

## **Современные принципы аппаратурного оформления тепломассообменных процессов**

**Руководитель программы д.т.н., проф. Коновалов В. И.**

*Нечайкин П. М.*

### **ПОВЫШЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ СТОЙКОСТИ ПИВА ПАСТЕРИЗАЦИЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНОГО НАГРЕВА**

*Работа выполнена под руководством к.п.н. Муратовой Е. И.*

*ТГТУ, Кафедра «ТО и ПТ»*

Проблема обеспечения стойкости пива является актуальной для большинства предприятий пивоваренной отрасли. Необходимость получения пива, сохраняющего свой вкус, внешний вид, прозрачность и другие потребительские свойства в течение длительного периода, связана с увеличением времени транспортирования и реализации, с повышением конкурентоспособности производителей пива.

Под стойкостью понимают количество суток, в течение которых в пиве не наблюдаются появления помутнения и осадка при хранении, а также заметного ухудшения органолептических свойств.

Существует различные способы повышения стойкости. Химический представляет собой введение различных добавок и антибиотиков в пиво [1]. Этот способ эффективен, но отпугивает потребителей и запрещен во многих странах.

Обработка ионизирующими излучениями требует обеспечения строгого дозирования излучения и соблюдения особых требований по технике безопасности, поэтому такой способ не получил распространение в промышленности.

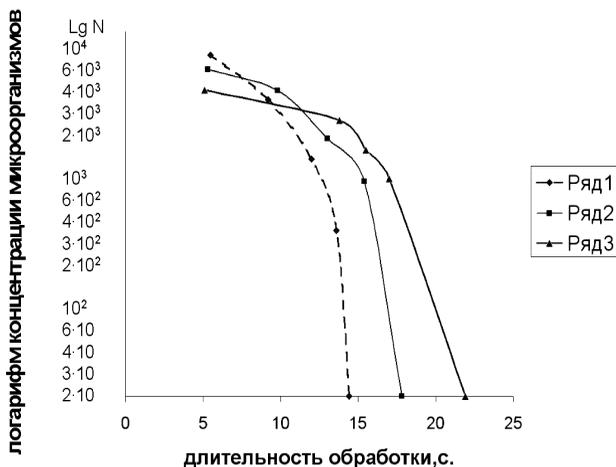
Повышение биологической стойкости фильтрованием не влияет на качество и внешний вид пива, характеризуется низкой энергоемкостью, однако требует регенерации или замены фильтрующего материала.

К наиболее распространенным методам повышения биологической стойкости пива и напитков относится пастеризация. Этот процесс осуществляется следующим образом: пиво нагревается до определенной температуры, затем выдерживается строго определенное время после чего охлаждается до температуры розлива. Применяемые на предприятиях методы нагрева отличаются рядом недостатков. Наиболее значимым из них является неэффективный подвод тепла к обрабатываемому продукту. Для решения этой проблемы можно предложить использование сверхвысокочастотного (СВЧ) нагрева.

Принцип преобразования СВЧ-энергии в теплоту основан на эффективном поглощении влагой нагреваемого продукта подводимой к нему СВЧ-энергии. При этом теплота генерируется во всем объеме обрабатываемого продукта и подводимая в рабочую камеру СВЧ-энергия практически полностью поглощается им независимо от его формы и массы. При таком энергоподводе значительно сокращается продолжительность технологического процесса по сравнению с традиционными методами нагрева [2].

Эффективность применения СВЧ-энергии исследована на широком диапазоне пищевых продуктов, при этом отмечается, что при режимах, обеспечивающих бактерицидный эффект, снижающий микрофлору на два порядка, не наблюдается изменения органолептических свойств [3].

Экспериментальные исследования по инаktivации микроорганизмов при воздействии СВЧ-нагрева показали, что характер кривых выживания клеток, т.е. зависимостей логарифма числа микроорганизмов, не потерявших способности к размножению, от длительности нагрева подобен зависимостям, полученным при традиционном нагреве. Основной отрезок кривой выживания от момента нагрева с температурой от 35-40 до 60-80°C и выше соответствует логарифмическому закону термоинаktivации (рис. 1), принятому в консервной и других отраслях промышленности для расчета режимов стерилизации и пастеризации.



**Рис. 1. Кривые выживаемости микроорганизмов при пастеризации пива Жигулевское:**  
 1 - дрожжи *Candida*; 2 – молочнокислые бактерии;  
 3 – уксуснокислые бактерии

Однако скорость инактивации при СВЧ-нагреве несколько выше. Это связано с диэлектрическими параметрами клеточных ассоциаций с гидратированными оболочками, которые состоят из структурированной или «связанной» воды и имеют другие характеристики, отличные от диэлектрических свойств свободной воды. Аналогично с тепловым методом кривые выживаемости, полученные при микроволновом нагреве, бифазные, т.е. имеют в начальный период обработки так называемый период запаздывания, существенно отличающийся от логарифмического закона. Это можно объяснить тем, что популяция микроорганизмов не гомогенна по чувствительности при воздействии СВЧ-излучения. Можно предположить наличие множественности мишеней в биообъекте и аккумуляирования им энергии и накопления повреждений клеточных структур, после чего клетка утрачивает способность к размножению [3].

Использование СВЧ-нагрева позволяет осуществлять высокотемпературную кратковременную пастеризацию, резко снижающую потери питательных веществ и практически не дающую ухудшения органолептических свойств.

Таким образом, проведенный анализ показывает перспективность применения микроволновой энергии для пастеризации пищевых продуктов, в частности пива и безалкогольных напитков, с целью улучшения их

биологической стойкости и увеличения сроков хранения. Использование этого метода в промышленных условиях требует проведения исследований влияния электромагнитного поля сверхвысокой частоты на микроорганизмы, жизнедеятельность которых связана с биологической стабильностью пива и определения кинетических параметров процесса микроволновой пастеризации.

#### **Список литературы**

1. Хорунжина С.И. Биохимические и физико-химические основы технологии солода и пива. — М.: Колос, 1999. — 312 с.
2. Рогов И.А., Некрутман С.В. Сверхвысокочастотный нагрев пищевых продуктов. — М.: Агропромиздат, 1986. — 351 с.
3. Матисон В.А. Повышение стабильности пива и безалкогольных напитков путем применения микроволновой пастеризации. — М.: Агрониитэипп, 1993. — 51 с.