

BRAUWELT

мир пива

2'04

WEISSHEIMER
MALZ

Хорошее
ПИВО
из солода
WEISSHEIMER



Internet: <http://www.weissheimer.de>

E-Mail: weissheimer@t-online.de

Пропагация ЧКД – отложенный процесс или проблема пивовара

Кайтуков Ч., Москва, Россия

Древнейшим дошедшим до нас достоверным сведениям о пивоварении приблизительно 6000 лет, и восходят они к шумерам. Шумеров, живших в Месопотамии, считают основателями традиции пивоварения. «Божественный напиток» был открыт ими случайно и, разумеется, был признан даром богов. После шумеров во II тысячелетии до н.э. владельцами Месопотамии стали вавилоняне. Из Вавилона пиво, а также сведения о пивоварении, попали в Египет. Египтяне внесли свой вклад в традицию пивоварения. Они использовали сырое хлебопекарное тесто и для улучшения вкуса добавляли в пиво финики. О значении пива в древнем Египте можно судить по тому факту, что писцами был создан дополнительный иероглиф, обозначающий пивовара.

Проникновение в тайну процесса брожения началось во второй половине XVII столетия. Голландец Антони ван Левенгук описал микроскопические структуры, названные им «апита-кулес». Они получили название одноклеточных организмов после того, как Луи Пастер в 1876 г. издал свою работу «Этюды о пиве», которая заложила основы представлений о процессе брожения, принципах стерилизации и культурах дрожжей в пивоваренной промышленности. Вскоре после этого Эмиль Христиан Хансен успешно, выделил одиночную дрожжевую клетку и заставил ее размножаться в искусственной культурной среде. Хансен и Кюле разработали первый дрожжерастительный аппарат. Он состоял из суслоприемника и резервуара для разведения дрожжей (пропагатора), снабженного подводом стерильного воздуха и рабочим колесом. Основные принципы этой системы разведения дрожжей, изобретенной в 1890 г., используются и до сих пор во многих коммерческих дрожжерастительных установках.

Несмотря на столь продолжительную историю использования и получения ЧКД до сих пор многие пивовары применяют светло-коричневую массу дрожжей только как добавку к суслу и ожидают, что из этого получится пиво, забывая при этом, что эта масса состоит из миллиардов отдельных клеток, существующих абсолютно независимо друг от друга и унаследовавших свои свойства благодаря развитию миллиардов предшествующих поколений, что и сохранено в их генах.

Не мы определяем, что должны делать дрожжи, но мы должны управлять факторами, которые регулируют их работу. При этом нельзя забывать о том, что «интересы»

Для превращения сусла в пиво сахар, содержащийся в сусле, должен быть сброшен ферментами дрожжей в этанол и углекислоту. При этом возникают побочные продукты брожения, которые существенно влияют на вкус, аромат и другие потребительские свойства пива.

дрожжевой клетки совершенно иного рода, чем интересы пивовара. Если последнего в первую очередь интересуют спирт, то для дрожжей это яд, от которого они стремятся избавиться и поэтому выделяют наружу. Для дрожжевой клетки имеет значение только получение энергии (при потреблении питательных веществ) для продолжения своего существования и образования клеточной массы.

Таким образом, качество пива в решающей степени зависит от дрожжей и их обмена веществ.

Несмотря на постоянно совершенствующиеся технологии пропагации ЧКД и соответственно машинно-аппаратные схемы, реализующие последние достижения ученых, в настоящее время все еще остаются значительные претензии работников пивоваренных заводов ко всем существующим машинно-аппаратным схемам.

В результате многочисленных консультаций с работниками различных российских и иностранных пивоваренных заводов, а также непосредственного изучения работы различных установок для пропагации ЧКД и их эксплуатации были выявлены наиболее часто встречающиеся проблемы:

Микробиологическое заражение ЧКД

Обязательным условием получения высококачественного пива с отличными органолептическими свойствами и высокой биологической стойкостью является микробиологическая чистота пивоваренного производства. Достижение необходимого санитарно-микробиологического состояния производства невозможно без предотвращения его инфицирования на всех стадиях — от сырья до готового пива. И эта проблема наиболее актуальна для отделения ЧКД, поскольку зараженная ЧКД может окончательно и бесповоротно испортить вкус и аромат пива которые в последствии невозможны будет устранить.

Данная проблема довольно часто встречается на современных заводах и связана она, зачастую, не только с человеческим фактором, приводящим к некорректной эксплуатации установки, но и с заложенной в саму установку инженерной проблемой. Заражение ЧКД происходит как посторонними культурами, к примеру, дикими дрожжами, так и муттированными дрожжами этого же штамма. Причем муттированные дрожжи часто, по своему поведению, очень сильно напоминают дикие. Дикие дрожжи оказывают серьезное влияние на ход технологического процесса и качество получаемого пива.

При попадании в сусло на стадии брожения, дикие дрожжи не могут интенсивно развиваться, так как их рост подавляется культурными дрожжами, количество которых значительно больше. В конце брожения большая часть диких дрожжей не седimentирует вместе с культурными дрожжами и попадает на стадию доброживания, где дикие дрожжи развиваются очень быстро. Кроме того, некоторые дикие дрожжи, размер клеток которых меньше чем у культурных дрожжей, могут не задерживаться при фильтрации готового пива и таким образом вызывают помутнение готового продукта.

Причиной микробиологического заражения ЧКД часто являются различного рода



Рис. 1

Автор: Кайтуков Чермен,
ЗАО НПО «Элевар», Москва



Рис. 2

перемешивающие устройства, встраиваемые в танк для пропагации и в стерилизатор, а также пластиинчатые теплообменники установленные на технологической линии пропагации ЧКД.

Данные устройства довольно плохо поддаются автоматизированной мойке СИП и зачастую являются основными рассадниками опасных для ЧКД культур. К таким устройствам можно также отнести различные встроенные в танк для пропагации форсунки для аэрации сусла с дрожжами, к примеру, такие форсунки встроены в пропагатор ЧКД одно-аппаратной схемы пропагации.

Для решения этой проблемы необходимо удалить все встроенные в пропагатор мешалки и форсунки и обеспечить, таким образом, идеальную поверхность для мойки СИП, но при этом гарантировать равномерное распределение кислорода в сусле, а также распределение дрожжевых клеток по всему объему. Кроме того, необходимо избавиться от теплообменников на технологической линии пропагации ЧКД. Даные устройства часто применяются для охлаждения сусла с дрожжами во время операции аэрации дрожжей.

Кроме вышеперечисленного, причиной заражения ЧКД может так же быть инфицированное сусло, подаваемое на пропагацию. Причем сусло может не только прийти в стерилизатор уже зараженным, и в этом случае большинство вредных культур должно быть уничтожено во время процесса стерилизации, но и инфицироваться в самом стерилизаторе, а именно на стадии охлаждения сусла после стерилизации. Собранные данные свидетельствуют о том, что стадия охлаждения сусла со 100°C до 10°C может длиться до 24 ч и даже больше причем, в связи с тем, что снижение температуры до 35-40°C происходит достаточно быстро — примерно за 2.5-3ч, значительную часть времени сус-



Рис. 3

ло находится в области температур 10-35°C что является оптимумом температур для большого количества вредных культур, к примеру диких дрожжей. Однако вопрос быстрого охлаждения сусла после стерилизации сам по себе является проблемой, не решенной до сих пор.

Проблема быстрого охлаждения сусла при условии обеспечения микробиологической чистоты сусла

Данный вопрос является довольно проблематичным, поскольку содержит в себе сложное противоречие. Во первых, необходимо избавляться от мешалок и теплообменников для обеспечения качественной СИП мойки стерилизатора и технологической линии подачи сусла в пропагатор и это в свою очередь приводит к решению использовать охлаждающую рубашку на цилиндрической части стерилизатора. Во вторых, естественная конвекция сусла в стерилизаторе очень незначительна и при отсутствии встроенного перемешивающего устройства охлаждение происходит крайне медленно, что в свою очередь вновь поднимает вероятность инфицирования сусла. Применение же циркуляции во время охлаждения сусла вместо встроенного перемешивающего устройства является всего лишь еще одной альтернативой, поскольку сусло постоянно циркулирует по трубопроводу, в котором тоже достаточно места для накопления различных вредных культур.

В результате вопрос остается не решенным и различные производители установок для пропагации ЧКД решают его по-своему, соглашаясь на компромисс. К примеру, фирма Steinecker часто склоняется к встроенному перемешивающему устройству, а Esau&Hueber к внешнему пластиинчатому теплообменнику с циркуляцией.

Оксидация сусла в процессе пропагации ЧКД

Данная проблема возникает вследствие излишней аэрации сусла. Однако уменьшение аэрации приводит к кислородному голоданию дрожжей и анаэробному процессу размножения, что приводит к значительному увеличению времени, затрачиваемому на цикл. Корень проблемы кроется в том, что кислород необходимо доставлять к дрожжевым клеткам и минимизировать его воздействие на сусло. Однако это довольно сложно осуществить вследствие того, что количество дрожжей в сусле очень часто бывает небольшим. К примеру, при очередной операции добавления сусла в пропагатор процентное содержание дрожжей в сусле резко падает, при этом все большее количество кислорода взаимодействует с суслом. Поскольку доставить кислород до дрожжей все сложнее в результате возникает необходимость даже увеличить подачу кислорода и оксидация усиливается.

Количественно оценить объем кислорода, потребляемого дрожжами для размножения и количества кислорода теряемого на нежелательный процесс оксидации сусла можно благодаря опытным данным, полученным на пивоваренном заводе в г. Хаахт (Бельгия). При пропагации дрожжей периодическим способом было получено 6,4 м³ дрожжевой биомассы (V_d) с содержанием дрожжей 130 млн. клеток/мл с сухим весом 8кг/ (p_d). Следовательно, общая масса полученного сухого вещества свежих дрожжей M_{cb} составила:

$$M_{cb} = V_d \times p_d = 6,4 \text{ м}^3 \times 8 \text{ кг/м}^3 = 51,2 \text{ кг}$$

В процессе пропагации использовался чистый кислород, и расход его на весь цикл пропагации составил 14,2 кг.

С учетом экспериментов проведенных Аннемоллером и Мангером потребность дрожжей в кислороде в процессе размножения составляет 120 мг кислорода на 1 г



nocado-schwarze

Фирма «Нокадо-Шварте», Германия предлагает:

- высококачественную арматуру Nocado из пищевой нержавеющей стали
- трубы из пищевой нержавеющей стали
- пищевые насосы Fristam

для монтажа гигиенических установок, со складов в Москве и Новосибирске

123154 Москва
Бульвар ген. Карбышева 8/3,
офис 413
тел.: 095/946 8020, 946 8026
факс: 095/797 57 68
e-mail: info@nocado.msk.ru

630008 Новосибирск
ул. Ленинградская 147/1,
офис 208
тел.: 3832/ 62 31 71
факс: 3832/ 62 31 71
e-mail: nocado@mail.ru

www.nocado-schwarze.de

сухого вещества. Учитывая эти данные, для формирования биомассы необходимо:

$$51,2 \text{ кг} \times 0,12 \text{ кг}_{\text{кислорода}}/\text{кг} = 6,14 \text{ кг}$$

кислорода

Следовательно, $14,2 - 6,14 = 8,06 \text{ кг}$, что составляет около 57% израсходованного кислорода, ушло на химическое окисление среды выращивания и частичное удаление небольшим количеством присутствующего углекислого газа.

Данная проблема особо актуальна для одноАппаратных ЧКД, однако и классические схемы не способны избежать процесса окисления.

Шок

После внесения ЧКД из лаборатории с помощью колбы Карлсберга в пропагатор дрожжи испытывают шок. Причина данного шока еще не выявлена, однако выражается он в замедлении процесса размножения.

Кроме данного вида шока дрожжевые клетки испытывают так же и температурный шок, поскольку сусло, добавляемое в пропагатор, имеет обычно температуру на два — три градуса ниже нежели температура сусла с дрожжами. Более низкая температура добавляемого сусла считается более целесообразной с учетом того, что ЧКД после окончания процесса пропагации задается в ЦКТ, где температура ниже, нежели в пропагаторе и адаптированные к такому обращению дрожжевые клетки быстрее выходят из температурного шока и начинают сбраживать сусло.

В результате при очередной операции добавления сусла в пропагатор дрожжевые клетки не менее 3-6 часов находятся в шоке пассивном состоянии, характеризуемом приостановкой процесса размножения.

На рис. 1, 2, 3, показаны графики пропагации ЧКД тремя различными способами.

Как видно из графиков дрожжи испытывают шок при каждом внесении сусла и временной промежуток необходимый им для выхода из lag-фазы тем больше чем больше соотношение вносимого в пропагатор сусла и количества, находящихся там клеток ЧКД.

В предыдущей статье были рассмотрены три основные схемы пропагации ЧКД, в данной же работе эти схемы были проанализированы с точки зрения способности решить основную задачу пивовара — получить необходимое количество ЧКД в кратчайшие сроки с гарантией их высокой жизнеспособности и неинфицированности.

В сущности, все основные проблемы пропагации так и остались неразрешенными или вернее сказать не преодоленными и, в современной установке, когда требования к качеству ЧКД, задаваемого в ЦКТ постоянно растут, что в конечном итоге значительно влияет на качество и вкусовые особенности пива, возникает острая необходимость в создании машино-аппаратурной схемы способной удовлетворить всем требованиям пивоваров и максимально приблизиться к решению основных проблем пыне существующих при пропагации дрожжей.

**Новое оборудование в центре внимания:
пивоваренный завод Hasseroder Brauerei GmbH, Вернигероде**

Новое оборудование для удаления газа из воды

M. Хенкель, K.-X. Вернер, Германия

Описанная в этой статье установка для удаления газа из воды была смонтирована с целью уменьшения отрицательного влияния, оказываемого содержащимся в воде кислородом, достижения экономических и технологических преимуществ в процессе фильтрации и розлива и повышения качества готовой продукции.

В компактной колонне для дегазации используется диоксид углерода (CO_2), в результате чего отпадает необходимость в многоступенчатой вакуум-системе. Высокая степень снижения содержания кислорода до остаточного количества, не превышающего 0,02 ppm, достигается путем десорбции при атмосферном давлении с помощью газообразной углекислоты (CO_2).

Принцип действия

Обмен веществ в деаэрационной колонне осуществляется на очень большой площади реакционной поверхности за счет различной растворимости кислорода, т.е. воздуха и газообразной углекислоты. Такие конструктивные данные установки делают возможным, во-первых, минимальное содержание кислорода в отводимой воде и, во-вторых, очень низкий расход газа, а также сводят к минимуму потери углекислоты. В принципе показатели расхода зависят от производительности установки.

Вода с помощью насоса подается в пластинчатый теплообменник с регенерацией тепла. Здесь вода нагревается и подается наружу через распределительное устройство для воды в десорбционную колонну. Одновременно в нижнюю часть колонны снизу подается CO_2 , количество которого регулируется в зависимости от расхода. В результате воздух в противотоке удаляется из в-

ды. Материал наполнителя для этой колонны был разработан специально, он имеет очень большую площадь наружной поверхности и обеспечивает благодаря этому исключительный контакт между жидкостью и газом. Это гарантирует эффективное удаление кислорода, а также небольшой расход газа и способствует в сочетании с рекуперацией тепла, достигающей 92%, низким эксплуатационным расходам. Преобладающая часть используемого CO_2 растворяется в воде. Вода, из которой удален воздух, обладает повышенной способностью к его поглощению. Этой тенденции противостоит растворенная в воде углекислота. Вода, практически не содержащая кислорода, отбирается из нижней части колонны и охлаждается в пластинчатом теплообменнике с регенерацией тепла. Если после окончания процесса деаэрации вода должна иметь определенную степень насыщения диоксидом углерода, после пластинчатого теплообменника может дополнительно подаваться CO_2 . Отсюда вода попадает, например, в буферный танк, откуда ее отбирают для использования на разные цели. Доступность диоксида углерода на пивоваренном заводе и возможность простой карбонизации до необходимого уровня являются дополнительными преимуществами. Установка, работающая по принципу абсорбции газа, является экономически более выгодной, чем другие способы.

Отличительные особенности установки

Производительность установки настраивается в зависимости от вместимости буферного танка от 600 до 1200 л/ч. Из буферного танка вместимостью 600 л через кольцевой трубопровод деаэрированная вода поступает ко всем производственным местам использования. В качестве теплоносителя для нагрева воды используется имеющаяся на заводе в достаточном количестве горячая вода.

Заключение

Установка для удаления газов из воды обеспечивает все основные потребности завода в деаэрированной воде. Производительность установки определяется производственной необходимостью. Работа установки экономически очень выгодна, учитывая использование избыточных количеств горячей воды в комбинации с высоким уровнем рекуперации тепла в пластинчатом теплообменнике.

Авторы: дипл. мастер-пивовар / дипл. инж.-экон. Михаэль Хенкель, руководитель службы качества пивоваренного завода Hasseroder Brauerei GmbH, Вернигероде, дипл. инж. Карл-Хайнц Вернер, компания Alfa Laval Mid Europe, Глинде