. – М.: КолосС, 2008. – 412 с.
8. Мудрецова-Висс, К.А. Микробиология, санитария и гигиена / К. А. Мудрецова-Висс, В. П. Дедюхина. - 4-е изд., испр. и доп. – М. : ИД ФОРУМ : Инфра-М, 2010. – 400 с.
9. Пищевая биотехнология. Кн. 2. Переработка растительного сырья/ Под ред. И.М. Грачевой. – М.: КолосС, 2008.-472 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Лекция 1 ИСТОЧНИКИ ПОСТОРОННИХ МИКРООРГАНИЗМОВ В БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВАХ	4
1.1 Микробиологический контроль сырья и целевых продуктов	4
1.2. Контроль при подготовке оборудования	6
Вопросы для самоконтроля	7
Список литературы	7
Лекция 2. ПАТОГЕННЫЕ МИКРООРГАНИЗМЫ И ИХ ОСОБЕННОСТИ	8
2.1. Возбудители кишечных инфекций	9
2.2 Меры борьбы с пищевыми инфекциями и их профилактика	9
Вопросы для самоконтроля	10
Список литературы	10
Лекция 3. САНИТАРНО-ПОКАЗАТЕЛЬНЫЕ МИКРООРГАНИЗМЫ	11
3.1. Бактерии группы кишечной палочки	11
3.2. Стафилококки и гемолитические стрептококки	11
Вопросы для самоконтроля	12
Список литературы	12
Лекция 4. МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ И САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ	13
4.1. Контроль качества сырья и добавок	13
4.2. Контроль качества конечного продукта	13
Вопросы для самоконтроля	14
Список литературы	14
Лекция 5. МИКРОБИОЛОГИЯ БРОДИЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ	16
5.1. Микробиологические аспекты производства спирта	16
5.2 Характеристика микроорганизмов-контаминантов	17
Вопросы для самоконтроля	19
Список литературы	19
Лекция 6. МИКРООРГАНИЗМЫ-КОНТАМИНАНТЫ И ПУТИ ПОПАДАНИЯ ИХ В ПРОИЗВОДСТВА	21
Вопросы для самоконтроля	25
Список литературы	25
Лекция 7. МИКРООРГАНИЗМЫ СЫРЬЯ И ДОБАВОК ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ВИННЫХ ПРОДУКТОВ	29
7.1 Виноделие	26
7.2 Микроорганизмы винограда, ягод, плодов, сусли и вина	26
Вопросы для самоконтроля	27
Список литературы	27
Лекция 8. МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ БРОДИЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ	28
8.1. Микроорганизмы, используемые в производстве спирта и пива	28
8.2. Микроорганизмы, используемые при производстве вина	29
Вопросы для самоконтроля	30
Список литературы	30
Лекция 9. МИКРООРГАНИЗМЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ	32

ХЛЕБА	
Вопросы для самоконтроля	35
Список литературы	35
Лекция 10. МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ	37
КАЧЕСТВА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ХЛЕБА	
Вопросы для самоконтроля	39
Список литературы	39
Библиографический список	40