

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИННОВАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ В ПИВОВАРЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Сафонова Е.А.; Носкова В.В.

ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)» г. Кемерово

С целью интенсификации пивоваренного производства предложено использовать новое высокоэффективное оборудование, роторно — пульсационный аппарат, повышающий производительность предприятий за счет экономии сырья, снижения энергозатрат и сокращения продолжительности изготовления конечного продукта.

Интенсификация различных производственных процессов является одной из существенных проблем технических наук и одним из факторов повышения экономики, что невозможно достичь без привлечения новых инновационных технологий. Поэтому внимание ученых направлено на создание нового высокоэффективного оборудования, повышающего производительность предприятий за счет экономии сырья, снижения энергозатрат и сокращения продолжительности изготовления конечного продукта. В пивоваренном производстве интенсификация может быть достигнута за счет сокращения продолжительности технологических стадий приготовления пива.

Пиво – слабоалкогольный, игристый напиток с характерными хмелевыми ароматами и горчинкой. Пиво обогащено питательными и биологически активными веществами - белками, углеводами, микроэлементами и витаминами [1]. Анализируя классическую технологическую схему приготовления пива можно выделить стадии затирания, брожения и дображивания.

Затирание – это экстракционный процесс. На интенсивность проведения рассматриваемого процесса оказывают влияние многие факторы, основные из которых: гидродинамические условия течения экстрагента, величина поверхности соприкосновения фаз, разность концентраций (движущая сила), длительность процесса, вязкость экстрагента, температура проведения процесса. Анализ влияния этих факторов [2] и конструкций экстракторов позволил сделать вывод о перспективности применения для процесса затирания роторно - пульсационного аппарата, при работе которого происходят следующие процессы.

1. Интенсивное воздействие на твердую фазу приводит к сильным турбулентным течениям, гидродинамическим микропотокам, что в свою очередь улучшает перенос массы, растворение компонентов. Это явление замечается как снаружи твердой фазы, так и во внутренних ее капиллярах. Данные факторы приводят к интенсивному перемешиванию даже внутри отдельных клеток материала.

2. Интенсивное колебание частиц материала в местах трения приводит к локальному повышению температуры, снижению вязкости экстрагента, что в

свою очередь влияет на увеличение коэффициента внутренней диффузии.

3. За счет повышения турбулентности потока экстрагента, нарушения структуры прилегающих слоев, пограничный диффузионный слой значительно уменьшается либо будет иметь небольшую толщину.

4. В результате интенсивных колебаний появляются чередующиеся зоны сжатия и расширения. За счет расширения в жидкой фазе появляются области разрыва жидкого экстрагента (кавитационные зоны), которые схлопываются с силой в несколько сот атмосфер. Данное воздействие приводит к диспергированию частиц, что, в свою очередь, увеличивает поверхность взаимодействия фаз.

Большое внимание следует уделить тому, что пиво является продуктом биохимической деятельности дрожжей. Дрожжам принадлежит существенная роль в проведении процессов брожения суслу и дображивания молодого пива. Их физиологическое и биохимическое состояние влияет на скорость протекания данных процессов и в итоге на качество готового продукта. Однако, хранению и подготовке дрожжей на производстве не всегда уделяют должного внимания, что приводит к ухудшению их показателей. Поэтому, одним из способов повышения качественных характеристик дрожжей является их активация [3].

Мы предлагаем использовать роторно-пульсационный аппарат для активации пивных дрожжей. При обработке дрожжевой суспензии в данном аппарате явление кавитации увеличивает проницаемость клеточной мембраны, вследствие чего ряд веществ будут с большей скоростью поступать внутрь клеток. Пивные дрожжи после цикла брожения на поверхности сорбируют различные вещества суслу (белки, горькие кислоты, полисахариды и др.). Они сокращают активную поверхность, через которую идет поступление питательных веществ. За счет кавитационного воздействия происходит освобождение поверхности клеток, что ускоряет транспортировку компонентов среды в дрожжевую клетку.

Кроме того, важным фактором активирования дрожжей является насыщение обрабатываемой среды кислородом воздуха за счет его диспергирования в аппарате. Кислород необходим дрожжам в начальный момент размножения для синтеза некоторых липидных компонентов клетки. В практике пивоварения предусмотрена аэрация пивного суслу перед введением в него дрожжей. При этом происходит окисление некоторых веществ (азотистых, горьких кислот, углеводов и др.), что приводит к изменению состава суслу, увеличению его цвета. Существующие исследования показали, что наиболее целесообразно проводить аэрацию дрожжевой суспензии, в результате чего повышается бродильная активность на 15 – 20 %.

В процессе обработки среды в роторно-пульсационном аппарате происходит повышение температуры, что также ускоряет все ферментативные процессы в клетке. В то же время роторно-пульсационный аппарат оказывает жесткое механическое воздействие на клетки, что может привести их к гибели. В данном случае защитную функцию для клеточных оболочек дрожжей может оказать использование питательных сред, например, молочной сыворотки и

пивного сусла [3].

Для исследований использовался роторно — пульсационный аппарат, разработанный на кафедре «Процессы и аппараты пищевых производств» КемТИПП («Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)») [4]. Данный аппарат имеет возможность регулирования частоты вращения ротора до 4000 об/мин и межцилиндрового зазора — 0,1...0,5 мм. Необходимый температурный режим обеспечивается при помощи тепловой рубашки.

Эксперименты по обработке заторов в роторно-пульсационном аппарате проводились при температурах 60 °С, 70 °С и 80 °С. Анализ полученных результатов показал, что после 10 минут механизм извлечения сухих веществ в ходе массоотдачи стабилизируется и дальнейшая обработка становится не рациональной.

Проведенные эксперименты показали, что при температуре 70-80 °С и частоте вращения ротора 2000 об/мин выход сухих веществ максимален. Но следует отметить, что при работе аппарата, в результате трения материала о стенки корпуса и рабочие органы, температура повышается на несколько градусов. Превышение порога в 80 °С при затирании приводит к возникновению необратимых биохимических процессов, которые негативно влияют на качество конечного продукта. Поэтому следует снизить температуру на несколько градусов.

Учитывая эти данные дальнейшие эксперименты проводились при температурах 65 °С, 70 °С и 75 °С.

Обработка дрожжей в роторно - пульсационном аппарате совместно с питательными средами оказывает положительное влияние на физиологические и биохимические показатели культуры. В результате проведенных исследований сделан вывод, что 5 %-ная молочная сыворотка и ее смесь с пивным сусликом являются наиболее предпочтительными средами для активирования дрожжей. Оптимальными параметрами обработки выбраны: зазор $0,4 \cdot 10^{-3}$ м, частота вращения 2000 об/мин, продолжительность обработки 2 мин, соотношение дрожжи: среда 1:0,5.

Для более полной оценки опытных образцов был проведен процесс сбраживания пивного суслика, полученного в роторно-пульсационном аппарате, активированными дрожжами с оптимальными параметрами обработки и определено их влияние на качество пива и состав побочных продуктов брожения. Контрольным образцом здесь служили необработанные в аппарате дрожжи. Полученная динамика брожения показала существенное ускорение сбраживания суслика опытных образцов по сравнению с контрольным. Необработанные дрожжи имели более высокую начальную скорость брожения, однако, обработанная культура более активно сбраживала среду к 3 - 4 сут.

Наиболее глубокое сбраживание суслика достигалось дрожжами, обработанными в роторно-пульсационном аппарате в молочной сыворотке. Учитывая, что видимый экстракт в молодом пиве должен быть в диапазоне 4,0 – 4,2 %, сбраживание этого образца может быть закончено к 5,5 – 6 суткам. В конечном итоге достигается ускорение процесса сбраживания на 1 - 1,5 сут

(14,3 - 21,4 %).

Физико-химические показатели готового пива, полученного из опытного сусла, приготовленного в аппарате с использованием активированных дрожжей, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Физико-химические показатели готового пива, полученного с использованием активированных дрожжей

Показатель	Контроль	65 °С	70 °С	75 °С
Массовая доля сухих веществ, %	20,9	21,0	21,5	21,5
Содержание аминного азота, мг/100 г сухих веществ	273,3	226,5	320,3	283,1
Содержание фракции белка А, мг/100 г сухих веществ	188,6	115,4	108,3	106,0
Мутность, ед. опт. плотн.	0,46	0,44	0,34	0,30

Как видно из представленных данных, содержание спирта и степень сбраживания в опытных образцах значительно выше, чем в контрольном. Наименьшее содержание высших спиртов и диацетила наблюдается в образцах 3 и 4. Это можно объяснить более высокой активностью дрожжей в них, в результате чего лучше идет редуция диацетила. Количество побочных продуктов находится на допустимом уровне и при дегустации не оказывает отрицательного влияния на вкус и аромат напитков.

Показатели, характеризующие коллоидную стойкость пива – содержание полифенолов и таниновый показатель, также не превышают допустимых норм. Очевидно, брожение с активированными дрожжами способствует лучшему удалению нестойких азотистых соединений.

Дегустационная оценка приготовленного пива, приготовленного с использованием роторно-пульсационного аппарата, на стадиях затиранья, брожения и дображивания показала, что продукт отличается чистым, полным, гармоничным вкусом и получил высокую балловую оценку.

Таким образом, при использовании роторно-пульсационного аппарата длительность приготовления пивного сусла на стадии затиранья составляет 10 - 15 минут при низких материало- и энергозатратах, а предложенный способ активации пивных дрожжей позволяет сократить время сбраживания пивного сусла на 1,5 сут.

Литература

1. Кунце, В. Технология солода и пива / В. Кунце. – СПб.: Профессия, 2003. – 912 с.

2. Потапов, А. Н. Разработка экстракторов для системы «твердое тело – жидкость» / А.Н. Потапов, М. В. Просин, А.М. Магилина, М.В. Понамарева // Техника и технология пищевых производств. – 2013. – № 3 (30). – С. 80-85.
3. Помозова В.А., Пермяков Л.В., Сафонова Е.А., Артемасов В.В. Ативация пивных дрожжей // Пиво и напитки: безалкогольные, алкогольные, соки, вино. - М.,2002.-№ 2. С. 26-27.
4. Пат.2190462 РФ, МКИ 7В 01 F 7/28. Роторно-пульсационный аппарат/ Иванец В.Н., Иванец Г.Е., Афанасьева М.М., Сафонова Е.А., Артемасов В.В.// Оpubл. 10.10.2002. - Бюл. №28.