

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ УКРАИНЫ
КИЕВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

На правах рукописи

КОСОГОЛОВА Людмила Алексеевна

УДК 663.479

РАЗРАБОТКА СПОСОБОВ ПОВЫШЕНИЯ БИОЛОГИЧЕ-
СТОЙКОСТИ СОЛОДОВЫХ ЭКСТРАКТОВ И КОГ-
КВАСНОГО СУСЛА

Специальность 05.18.07 - Технология продуктов брожения,
алкогольных и безалкогольных
напитков

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Киев - 1992



00825549 (X)

Робота виконана в київському ордену Трудового Червоного Знамени технологічному інституті харчової промисловості на кафедрі біотехнології продуктів бродіння, екстрактів і напоїв і в проблемній науково-дослідницькій лабораторії.

Наукові керівники: доктор технічних наук,
головний спеціаліст Н.А.Ємельянова
кандидат технічних наук,
доцент Л.Р.Решетняк

Офіційні опоненти: доктор біологічних наук,
професор Р.І.Гвоздяк
кандидат технічних наук,
доцент І.А.Колеснікова

Ведуча організація: ПО "Росинка"

Захист дисертації відбувається " 23 " декабрь 1992 г.
в _____ годин на засіданні спеціалізованого ради
Д 068.17.01 Київського ордену Трудового Червоного Знамени технологічного інституту харчової промисловості по адресу:
25201, м.Київ-17, вул.Владимирська 68.

С дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці КТІПІ.

Автореферат розісланий " 20 " листопад 1992 г.

Учений секретар
спеціалізованого ради
кандидат технічних наук, доцент

Л.М.Хомичак

ЛННБ ім. В. Стефаніка
АН УРСР

I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. В последние годы в диетическом питании населения Украины широко используются солодовые экстракты, а также продукты, полученные на их основе. Сочетание в их составе углеводов, аминокислот, витаминов, жиров, минеральных элементов образует широкий комплекс биологически активных веществ, благодаря чему они оказывают тонизирующее и общеукрепляющее действие на организм, нормализуют обмен веществ и функции пищеварительных желез.

Широкое распространение для получения хлебного кваса и других освежающих напитков получил концентрат квасного сусла. Входящие в его состав аминокислоты, углеводы, витамины придают напиткам питательные и лечебные свойства.

Важнейшим показателем качества солодовых экстрактов и концентрата квасного сусла является биологическая стойкость, которая зависит от степени контаминации их микроорганизмами и характера микрофлоры. В результате жизнедеятельности микроорганизмов происходит изменение как химического состава, так и вкусовых качеств продукта.

Учитывая изложенное, работа, посвященная изучению количественного и видового состава инфицирующей микрофлоры в солодовых экстрактах и концентрате квасного сусла с целью разработки способов повышения их биологической стойкости, является актуальной.

Цель и задачи исследования. Целью данной работы является исследование количественного и видового состава микрофлоры сырья, полупродуктов и готовых продуктов при получении солодовых (ячменно-солодового и полисолодового) экстрактов и концентрата квасного сусла (ККС), и на основе этого - выбор эффективных способов обработки для получения биологически стойких продуктов.

В связи с указанным в задачи работы входило изучение:

- микрофлоры исходного сырья и изменение в процессе солодоращения;
- видового состава микрофлоры полупродуктов и готовых продуктов при производстве солодовых экстрактов и ККС;
- влияния условий хранения ККС и ячменно-солодового экстракта на их микробиологическую обсемененность;

- влияния тепловой обработки полупродуктов и готовых продуктов на инфицирующую микрофлору солодовых экстрактов и ККС;

- влияния внешних электромагнитных излучений на инфицирующую микрофлору солодовых экстрактов, включая высокочастотный и сверхвысокочастотный разряды, видимый и ультрафиолетовый свет, и на основе полученных результатов разработка способов ингибирования инфицирующей микрофлоры и получение биологически стойких продуктов.

Научная новизна работы состоит в следующем:

- изучен количественный и видовой состав контаминирующих микроорганизмов сырья, полупродуктов и готовых продуктов при производстве солодовых экстрактов и ККС;

- установлено влияние 3-х факторов при хранении солодовых экстрактов и ККС (время, длительность, температура) на жизнедеятельность микроорганизмов, инфицирующих эти продукты;

- найдены оптимальные режимы тепловой обработки сусла и готовых солодовых экстрактов, позволяющие существенно снизить их микробиологическую обсемененность;

- проведено исследование взаимодействия различных видов внешнего электромагнитного излучения с инфицирующей микрофлорой солодовых экстрактов и ККС и найдены режимы ее ингибирования;

- предложен способ получения солодового экстракта с использованием обработки упаренного сусла СВЧ-воздействием в импульсно-периодическом режиме в течение 105-115 с, позволяющий получить биологически чистый и стойкий продукт .

Практическая ценность и реализация результатов работы.

Определен количественный и видовой состав микроорганизмов, контаминирующих сырье, полупродукты и готовые продукты при производстве солодовых экстрактов и ККС. Выявлены основные источники инфекции.

На основании проведенных исследований разработан способ пастеризации сусла с целью подавления жизнедеятельности контаминантов, который вошел как составная часть в действующую технологическую инструкцию по производству полисолодового экстракта (ТИ 10.18 УССР 2826-88).

Способ пастеризации сусла внедрен на Киевском экспериментальном заводе солодовых экстрактов, Киевском пивзаводе № 2,

Воктическом спиртзаводе.

Разработан способ получения солодового экстракта с использованием обработки упаренного сусла СВЧ-воздействием в импульсно-периодическом режиме в течение 105-115 с, позволяющий получить биологически чистый и стойкий продукт. Этот способ прошел испытания в микроволновой лаборатории Научно-производственной и внедренческой ассоциации "Информация, маркетинг, технологии" и Московского технологического института пищевой промышленности на опытном образце микроволнового экстрактора полупромышленного типа.

Апробация работы. Материалы диссертационной работы докладывались на научной конференции молодых ученых "Современные проблемы биотехнологии микроорганизмов" (г.Рига, 1987 г.), на Республиканской научно-технической конференции "Технический уровень предприятий перерабатывающей промышленности Госагропрома УССР и качество выпускаемой продукции" (г.Кировоград, 1989 г.), на Всесоюзном семинаре "Биоэнергетика - народному хозяйству" (г.Алма-Ата, 1988 г.), на Всесоюзной конференции молодых ученых "Совершенствование технологических процессов производства новых видов пищевых продуктов и добавок" (г.Киев, 1989 г.), на Республиканской научно-технической конференции "Интенсификация технологии и совершенствование оборудования перерабатывающих отраслей АПК" (г.Киев, 1989 г.), на Всесоюзном семинаре "Лазеры в технологических системах" (г.Ленинград, 1989 г.), на 7-ом съезде Украинского микробиологического общества (г.Черновцы, 1989 г.), на Всесоюзном семинаре "Лазерная биология и лазерная медицина" (г.Тарту, 1990 г.), на Всесоюзной конференции "Проблемы влияния тепловой обработки на пищевую ценность продуктов питания" (г.Харьков, 1990 г.), на Всесоюзных семинарах "Лазеры в технологических системах" (г.Москва, 1990 г., 1992 г.), на научных конференциях КТИП 1989-1992 г.г.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 16 работ, в том числе получено одно авторское свидетельство на изобретение и одно положительное решение ВНИИГПЭ о выдаче авторского свидетельства на изобретение.

Структура и объем работы. Диссертационная работа изложена на 115 страницах машинописного текста и состоит из введения,

четырёх разделов, общих выводов и приложений, содержит 39 таблиц, 12 рисунков. Библиография включает 115 наименований, в том числе 32 зарубежных автора.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

2.1. Объекты и методы исследований

В качестве объектов исследования использовали образцы различных партий зерновых культур пшеницы, овса, ячменя и полученный из них солод, а также полупродукты и готовые продукты при получении ККС, ячменно-солодового и полисолодового экстрактов.

Пробы злаковых культур отбирали на Киевском пивзаводе № 2 и Фастовском пивзаводе, которые вырабатывают из этих культур солод. В опытах использовали солод, отвечающий требованиям действующего стандарта (ТИ IOIS УССР № 2797-88 и ТИ IOIS УССР № 2796-88).

Пробы сырья, полупродуктов и готовых продуктов при производстве ККС ячменно-солодового и полисолодового экстрактов отбирали стерильно в 3-5 повторностях на Киевском экспериментальном заводе солодовых экстрактов и Киевском пивзаводе № 2.

Выделение и количественный учет молочнокислых бактерий проводили на средах МРС (в модификации Ленцнера), капустной среде с мелом. Спорообразующие бактерии выделяли на мясопептонном агаре и сусле агаре. Выделение уксуснокислых бактерий проводили на среде Виллиамсона.

Выделенные штаммы молочнокислых бактерий идентифицировали на основе изучения их морфолого-культуральных и физиолого-биохимических признаков, используя наиболее полные схемы идентификации / *Shatre*, 1962; *Vegey's Manuel*, 1967, 1974 /.

Уксуснокислые бактерии идентифицировали, используя схемы, предложенные Красильниковым Н.А., Фратером Ж.,

Изменение клеточной структуры спорообразующих бактерий после лазерного воздействия изучали с помощью электронного микроскопа типа μM -35, работа проводилась в лаборатории института физики АН Украины.

В работе использовали различные электромагнитные источники излучения: лазеры видимого диапазона ЛГ-38, ЛГ-75 (λген.=632,8 нм), ЛГ-70 (λген. = 442,6 нм); высокочастотную установку, собранную на базе прибора ППБЛ (λген.= 110 МГц), сверхвысокочас-

тотную установку на базе микроволновой печи "Электроника" (Уген. = 2445 МГц); электроразрядные лампы ДРЛФ-400-2.

2.2. Микрофлора зерна и солода

В связи с тем, что выбор способов снижения инфицирующей микрофлоры зависит от специфики контаминирующих микроорганизмов, на первом этапе было проведено изучение количественного и видового состава микроорганизмов сырья при производстве солода, идущего на приготовление солодовых экстрактов.

Проведенные микробиологические исследования при солодоращении пшеничного, овсяного, ячменного солодов показали, что практически у всех зерновых культур к окончанию процесса количественный состав бактериальной микрофлоры увеличивается в 10-20 раз по сравнению с исходным зерном. В свежепросошенном солоде спорообразующие бактерии составляли 12 - 14%, молочнокислые - 18-19%, мицелиальные грибы - 0,6 - 0,7%, дрожжи - 0,5 - 0,7% от общего содержания микроорганизмов.

Сушка солода приводит к снижению микробиологической обсемененности в 2 - 2,5 раза по сравнению со свежепросошим.

2.3. Микрофлора солодовых экстрактов

Среди микроорганизмов, обсеменяющих ячменно-солодовый и поли-солодовый экстракты, преимущественное количество штаммов состав-ляли бактерии. Бактериальная микрофлора представлена в основном спорообразующими и молочнокислыми бактериями. В начале затирания солода спорообразующие бактерии составляли 30 - 38%, а молочнокислые - 30 - 36% от общего содержания микроорганизмов (табл. I).

Общее содержание микроорганизмов при затирании солода снижалось по сравнению с исходным сырьем примерно в 60 раз. Количество молочнокислых к концу процесса осахаривания составляло 17,4 - 25%, спорообразующих - 55 - 57,6% по сравнению с содержанием этих микроорганизмов в начале процесса затирания.

По ходу технологического процесса получения ячменно-солодового экстракта было выделено 57 штаммов спорообразующих и 75 штаммов неспорообразующих бактерий, из которых 63 составляли молочнокислые и 12-уксуснокислые.

Видовой состав микроорганизмов полисолодового экстракта аналогичен ячменно-солодовому экстракту. В процессе его произ-водства было выделено 78 штаммов молочнокислых бактерий, 50

штаммов-спорообразующих и 15 штаммов уксуснокислых бактерий.

Установлено, что все выделенные молочнокислые бактерии относились к палочкам и коккам, неспорообразующие, каталазоотрицательные, грамположительные, неподвижные. В жидких средах они образовывали равномерную муть, на твердых питательных средах росли, главным образом, в виде белых, выпуклых, блестящих колоний диаметром не более 3 мм.

Необходимо отметить, что в начале затирания обнаружены виды *Lactobacillus brevis*, *s. thermophilus*. В процессе затирания соотношение видов изменялось, и в заторе после паузы 72⁰С преобладали виды *L. brevis*, *L. plantarum*, *L. salivarius*.

В готовом продукте выделено 2 штамма молочнокислых бактерий, которые принадлежали к виду *L. plantarum*.

2.4. Микрофлора концентрата квасного сусла

Микрофлора в ходе технологического процесса получения ККС несколько отличается от микрофлоры солодовых экстрактов.

В заторе после паузы 45⁰С по сравнению с исходным зерном содержание молочнокислых бактерий возросло на 16 - 19%, а спорообразующих бактерий на 8 - 10%. Однако к концу затирания количество молочнокислых бактерий значительно снижалось и составляло 24 - 28% от общего содержания микроорганизмов / табл.2 /.

В сусле перед кипячением количество молочнокислых бактерий составляло 20% от общего содержания микроорганизмов.

В сусле после кипячения в течение 20 - 30 мин молочнокислые бактерии выявлены не были. Обнаружены лишь термофильные формы спорообразующих бактерий, которые составляли 96 - 97% от общего содержания микроорганизмов.

В ККС после термообработки по сравнению с пробами, отобранными с вакуум-аппарата, количество спорообразующих бактерий снижалось в 12 раз. В пробах, отобранных из хранилища транспортной тары, молочнокислые бактерии не обнаружены, а количество спорообразующих бактерий составляло 94 - 96,5% от общего содержания микроорганизмов. При этом общее количество микроорганизмов в ходе получения сусла снижалось в результате кипячения сусла в 25 раз, а после термообработки в 60 раз по сравнению с началом затирания.

По ходу технологического процесса при получении ККС выделено 41 штамм молочнокислых бактерий, 40 штаммов спорообразующих и

Таблица I

Изменение микрофлоры в процессе производства полисолодового экстракта

Наименование проб	:Общее со-:Микроскопи-: Дрожжи			:Спорообразующие бактерии			: Н е с п о р о о б р а з у ю щ и е б а к т е р и и				
	:держание:ческие гри-:			:			: молочно-кислые		: другие виды		
	:микроор- бы			:			:		:		
	10^2	10^2	% к	10^2	% к	10^2	% к	10^2	% к	10^2	% к
	КОЕ/см ³	КОЕ/см ³	общ. сод.	КОЕ/см ³	общ. сод.	КОЕ / см ³	общ. сод.	КОЕ/см ³	общ. сод.	КОЕ / см ³	общ. сод.
Смесь дробленых солодов	28000	58	0,2	84	0,3	3080	II	4900	17,5	19880	71,0
Затор в начале процесса после паузы (°C), 53	80,0	-	-	-	-	30,4	38,0	27,2	34	22,4	28
63	50,0	-	-	-	-	21,5	43	16,0	32	12,3	25
76-78	40,0	-	-	-	-	22,0	53	10,0	25	8	20
Сусло после фильтрации	36,0	-	-	-	-	20,1	56	8,8	23	7,6	21
Сусло после пастеризации	20,0	-	-	-	-	10,6	53	2,4	12	7,0	35
Готовый продукт	9,0	-	-	-	-	4,9	54	0,8	9	3,3	39,1

10 штаммов уксуснокислых бактерий (табл. 3).

Молочнокислые бактерии, выделенные в процессе производства ККС, представлены палочковидными и кокковыми формами.

В исходном сырье выделено 10 штаммов молочнокислых бактерий. Среди них: *L. cozyniformi*, *L. plantarum*, *L. casei*, *L. brevis*, *Leuc. dextranicum*, *S. faecalis*, *S. thermophilus*.

Среди идентифицированных штаммов молочнокислых бактерий, выделенных из проб исходного сырья, преобладали гомоферментативные *L. plantarum* (30%) и гетероферментативные палочки *L. brevis* (20%). Такие виды, как *L. cozyniformi*, *L. casei*, *Leuc. dextranicum*, *S. faecalis*, *S. thermophilus* представлены в равных количествах.

К концу затирания молочнокислые бактерии были представлены гомоферментативными и гетероферментативными палочками видов *L. plantarum*, *L. brevis*.

Проведение термообработки при температуре 105 - 120°C приводит к полной инаktivации молочнокислых бактерий, однако в жизнеспособном состоянии остаются термостойкие формы спорообразующих бактерий / *B. subtilis mesentericus* /.

2.5. Динамика изменения микробиологической обсемененности в процессе хранения ККС и ячменно-солодового экстракта

Для выявления оптимальных условий хранения названных продуктов изучали изменение их микробиологической обсемененности в зависимости от содержания сухих веществ и температуры хранения.

Установлено, что при хранении ККС и ячменно-солодового экстракта при температурах 24 и 30°C с содержанием СВ 50% наблюдали рост молочнокислых бактерий на 8 - 10 сутки хранения. При хранении этих продуктов с содержанием СВ 70 - 75% при тех же температурах рост молочнокислых бактерий не наблюдали в течение нескольких месяцев.

Снижение температуры хранения до 5°C оказывает существенное влияние на микробиологические показатели этих продуктов. При содержании СВ 70% и температуре 5°C микробиологическая обсемененность составляла $1,5 \cdot 10^2$ КОЕ/см³, молочнокислые бактерии не обнаружены. Однако длительное хранение (более трех месяцев) готового продукта при концентрации ниже 70% приводит к снижению

Таблица 2

Изменение микрофлоры в процессе производства концентрата квасного сусла

Наименование проб	:Общее со-:Микроско-:		: Дрожжи		:Спорообразую -		: Неспорообразующие бактерии				
	:держание :пические :		:		:щие бактерии		: молочно-		: другие виды		
	:микроор- :грибы :		:		:		: кислые		:		
	: IО ² :	: IО ² :	: % к :	: IО ² :	: % к :	: IО ² :	: % к :	: IО ² :	: % к :	: IО ² :	: % к :
	:КOE/см ³	:КOE/см ³	:КOE/см ³	:КOE/см ³	:КOE/см ³	:КOE/см ³	:КOE/см ³	:КOE/см ³	:КOE/см ³	:КOE/см ³	:КOE/см ³
		:% к : :сод.	:% к : :сод.	:% к : :сод.	:% к : :сод.	:% к : :сод.	:% к : :сод.	:% к : :сод.	:% к : :сод.	:% к : :сод.	:% к : :сод.
Дробленое сырье	850	0,9	0,1	1,5	0,18	119	14,0	115	13,5	613,6	72,2
Затор после паузы (°C)											
63	50	-	-	-	-	19,0	38	18,0	36	13,0	26
72	42	-	-	-	-	14,7	35	10,1	24	17,2	41
76	11	-	-	-	-	4,8	43,5	2,6	13,5	3,6	33
Сусло перед ки- пячением	4,0	-	-	-	-	2,1	53,0	0,8	20,0	1,1	27,0
Сусло после ки- пячения	1,8	-	-	-	-	1,7	97,0	-	-	0,1	3,0
С вакуум-аппарата	2,5	-	-	-	-	2,45	98,0	-	-	0,05	2,0
ККС после термо- обработки	0,5	-	-	-	-	0,19	97,0	-	-	0,01	3,0
ККС из транспорт- ной цистерны	0,5	-	-	-	-	0,48	96,5	-	-	0,02	3,5

Таблица 3

Видовой состав молочнокислых бактерий, выделенных при производстве концентрата
квасного сусла

Стадии отбора проб	Количе- ство штаммов	Соотношение видов, %						
		<i>L. casei</i> <i>formi</i>	<i>L. dext.</i> <i>zonicum</i>	<i>L. plan-</i> <i>tarum</i>	<i>L. casei</i>	<i>L. brevis</i>	<i>S. ther-</i> <i>mophilus</i>	<i>S.</i> <i>faecalis</i>
Дробленое сырье	10	10	10	30	10	20	10	10
Затор после тем- пературной паузы (°C)								
63	8	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
72	5	20	-	40	20	20	-	-
76	4	-	-	50	-	50	-	-
Сусло после ки- пячения	-	-	-	-	-	-	-	-
ККС после термо- обработки	-	-	-	-	-	-	-	-

его биологической стойкости. Хранение продукта с содержанием СВ $75 \pm 2\%$ при этих же условиях не приводит к заметным изменениям микробиологической обсемененности.

3. РАЗРАБОТКА СПОСОБОВ ПОВЫШЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ СТОЙКОСТИ СОЛОДОВЫХ ЭКСТРАКТОВ

3.1. Пастеризация сусла

Изучение влияния режима пастеризации сусла на его микробиологическую обсемененность показало, что варьируя температурой и длительностью воздействия при тех или иных условиях можно добиться существенного снижения содержания микрофлоры. Результаты проведенных исследований представлены на рис. I. Наибольшая эффективность пастеризации получена в результате выдержки сусла при 80°C в течение 90 минут. Однако такая высокая температура приводит к ухудшению вкуса готового продукта и к изменению его химического состава.

Известно, что готовый затор поступает на фильтрацию с температурой $76 - 78^{\circ}\text{C}$. Поэтому целесообразно процесс пастеризации проводить при такой же температуре, что не приводит к изменениям в составе сусла. В соответствии с разработанным способом сусло и промывные воды следует собирать в отдельную емкость, имеющую паровой обогрев, обеспечивающий температуру $78 \pm 1^{\circ}\text{C}$ в течение 30 - 40 минут. После чего нагретое сусло надо направлять в вакуум - аппарат для упаривания.

В процессе пастеризации количество микроорганизмов снижается в 1,3 - 1,5 раза, что обеспечивает получение готового продукта с микробиологической обсемененностью, соответствующей требованиям ТУ, т.е. не выше 1000 микроорганизмов в 1 г.

3.2. Влияние внешних электромагнитных излучений на инфицирующую микрофлору солодовых экстрактов

В настоящее время при производстве пищевых продуктов наряду с традиционными методами инактивации контаминирующей микрофлоры все шире применяются бесконтактные способы воздействия, так как они являются экологически чистыми и удобными в практическом применении, а также при оптимально выбранных режимах воздействия

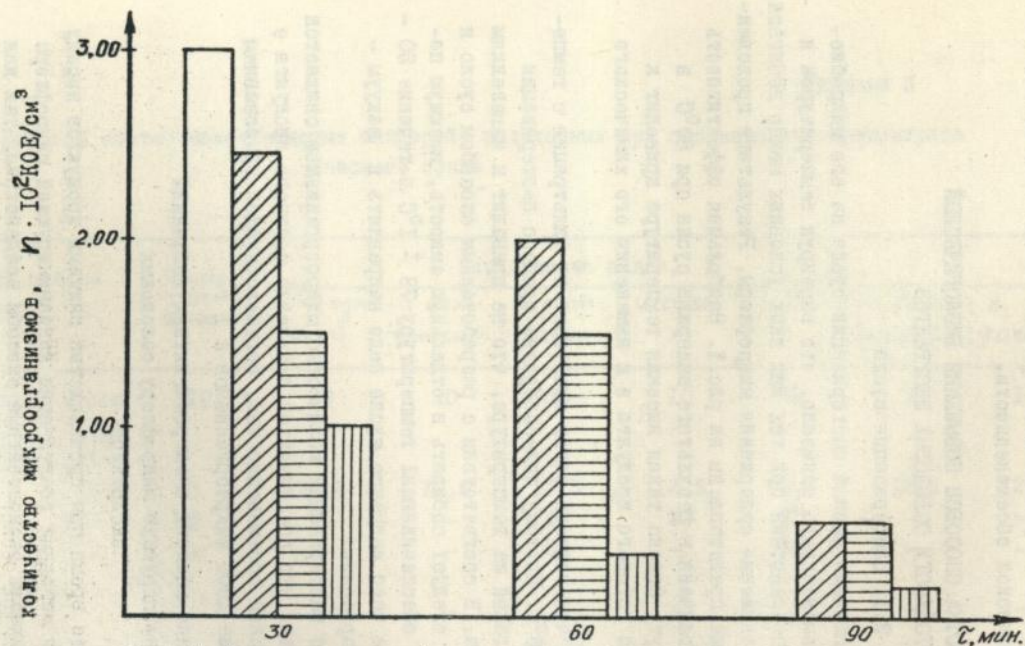


Рис. 1. Изменение микробиологической обсемененности сусла в процессе пастеризации.

Условные обозначения:

□ - исходное сусло



- сусло, пастеризованное при 75, 78, 80°C соответственно.

могут принести существенный экономический и социальный эффект. К таким способам относятся применение различных источников электромагнитного излучения в технологических процессах. В данном исследовании использовали лазеры видимого диапазона ЛГ-38, ЛГ-75 ($\lambda_{ген.} = 632,8 \text{ нм}$), ЛГ-70 ($\lambda_{ген.} = 442,6 \text{ нм}$); высокочастотную установку, собранную на базе прибора ШБЛ ($\nu_{ген.} = 110 \text{ МГц}$); сверхвысокочастотную установку на базе микроволновой печи "Электроника" ($\nu_{ген.} = 2445 \text{ МГц}$); электроразрядные лампы ДРЛФ-400-2.

В качестве источников видимого диапазона длин волн применяли гелий-неоновый (ЛГ-78, ЛГ-75, $\lambda_{ген.} = 632,8 \text{ нм}$) и гелий-кадмиевый (ЛГ-70, $\lambda_{ген.} = 441,6 \text{ нм}$) лазеры.

Облучение клеток молочнокислых и спорообразующих бактерий проводили при различной экспозиции (от нескольких десятков секунд до десятков минут). В качестве контроля использовали необлученную суспензию. Концентрацию клеток подбирали таким образом, чтобы их количество составляло 10^3 - 10^4 клеток в 1 см^3 , то есть условия были подобраны близкие к промышленным. С целью получения более достоверных результатов концентрацию клеток определяли двумя методами: высевом на плотные питательные среды и колориметрическим методом. Проведенные исследования показали, что облучение клеток молочнокислых и спорообразующих бактерий гелий-неоновым лазером не дает большого эффекта ингибирования. Однако с повышением мощности и продолжительности излучения наблюдали снижение жизнеспособных клеток. Так, при мощности излучения 10 мВт в течение 7 мин количество клеток снижалось в 5 раз по сравнению с контролем, а при мощности излучения 5 мВт в течение того же времени количество клеток снижалось в 3,5 раза по сравнению с контролем.

Более существенное влияние на рассматриваемые бактериальные клетки оказывает гелий-кадмиевый лазер. На рис. 2,3 представлены результаты по облучению гелий-кадмиевым лазером ($\lambda_{ген.} = 441,6 \text{ нм}$) молочнокислых и спорообразующих бактерий. Наиболее сильный эффект подавления жизнедеятельности клеток наблюдали к 7 мин при мощности 10 мВт . Дальнейшее увеличение длительности облучения не приводит к снижению бактериальных клеток, что по видимому связано с адаптацией клеток к лазерному воздействию.

Анализ облученных клеток спорообразующих бактерий на

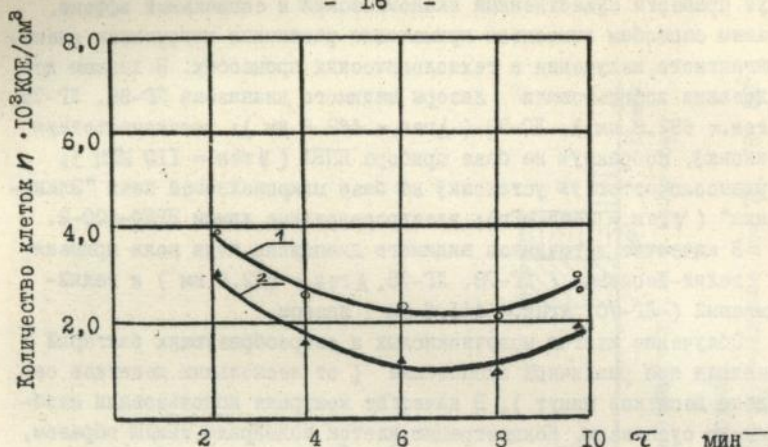


Рис.2. Изменение количества спорообразующих бактерий от времени облучения He-Cd лазером ($\lambda_{\text{ген.}}=441,6\text{нм}$) для различных мощностей 1-5 мВт, 2-10 мВт.

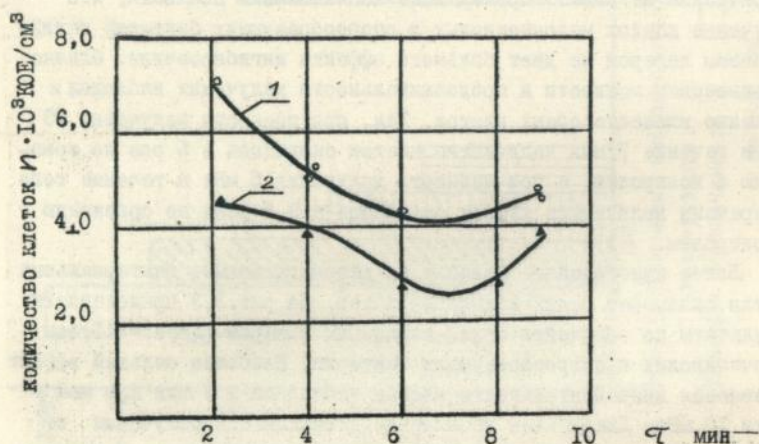


Рис.3. Изменение количества молочнокислых бактерий от времени облучения He-Cd лазером ($\lambda_{\text{ген.}}=441,6\text{нм}$) для различных мощностей 1 - 5 мВт, 2-10 мВт.

электронном микроскопе позволил установить, что воздействие лазерного излучения с $\lambda_{ген.} = 441,6$ нм и с $\lambda_{ген.} = 632,8$ нм приводит к изменению клетки. Наблюдались продольные и поперечные изменения в цитоплазматической мембране. Очевидно, это связано с одним из возможных механизмов ингибирующего действия лазерного излучения на структурно-функциональные перестройки мембранных образований клеток, что обусловлено возникновением колебательно-возбужденных состояний, которое приводит к изменению уровня перекисного окисления липидов и конформации мембраны. Оптимальными режимами воздействия лазерного излучения на молочнокислые и спорообразующие бактерии является 7 - 8 минут. Однако практическое применение лазерных установок для обработки солодовых экстрактов весьма затруднительно из-за низкой проникающей способности лазерного излучения в среду. Поэтому были проведены исследования по изучению влияния других электромагнитных излучений на инфицирующую микрофлору. Были найдены режимы, приводящие к существенному подавлению жизнеспособности бактериальных клеток.

В результате проведенных исследований разработан новый способ повышения биологической стойкости солодовых экстрактов, заключающийся в том, что сусло после упаривания нагревают до 65 - 70°C в течение 25 - 30 минут, а затем подвергают СВЧ-воздействию в импульсно-периодическом режиме в течение 105 - 115 с, при этом температура продукта повышается до 90 - 95°C. Использование комплексного СВЧ-воздействия позволяет получить продукт с повышенной биологической стойкостью при неизменной питательной ценности, так как погибают молочнокислые бактерии и трудно инактивируемые спорообразующие бактерии.

Сравнительные результаты разработки способов представлены в табл. 4, 5.

Таблица 4

Влияние способов обработки солодовых экстрактов на их микробиологическую обсемененность и витаминный состав

Способ обработки	Микробиологическая обсемененность, КОЕ / см ³	Витамины, мкг/100г		
		B ₁	B ₂	C
СВЧ-обработка	4	6,53	0,95	79,8
Пастеризация	10000	0,52	0,92	79,8

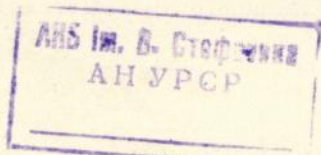


Таблица 5

Изменение микробиологической обсемененности солодового экстракта в процессе его хранения

Солодовый экстракт	Срок хранения (мес -)		
	1	2	3
	Микробиологическая обсемененность, КОЕ/г		
СВЧ-обработка	3	5	10
Пастеризация	1000	3000	4500

Таким образом, применение СВЧ-обработки солодового экстракта позволит получить биологически стойкий продукт.

Ожидаемый экономический эффект при применении СВЧ-обработки составит 50 рублей по ценам на 1991 г. на 1 т готового продукта.

ВЫВОДЫ

1. Изучены основные источники посторонней микрофлоры, количественный и видовой состав контаминантов, их морфолого-культурные и физиолого-биохимические свойства, показана отрицательная роль отдельных групп микроорганизмов при производстве солодовых экстрактов и концентрата квасного сусле.

2. Из образцов зерна, солодов, полупродуктов и готовых продуктов выделено 365 штаммов бактерий, отнесенных к 20 видам. В результате идентификации выявлено 12 видов молочнокислых, 3 вида уксуснокислых и 5 видов спорообразующих бактерий. Наиболее распространенными являются молочнокислые бактерии, представленные гомоферментативными (*L. plantarum*, *L. acidophilus*) и гетероферментативными (*L. brevis*, *Leuc. dextranicum*) видами.

Наиболее термоустойчивыми микроорганизмами при получении солодовых экстрактов и ККС оказались термофильные молочнокислые и спорообразующие бактерии, которые обнаружены в полу- и готовых продуктах.

3. При получении солодовых экстрактов и ККС во всех образцах преобладают молочнокислые и спорообразующие бактерии, состав-

ляющие в среднем 30 - 40% и 35 - 50% от общего содержания бактериальной микрофлоры.

Видовой состав молочнокислых и спорообразующих бактерий разнообразен. В исходном сырье преобладают - *L. brevis*, *L. plantarum*, *L. dextranicum*, *B. subtilis-mesentericus*, в сусле - *L. brevis*, *L. plantarum*, *B. subtilis-mesentericus*, *B. megaterium*. В готовых солодовых экстрактах выявлены - *L. brevis*, *L. plantarum*, *B. subtilis-mesentericus*, а в готовом ККС - *B. subtilis mesentericus*.

4. Выбор эффективного способа получения биологически стойких солодовых экстрактов и ККС должен учитывать видовой состав инфицирующей микрофлоры. Из исследованных способов подавления жизнедеятельности посторонних микроорганизмов (воздействие на них лазерного, высокочастотного, свехвысокочастотного излучений и температурной обработки) рекомендованы для применения в промышленности пастеризация сусла и сверхвысокочастотное излучение.

5. Разработан способ пастеризации солодового сусла (обработка сусла при 78°C в течение 40 мин.), который позволяет снизить микробиологическую обсемененность в 1,3 - 1,5 раза. Разработанный способ вошел как составная часть в технологическую инструкцию ТИ 10.18 УССР 2826-88.

6. Разработан способ получения солодовых экстрактов с использованием СВЧ-воздействия. Обработка солодового экстракта в режиме импульсно-периодическом СВЧ-воздействия на протяжении 105 - 115 с позволяет получить биологически чистый и стойкий продукт.

Опытно-промышленные испытания подтвердили эффективность предложенного способа получения солодового экстракта.

Ожидаемый экономический эффект от СВЧ-обработки составит 50 руб. на 1 т готового продукта в ценах на 1991 г.

Глубоко признательны за оказанную помощь в выполнении диссертационной работы д.т.н. Губиеву Ю.К. и к.ф-м.н.Носенко В.Е.

Список работ, опубликованных по материалам диссертации

1. Характеристика микробиологической обсемененности продуктов при производстве солодовых экстрактов / Л.А.Косоголова, Л.Р.Решетняк, Н.А.Емельянова // Пищевая промышленность. - 1987. - № 4. с- 49 - 50.
2. К микробиологическому нормированию лечебно-диетических продуктов, изготовленных на основе полисолодового экстракта / Яремко С.В., М.С.Макарова, И.Ю. Македон, Г.Г.Борщ, Т.А.Шевцова, Л.А.Косоголова // Рациональное питание. - 1988. - выпуск 28. - с 108 - 112.
3. Разработка способа ингибирования микроорганизмов, контаминирующих солодовые экстракты / Л.Р.Решетняк, Л.А.Косоголова, Н.А.Емельянова, Б.И.Хиврич // 7 съезд Украинского микробиологического общества. Черновцы, 1989. - с.125.
4. Повышение эффективности производства ячменно-солодового экстракта / Н.П.Сугулова, Н.А.Емельянова, Н.Я.Гречко, Л.А.Косоголова и др. // Республ.конф. "Интенсификация технологии и совершенствование оборудования перерабатывающих отраслей АПК". Киев, 1989. - с.87.
5. Влияние условий хранения на микробиологическую обсемененность концентрата квасного сусла / Л.А.Косоголова, Н.А.Емельянова, Н.П.Сугулова, Л.Р.Решетняк // Деп. в УкрНИИТИ № 1113-Укр-89.
6. Применение лазеров в производстве солодовых экстрактов для инактивации инфицирующей микрофлоры / П.Н.Воловик, Л.А.Косоголова, В.Е.Носенко, Л.Р.Решетняк // Всесоюз.конф. "Применение лазеров в промышленности". Ленинград, 1989. - с.30.
7. Влияние обработки токами промышленной частоты на микробиологические показатели солодовых экстрактов / Б.И.Хиврич, В.А.Домарецкий, Л.А. Косоголова // Всесоюз.конф. "Проблемы влияния тепловой обработки на пищевую ценность продуктов питания", Харьков, 1990. - с.480.
8. Использование несоложенного ячменя в производстве концентрата квасного сусла / Сугулова Н.П., Н.А.Емельянова, В.Л.Ганчук, Л.А.Косоголова // Известие вузов СССР Пищевая технология. - 1990. - № 6. - 80с.

9. Применение некоторых физических методов в производстве солодовых экстрактов - один из путей улучшения их качества / Л.Р.Решетняк, Л.А.Косогорова, В.Е.Носенко, А.М.Куц // Республ.конф. "Технический уровень предприятий перерабатывающей промышленности Госагропрома УССР. Кировоград, 1989. - с.72.
10. Особенности новой технологии безалкогольных напитков на хлебном сырье / Н.П.Сугулова, В.Н.Кошечая, В.М.Сидор, Л.А.Косогорова // Республ.конф. "Разработка и внедрение высокоэффективных ресурсосберегающих технологий, оборудования и новых видов пищевых продуктов в пищевую и перерабатывающую отрасли АПК". Киев, 1991. - с.215.
11. А.с. СССР № 1666527. Способ получения полисолодового экстракта / Б.И.Хиврич, Н.А.Емельянова, В.Н.Кошечая, Л.А.Мельниченко, Л.А.Косогорова и др. // Б.И. 1991 - № 28.
12. Влияние электромагнитного поля на некоторые виды бактерий / В.Е.Носенко, Л.А.Косогорова // Всесоюзный семинар "Лазеры в технических системах". Москва, 1991, - с.63.
13. Способ получения солодового экстракта / Ю.К.Губиев, Л.А.Косогорова, В.Е.Носенко // Положительное решение ВНИИГП о выдаче авторского свидетельства на заявку № 4810132/13 от 27.06.91.
14. Совершенствование технологии получения полисолодового экстракта / Л.А.Косогорова, Л.Р.Решетняк, Б.И.Хиврич // Всесоюз.конф. "Совершенствование технологических процессов производства новых видов пищевых продуктов и добавок. Киев, 2 часть. - с.57.
15. Влияние лазерного и высокочастотного излучения на молочнокислые и спорообразующие бактерии / Л.А.Косогорова, В.Е.Носенко, Л.Р.Решетняк, Б.И.Хиврич // Пищевая промышленность, Республ. межвед. научно-техн. сб. - 1992. - Выпуск 37. - с.
16. Микрофлора солода и солодовых экстрактов / Л.А.Косогорова, Б.И.Хиврич, В.А.Домарецкий, Н.А.Емельянова, Л.Р.Решетняк // УкрНИИНТИ - 1992. - 30 с.

Л.Кос

Подписано в печать 9.II.92г формат 60x84/16
Бумага писчая. Усл. печ.л. 1,0. Тираж 100 экз. Заказ № 1711
Отпечатано ЦУОП ГНПП "Плодвинкомсерв" г.Киев,Саксаганского,1

AB 26.185