

РАЗДЕЛ 1. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

УДК 663.4

СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ВЫРАЩИВАНИЯ ЧИСТОЙ КУЛЬТУРЫ ПИВНЫХ ДРОЖЖЕЙ

Д.Д. Темершин, А.Г. Новоселов, А.А. Смирнов

Статья посвящена обзору основных этапов, способов и оборудования, которые участвуют в процессе культивирования чистой культуры пивных дрожжей. В результате были проанализированы преимущества и недостатки систем культивирования, а также влияния конструктивных элементов на процесс накопления биомассы. Производство пива является достаточно сложным производством так как включает в себя не только физические и химические процессы, но и биотехнологические. В зависимости от производительности завода дрожжи могут либо закупаться у других заводов, либо выращиваться у себя на производстве. Мероприятия, связанные с получением, разведением и хранением дрожжей носят название дрожжевой менеджмент. Чрезвычайно важное внимание ко всем этапам ведения дрожжей на производстве является важным фактором в получении пива требуемого качества. Жизнестойкость, отсутствие инфицирующей микрофлоры, жизнеспособность и густая консистенция являются главными требованиями к дрожжам на производстве. Соответственно, аппараты, которые используются в данном процессе должны отвечать всем требованиям микробиологической безопасности. Наиболее перспективными аппаратами являются цилиндрикоконические аппараты закрытого типа, так как они гарантируют микробиологическую безопасность, а также весьма удобны для мойки и снятия дрожжей в отличие от аппаратов открытого типа.

Ключевые слова: чистая культура дрожжей, культивирование, пропагатор, сусло, колба Карлсберга, аэрация, пиво, пенообразование, микробиологическая безопасность, ферментатор.

Производство пива является одним из самых сложных производств так как представляет из себя совокупность физических, химических и биологических процессов, которые тесно связаны друг с другом (рисунки 1).

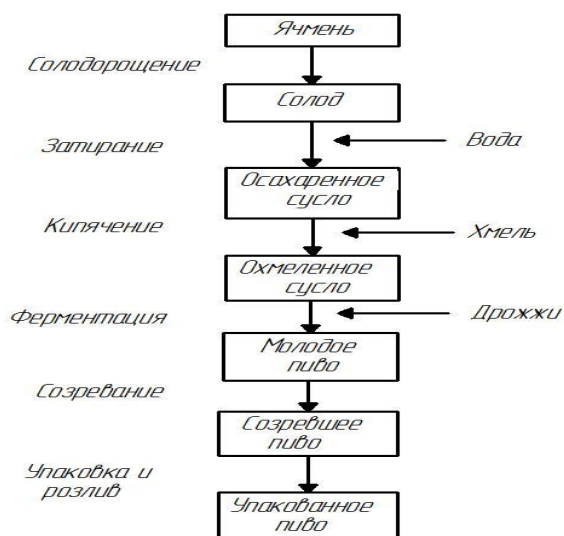


Рисунок 1 - Схема производства пива
ПОЛЗУНОВСКИЙ ВЕСТНИК № 2 2017

Непосредственно само пиво появляется на этапе внесения сусла в бродильное отделение где оно взаимодействует с дрожжами. Как известно, для производства пива используются дрожжи верхового брожения (*saccharomyces cerevisiae*) и дрожжи низового брожения (*saccharomyces carlsbergensis*) [1].

В зависимости от производительности пивного завода, пивные дрожжи могут либо выращиваться непосредственно на заводе, либо закупаться на других пивных заводах.

Выращивание дрожжей на заводе состоит из 3-х этапов [2]:

- 1) Получение жизнеспособных и активных дрожжевых клеток
- 2) Разведение чистой культуры дрожжей в лаборатории
- 3) Разведение чистой культуры дрожжей на производстве

На сегодняшний день, все операции, связанные с производством, хранением и мониторингом состояния пивных дрожжей имеют название дрожжевой менеджмент. Грамотное проведение вышеперечисленных мероприятий обеспечивают успех в получении качественного продукта, так как

процесс сбраживания сусла является главным процессом в становлении пива. Так же, как и к воде, солоду и хмелю, к дрожжам предъявляются свои определенные требования [2]:

- 1) Отсутствие содержания инфицирующей микрофлоры
- 2) Наличие мертвых клеток дрожжей не должно составлять более 3%
- 3) Быть жизнеспособными
- 4) Консистенция вносимых дрожжей должна быть густой.

Получение жизнеспособных дрожжевых клеток осуществляется в лаборатории, где происходит, засев на стерильном сусле чашечным методом. С помощью микроманипулятора происходит разделение клеток, а далее - отбор жизнеспособных клеток. После этого происходит перенос пригодных дрожжевых клеток с помощью стерильного кусочка бумаги смоченного стерильным сусликом в стеклянную колбу объемом 5 мл, в которой содержится такое же сусликом [3].

Рассмотрим непосредственно этап культивирования дрожжей на производстве. В зависимости от производительности завода, культивирование чистой культуры дрожжей может происходить открытым и закрытым способами [4].

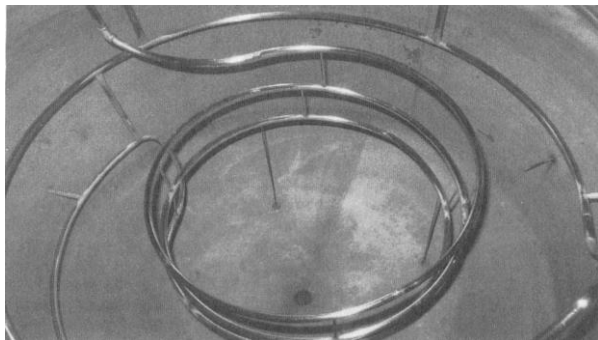


Рисунок 2 - Вид изнутри фермента тора открытого типа со змеевиком теплообменником

Аппараты открытого типа используются чаще всего на малых пивоварнях. Основным преимуществом являются простота конструкции. На рисунке 2 видно, что в данном аппарате поддержание необходимой температуры культуральной жидкости происходит с помощью змеевика. Основным недостатком таких аппаратов является возможность инфицирование дрожжей и лишнее пенообразование, которое приводит к потерям биомассы (рисунок 3).

Стоит отметить, что для мини пивоварен, так же возможно выращивание ЧКД в молочных бидонах.

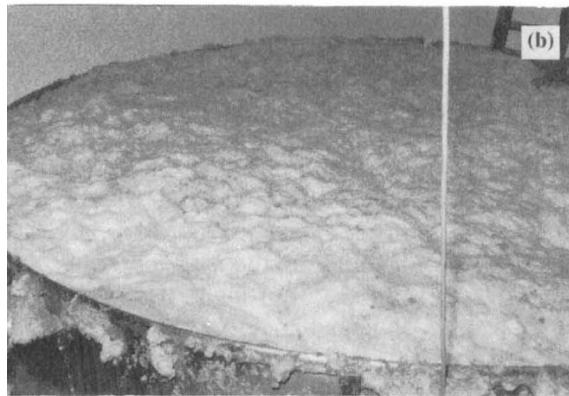


Рисунок 3 - Пенообразование во время аэробного брожения

Альтернативным вариантом является выращивание чистой культуры дрожжей в закрытом цилиндрической емкости. Отличительная черта данного оборудования заключается в том, что сама емкость полностью закрыта, что позволяет снизить шанс инфицирования дрожжей. Что касается поддержания определенной температуры, то цилиндрические емкости снабжены внешней водяной рубашкой. Наличие внешней водяной рубашки исключает соприкосновение дрожжевой культуры с дополнительными металлическими поверхностями, а коническое дно предоставляет большую удобность для мойки оборудования.

Что касается способов разведения, то в зависимости от производительности и оснащения завода, используют следующие системы выращивания ЧКД:

- 1) Полунепрерывная;
- 2) Периодическая;
- 3) Выращивание в одной емкости.

Полунепрерывная система пропагации представляет из себя систему из двух оборудований (рисунок 4). Это стерилизатор и пропагатор. Следует заметить, что рабочий объем пропагатора больше чем стерилизатора. В начале процесса охмеленное сусликом попадает в стерилизатор и потом уже после тепловой обработки перекачивается насосом в пропагатор, в который добавляется из колбы карлсберга чистая культура дрожжей и происходит процесс размножения, далее из стерилизатора еще раз доливаются стерилизованное сусликом в пропагатор и происходит дальнейшее

ПОЛЗУНОВСКИЙ ВЕСТНИК № 2 2017

СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ВЫРАЩИВАНИЯ ЧИСТОЙ КУЛЬТУРЫ ПИВНЫХ ДРОЖЖЕЙ

культивирование. После созревания примерно 3/4 ЧКД перекачиваются в бродительное отделение, а оставшая часть остается в пропегаторе.

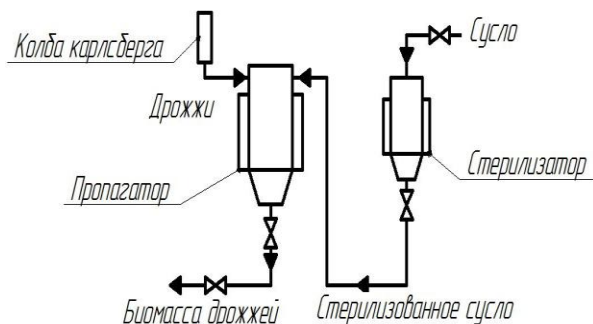


Рисунок 4 - Полунепрерывный способ культивирования дрожжей

Преимущества данной системы [4]:

1) Конструкция является более простой по сравнению с периодическим способом. Посевная доза остается в пропегаторе;

2) Выдача ЧКД может осуществляться 2 раза в неделю;

Недостатками данной системы являются:

1) Необходимость в высококвалифицированном персонале;

2) Возможность инфицирования дрожжей из-за наличия трубопровода;

3) Высокая стоимость установки.

Периодическая система также представляет собой систему из двух аппаратов, однако она состоит из 2-х пропегаторов разных объемов (рисунок 5). Принцип работы данной системы следующий: в пропегатор меньшего объема перекачивается стерилизованное сусло. Далее в данный пропегатор перекачивается чистая культура дрожжей из колбы карлсберга, где начинается культивирование. Одновременно с культивированием в малом пропегаторе, в большой пропегатор перекачивается стерилизованное сусло. После окончания культивирования содержимое из малого пропегатора перекачивается в большой, где происходит окончательное культивирование. После культивирования, также часть сусла перекачивается в бродительное отделение, а другая часть перекачивается в пропегатор малой емкости [5].

К преимуществам данной установки можно отнести:

1) Протекание процесса культивирования в разных емкостях происходит неза-

висимо друг от друга;

2) Возможность выдачи дрожжей два раза в неделю;

3) Забор из лаборатории дрожжей снижается до нескольких раз в год.

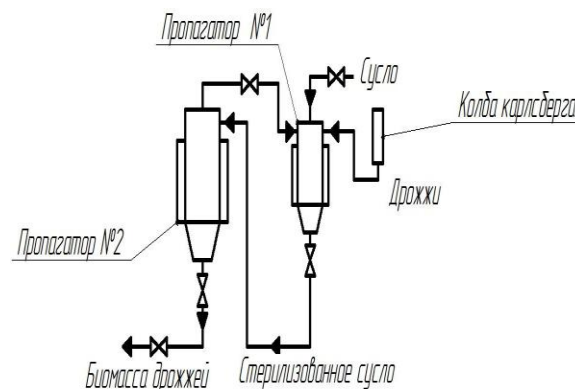


Рисунок 5 - Периодический способ культивирования дрожжей

К недостаткам можно отнести следующие пункты:

1) Стоимость установки гораздо выше, чем у полунепрерывной системы;

2) Необходимость наличия высококвалифицированного персонала.

На малых пивоварнях используются системы культивирования (рисунок 6), состоящие из одного аппарата, который представляет собой закрытую цилиндрикоконическую емкость с водяной рубашкой [4].

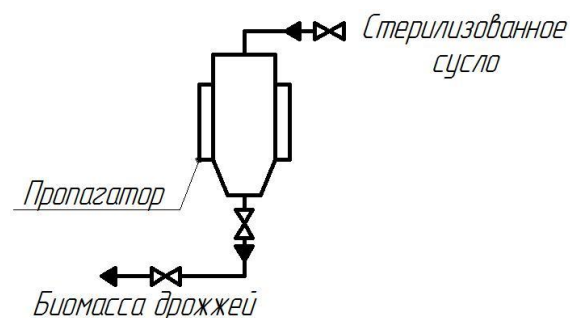


Рисунок 6 - Культивирование дрожжей в одной емкости

Принцип работы данной системы следующий: заранее стерилизованное сусло попадает в емкость цилиндрикоконической формы, одновременно с суслом подаются из колбы карлсберга дрожжи, начинается процесс культивирования. После окончания процесса культивирования полученная биомасса дрожжей перекачивается в бро-

дильное отделение, и цикл культивирования начинается заново [5].

Преимущества данной системы:

- 1) Отсутствие дегенерации дрожжей, так как для каждой варки используются постоянно новые дрожжи;
- 2) Простота и дешевизна метода;
- 3) Низкая вероятность инфицирования дрожжей из-за отсутствия дополнительных трубопроводов.

1) К недостаткам можно отнести следующие пункты;

- 2) Постоянное использование новой партии дрожжей требует постоянного взаимодействия с лабораторией;
- 3) Процесс культивирования происходит дольше.

Одним из важных факторов, играющих роль при культивировании ЧКД, является подача кислорода [2]. Стоит заметить, что аэрация должна осуществляться при подаче стерильного воздуха. При аэрировании клетки дрожжей получают возможность активизировать обмен веществ и способность к размножению.

Конструктивная реализация данной функции может быть весьма различной [6].

Чаще всего используется подача кислорода с помощью форсунок, которые погружены вертикально в сусло.

Вариацией такого способа является использование барботера, расположенного на дне емкости. Следует заметить, что скорость подачи воздуха не должна быть слишком высокой, так как образовавшиеся пузырьки стерильного воздуха слишком быстро сплывают вверх и не успевают взаимодействовать с дрожжами. К тому же чрезмерная аэрация способствует обильному пенообразованию, что является негативным фактором.

Для интенсификации процесса культивирования ЧКД допускается использование перемешивания. Функция перемешивания может осуществляться следующими способами:

- 1) Механическим;
- 2) Циркуляционным;
- 3) Пневматическим.

Механический способ представляет собой использование мешалок из 6-8 лопастей. При выращивании животных и растительных клеток скорость вращения перемешивающего устройства не должна быть слишком высокой. Недостатком такого способа является удорожание установки и дополнительные затраты времени на очистку самого перемешивающего устрой-

ва [6].

Пневматическое перемешивание происходит с помощью пузырьков воздуха, которые поднимаются со дна емкости из барботера, расположенного внизу. Недостатком такого способа является низкая скорость массообмена, хотя для выращивания ЧКД является оптимальной [6].

Циркуляционный способ перемешивания реализуется с помощью постоянной перекачки жидкости с помощью насоса. Циркуляционный способ совмещает в себе преимущества как пневматического, так и механического перемешивания, так как позволяет достичь высокой интенсивности массообмена при отсутствии перемешивающего устройства [6].

Встречаются и альтернативные варианты насыщения сусла кислородом при культивировании ЧКД. Например, в работе [6] культивирование ЧКД было предложено реализовывать в струйно-инжекционном кожухотрубном аппарате (КСИА) (рисунок 7).

Сам аппарат состоит из таких основных элементов:

- 1) Кожухотрубный теплообменник;
- 2) Емкость-накопитель;
- 3) Циркуляционный насос и трубопровод.

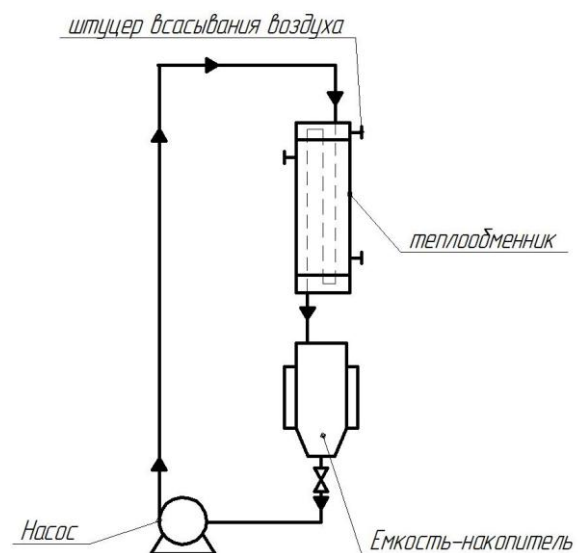


Рисунок 7 - Кожухотрубный струйно-инжекционный теплообменник

Преимущество использования КСИА заключается в том, что из-за постоянного перекачивания сусла реализуется 2 функции: перемешивание и аэрирование. Аэрирование сусла происходит в теплообмен-

нике вследствие того, что свободная струя жидкости при течении производит захват воздуха из штуцера всасывания воздуха, и в дальнейшем при прохождении аэрированного суслу через трубы происходит обильное насыщение кислородом, что интенсифицирует процесс накопления биомассы [7]. Затрагивая тему пенообразования, стоит заметить, что, для решения данной проблемы используются физические, механические и химические способы [6].

При физических способах разрушение пены может происходить при помощи температурного, электромагнитного, ультразвукового воздействий на среду. Из всех перечисленных методов ультразвуковой является наиболее оптимальным методом, но отличается дороговизной.

При химическом способе обычно используются поверхностно-активные вещества (масла животного и растительного происхождения) либо кислоты. В пивоваренной промышленности они используются, но не всегда [6].

К механическим способам удаления пены можно отнести использование определённых конструктивных элементов (роторов или лопаток), которые разбивают пену. Однако механические пеногасители требуют наличия электродвигателя, что увеличивает стоимость установки [6].

Исходя из этого, можно сделать вывод, что процесс культивирования является достаточно ответственным этапом в производстве пива, так как выращенная биомасса дрожжей с высокой активностью и жизнеспособностью способна положительно влиять на качество будущего пива во время брожения. Но в то же время за обеспечение высокой активности и жизнеспособности отвечает грамотный подбор аппаратов и реализация требуемых технологических параметров. После анализа литературы можно сделать вывод, что наличие различных методов и широкий выбор оборудования способны максимально широко удовлетворить потребности пивоварен различной мощности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Краткий курс пивоварения / Л. Нарцисс; при участии В. Бака; пер. с нем. А. А. Куреленкова. — СПб. Профессия, 2007. — с.59
2. Кунце В, Технология солода и пива / Кунце В. – СПб. Профессия, С. 201 – 380.
3. Технология отрасли. Технология пива: учебное пособие / Т.Н. Борисенко, Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. - Кемерово, 2007. - 136 с
4. Horney I.S / Brewing – Royal society of chemistry, 1999 - p: 128
5. Кайтуков Ч. Современные системы пропагации/ Кайтуков Ч. // Brauwelt – М., 2003 г. – С.45-47
6. Меледина Т.В. / Культивирование пивных дрожжей низового брожения в кожухотрубном струйно-инжекционном абсорбере/ Меледина Т.В., Дарков Г.В., Тишин В.Б., Смирнов М.В. / Bruawelt, Мир пива – М., 2002 г. - С.36-38
7. Новоселов А.Г., Интенсификация массообмена между газом и жидкостью и разработка высокоэффективных аппаратов для пищевой и микробиологической промышленности: дис. док. тех. наук 05.18.12, защищена 06.06.2002, утверждена 06.12.2002/ Новоселов Александр Геннадьевич – СПб. 2002 – 257 с.

Темершин Д. Д. - аспирант кафедры процессов и аппаратов пищевых производств Национального исследовательского университета информационных технологий механики и оптики, Россия г. Санкт-Петербург, ул. Ломоносова д.9, e-mail: dima-lestreyd@mail.ru,

Новоселов А. Г. - д.т.н., профессор кафедры процессы и аппараты пищевых производств Национального исследовательского университета информационных технологий механики и оптики, Россия г. Санкт-Петербург, ул. Ломоносова д.9, e-mail: dekrosh@mail;

Смирнов А. А. - магистрант 2 курса кафедры процессов и аппаратов пищевых производств Национального исследовательского университета информационных технологий механики и оптики, Россия г. Санкт-Петербург, ул. Ломоносова д.9, e-mail: sm1rnov93@mail.ru.