

На правах рукописи



Ямашев Тимур Анварович

**СНИЖЕНИЕ МИКРОБНОЙ КОНТАМИНАЦИИ ЗЕРНОВОГО СЫРЬЯ И
ПОЛУПРОДУКТОВ В ТЕХНОЛОГИИ ПИЩЕВОГО
ЭТИЛОВОГО СПИРТА**

03.00.23-Биотехнология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Казань 2007

Работа выполнена на кафедре технологии пищевых производств
Казанского государственного технологического университета

Научный руководитель:	доктор технических наук, профессор Решетник Ольга Алексеевна
Официальные оппоненты:	доктор технических наук, профессор Николаев Николай Алексеевич кандидат биологических наук, доцент Григорьян Борис Рубенович
Ведущая организация:	ГОУ ВПО «Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева», г. Москва

Защита диссертации состоится 4 июля 2007 года в 14⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета Д 212.080.02 при Казанском государственном технологическом университете по адресу: 420015, г. Казань, ул. Карла Маркса, д. 68, в зале заседаний Ученого Совета (А-330).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Казанского государственного технологического университета.

Электронный вариант автореферата размещен на сайте Казанского государственного технологического университета (www.kstu.ru).

Автореферат разослан «1» июня 2007 года.

Ученый секретарь
диссертационного совета



А.С. Сироткин

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. На современном этапе развития научно-технической базы спиртовой отрасли активно внедряются способы механико-ферментативной обработки сырья, исключая стадию высокотемпературного разваривания зерна под давлением. Данные способы позволяют снизить расход теплоресурсов, упростить аппаратное оформление процесса, уменьшить потери сбраживаемых веществ и улучшить качество спирта.

При применении, низкотемпературного разваривания сырья необходим строгий контроль микробиологических параметров. Микроорганизмы-контаминанты утилизируют питательные вещества сусла и образуют метаболиты, токсичные для дрожжей, в результате чего происходит снижение выхода спирта и ухудшение его качества.

Основной причиной микробной контаминации в технологии спирта является недостаточная очистка зернового сырья. При использовании низкотемпературной схемы разваривания посторонние микроорганизмы сохраняют свою жизнеспособность. В связи с этим актуальным является поиск новых способов обеззараживания сырья в спиртовом производстве.

Для борьбы с микробной контаминацией в спиртовой промышленности применяются различные методы: использование антибиотиков; ультразвукового, инфракрасного и гамма-излучений. Недостатками этих способов является высокая стоимость антибиотиков и вероятность появления антибиотикорезистентных штаммов бактерий; усложнение технологической схемы, низкая производительность дезинфицирующих установок.

Распространенным способом антимикробной обработки является химическая дезинфекция. В пищевой промышленности в этих целях применяется соединение окислительного действия – пероксид водорода.

Пероксид водорода обладает бактерицидным и фунгицидным действиями и не загрязняет обрабатываемые материалы продуктами своего разложения.

Цель и задачи исследований. Цель настоящей работы заключалась в повышении выхода и улучшении качества пищевого этанола путем дезинфекции зернового сырья и полупродуктов спиртового производства пероксидом водорода.

В соответствии с поставленной целью решались следующие задачи:

- выбор условий антимикробной обработки зернового сырья пероксидом водорода;

- определение влияния пероксида водорода, добавляемого на стадии подготовки сырья, на качественные показатели полупродуктов спиртового производства и выход этилового спирта;
- исследование влияния пероксида водорода, вносимого на этапе тепловой гидродинамической ферментативной обработки зернового замеса, на микробную контаминацию полупродуктов;
- изучение влияния процесса обеззараживания зернового замеса на показатели спиртового брожения, выход и качество этилового спирта;
- разработка принципиальных технологических схем применения пероксида водорода с целью снижения микробной контаминации в технологии этилового спирта

Научная новизна. Исследовано влияние пероксида водорода на микробную контаминацию разваренной массы в производстве пищевого этилового спирта. Впервые предложен способ антимикробной обработки зернового замеса пероксидом водорода на стадии разваривания, позволяющий отказаться от термической стерилизации.

Установлено, что подавление пероксидом водорода посторонних микроорганизмов приводит к ингибированию образования органических кислот, которые в ходе брожения негативно действуют на дрожжи.

Научно обосновано положительное влияние пероксида водорода на содержание в зрелых бражках несброженных углеводов, нерастворенного крахмала, а также выход этилового спирта.

Методами хромато-масс-спектрального и газохроматографического анализов установлено, что в результате обработки зернового замеса пероксидом водорода наблюдается снижение содержания примесей в бражном дистилляте, что приводит к улучшению качества этилового спирта.

Практическая значимость. Предложены принципиальные схемы получения этилового спирта, предусматривающие дезинфекцию зернового сырья или разваренной массы растворами пероксида водорода.

Разработаны технологические основы производства этилового спирта из крахмалсодержащего сырья с антимикробной обработкой зернового замеса пероксидом водорода на заключительном этапе стадии разваривания.

Применение пероксида водорода на стадии разваривания позволит перейти на более прогрессивные с точки зрения экономии энергоресурсов «мягкие» режимы тепловой гидродинамической ферментативной обработки зерновых

замесов, и отказаться от обязательной в подобных случаях тепловой стерилизации при 105 °С.

Применение растворов пероксида водорода для обеззараживания сырья и полупродуктов на различных этапах производства спирта позволит: эффективно предотвращать развитие посторонней микрофлоры, сократить уровень прямых и косвенных потерь углеводсодержащего сырья, снизить риски при переработке дефектного сырья, повысить выход спирта и его качество.

Апробация работы. Основные положения и результаты работы докладывались на международных, российских и межрегиональных конференциях: Межрегиональная конференция молодых ученых «Пищевые технологии» (Казань 2004); II международная научно-техническая конференция «Прогрессивные технологии и оборудование для пищевой промышленности» (Воронеж 2004); Общероссийская конференция молодых ученых «Пищевые технологии» (Казань 2005); пятая международная научно-практическая конференция «О состоянии и направлениях развития производства спирта этилового из пищевого сырья и ликероводочной продукции» (Москва 2005); VII Всероссийская конференция молодых ученых с международным участием «Пищевые технологии» (Казань 2007); шестая международная научно-практическая конференция «Перспективные направления научно-технического развития спиртовой и ликероводочной отрасли пищевой промышленности» (Москва 2007).

Публикации. По результатам исследований опубликовано 18 печатных работ, в том числе – 3 статьи в ведущих рецензируемых научных журналах, определенных Высшей аттестационной комиссией. Поданы 2 заявки на патентование.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, обзора литературы, двух глав по результатам экспериментальной работы, выводов, списка использованной литературы. Работа изложена на 165 страницах машинописного текста, иллюстрирована 37 рисунками, 8 таблицами. Библиография включает 200 наименований.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность работы, сформулированы цель и задачи и определены основные направления исследований, показаны научная новизна и практическая ценность работы.

Первая глава содержит обзор литературы, в котором освещены вопросы

микробной контаминации в спиртовой промышленности, рассмотрены способы ее снижения, а также механизмы антимикробного действия пероксида водорода и его применение в пищевой промышленности.

Во второй главе представлены материалы и методы исследования.

В работе использовали пшеницу, рожь и зерносмесь рожь – пшеница (7:3). Антимикробную обработку проводили медицинским пероксидом водорода (Реахим) по ГОСТ 177-88.

Влажность зерна определяли термогравиметрическим методом, крахмалистость зерна – поляриметрическим методом, содержание углеводов определяли йодометрическим методом по Вильштеттеру и Шудлю. Пентозы определяли йодометрическим методом, по содержанию фурфурола, образующегося при их дегидратации. Титруемую кислотность полупродуктов определяли по ГОСТ Р 51621-2000. Содержание спирта в дистилляте определяли дихроматно-йодометрическим и газохроматографическим методами.

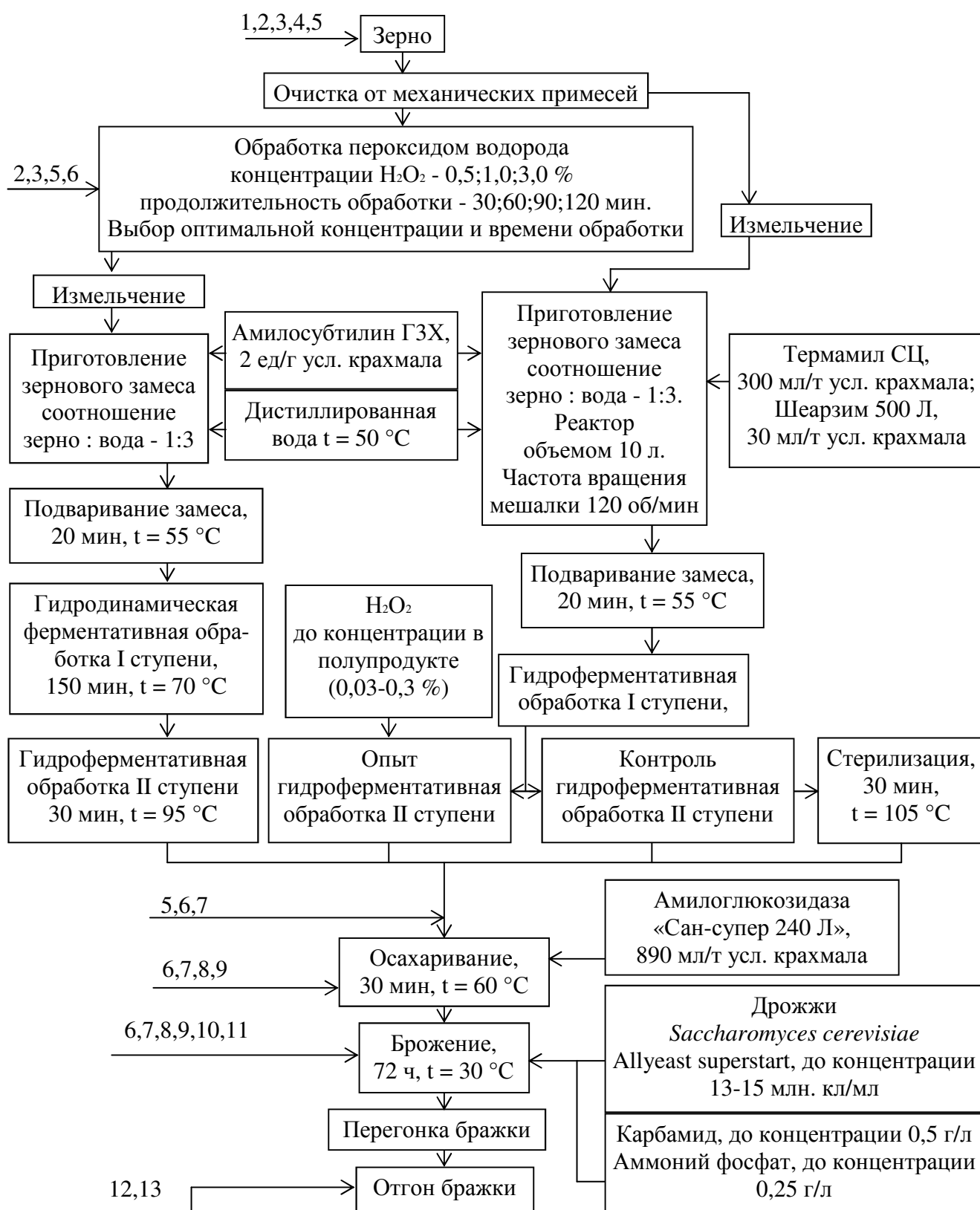
Определение уровня микробной обсемененности зерна проводили путем высева проб на чашки Петри с картофельно-глюкозным и мясопептонным агаром.

Содержание уксусной кислоты в сусле и бражках определяли на газовом хроматографе «Хром-41» с пламенно-ионизационным детектором. Содержание углеводов в бражках определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с рефрактометрическим детектированием на хроматографе GPC. Содержание молочной кислоты определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии со спектрофотометрическим детектированием в УФ-области (длина волны 254 нм) на хроматографе GPC. Содержание примесей в отгонах бражек проводили на хромато-масс-спектрометре МАТ-212 фирмы Finnigan с использованием колонки ПЭГ длиной 50 м и газовом хроматографе «Кристалл 2000» с использованием колонки HP-FFAP (США).

Схема проведения исследований представлена на рис. 1.

В третьей главе представлены собственные результаты и их обсуждение.

Исследование уровня микробной обсемененности зерна показало, что зерна пшеницы и ржи были сильно обсеменены как поверхностной, так и внутренней микрофлорой. В некоторых случаях у единичного зерна одновременно отмечались признаки как грибного, так и бактериального поражения (табл. 1).



Контролируемые параметры:

1. Содержание крахмала; 2. Содержание спирторастворимых углеводов; 3. Содержание пентоз и пентозанов; 4. Влажность; 5. Микробная обсемененность; 6. Титруемая кислотность; 7. pH;
8. Содержание несброженных углеводов; 9. Содержание нерастворенного крахмала; 10. Содержание уксусной кислоты; 11. Содержание молочной кислоты; 12. Содержание спирта; 13. Содержание примесей

Рисунок 1 – Схема проведения исследований

Таблица 1 Уровень микробной обсемененности зерна

Микрофлора зерна	Поверхностная микрофлора		Внутренняя микрофлора		Общее количество микроорганизмов, КОЕ/г	
	Число микроорганизмов, КОЕ/г		Зараженность внутренней микрофлорой, %			
	Пшеница	Рожь	Пшеница	Рожь	Пшеница	Рожь
Мицелиальные грибы	1,8·10 ³ ± 450	1,0·10 ³ ± 280	85,0	87,0	8,1·10 ³ ± 2350	1,9·10 ³ ± 460
МАФАНМ*	4,2·10 ⁸ ± 1,1·10 ⁸	1,8·10 ⁷ ± 5,4·10 ⁶	15,0	20,0	6,0·10 ⁸ ± 1,8·10 ⁸	2,4·10 ⁷ ± 7,1·10 ⁶
Непораженные зерна	-	-	-	-	-	-
* мезофильно-аэробные и факультативно-анаэробные микроорганизмы						

Для снижения микробной обсемененности зерна использовали растворы пероксида водорода (0,5 %, 1,0 %, 2,0 % и 3,0 % масс.).

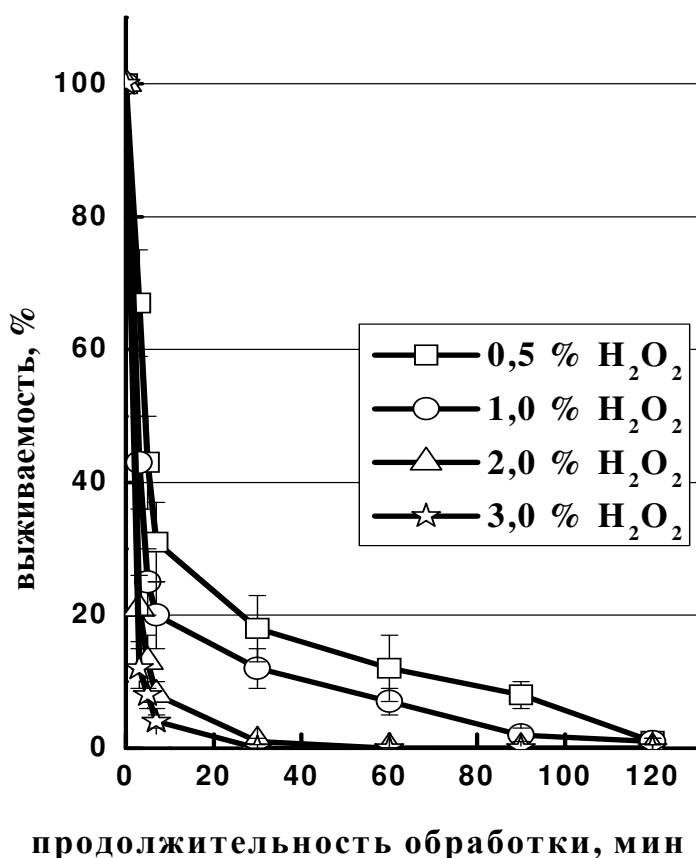


Рисунок 2 – Выживаемость поверхностной микрофлоры пшеницы в процессе обработки различными концентрациями пероксида водорода

Все исследуемые концентрации пероксида водорода эффективно подавляли поверхностную микрофлору зерна пшеницы (рис. 2).

С увеличением времени экспозиции зерна в растворах H₂O₂ наблюдалось снижение выживаемости микроорганизмов практически до 0 %.

Аналогичным образом растворы пероксида водорода влияли на поверхностную микрофлору ржи.

Несмотря на проявленный положительный эффект в отношении поверхностной микрофлоры пероксид водорода не оказал значительного влияния на внутреннюю микрофлору зерна рис. 3.

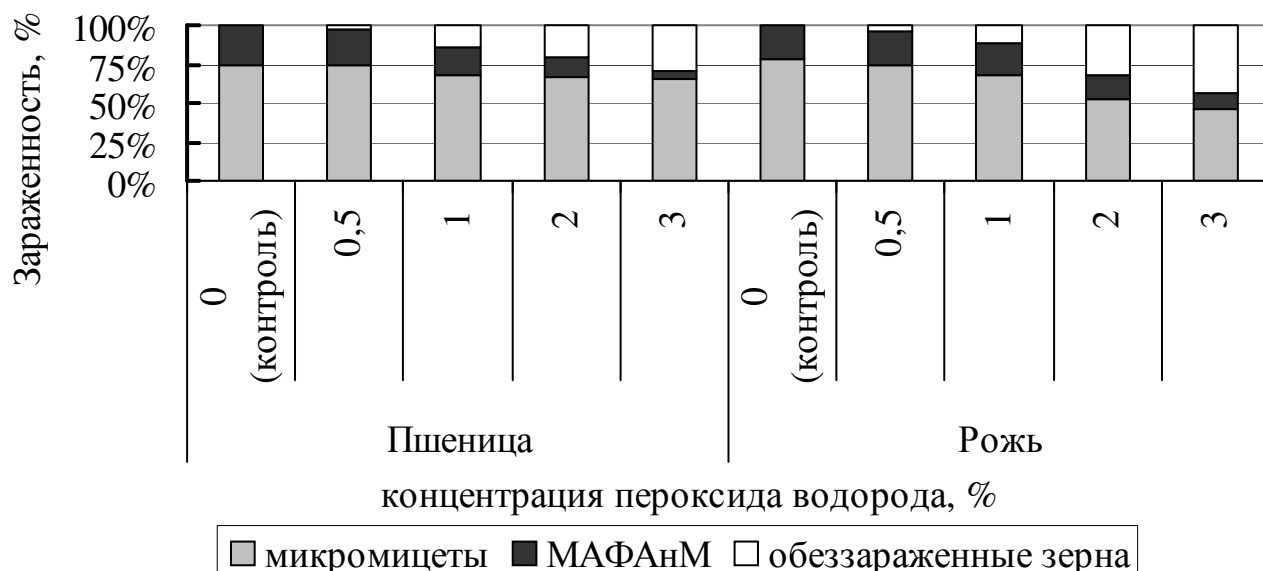


Рисунок 3 – Действие различных концентраций пероксида водорода на внутреннюю микрофлору зерна (обработка 120 мин)

Некоторое снижение микробной контаминации зерен наблюдалось лишь при применении 3,0 % раствора пероксида водорода. Количество обеззараженных зерновок после 120 минут обработки данным раствором увеличивалось с нуля до 29 % и 44 %, для пшеницы и ржи соответственно, в основном за счет снижения численности бактерий.

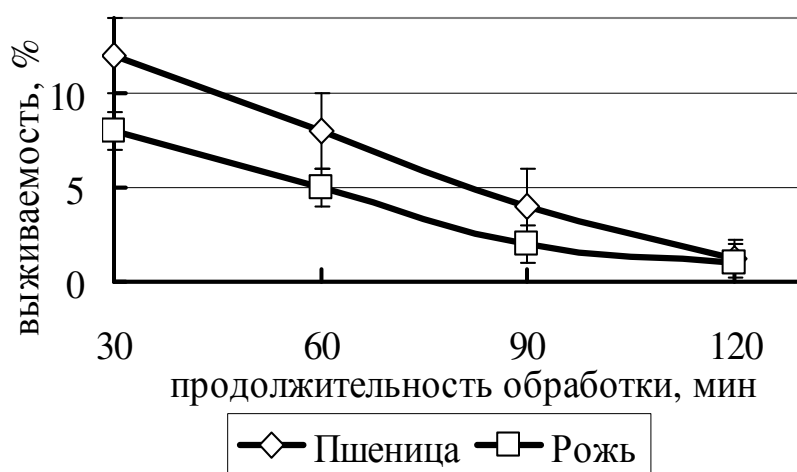


Рисунок 4 – Выживаемость микроорганизмов исследуемых зерен в процессе обработки 3 % раствором пероксида водорода

Изучение микробной обсемененности измельченного зерна, предварительно выдержанного в 3,0 % растворе H_2O_2 , (рис.4) показало, что уже после 30 минут обработки выживаемость микроорганизмов снижалась со 100 до 8 и 12 %, для ржи и пшеницы соответственно, а после 120 минут составила лишь 1-1,2 %.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о том, что обработка зерна 3 % раствором пероксида водорода в течение 120 минут позволяет эффективно снижать его микробную контаминацию.

Проведение дезинфекции на стадии подготовки сырья оказывало

положительное влияние на основные показатели производства спирта: наблюдалось снижение микробной контаминации разваренной массы, замедлялось нарастание титруемой кислотности, уменьшалось содержание несброженных углеводов и нерастворенного крахмала (табл. 2), в результате чего содержание спирта в зрелых бражках возрастало на 0,3 об. % для ржи и на 0,4 об. % для пшеницы.

Таблица 2 Влияние обработки цельного зерна растворами пероксида водорода на показатели производства спирта

Наименование показателя	Пшеница		Рожь	
	Контроль	Опыт*	Контроль	Опыт*
Содержание посторонней микрофлоры в разваренной массе, КОЕ/мл	$6,8 \cdot 10^5 \pm 35000$	$2 \cdot 10^3 \pm 400$	$6 \cdot 10^5 \pm 30000$	$1,4 \cdot 10^3 \pm 150$
рН осахаренной массы, ед.	$5,52 \pm 0,02$	$5,52 \pm 0,02$	$5,72 \pm 0,02$	$5,72 \pm 0,02$
рН зрелой бражки, ед.	$3,64 \pm 0,02$	$3,70 \pm 0,02$	$3,54 \pm 0,02$	$3,60 \pm 0,02$
Концентрация кислот в осахаренной массе в пересчете на уксусную, г/л	$1,20 \pm 0,1$	$1,20 \pm 0,1$	$0,9 \pm 0,1$	$0,9 \pm 0,1$
Концентрация кислот в зрелой бражке в пересчете на уксусную, г/л	$7,64 \pm 0,1$	$6,61 \pm 0,1$	$7,50 \pm 0,1$	$6,40 \pm 0,1$
Содержание несброженных углеводов в зрелой бражке, г/л	$3,9 \pm 0,2$	$1,7 \pm 0,2$	$4,1 \pm 0,2$	$2,2 \pm 0,2$
Содержание нерастворенного крахмала в зрелой бражке, г/100 мл	$0,23 \pm 0,01$	$0,16 \pm 0,01$	$0,31 \pm 0,01$	$0,25 \pm 0,01$
Содержание спирта в зрелой бражке, об. %	$8,8 \pm 0,1$	$9,2 \pm 0,1$	$8,1 \pm 0,1$	$8,4 \pm 0,1$
* зерно обработанное 3 % раствором пероксида водорода, в течение 120 минут				

Увеличение содержания этилового спирта, по всей видимости, обусловлено с одной стороны снижением прямых потерь сбраживаемых углеводов на развитие посторонних микроорганизмов, с другой стороны – устранением негативного влияния их метаболитов на клетки дрожжей.

Анализ научных публикаций показал, что антимикробную обработку в технологии спирта проводят на стадиях подготовки сырья и брожения. В литературе отсутствовали данные о возможном проведении данной обработки на стадии разваривания.

В связи с этим нами были проведены исследования по применению пероксида водорода на стадии разваривания зернового замеса с целью снижения микробной контаминации полупродуктов спиртового производства.

На начальном этапе работы было установлено, что пероксид водорода целесообразно добавлять на финальной стадии разваривания, чтобы не препятствовать гидролизу зернового замеса ферментными препаратами. Кроме того, такой способ внесения пероксида водорода не вызывает сильного вспенивания полупродукта, что имеет существенное значение при промышленном применении.

Тепловую гидродинамическую и ферментативную обработку (ТГФО) проводили по двум режимам (табл. 3).

Таблица 3 Режимы тепловой гидродинамической и ферментативной обработки зернового замеса

Наименование показателя	1 Режим ТГФО		2 Режим ТГФО		
	Разваривание		Разваривание	Стерилизация	
Температура, °С	70	95	70	83	105
Продолжительность стадии, мин	150	30	90	90	30

При проведении разваривания по второму режиму ТГФО использовали два контроля: первый контроль подвергали стерилизации 30 минут при 105 °С, второй контроль осахаривали непосредственно после выдержки при 83 °С. Опытные варианты вместо стерилизации обрабатывали пероксидом водорода.

Исследования показали, что без добавления пероксида водорода микробная контаминация разваренной массы сохраняется на высоком уровне вне зависимости от режима ТГФО (табл. 4).

Таблица 4 Влияние режима ТГФО на количественное содержание микроорганизмов в разваренной массе

Наименование показателя	1 Режим ТГФО	2 Режим ТГФО	
	Контроль	Контроль 1	Контроль 2
Количество микроорганизмов, КОЕ/мл	$6,8 \cdot 10^5 \pm 35000$	$3,1 \cdot 10^3 \pm 15000$	$8 \cdot 10^5 \pm 35000$

Установлено, что добавление пероксида водорода на стадии разваривания приводило к снижению выживаемости микроорганизмов со 100 до 0 % за короткий промежуток времени 5-30 минут в зависимости от концентрации H_2O_2 в водной фазе полупродукта и использованного режима ТГФО (рис. 5).

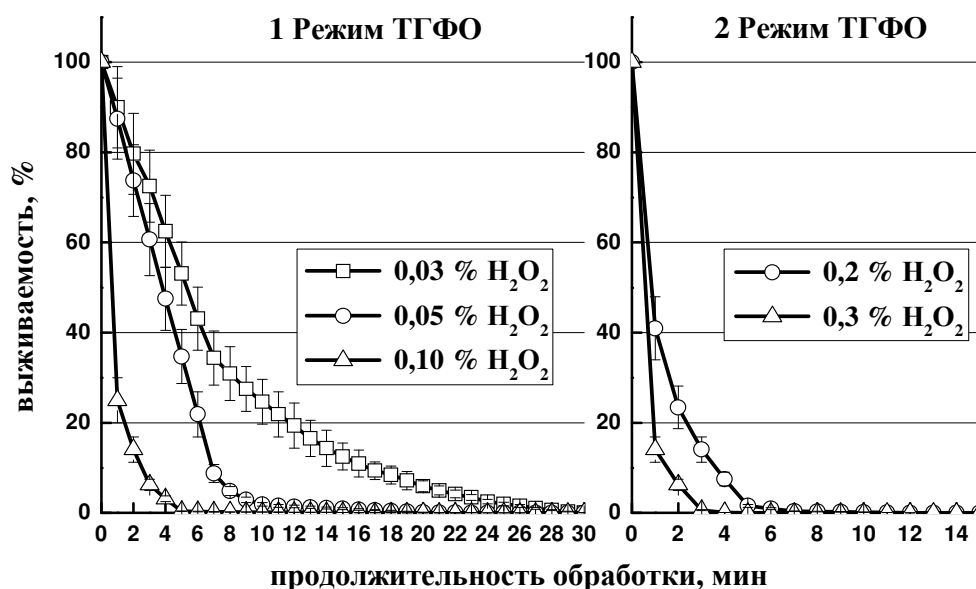


Рисунок 5 – Влияние пероксида водорода на выживаемость микроорганизмов в разваренной массе

лось целесообразным изучить динамику накопления уксусной и молочной кислот в процессе брожения в зависимости от концентрации вносимого пероксида водорода.

Влияние обработки разваренной массы пероксидом водорода на накопление органических кислот в процессе брожения представлено на рис. 6 и 7.

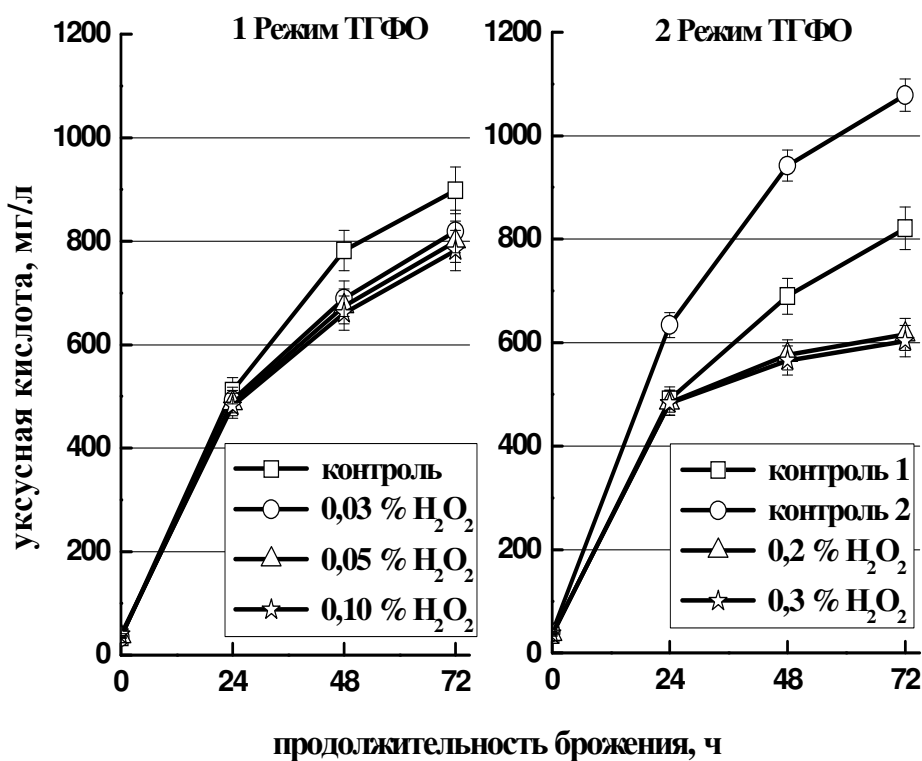


Рисунок 6 – Влияние антимикробной обработки на накопление уксусной кислоты в процессе брожения

Основными продуктами метаболизма молочнокислых бактерий – наиболее частых контаминантов в технологии спирта – являются уксусная и молочная кислоты.

В связи с этим в данной работе представля-

Обработка разваренной массы пероксидом водорода приводила снижению количества органических кислот, образующихся в ходе брожения.

По-видимому, это обусловлено подавлением пероксидом водорода жизнедеятельности посторонней кислотообразующей микрофлоры.

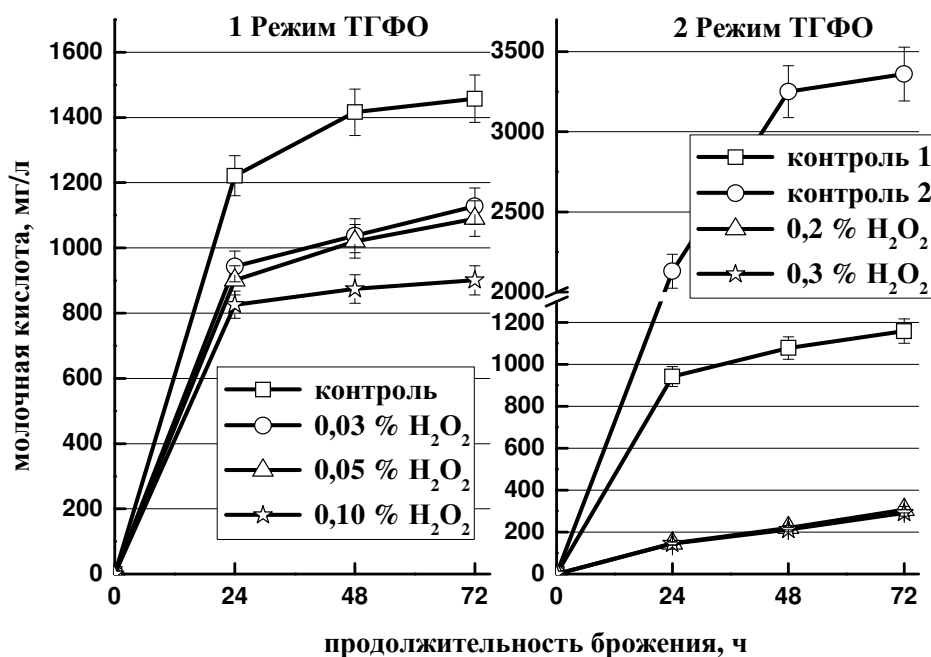


Рисунок 7 – Влияние антимикробной обработки на накопление молочной кислоты в процессе брожения

Содержание несброженных углеводов и нерастворенного крахмала в зрелой бражке является показателем эффективности стадий разваривания, осахаривания и брожения.

В опытных бражках содержание несброженной глюкозы было ниже, чем в контроле, и зависе-



Рисунок 8 – Содержание несброженной глюкозы в зрелых бражках в зависимости от концентрации пероксида водорода в водной фазе разваренной массы
ло от концентрации вносимого пероксида водорода, а также режима ТГФО (рис. 8).

Вероятно, проведение антимикробной обработки оказывает положительное влияние на бродильную активность дрожжей. Подобное действие пероксида водорода может быть объяснено: 1) снижением уровня микробной контаминации полупродуктов, в результате чего в сусле происходит меньшее накопление органических кислот, токсичных для дрожжей; 2) окислительной деструкцией пероксидом водорода компонентов среды (микотоксинов, феруловой и *p*-кумаровой кислот), отрицательно влияющих на физиологическую активность дрожжей.

Помимо несброженных растворимых углеводов в бражке всегда присутствует некоторое количество нерастворенного крахмала; при нормальном ведении процесса его содержание находится в пределах 0,050-0,200 г/100 мл.

Показано, что опытные образцы бражек содержали меньшее количество нерастворенного крахмала по сравнению с контрольными (рис. 9).

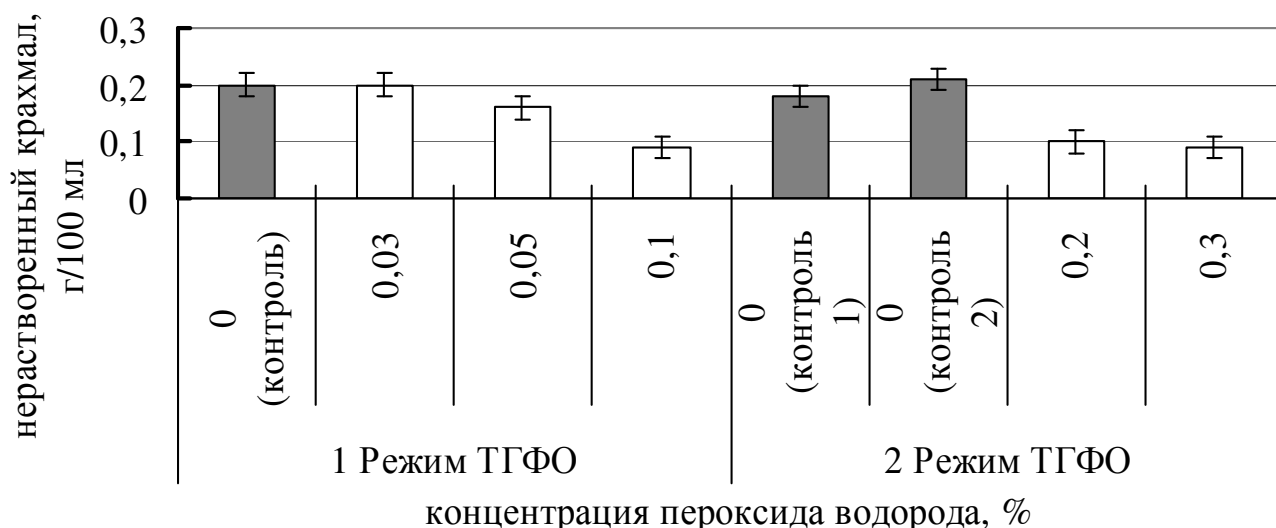


Рисунок 9 – Содержание нерастворенного крахмала в бражках в зависимости от концентрации пероксида водорода в водной фазе разваренной массы

По всей видимости, пероксид водорода вызывает более полную деструкцию крахмальных гранул, происходящую при разваривании, и ускоряет их клейстеризацию. Из литературных данных известно, что пероксид водорода деполимеризует крахмал за счет уменьшения размеров кристаллических областей и переводит его в растворимую форму. Более полное растворение крахмала приводит к ускорению его гидролиза амилалитическими ферментами, в результате чего в сусле повышается содержание сбраживаемых углеводов.

Известно, что микробная контаминация сусла в процессе спиртового брожения может привести к повышенному содержанию примесей в конечном продукте, в связи с чем представлялось целесообразным изучить влияние обработки разваренной массы пероксидом водорода на количественное содержание примесей в дистиллятах исследуемых бражек (таблица 5).

Установлено, что обработка разваренной массы пероксидом водорода приводила к снижению суммарного содержания высших спиртов в зрелых бражках.

По-видимому, повышенное содержание высших спиртов в контрольных бражках связано с жизнедеятельностью микроорганизмов-контаминантов.

Таблица 5 Содержание примесей в бражных дистиллятах в пересчете на безводный спирт

Примеси	Контроль	Опыт 1*	Опыт 2**
Ацетальдегид, мг/л	94,6289	113,1040	98,5406
Этилацетат, мг/л	119,1442	129,3440	121,6860
Метанол, об. %	0,0054	0,0101	0,0116
Высшие спирты			
Изопропанол, мг/л	5,7345	14,4261	12,1902
Пропанол, мг/л	527,3155	471,8769	464,9091
Изобутанол, мг/л	2055,7789	1008,4349	623,4980
Бутанол, мг/л	4,6556	-	8,1539
Изоамилол, мг/л	1193,6242	1131,0666	1613,7795
Амилол, мг/л	-	2,6034	2,2900
Гексанол, мг/л	70,8392	40,7545	14,8466
Фенилэтанол, мг/л	174,3993	141,6620	169,3229
Суммарное содержание высших спиртов, мг/л	4032,3472	2810,8244	2908,9902
* 1 режим ТГФО			
** 2 режим ТГФО			

Данные о содержании спирта в бражках, полученных с применением пероксида водорода на стадии разваривания представлены на рис. 10.

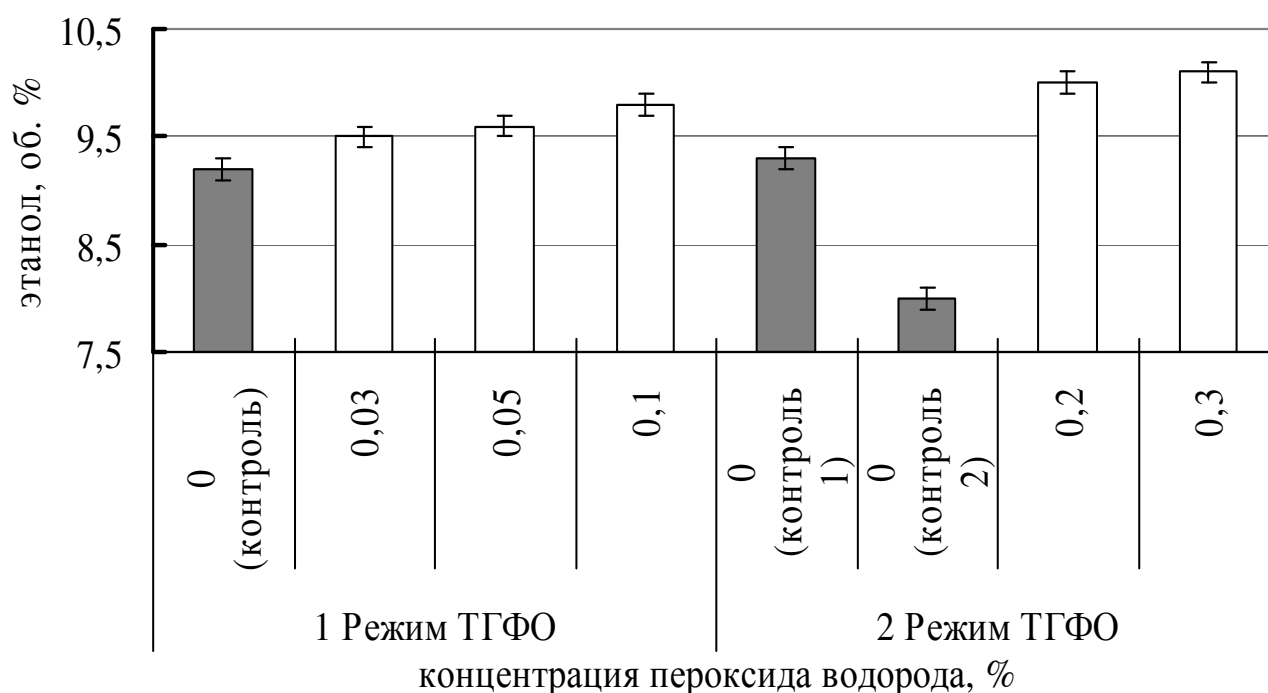


Рисунок 10 – Содержание этилового спирта в зрелых бражках в зависимости от концентрации пероксида водорода в водной фазе разваренной массы

При увеличении концентрации пероксида водорода в водной фазе зернового замеса наблюдалось повышение концентрации этилового спирта в зрелых бражках на 0,3-0,9 об. %. Полученные результаты согласуются с представленными выше положительными эффектами влияния пероксида водорода на уровень микробной контаминации, содержание несброженных углеводов и нерастворенного крахмала, накопление органических кислот и сивушных масел в опытных бражках по сравнению с контрольными.

Повышение концентрации этилового спирта в зрелых бражках может быть также связано с окислительным стрессом, вызываемым пероксидом водорода у клеток дрожжей. Из данных литературы известно, что при обработке микробных клеток нелетальными дозами различных стрессоров, у них развивается устойчивость к более высоким концентрациям этих веществ. Кроме того, возможно появление перекрестной устойчивости, когда обработка клеток одним соединением повышает их резистентность к другим.

При проведении качественной реакции на пероксид водорода нами было установлено, что, некоторое его количество содержалось в сусле к моменту внесения дрожжей. Вероятно, дрожжи, развивающиеся в сусле, содержащем нелетальную концентрацию пероксида водорода, становились более устойчивы к неблагоприятному действию органических кислот, высших спиртов и этанола, в результате чего они эффективнее сбраживали углеводы и образовывали больше спирта.

Технологическая схема производства этилового спирта с проведением обеззараживания зернового замеса пероксидом водорода на стадии разваривания представлена на рис. 11.

Очищенное зерно поступает в молотковую дробилку 1. Далее измельченное зерно поступает в смеситель-предразварник 4, где смешивается с водой и ферментными препаратами, поступающими из сборников 2 и 3 соответственно. Из смесителя замес последовательно подается плунжерными насосами 5 через контактные головки 6, в которых он нагревается острым паром, в аппараты тепловой гидродинамической и ферментативной обработки (ТГФО) I и II ступени 7, 10. В аппаратах ТГФО замес выдерживается при постоянном перемешивании в течение заданного времени и подается на осахаривание в испаритель-осахариватель 11. Готовое сусло поступает в дрожжегенераторы 12 и бродильные аппараты 13. По окончании брожения зрелая бражка направляется на брагоректификацию.

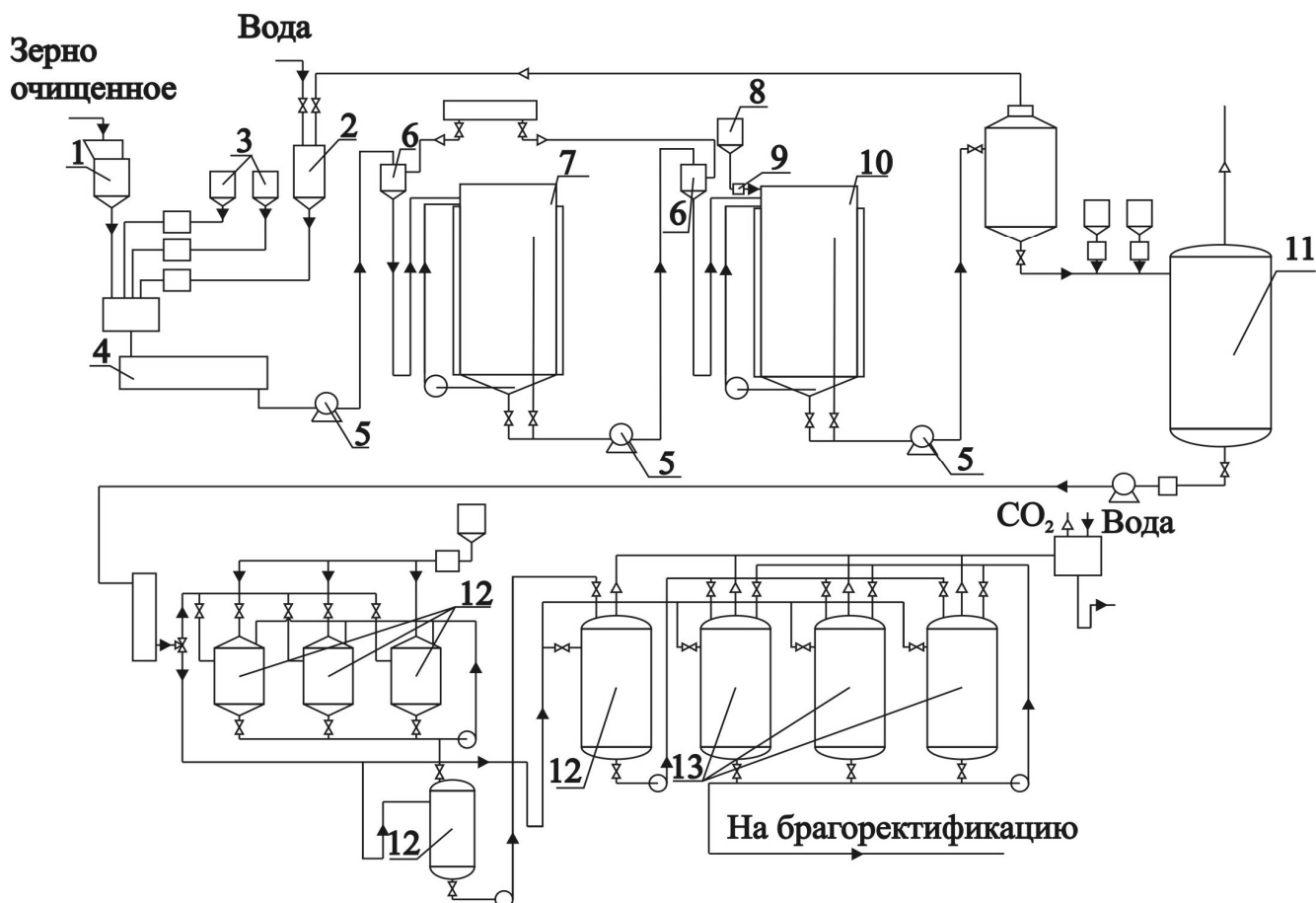


Рисунок 11 – Схема производства этилового спирта с проведением антимикробной обработки на стадии разваривания зернового замеса

Антимикробную обработку зернового замеса проводят в аппарате ТГФО II ступени раствором пероксида водорода, поступающим из сборника 8 при помощи насоса 9.

ВЫВОДЫ

1. Выявлены условия снижения уровня микробной контаминации зернового сырья на стадии его подготовки: концентрация пероксида водорода – 3 % масс., время обработки – 120 минут.
2. Установлено, что применение пероксида водорода на стадии подготовки зернового сырья приводит к улучшению основных показателей производства спирта: снижению нарастания кислотности в процессе брожения, количества нерастворенного крахмала, несброженных углеводов, а также увеличению содержания спирта в зрелой бражке.
3. Впервые предложено использование пероксида водорода (0,1-0,3 % масс. в водной фазе) для обеззараживания зернового замеса в процессе разваривания, что позволяет исключить стадию стерилизации при температуре 105 °С и снизить энергоемкость процесса.

4. Внесение пероксида водорода на стадии разваривания приводило к снижению содержания нерастворенного крахмала, органических кислот и несброженных углеводов в зрелой бражке.
5. Предложены принципиальные технологические схемы получения этанола с использованием пероксида водорода с целью снижения микробной контаминации зернового сырья и полупродуктов.
6. Разработанная технология позволит повысить концентрацию этилового спирта в зрелых бражках на 0,3-0,9 об. % и улучшить его качество за счет снижения содержания высших спиртов.
7. Ожидаемый экономический эффект от внедрения антимикробной обработки на стадии разваривания в технологии этилового спирта для завода производительностью 1000 дал/сут составит 7-15 млн. руб. в год в зависимости от концентрации пероксида водорода в водной фазе полупродукта.

Список работ опубликованных по теме диссертации

1. Симонова Н.Н. Анализ взаимосвязи состава образования примесей и микропримесей в пищевом этиловом спирте от качества сырья и технологических стадий / Н.Н. Симонова, Н.К. Романова, Л.А. Костина, Т.А. Ямашев, Ю.Я. Ефремов, Д.Р. Шарафутдинова, Р.Р. Шайхутдинов // Современные тенденции развития технологии и аппаратного оформления процессов ректификации в спиртовом производстве. Пути повышения качества и увеличения выхода ректифицированного спирта. – М.: Пищевая промышленность, 2003. – С. 152-180.
2. Ямашев Т.А. Снижение микробиологической обсемененности зернового сырья, используемого в производстве спирта / Т.А. Ямашев, О.Б. Иванченко, О.А. Решетник // Межрегиональная конференция молодых ученых «Пищевые технологии» Сб. тез. в 2 ч.: Казань, КГТУ 14 апреля 2004. ч. II. – С. 19-21.
3. Ямашев Т.А. Биотехнология спирта: снижение микробной обсемененности зернового сырья / Т.А. Ямашев, О.Б. Иванченко, Н.Н. Симонова, О.А. Решетник // Постгеномная эра в биологии и проблемы биотехнологии: материалы научной конференции: Казань, 17-18 июня 2004. – С. 90-91.
4. Ямашев Т.А. Анализ качественного состава микропримесей в этиловом спирте / Т.А. Ямашев, Н.Н. Симонова, Р.Р. Шайхутдинов // Материалы II международной научно-технической конференции «Прогрессивные технологии и оборудование для пищевой промышленности» в 2 ч.: Воронеж, ВГТА, 2004. ч. 1. – С. 244-245.

5. Ямашев Т.А. Исследование стадии мокрой очистки зернового сырья и ее влияния на выход и качество спирта / Т.А. Ямашев, О.Б. Иванченко, Н.Н. Симонова, О.А. Решетник // Труды IV международной научно-практической конференции «Пища. Экология. Качество»: Новосибирск, РАСХН Сибирское отделение, ГНУ СибНИПТИП, 2004. – С. 358-359.
6. Ямашев Т.А. Анализ родового состава сообщества микромицетов, выделенного с образца ржи используемой в производстве спирта / Т.А. Ямашев // Труды IV международной научно-практической конференции «Пища. Экология. Качество»: Новосибирск, РАСХН Сибирское отделение, ГНУ СибНИПТИП, 2004. – С. 360-361.
7. Перушкина Е.В. Действие перекиси водорода на микрофлору зерна пшеницы / Е.В. Перушкина, Т.А. Ямашев, О.А. Решетник // Общероссийская конференция молодых ученых «Пищевые технологии»: Казань, КГТУ, 14 апреля, 2005. – С. 22-23.
8. Ямашев Т.А. Влияние растворов перекиси водорода на микробную обсемененность зерна ржи / Т.А. Ямашев, О.А. Решетник // Общероссийская конференция молодых ученых «Пищевые технологии»: Казань, КГТУ, 14 апреля, 2005. – С. 23-25.
9. Ямашев Т.А. Комплексная обработка зернового сырья в спиртовой промышленности / Т.А. Ямашев, Н.Н. Симонова, О.А. Решетник // О состоянии и направлениях развития производства спирта этилового из пищевого сырья и ликероводочной продукции. – М.: Пищевая промышленность, 2005. – С. 51-63.
10. Симонова Н.Н. Исследование влияния различных факторов на формирование качественного и количественного состава примесей в бражках / Н.Н. Симонова, Н.К. Романова, Т.А. Ямашев, Ю.Я. Ефремов, Д.Р. Шарафутдинова, Р.Р. Шайхутдинов // О состоянии и направлениях развития производства спирта этилового из пищевого сырья и ликероводочной продукции. – М.: Пищевая промышленность, 2005. – С. 109-119.
11. Ямашев Т.А. Снижение микробной контаминации зернового сырья / Т.А. Ямашев, Н.Н. Симонова, О.А. Решетник // Материалы XI недели науки МГТУ. VI Всероссийская научно-практическая конференция «Агропромышленный комплекс и актуальные проблемы экономики регионов»: Майкоп: изд-во ООО «Качество», 2005. – С. 202-203.

12. Павлова О.А. Эффективность антимикробного действия перекиси водорода при пониженной температуре разваривания зернового замеса / О.А. Павлова, Т.А. Ямашев, Н.К. Романова, О.А. Решетник // Общероссийская конференция молодых ученых с международным участием «Пищевые технологии»: Казань, КГТУ, 30 мая, 2006. – С. 4.
13. Камалетдинова Л.М. Снижение микробной обсемененности зернового замеса на стадии разваривания / Л.М. Камалетдинова, Т.А. Ямашев, Н.К. Романова, О.А. Решетник // Общероссийская конференция молодых ученых с международным участием «Пищевые технологии»: Казань, КГТУ, 30 мая, 2006. – С. 5.
14. Ямашев Т.А. Антимикробная обработка ржаного замеса в технологии этилового спирта / Т.А. Ямашев, Н.К. Романова, Н.Н. Симонова, О.А. Решетник // Вестник Казанского технологического университета. – 2006. – № 4. – С. 169-175.
15. Ямашев Т.А. Дезинфекция пшеничного замеса на стадии гидротермической обработки / Т.А. Ямашев, Н.Н. Симонова, Н.К. Романова, О.А. Решетник // Производство спирта и ликероводочных изделий. – 2006. – № 4. – С. 13-15.
16. Ямашев Т.А. Способ снижения микробной обсемененности зернового сырья в биотехнологии спирта / Т.А. Ямашев, Н.Н. Симонова, Н.К. Романова, О.А. Решетник // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2006. – № 12. – С. 57-60.
17. Ямашев Т.А. Влияние перекиси водорода на накопление органических кислот в сусле / Т.А. Ямашев, Н.Н. Симонова, Н.К. Романова, О.А. Решетник // VII Всероссийская конференция молодых ученых с международным участием «Пищевые технологии»: Казань, изд-во «Отечество», 9-10 апреля, 2007. – С. 6.
18. Ямашев Т.А. Способ снижения микробной контаминации полупродуктов в спиртовом производстве / Т.А. Ямашев, Н.Н. Симонова, Н.К. Романова, О.А. Решетник // Перспективные направления научно-технического развития спиртовой и ликероводочной отрасли пищевой промышленности. – М.: Пищевая промышленность, 2007. – С. 121-133.

Соискатель

Т.А. Ямашев

