

На правах рукописи

БОДРОВА ОЛЕСЯ ЮРЬЕВНА

**ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ДРОЖЖЕГЕНЕРИРОВАНИЯ
И БРОЖЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ СПИРТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКИ ЗАСЕВНЫХ ДРОЖЖЕЙ**

Специальность 05.18.07 – «Биотехнология пищевых продуктов»
(пивобезалкогольная, спиртовая и винодельческая промышленности)

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва – 2006 г.

Работа выполнена на кафедре «Процессы ферментации и промышленного биокатализа» Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный университет пищевых производств».

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ: кандидат технических наук, доцент
Кречетникова Александра
Николаевна

ОФИЦИАЛЬНЫЕ ОППОНЕНТЫ: доктор технических наук, профессор
Карпиленко Геннадий Петрович
кандидат технических наук
Скрябин Владимир Игоревич

ВЕДУЩАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ: Московский государственный
университет технологий и
управления

Защита состоится «28» декабря 2006 года в 12³⁰ на заседании Диссертационного Совета Д 212.148.04 при ГОУ ВПО «Московский государственный университет пищевых производств» по адресу: 125080, г. Москва, Волоколамское шоссе, 11, ауд. III-101

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГОУ ВПО МГУПП.

Автореферат разослан «28» ноября 2006 г.

Ученый секретарь
Диссертационного Совета,

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы

Важным направлением развития спиртовой промышленности является интенсификация технологических процессов и повышение качества готовой продукции.

Наиболее продолжительными стадиями в технологии спирта являются приготовление засевных дрожжей и сбраживание суслу, зависящие от физиологического состояния дрожжей. Известны различные способы активации дрожжей, одним из которых является воздействие на них ультразвука, нашедшего в настоящее время широкое применение. Известно, что ультразвуковая обработка дрожжей приводит к стимуляции физиологического состояния клетки и ускорению массообмена между клеткой и средой, содержащей необходимые для нее питательные вещества.

В производстве спирта используется, в основном, некондиционное зерно. Сусло, полученное из такого зерна, обеднено биологически активными веществами, необходимыми для обеспечения нормального роста и размножения дрожжей. При пониженном содержании аминокислот в сусле они в больших количествах синтезируются клетками дрожжей, в результате чего увеличивается образование летучих примесей спирта, в частности, компонентов сивушного масла.

Наибольшее распространение находит способ обогащения питательной среды для выращивания дрожжей с использованием различных подкормок. Одним из источников получения подкормок служат дрожжи, в состав которых входят аминокислоты, витамины, ферменты, микроэлементы и др. Для извлечения указанных соединений из клетки необходимо разрушить клеточную стенку и цитоплазматическую

мембрану дрожжей. Ультразвук обладает широким спектром действия на микроорганизмы: от стимулирующего до дезинтегрирующего. Дезинтеграция клеток дрожжей ультразвуком способствует выходу в экстракт биологически активных веществ.

Исследования, направленные на изучение многофункциональности действия ультразвука на засевные дрожжи в производстве спирта, являются актуальными.

Цель и задачи исследований

Цель работы - разработка способа интенсификации дрожжегенерирования и брожения с использованием засевных дрожжей, активированных ультразвуком.

Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи:

- исследовать влияние ультразвуковой обработки суспензии дрожжей на выживаемость дрожжевых клеток;
- изучить влияние ультразвука на морфологические признаки и физиологическое состояние дрожжей;
- исследовать возможность получения дрожжевого экстракта дезинтеграцией клеток дрожжей ультразвуком;
- подобрать дозу внесения дрожжевого экстракта для активации засевных дрожжей;
- разработать способ обработки спиртовых дрожжей на стадии дрожжегенерирования с использованием многофункциональности действия ультразвука;
- изучить показатели зрелой бражки, полученной при применении активированными ультразвуком и дрожжевым экстрактом дрожжей;
- провести опытно-промышленную апробацию результатов исследований.

Научная новизна

Установлена зависимость биосинтетической способности спиртовых дрожжей в процессе дрожжегенерирования и бродильной активности при брожении от продолжительности ультразвуковой обработки суспензии дрожжей.

Обоснована целесообразность дезинтегрирующего воздействия ультразвука на клетки дрожжей в экспоненциальной фазе роста.

Изучено влияние дрожжевого экстракта на метаболизм засевных дрожжей.

Впервые установлена эффективность активации засевных дрожжей ультразвуком и дрожжевым экстрактом на интенсификацию процессов дрожжегенерирования, брожения и улучшения качества бражного дистиллята.

Практическая значимость

На основании многофункциональности действия ультразвука на засевные дрожжи разработан способ интенсификации процессов дрожжегенерирования и брожения в технологии спирта с использованием активированных ультразвуком и дрожжевым экстрактом засевных дрожжей.

Применение разработанного способа позволяет сократить процессы дрожжегенерирования на 8 часов, брожения на 12 часов, увеличить выход спирта из 1 тонны условного крахмала при переработке ржи на 0,2 дал, снизить содержание летучих примесей спирта в бражном дистилляте на 38,7%.

Разработанный способ интенсификации дрожжегенерирования и брожения в производстве спирта с использованием активированных ультразвуком и дрожжевым экстрактом засевных дрожжей апробирован в

условиях УСВК «Золотой век» структурного подразделения ГУП «Башспирт».

Экономический эффект от внедрения разработанного способа составил 11,576 тыс. рублей в год для завода производственной мощностью 2000 дал спирта в сутки.

Разработанный способ интенсификации дрожжегенерирования и брожения защищен патентом «Способ активации спиртовых дрожжей» (Патент РФ № 228 82 62).

Апробация работы

Основные экспериментальные результаты были доложены на:

1. Международной научно-практической конференции «Инновации и перспективы сервиса» (Уфа, 23-34 ноября 2004 г.);
2. Всероссийской научно-технической конференции «Высокоэффективные пищевые технологии, методы и средства для их реализации» (Москва, 2004 г.);
3. Международной научной конференции «Современные проблемы истории естествознания в области химии, химической технологии и нефтяного дела» (Уфа, 2005 г.);
4. Первой всероссийской научно-практической конференции «Молодые ученые в реализации национального проекта АПК» (Уфа, 2006 г.).

Публикации

По материалам диссертации опубликовано 7 работ, в том числе 1 патент, в которых отражены основные положения диссертации.

Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из введения, обзора литературы, экспериментальной части, выводов, списка использованной литературы и приложений.

Основное содержание работы изложено на 130 страницах машинописного текста, содержит 34 рисунка и 20 таблиц.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи исследований, показана научная новизна и практическая значимость результатов исследований.

1. Обзор литературы

В обзоре литературы рассмотрены основные технологические аспекты производства спирта. Представлены характеристики используемых рас дрожжей и способы сбраживания сырья. Обобщены материалы по способам активации дрожжей в бродильных производствах, способствующих улучшению качества дрожжей.

Рассмотрены перспективы использования ультразвука в пищевой промышленности. Обоснованы цель и задачи исследования.

2. Экспериментальная часть

2.1. Объекты, материалы и методы исследований

Объектом исследования служили спиртовые дрожжи *Saccharomyces cerevisiae* расы XII, полученные из коллекции кафедры «Процессы ферментации и промышленного биокатализа» МГУПП.

Определение морфологических признаков и показателей физиологического состояния дрожжей проводили общепринятыми в микробиологии методами. Подсчет клеток дрожжей осуществляли с использованием счетчика дрожжей «SPARE PART LIST» Model 901 Yeast-2004.

Аминокислотный состав дрожжевых экстрактов определяли методом ионно-обменной хроматографии на автоматическом аминоканализаторе марки «BIOTRONIK» по ГОСТ 13496.21-87 и ГОСТ 13496.22-90.

Физико-химические показатели бражки контролировали с использованием общепринятых в технологии спиртового производства методов. Определение содержания летучих примесей спирта в дистилляте бражки осуществляли на газовом хроматографе «HP 6850 Agilent Series GC System» фирмы «Хьюллет-Паккард».

Для проведения эксперимента использовали лабораторную ультразвуковую установку, снабженную дисковым излучателем ультразвуковых волн и мешалкой. Основными параметрами работы установки являлись частота колебаний 22 кГц и интенсивность колебаний 1,0 Вт/см².

Обработку результатов экспериментов проводили с применением стандартного пакета программ.

2.2 Результаты исследований и их обсуждение

2.2.1 Исследование действия ультразвуковой обработки на выживаемость клеток спиртовых дрожжей

Воздействие ультразвука на микроорганизмы проявляется в широком диапазоне: от активирующего до дезинтегрирующего. Основным фактором влияющим на эффект действия ультразвука, является продолжительность обработки.

Для изучения продолжительности действия ультразвука на выживаемость спиртовых дрожжей ультразвуковой обработке подвергали суспензию дрожжей в ржаном сусле. В процессе обработки контролировали изменение температуры и рН суспензии дрожжей.

С увеличением продолжительности ультразвуковой обработки количество жизнеспособных клеток дрожжей (рис.1) снижалось и через 35

минут достигало нулевого значения. В процессе обработки происходило нагревание суспензии дрожжей с 28⁰С до 50⁰С, рН снижался с 4,7 до 4,5.

Для выявления действия теплового эффекта ультразвуковой обработки на выживаемость дрожжей проводили отдельно нагревание суспензии дрожжей в указанном температурном интервале. По сравнению с ультразвуковым, при тепловом воздействии в течение 35 минут количество мертвых клеток составило не 100%, а 36%. Следовательно, снижение количества жизнеспособных клеток дрожжей объясняется не только летальным действием нагревания в процессе ультразвуковой обработки.

Примечания: Опыт 1 – влияние продолжительности ультразвукового воздействия на выживаемость клеток дрожжей;
Опыт 2 - влияние продолжительности нагревания дрожжевой суспензии на выживаемость клеток дрожжей;
Опыт 3 – изменение температуры дрожжевой суспензии в результате воздействия ультразвука.

Рис.1. Влияние продолжительности обработки дрожжевой суспензии ультразвуком и теплом на выживаемость клеток спиртовых дрожжей

При ультразвуковой обработке, начиная с 7^{ой} минуты, выживаемость дрожжей снижалась на значительную величину, составляющую 10% от исходного количества клеток.

2.2.2 Изучение влияния ультразвука на морфологические признаки и физиологическое состояние спиртовых дрожжей

На основании результатов, полученных при исследовании влияния ультразвука на выживаемость дрожжей, суспензию дрожжей подвергали ультразвуковой обработке в течение 1-6 минут. В качестве контроля использовали дрожжевую суспензию, не обработанную ультразвуком.



Рис.2. Влияние продолжительности ультразвукового воздействия на прирост биомассы дрожжей в процессе дрожжегенерирования



Рис.3. Влияние продолжительности ультразвукового воздействия на количество почкующихся клеток в процессе дрожжегенерирования

70

Рис.4. Влияние продолжительности ультразвукового воздействия на количество клеток с гликогеном в процессе дрожжегенерирования

Ультразвуковая обработка дрожжевой суспензии в течение 4 минут способствовала максимальному приросту биомассы на 35%, клеток с гликогеном на 21%, по сравнению с контролем (рис. 2-4). Количество почкующихся клеток достигало максимального количества на 8 час брожения и превышало контроль на 23%. Продолжительность процесса дрожжегенерирования сокращалась на 4 часа.

При сбраживании ржаного суслу бродильная активность увеличилась на 28% (рис.5). Объемная доля спирта увеличилась на 0,30%, по сравнению с контролем.

Рис. 5. Изменение бродильной активности дрожжей в процессе сбраживания суслу дрожжами, обработанными ультразвуком

Таблица 1

Состав летучих примесей спирта в бражном дистилляте

Примеси	Содержание, мг/дм ³
---------	--------------------------------

	Контроль	Опыт
ацетальдегид	136,187	108,656
метилацетат	220,402	170,329
метанол	455	378
этилацетат	136,182	112,872
1-пропанол	793,762	589,956
изобутанол	1716,819	987,905
1-бутанол	11,506	10,898
изоамиллол	3458,139	2987,984
Общее количество примесей	6927,997	5346,6

Кроме улучшения физико-химических показателей, снижалось содержание летучих примесей спирта в бражном дистилляте опытного образца на 23% по сравнению с контролем (табл. 1).

2.2.3 Получение дрожжевого экстракта дезинтеграцией клеток спиртовых дрожжей ультразвуком

В препаратах, полученных из клеток дрожжей, содержатся биологически активные вещества. Нами была исследована возможность получения дрожжевых экстрактов, дезинтегрированием ультразвуком клеток спиртовых дрожжей, находящихся преимущественно в лаг-фазе (ДЭ₁), в логарифмической (ДЭ₂) и стационарной (ДЭ₃) фазах роста.

Таблица 2

Влияние ультразвуковой обработки дрожжевой суспензии на выживаемость клеток дрожжей в различных фазах роста

Продолжительность воздействия ультразвука, минут	Изменение температуры, °С	Количество выживших клеток, %		
		ДЭ ₁	ДЭ ₂	ДЭ ₃
1	31,5	100	100	100
5	36,5	98	90	92
10	39	55	54	68
15	41	42	36	60

20	43	36	23	36
25	45	22	10	26
30	47	8	0	17
35	50	0	-	6
40	52	-	-	0

Таблица 3

Аминокислотный состав дрожжевых экстрактов

Наименование аминокислоты	Содержание аминокислот, мг/100 см ³		
	ДЭ ₁	ДЭ ₂ ,	ДЭ ₃ ,
аланин	566,5	1118,9	788,6
аргинин	578,8	1012,8	913,1
аспаргиновая кислота	28,67	46,3	34,1
валин	167,8	319,9	278,5
гистидин	87,89	120,4	99,8
глицин	182,2	400,4	278,5
лейцин	467,98	1012,8	567,8
изолейцин	177,9	223,3	178,7
лизин	135,9	240,2	134,5
метионин	77,5	96,9	45,6
пролин	208,8	412,2	234,7
серин	157,9	200,9	176,7
тирозин	14,6	36,9	23,6
треонин	156,5	218,7	189,90
триптофан	8,7	19,1	5,6
фенилаланин	154,3	306,6	178,7
глутаминовая кислота	690,90	1963,3	768,7
цистин	32,4	66,6	45,7
Сумма всех аминокислот	3895,24	7816,2	4942,8

В дрожжевом экстракте ДЭ₂ гибель клеток наступала на 30 минуте ультразвуковой обработки. В латентной и стационарной фазах роста содержание мертвых клеток достигало 100% после 35 и 40 минут обработки соответственно (табл.2).

Аминокислоты необходимы дрожжам, как азотистый субстрат в процессе их размножения, а также для синтеза белка и ферментных систем. Установлено, что дрожжевые экстракты содержат 16 аминокислот (табл.3). В препарате ДЭ₂ суммарное количество аминокислот превышало в 2,86 и 1,55 раз количество аминокислот в экстрактах ДЭ₁, ДЭ₃ соответственно.

Для культивирования дрожжей в среде должны присутствовать факторы роста, большое значение в этом принадлежит витаминам. В полученном экстракте ДЭ₂ содержатся: пиридоксин – 57 мг/кг, инозит – 12000 мг/кг, тиамин – 387 мг/кг, пантотенат – 197, биотин – 89 мкг/кг. Биотин, пиридоксин и инозит входят в состав каталитических систем, участвующих в азотистом обмене и синтезе нуклеотидов.

2.2.4 Изучение зависимости активации засевных дрожжей от дозы внесения дрожжевого экстракта

Полученный экстракт ДЭ₂ использовали для обогащения дрожжевой суспензии аминокислотами и витаминами. Дозу внесения дрожжевого экстракта определяли путем оценки его влияния на морфологические признаки и физиологическое состояние дрожжей в процессе дрожжегенерирования. Процент внесения составлял: 0,5%, 1,5%, 2,5%, 3,5%, 4,5% от объема суспензии. В контрольном варианте засевные дрожжи получали без внесения экстракта.

При внесении ДЭ₂ в количестве 0,5; 1,5% прирост биомассы, количество почкующихся клеток и клеток с гликогеном незначительно изменялись по сравнению с контролем. В опытном образце при внесении 2,5% экстракта ДЭ₂ прирост биомассы превышал контроль на 30% (рис.6).

14

Рис.6 Влияние дозы внесения $DЭ_2$ на прирост биомассы дрожжей в процессе дрожжегенерирования

Рис.7. Влияние дозы внесения $DЭ_2$ на количество почкующихся клеток в процессе дрожжегенерирования

Рис.8. Влияние дозы внесения ДЭ₂ на количество клеток с гликогеном в процессе дрожжегенерирования

При дальнейшем увеличении дозы дрожжевого экстракта ДЭ₂ до 3,5% и 4,5% существенного изменения в приросте биомассы не наблюдалось, по сравнению с дозой внесения 2,5%. Количество клеток с гликогеном при внесении 2,5% ДЭ₂ превышало контроль на 18% (рис.8). Количество почкующихся клеток в опытном образце достигало максимального количества на 8 час брожения и превышало контроль на 20% (рис.7).

Таким образом, оптимальная доза внесения ДЭ₂ - 2,5% от общего объема суспензии.

Засевными дрожжами, активированными дрожжевым экстрактом ДЭ₂, сбраживали ржаное сусло. В контрольный образец добавляли такое же количество засевных дрожжей, полученных без внесения дрожжевого экстракта.

Рис. 9. Изменение бродильной активности дрожжей в процессе сбраживания суслу засевными дрожжами, активированными экстрактом

Бродильная активность в опытном образце увеличивалась на 22% по сравнению с контролем (рис.9). В опытном образце увеличивалось содержание спирта на 0,35% по сравнению с контролем, уменьшалась массовая концентрация несброженных углеводов на 0,08 г/100 см³, процесс брожения сокращался на 6 часов.

Результаты исследований показали, что дрожжевой экстракт ДЭ₂, полученный дезинтегрированием клеток спиртовых дрожжей в логарифмической фазе роста, улучшал физиологическое состояние засевных дрожжей и способствовал процессу интенсификации сбраживания ржаного суслу.

2.2.5 Разработка способа интенсификации дрожжегенерирования и брожения с использованием многофункционального действия ультразвука на засевные дрожжи

На следующем этапе исследований было изучено влияние активации засевных дрожжей ультразвуком в выбранном ранее режиме и дрожжевым экстрактом ДЭ₂ на физиологическое состояние засевных дрожжей, интенсификацию процесса брожения и качество бражного дистиллята.



Рис.10. Влияние активации засевных дрожжей ультразвуком и дрожжевым экстрактом на прирост биомассы в процессе дрожжегенерирования

Рис.11. Влияние активации засевных дрожжей ультразвуком и дрожжевым экстрактом на количество почкующихся клеток и клеток с гликогеном в процессе дрожжегенерирования

При данном способе обработки засевных дрожжей увеличивался прирост биомассы в процессе дрожжегенерирования на 49,8%, по сравнению с контролем (рис. 10). Полученные засевные дрожжи по содержанию почкующихся клеток не превышали 10%, количество клеток с гликогеном составляло 70% (рис.11). Процесс дрожжегенерирования сокращался на 8 часов

Для оценки влияния ультразвука и дрожжевого экстракта на активность ферментов клетки определяли мальтазную и зимазную активности дрожжей.

Мальтазная и зимазная активности дрожжей, активированных ультразвуком и дрожжевым экстрактом, превышала контроль на 45% и 50% соответственно (рис.12).

Рис. 12. Мальтазная и зимазная активности активированных дрожжей

В результате сбраживания ржаного суслу активированными засевными дрожжами увеличилась объемная доля спирта на 0,4% по сравнению с контролем, уменьшилась массовая концентрация несброженных углеводов на 0,17 г/100 см³ (табл.4). Продолжительность брожения сократилась на 12 часов по сравнению с контролем. Выход спирта в процессе сбраживания суслу засевными дрожжами, активированными ультразвуком и дрожжевым экстрактом, в опытном образце составлял 64,3 дал/т.усл.крахм., в контрольном – 64,1 дал/т.усл.крахм.

Количество клеток по окончании процесса брожения в опытном варианте был на уровне с контролем.

Таблица 4

Физико-химические показатели зрелой бражки

Показатели	Контроль	Опыт
Массовая доля углеводов %:		
Общих	0,46	0,28
Растворимых	0,33	0,21
Массовая доля нерастворенного крахмала, %	0,12	0,06

Массовая концентрация несброженных углеводов, г/100 см ³	0,35	0,18
Активная кислотность, рН	4,70	4,75
Титруемая кислотность, град.	0,36	0,40
Объемная доля спирта, %	7,42	7,82
Выход спирта, дал/ 1 т. усл. крахмала	64,1	64,3

Для определения влияния активированных дрожжей на накопление летучих примесей спирта при брожении проводили анализ образцов бражного дистиллята методом газовой хроматографии.

По результатам анализа (табл.5) можно сделать следующие выводы: общее количество летучих примесей спирта снижалось при сбраживании суслу активированными дрожжами на 38,7% по сравнению с контролем. В большей степени уменьшалось содержание таких компонентов сивушного масла как изобутанол и изоамилол – на 42,5% и 39,4% соответственно по сравнению с контролем. Содержание характерной при сбраживании суслу расой XII примеси – ацетальдегида уменьшалось в опытном образце на 43%.

Таблица 5

Содержание летучих примесей спирта в бражном дистилляте

Примеси	Содержание, мг/дм ³	
	Контроль	Опыт
ацетальдегид	136,187	77,649
метилацетат	220,402	142,679
метанол	455	414
2-пропанол	0	0
этилацетат	136,182	78,906
1-пропанол	793,762	446,108
изобутанол	1716,819	986,681
1-бутанол	11,506	5,868
изоамилол	3458,139	2094,971
Общее количество примесей	6927,997	4246,862

Таким образом, при сбраживании ржаного суслу, засевными дрожжами, активированными ультразвуком и дрожжевым экстрактом,

продолжительность процессов дрожжегенерирования и брожения сокращалась на 20 часов, снижалось количество летучих примесей спирта бражного дистиллята, повышался выход спирта.

ВЫВОДЫ: В результате проведенных исследований сделаны следующие выводы:

1. Разработан способ интенсификации дрожжегенерирования и брожения в технологии спирта с использованием засеваемых дрожжей, активированных с помощью многофункционального действия ультразвука.

2. Исследовано влияние продолжительности воздействия ультразвука на суспензию дрожжей. Установлено, что 100% количество мертвых клеток достигается после 35 минут воздействия ультразвука.

3. Изучен активирующий эффект ультразвука на морфологические признаки и физиологическое состояние дрожжей. Установлено, что обработка суспензии дрожжей в течение 4 минут способствует повышению синтеза биомассы на 35% в процессе дрожжегенерирования и увеличению бродильной активности на 28% в процессе брожения, по сравнению с контролем.

4. Исследована возможность получения дрожжевого экстракта дезинтеграцией клеток дрожжей ультразвуком в различных фазах роста. Установлено, что при обработке ультразвуком в течение 30 минут

спиртовых дрожжей, в экспоненциальной фазе роста, по сравнению с латентной и стационарной фазами, способствует максимальному выходу аминокислот и витаминов из клетки.

5. Изучено влияние дрожжевого экстракта ДЭ₂ на физиологическое состояние засевных дрожжей и процесс сбраживания ржаного суслу. Установлено, что наибольший прирост биомассы, превышающий контроль на 30% в процессе дрожжегенерирования, наблюдался при внесении 2,5% экстракта ДЭ₂. Сбраживание суслу активированными засевными дрожжами способствовало повышению бродильной активности на 22% при этом продолжительность брожения сокращалась на 8 часов.

6. Разработан способ активации засевных дрожжей ультразвуком и дрожжевым экстрактом, позволяющий интенсифицировать процесс дрожжегенерирования и брожения и улучшить качество бражного дистиллята. Показано, что при использовании активированных засевных дрожжей процесс дрожжегенерирования сокращается на 8 часов, процесс брожения на 12 часов. Количество летучих примесей спирта в бражном дистилляте снижается по сравнению с контролем на 38,7%, Выход спирта увеличивается на 0,2 дал/т.усл.крахмала.

8. Экономический эффект от внедрения разработанного способа составил 11576 тыс. рублей в год для завода производственной мощностью 2000 дал спирта в сутки.

Список работ, опубликованных по результатам диссертации:

1. Бодрова О.Ю., Кречетникова А.Н. Влияние активированных ультразвуком дрожжей на содержание спирта в процессе брожения // Международная научно-практическая конференция «Инновации и перспективы сервиса», 23-34 ноября 2004 г. –С.228-230.
2. Бодрова О.Ю., Кречетникова А.Н. Исследование влияния ультразвуковой обработки на спиртовые дрожжи *Saccharomyces*

- cerevisiae* // Всероссийская научно-техническая конференция-выставка «Высокоэффективные пищевые технологии, методы и средства для их реализации», Часть II, Москва 2004 г., -С.158-160.
3. Бодрова О.Ю., Кречетникова А.Н. Исследование влияние количества вносимых засеваемых дрожжей, обработанных ультразвуком, на бродительную активность дрожжей // VI Международная научная конференция «Современные проблемы истории естествознания в области химии, химической технологии и нефтяного дела», -Уфа, 2005г.
 4. Бодрова О.Ю., Кречетникова А.Н. Активирующий и дезинтегрирующий эффекты ультразвуковой обработки микроорганизмов // История науки и техники. Уфа-2006. стр.51.
 5. Бодрова О.Ю., Кречетникова А.Н. Компонентный состав экстракта спиртовых дрожжей, полученного с использованием ультразвука // Первая всероссийская научно-практическая конференция «Молодые ученые в реализации национального проекта «Развитие АПК»». – Уфа, 2006.
 6. Бодрова О.Ю., Кречетникова А.Н., Ильяшенко Н.Г. Активирующий эффект воздействия дрожжевого экстракта на клетки *Saccharomyces cerevisiae* // Производство спирта и ликероводочных изделий, №3, 2006.
 7. Патент РФ № 228 82 62 Способ активации спиртовых дрожжей / Авторы: Бодрова О.Ю., Кречетникова А.Н., Гернет М.В., Шабурова Л. Н., Ильяшенко Н.Г./ опубл. 28.08.06 г. – Бюл. № 33.

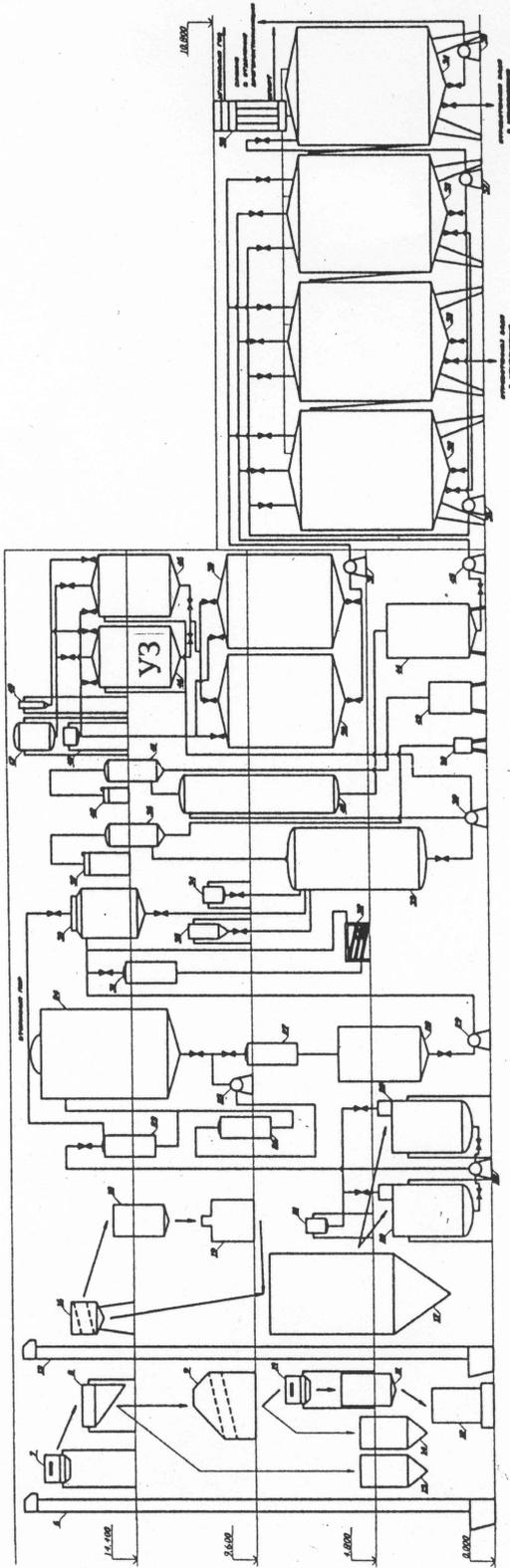


Рис. 13. Аппаратурно-технологическая схема производства спирта:

1 - автопогрузчик; 2,4,14,15,17 - приемный бункер; 3,6,13 - нория; 5 - винтовой конвейер; 7,10,11 - весы; 8,9 - электромагнитный и воздушно-ситовой сепараторы; 12 - молотковая дробилка; 16 - просеивающая машина; 18 - промежуточный сборник; 19 - вальцовый станок; 20 - просеивающая машина; 28 - АФО; 30 - паросепаратор; 22,25,29,37,39,42,45,51,56,57,58 - насос; 23,26,27,31 - контактная головка; 24 - аппарат ГФО; 28 - АФО; 30 - паросепаратор; 32 - трубчатый стерилизатор; 33 - испаритель-осахариватель; 34 - сборник осаживающих веществ; 35 - сборник формалина; 36 - конденсатор; 38 - барометрический сборник; 40 - испарительная камера; 41,43 - барометрический конденсатор и сборник; 44 - сборник охлажденного сула; 47 - АЧК; 46 - дрожжегенераторы; 50 - возбудитель; 52 - головной бродильный аппарат; 53 - поточный аппарат батареи; 55 - спирголовушка; 54 - передаточная ёмкость