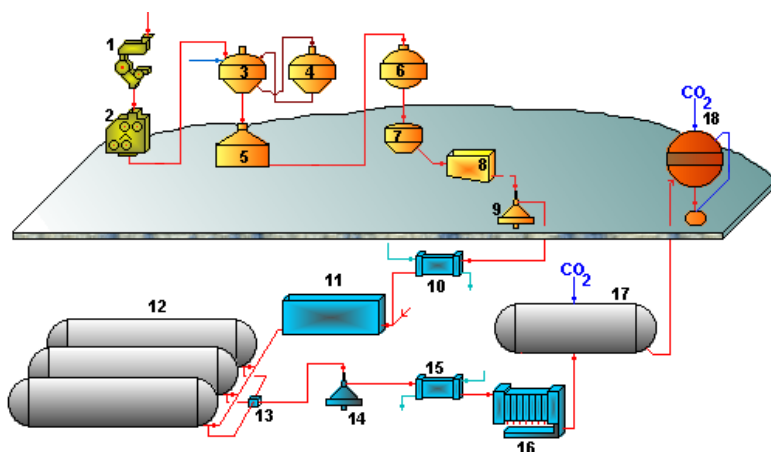


Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Самарская государственная сельскохозяйственная академия»

В. А. Милюткин, С. П. Кузьмина, С. А. Толпекин

Техника и технология бродильных производств

Учебно-методическое пособие



Кинель 2015

УДК 663.1 (07)
ББК 36.87 Р
М60

Рецензенты:

д-р техн. наук, профессор кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ
ВПО «Пензенский государственный технологический университет»

А. А. Курочкин;

д-р с/х наук, проф., зав. кафедрой «Технология хранения
и переработки сельскохозяйственной продукции» ФГБОУ ВПО

«Волгоградский государственный аграрный университет»

Н. Ю. Петров

Милюткин, В. А.

М60 Техника и технология бродильных производств : учебно-методическое пособие / В. А. Милюткин, С. П. Кузьмина, С. А. Толпекин. – Кинель : РИЦ СГСХА, 2015. – 134 с.
ISBN 978-5-88575-409-5

В издании представлены сведения о бродильном производстве, рассмотрены основы технологических процессов производства солода, пива, кваса, вина и спирта. Описаны устройства и принцип действия машин и аппаратов, применяемых на этих производствах.

Пособие предназначено для обучающихся по направлению 110900.62 «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции».

**УДК 663.1 (07)
ББК 36.87 Р**

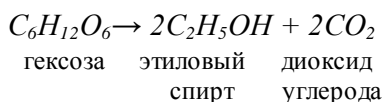
© Милюткин В. А., Кузьмина С. П., Толпекин С. А., 2015
© ФГБОУ ВО СГСХА, 2015

Введение

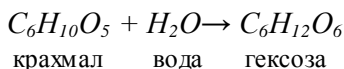
К бродильным производствам относят производства, основанные на процессе брожения, связанные общностью применяемого сырья и характером технологических процессов. Основными, в этой группе производств, являются производства пива, спирта, вина и кваса. Сюда же относят производство солода и дрожжей.

Главным процессом в технологии этих производств является брожение. Под брожением понимают процесс обмена веществ, при котором в органическом субстрате происходят изменения под действием ферментов микроорганизмов. В большинстве случаев эти биохимические процессы организуются с помощью применения дрожжей. (При производстве кваса применяют и молочнокислые бактерии).

Различают анаэробное и аэробное брожение. К первому относят брожение, происходящее без доступа кислорода воздуха, ко второму – с участием кислорода воздуха. В зависимости от рас применяемых дрожжей различают, также, верховое и низовое типы брожения. Верховое, обычно, протекает при температурах 14-25⁰С, а низовое – при 6-10⁰С. Вообще говоря, процесс брожения – это многостадийный процесс, протекающий при участии различных продуктов, но главным все же является спиртовое брожение. Гексозы или моносахариды, содержащие шесть атомов углерода (глюкозу, фруктозу, галактозу и мальтозу) под действием ферментов дрожжей сбраживаются в этиловый спирт и диоксид углерода:



Основным исходным продуктом для получения гексоз является растительный крахмал, который под действием амилолитических ферментов гидролизуетсся с образованием глюкозы, мальтозы, мальтотриозы и других сахаров.



На практике этот процесс называют «осахариванием».

Таким образом, сырьем для бродильных производств естественно стало крахмалосодержащее и сахаросодержащее растительное сырье.

В процессе изучения данного пособия у студентов должны формироваться следующие профессиональные компетенции:

- готовность оценивать качество сельскохозяйственной продукции с учетом биохимических показателей и определять способ её хранения и переработки;
- готовность реализовать технологии хранения и переработки продукции растениеводства и животноводства;
- готовность эксплуатировать технологическое оборудование для переработки сельскохозяйственного сырья с учетом различных процессов и аппаратов;
- готовность использовать механические и автоматические устройства при производстве и переработке продукции растениеводства и животноводства;
- готовность к анализу и критическому осмыслению отечественной и зарубежной научно-технической информации в области производства и переработки сельскохозяйственной продукции.

1. Сырье бродильных производств

Для производства спирта наиболее распространенным сырьем являются картофель, зерновые культуры (пшеница, рожь, кукуруза, ячмень, овес и т.п.), сахарная свекла и побочный продукт сахаропроизводства – меласса. На операциях осахаривания используется солод, ферментные препараты. Для побуждения процесса брожения применяют дрожжи. К воде для технологических целей в спиртопроизводстве предъявляют те же требования, что и к питьевой воде. Жесткость ее не должна превышать 7 мг·экв/л. Природную воду, не удовлетворяющую этим требованиям, подвергают обработке: фильтруют, обеззараживают и смягчают содово-известковым или ионитовым способом.

Для производства пива основным сырьем являются ячменный солод, вода и хмель.

Солод получают путем проращивания зерна ячменя пивоваренных сортов, на специальных производствах – солодовнях. Для пивоварения наиболее пригоден двухрядный яровой ячмень сортов: Волгарь, Винер, Московский, Романтик, Юлия и т.д.

Особые требования в пивоварении предъявляют и к воде. Наиболее пригодными считаются артезианские воды, залегающие на значительной глубине, не подвергающиеся воздействиям внешней среды и поверхностных стоков. Они биологически чисты и обладают постоянным солевым составом.

Вода для производства пива должна иметь общую жесткость не более 4 мг·экв/л, содержание железа, марганца, алюминия не более 0,1 мг/л и общую щелочность не более 2 мг·экв/л.

Хмель – двудомное растение, женские соцветия которого (шишки) применяют в пивоварении. Шишки хмеля состоят из лепестков, на внутренней стороне которых находятся клейкие, желто-зеленые зернышки лупулина. Лупулин содержит ароматические и горькие вещества, создающие специфический привкус и аромат пива. Применяют хмель непосредственно в виде шишек, прессованных брикетов, хмелевых порошков и экстрактов.

В пивоварении для проведения брожения используют специальные пивоваренные расы дрожжей и их гибриды.

В зависимости от сортов пива рецептурой предусмотрено внесение добавок: некоторого количества несоложенных зерновых продуктов, рисовой сечки, ячменной муки, сахара.

Для производства кваса в качестве основного сырья используют зерно ржи. Большую часть зерна ржи подвергают солодоращению и только некоторую часть применяют в виде муки. При приготовлении концентрата квасного сусла используют ржаную хлебопекарную муку обойного помола и ячменный солод для осахаривания. Кроме того, добавляют кукурузную муку крупного помола.

В производстве кваса применяют сухие технически чистые культуры дрожжей расы М, а также рас 131-К, С-2, хлебопекарные и винные дрожжи рас Киевская, Днепропетровская 6, Штейнберг 6 и др., используют молочнокислые бактерии рас 11 и 13. Кроме того, для приготовления кваса необходимо определенное количество сахара, а для ряда сортов – колера, лимонной кислоты, аскорбиновой кислоты и т.п.

В производстве вина основным сырьем является виноград. Однако виноград не является самой распространенной культурой, произрастающей на территории нашей страны. В тоже время, для приготовления вин пригодно большинство плодов и ягод: яблок, рябины, вишни, сливы, земляники, малины, смородины, брусники, ежевики и т.п. Поэтому большое значение имеет и это сырье, из которого производят, так называемые, плодово-ягодные вина.

К числу видов основного сырья в виноделии относят также воду и сахар. При производстве крепленых вин используют спирт-ректификат. В процессе брожения применяются винные дрожжи чистой культуры.

Контрольные вопросы

1. Какое основное сырье используется для производства пива?
2. Какое основное сырье используется для производства вина?
3. Какое основное сырье используется для производства кваса?
4. Какое основное сырье используется для производства спирта?
5. Способы подготовки воды для технологических целей.

2. Культивирование дрожжей

Дрожжи представляют собой одноклеточные микроорганизмы, относящиеся к классу аскомицетов (сумчатых грибов). Обычно дрожжи размножаются почкованием и очень редко (при большом дефиците питательных веществ) спорообразованием.

Дрожжевые клетки бывают яйцевидные, овальной или вытянутой формы, которая, как и их длина (6-11 мкм), зависит от вида (расы) дрожжей и условий их развития. Дрожжи живут и размножаются в ограниченных температурных пределах. Максимальная температура для развития спиртовых рас дрожжей 38⁰С, минимальная – около 5⁰С, при температуре 50⁰С дрожжи погибают. Для пивоваренных дрожжей эти температуры несколько ниже. На жизнедеятельность дрожжей значительное влияние оказывает активная кислотность среды. Жизнеспособность дрожжей сохраняется в пределах рН 4,8-5,0

Средний элементарный состав дрожжевых клеток (%): углерод – 47; водород – 6,5; кислород – 31, азот – 7,5-10; фосфор 1,6-3,5. Следовательно среда, в которой происходит размножение дрожжей должна содержать эти элементы.

В прессованных дрожжах содержится 68-80% воды и 32-20% сухого вещества, причем, внутриклеточной влаги 46-53% и межклеточной 22-27%.

В бродильных производствах применяются различные расы дрожжей: спиртовые, пивоваренные, хлебопекарные и т.п. Для получения рас с требуемыми свойствами наиболее перспективным считается метод гибридизации. Так, например, для сбраживания суслу из крахмалосодержащего сырья хороший эффект дает применение гибридной расы XII, а для сбраживания мелассного суслу – гибрида V-30 и т.д.

Значение дрожжей в бродильных производствах трудно переоценить, так как само брожение по сути дела является жизненным процессом дрожжей, а обмен веществ при этом стимулирует ряд реакций, главной из которых является реакция спиртового брожения:



глюкоза	этиловый	углекислый
	спирт	газ

Наиболее простым и распространенным способом культивирования дрожжей является периодический способ. Сущность его состоит в том, что все операции: подготовка питательной среды, ввод посевных дрожжей, их выращивание, вывод дрожжей, промывка стенок и их стерилизация, охлаждение и повторное наполнение – осуществляются последовательно в одном дрожжевом аппарате (дрожжанке). Это герметически закрытый цилиндрический аппарат, снабженный двумя змеевиками (для пара и воды) с мешалкой (рис. 2.1).

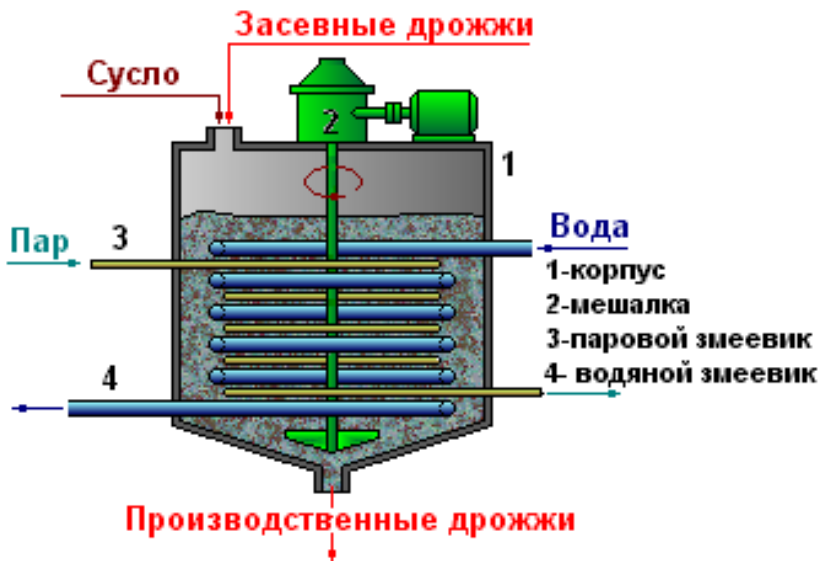


Рис. 2.1. Дрожжевой аппарат

Выращенная в лабораторных условиях чистая культура дрожжей из пробирки переводится в колбу с дробно пастеризованным солодовым суслом объемом 200 мл, из неё в бутыль с 2 л пастеризованного производственного сусла, затем в бутыль с 10-15 л такого же сусла, далее в сборник с 500 л сусла и, наконец, в дрожжевой аппарат. Эти дрожжи носят название *засевных*.

Перед началом процесса культивирования дрожжевой аппарат моют горячей водой, стерилизуют паром, охлаждают, набирают сусло температурой 55-58⁰С, добавляют в качестве азотистого питания солодовое молоко и выдерживают от 1 до 2 ч для осахаривания крахмала солода. После этого сусло пастеризуют при темпера-

туре 75°C в течение 30 мин. Затем охлаждают до 30°C и добавляют раствор серной кислоты до кислотности $0,7-0,9^{\circ}$ (для зернового сусла) или $0,9-1,2^{\circ}$ (для картофельного) и pH $3,8-4,0$.

В случае подкисления дрожжевого сусла молочной кислотой, после пастеризации его охлаждают до 54°C и вносят подготовленную культуру молочнокислых бактерий в количестве 2-5% от объема сусла и перемешивают. В течение 8-10 ч, при температуре 52°C , происходит молочнокислое брожение до нарастания общей кислотности до $1,7-1,9^{\circ}$ (в зерновом сусле) и $2,0-2,4^{\circ}$ (в картофельном). Затем отбирают в сборник маточную культуру молочнокислых бактерий, а остаток сусла пастеризуют 25-30 мин при $76-78^{\circ}\text{C}$.

После охлаждения до 30°C в сернокислое или молочнокислое дрожжевое сусло вносят засевные дрожжи около 8% объема дрожжанки. Содержимое перемешивают и охлаждают до $22-23^{\circ}\text{C}$. Размножение дрожжей длится 18-20 ч при $27-30^{\circ}\text{C}$. По окончании этого срока дрожжи, которые получают название *производственных*, подаются в бродильный аппарат.

В данном параграфе рассмотрен процесс культивирования дрожжей в спиртовом производстве. По аналогичным схемам осуществляется культивирование дрожжей и для других основных видов бродильных производств.

Контрольные вопросы

1. Дрожжи и их состав.
2. Расы и значение дрожжей в бродильном производстве
3. Схема и принцип работы дрожжевого аппарата.

3. Производство солода

Солодом называют проросшее зерно, накопившее в себе в процессе прорастания большое количество ферментов. Солод готовят из ячменя, ржи, проса и других зерновых культур.

В пивоварении, как правило, используют ячменный солод, так называемого, короткого ращения. Его получают в результате проращивания зерна в течение 8-10 сут. В таком солоде достаточное количество ферментов при незначительных потерях крахмала.

Более высокой диастатической способностью обладает солод длинного ращения (до 16 суток), но потери крахмала в нем более значительны.

Применяется этот солод, в основном, в спиртовом производстве, где он является только осахаривающим средством, а крахмалосодержащим сырьем здесь является картофель, зерно и т.п.

Таким образом, задачей солодоращения является получение богатого ферментами солода, относительно чистого микробиологически (без плесеней), с хорошим растворением содержимого зерна, а для пивоваренного солода и с минимальными потерями крахмала.

Процесс производства солода ведется на технологических комплексах, называемых солодовнями.

3.1. Схема производства солода

Традиционная технологическая схема производства солода выглядит следующим образом (рис. 3.1).

Очищенное и отсортированное зерно поступает в замочной аппарат 1, где оно моется, дезинфицируется и замачивается.

Затем замоченное зерно подается в солодорастительный аппарат 2, откуда свежепросошедший солод направляется в сушилку 3 и после сушки накапливается в сборнике 4. Далее солод транспортируется в росткоотбивную машину 5, где освобождается от ростков и после взвешивания на автовесах 9 поступает на склад.

Зерно для производства солода, поступающее с элеватора после первичной очистки, не всегда отвечает требованиям, предъявляемым к сырью для солодоращения.