

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ УКРАЇНИ

Український державний університет харчових технологій
Спеціалізована вчена рада Д.01.15.05

На правах рукопису .

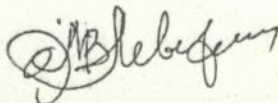
ЛЕВАНДОВСЬКИЙ Леонід Вікторович

УДК 664.15/663.5+663.14/

НАУКОВЕ ОБГРУНТУВАННЯ І РОЗРОБКА ПРОГРЕСИВНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ СПИРТУ І ХЛІБОПЕКАРСЬКИХ ДРІЖДЖІВ З МЕЛЯСИ
В СПИРТОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Спеціальність 05.18.07 – технологія продуктів бродіння

А в т о р е ф е р а т
дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора технічних наук



Київ-1995



спирту і біотехнології: продовольчих продуктів.

Науковий консультант: доктор технічних наук, чл.-кор. УААН,
академік УТА ЯНЧЕВСЬКИЙ В.К.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
В.М.ШВЕЦЬ;
член-кореспондент НАН України,
доктор біологічних наук, професор
В.С.ПІДГОРСЬКИЙ;
академік АІН України, доктор
біологічних наук, професор
П.І.ГВОЗДЯК.

Провідна організація: концерн "УКРСПИРТ" Держхарчпрому
України.Захист відбудеться "27" 12 1995 р. о 14 годині
на засіданні спеціалізованої Ради Д.01.15.01 Українського дер-
жавного університету харчових технологій, аудиторія A-311.З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці університету.
Автореферат розісланий "23" 11 1995 р.Запрошуємо Вас взяти участь у засіданні спеціалізованої Ра-
ди або надіслати відгук у двох примірниках, затверджений печат-
кою організації, за адресою: 252033, Київ-33, вул.Володимир-
ська, 68.Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради,

к.т.н., доцент

А.М.Куп

AB - 33.8.92
ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність проблеми. Комплексна переробка м'яси в спиртовому виробництві забезпечує одержання цінних харчових і кормових продуктів, основними з яких є етанол і хлібопекарські дріжджі /ХПД/. Науково-технічний прогрес в спиртовій біотехнології нашої країни за останні 20-25 років втілюється в створення удосконалених способів зброджування м'ясного суслу завдяки працям відомих вчених А.Д.Коваленко, З.А.Раєва, С.Т.Олійнічука, В.К.Янчевського, В.М.Швеця, В.О.Маринченка, В.Л.Яровенка, В.Ф.Суходол, М.Я.Савчука, А.М.Куца, М.І.Дерканосова, Л.Д.Ільїної, А.Ф.Ткаченко та інших.

В цій галузі науки і практики сформувалися два напрями: спрямований синтез одного продукту /етанолу/ і одночасне виробництво двох продуктів /етанолу і хлібопекарських дріжджів/.

В першому випадку резервами і прогресивними шляхами розвитку технології є інтенсифікація процесу за рахунок збільшення питомої швидкості біосинтезу спирту дріжджами, підвищення економічності цього процесу шляхом зменшення витрат зброджуємих вуглеводів на конструктивний метаболізм, посилення спиртоутворюючої здатності продуцента, підвищення спиртознімання з 1 м^3 об'єму дріжджебродильної апаратури.

Технологія одержання двох продуктів з м'яси, що застосовується в наш час, характеризується невисоким виходом дріжджової біомаси і значною кількістю виробничих стоків. Крім того, можливості існуючої технології в регулюванні співвідношення цільових продуктів, що синтезуються, в широкому діапазоні досить обмежені. Ця проблема особливо гостро виявилась в період перепрофілювання спиртзаводів в 1986-1989 р.р., коли при скороченні випуску спирту необхідно було зберегти обсяг виробництва хлібопекарських дріжджів. В умовах ринкових відносин потреба оперативного регулювання вказаного співвідношення в залежності від кон'юнктури ринку зростає.

ЛНБ ім. В. Стефаника
Ап України

Тому актуальність роботи визначається необхідністю розширення можливостей біотехнології переробки м'яса з одержанням спирту і хлібопекарських дріжджів шляхом створення високопродуктивних способів зброджування сусла, спрямованих на економію матеріальних, енергетичних ресурсів і поліпшення екологічного стану виробництва.

Мета роботи - наукове обґрунтування, розробка і вдосконалення біотехнології спільного виробництва спирту і хлібопекарських дріжджів із забезпеченням регулювання спрямованості процесу в сторону утворення біомаси дріжджів або спирту; розвиток уявлень про вплив умов спиртового зброджування м'яса, зокрема, з рециркуляцією продуценту, на метаболізм дріжджів; пошук нових технологічних способів, які дозволяють зменшити витрати артезіанської води, теплової енергії і кількість забруднених стоків у виробництві спирту і хлібопекарських дріжджів в спиртовій промисловості.

Наукова новизна. У роботі подане наукове обґрунтування і розроблена концепція розвитку спільного виробництва спирту і хлібопекарських дріжджів з м'яса шляхом регулювання діапазону співвідношення цих цільових продуктів, інтенсифікації синтезу біомаси на стадії культивування і посилення спиртоутворюючої здатності дріжджів в анаеробному бродінні з підвищенням продуктивності обох процесів.

На підставі досліджень метаболізму дріжджів, які рециркулюють в анаеробній стадії бродіння, вивчення впливу швидкості розбавлення середовища на активність пускових ферментів гліколізу дріжджових клітин і кінетичні показники процесу, оптимізована технологія зброджування м'ясного сусла звичайної та підвищеної концентрації сухих речовин /СР/ з багаторазовим використанням біомаси дріжджів.

Теоретично обґрунтовано і практично підтверджено зменшення втрат вуглеводів сусла на біосинтез вторинних продуктів бродіння

при переробці меляси в спирт з рециркуляцією дріжджової суспензії, висунута гіпотеза про природу посилення спиртоутворюючої здатності продуцента в цих умовах. Вивчено вплив кількості засівних дріжджів /2,5-120 г/л / на результати зброджування мелясного сусла концентрацією 21 і 27% СР. В результаті математичної обробки цих даних запропоновані апроксимаційні залежності основних кінцевих показників процесу від концентрації засівних дріжджів. Показана доречність застосування високої концентрації біомаси дріжджів для зброджування сусла при супраоптимальних температурах.

Одержані нові дані про фізіологічний стан, ферментативну активність та біохімічний склад дріжджів в умовах багаторазового їх використання при зброджуванні сусла.

В умовах періодичного і безперервного культивування дріжджів одержані нові дані про вплив концентрації СР мелясного сусла, тривалості процесу і підживлення субстрату на інтенсивність синтезу клітин продуцента, що покладено в основу створення технології спільного виробництва спирту і хлібопекарських дріжджів з регулюванням виходу пресованої біомаси від 3,5 до 15 кг/дал спирту з використанням існуючої апаратури.

Виведені математичні залежності, за допомогою яких можна прогнозувати обсяги виробництва обох цільових продуктів при заданому виході дріжджів.

Для забезпечення умов об'єктивного регулювання процесом ступінчастого введення меляси на різних етапах розроблених і існуючих технологій запропоновано уточнений спосіб визначення початкової концентрації СР зброджуємого мелясного сусла.

Досліджені і підібрані режими антисептування промивних вод цеху хлібопекарських дріжджів, на основі чого розроблено спосіб повторного їх використання замість води для приготування мелясного сусла.

Розроблено принципи нового двоступінчастого способу зброджування сусла з одержанням спирту і хлібопекарських дріжджів, який поєднує в собі найбільш прогресивні технології культивування дріжджів і анаеробного бродіння. При цьому створені умови для забезпечення потрібної якості пресованих дріжджів при високій концентрації спирту /10-11 об.% / в зрілій бражці.

Вірогідність одержаних результатів, наукових положень і рекомендацій забезпечується застосуванням сучасних методів досліджень і вимірювальних приладів, статистичних методів обробки експериментальних даних і підтверджується співпадінням даних лабораторних, дослідно-промислових, виробничих досліджень і впровадженням розроблених технологій на підприємствах галузі.

Практична цінність і реалізація розробок. Оптимізована технологія зброджування сусла звичайної та підвищеної концентрації в рециркуляції сконцентрованої дріжджової суспензії, що забезпечує збільшення виходу спирту на 0,5-0,9 дал з 1 т умовного крохмалю меляси і спиртознімання з 1 м³ бродильної апаратури на 60-65%. Ці результати одержані в виробничих умовах Лужанського і Попівського спиртзаводів. Складено і затверджено 29.01.79 "Технологический регламент производства этилового спирта ускоренным брожением меласного сусла".

Розроблена нова прогресивна регульована технологія аеробно-анаеробного зброджування мелясного сусла при спільному виробництві дріжджів і спирту, яка дозволяє досягти високого виходу пресованої біомаси /від 3,5 до 15 кг/дал/ і зберегти обсяг виробництва дріжджів при значному скороченні випуску спирту. Основні елементи цього технологічного напрямку і контролю процесу захищені авторськими свідоцтвами СРСР № 1521766, 1693040, 1064294, 1571500, 1822874, 1824439. При цьому передбачено максимальне ви-

користання можливостей існуючої апаратури.

Технологія з виходом дріжджів до 5 кг/дал здана відомчій комісії на Барському спиртзаводі і впроваджена на Попівському, Лохвицькому, Андрушівському, Маловисківському та інших спиртзаводах. Розроблено і затверджено 30.12.85 "Дополнение к технологическому регламенту производства прессованных хлебопекарных дрожжей и спирта из меласоно-спиртовой бражки /интенсифицированное ображивание меласного сусла с повышенным выходом хлебопекарных дрожжей до 5 кг/дал/".

Технологія з вдосконаленими варіантами культивування дріжджів, яка забезпечує вихід дріжджів в діапазоні від 5 до 12 кг/дал, здана відомчій комісії на Довжоцькому спиртзаводі і освоєна на Юрковецькому, Хоростківському, Тростянецькому, Маловисківському, Івашківському та інших спиртзаводах в період скорочення виробітку спирту. Складено і затверджено 31.12.87 "Технологический регламент двухпродуктового производства с выходом хлебопекарных дрожжей до 15 кг/дал".

Розроблено гнучку двоступінчасту технологію спирту і хлібопекарських дріжджів, яка поєднує найбільш прогресивні розробки як на стадії культивування дріжджів, так і анаеробного бродіння, що в результаті забезпечує досягнення концентрації спирту в зрілій бражці до 10-11 об.% /а.с. № 1342029/. Всі складові елементи технології перевірені в виробництві з розробкою відповідної нормативно-технічної документації. Складено "Технологический регламент на производство спирта и хлебопекарных дрожжей при ображивании сусла повышенной концентрации". Розроблено проект реконструкції дріжджебродильного відділення та цеху хлібопекарських дріжджів Хоростківського спиртзаводу і закінчується монтаж обладнання.

Розроблено і освоєно на Довжоцькому спиртзаводі спосіб використання промивних вод цеху хлібопекарських дріжджів для приготу-

вання мелясного сусла, який засновано на реагентній бактерицидній їх обробці і забезпечує скорочення витрат артезіанської води на 30%, кількості післяспиртової барди і витрат теплоти на 20% /а.с. № 1687606/.

За станом цін на листопад 1995 р. економічний ефект тільки від впроваджених розробок на спиртових заводах України становить 140 млрд. крб./рік.

Створена концепція перспективи розвитку спільного виробництва спирту і хлібопекарських дріжджів, яка викладена в "Направленнях розвитку производства хлебопекарных дрожжей на спиртовых заводах", затверджених Укрспирткрахмалпромом МХП УРСР 17.12.88.

Результати виконаної дисертаційної роботи використовуються в учбовому процесі УДУХТ, інституту підвищення кваліфікації керівних працівників і спеціалістів Держхарчпрому України, а ряд положень висвітлено в деяких посібниках по технології спирту.

Подана робота є узагальненням досліджень, виконаних автором в колективі співробітників відділу технології спиртового бродіння УкрНДІспиртбіопрод в 1977-1995 р.р. в рамках виконання держбюджетних і госцдоговірних НДР, по завданням МХП СРСР і УРСР та концерну "Укрспирт".

Особистий внесок автора у розробку наукових результатів полягає в організації і проведенні наукових експериментів в лабораторних і виробничих умовах, в обробці результатів та їх узагальненні, участі в розробці регламентів, а також в написанні наукових статей та підготовці заявок на винаходи.

Апробація роботи. Основні положення дисертації доповідались на науково-технічних конференціях: республіканських /Київ - 1991/, всесоюзних /Москва - 1983, 1991/ і міжнародних /Київ - 1993, Віяняця - 1995/, на засіданнях вчених рад УкрНДІ-спиртбіопрод - 1989-1994, ВНДІХБТ /Москва/ - 1979-1983, на нарадах

директорів концерну "Укроспирт", на школах передового досвіду і радах Вінницького, Хмельницького, Львівського, Харківського та інших спиртос"єднань, науково-технічних нарадах багатьох спиртових підприємств. Регульована технологія спирту і дріжджів була представлена на ВДНГ УРСР в 1989 р., а автор був затверджений її учасником.

Публікації. По матеріалах дисертації опубліковано 55 робіт, в тому числі 13 авторських свідоцтв.

Структура і обсяг роботи. Дисертація складається з вступу, п'яти розділів, висновків, 26 додатків. Викладена на 303 сторінках, в тому числі містять 15 рисунків, 71 таблицю, список використаної літератури - 413 джерел, з них - 117 іноземних.

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ РОБОТИ

Сучасний стан і тенденції розвитку біотехнології спирту і хлібопекарських дріжджів з меляси в спиртовій промисловості

Проведено аналіз існуючих технологій спиртового зброджування мелясного суола в Україні і в світі; розглянуті перспективні напрямки інтенсифікації цього процесу з підвищенням виходу спирту і хлібопекарських дріжджів, а також засоби скорочення витрат матеріальних ресурсів і поліпшення екологічного стану навколо підприємств шляхом впровадження маловідходних технологій.

Висвітлені недоліки сучасних процесів спиртового зброджування мелясного суола, основними з яких є:

- при виробництві одного продукту /спирту/ - довготривалість, низька питома швидкість біосинтезу спирту дріжджами, значні втрати вуглеводів сировини на утворення вторинних продуктів бродіння і біомаси продуцента;

- при виробництві двох продуктів /спирту і хлібопекарських дріжджів/ - невисока продуктивність по біомасі; обмежена можливість в регулюванні співвідношення цільових продуктів, що синте-

зуються при бродінні; підвищені витрати теплоенергії на виділення спирту із зрілої бражки і значна кількість виробничих стоків.

На підставі викладеного визначені завдання досліджень в даній роботі, які охоплюють три напрямки удосконалення сучасної технології:

- оптимізація процесу зброджування м'ясяного сусла з багатозразовим використанням дріжджів в анаеробній стадії;
- спрямований біосинтез дріжджів в умовах зниженого накопичення спирту;
- скорочення обсягів і повторне використання рідин, які виходять з технологічного процесу, зі створенням умов для зменшення витрат теплоенергії і кількості забруднених стоків.

Внаслідок узагальнення сучасних уявлень про конверсію вуглеводів спиртовими дріжджами висунута робоча гіпотеза про можливість посилення спиртоутворюючої здатності продуценту при тривалому перебуванні його в процесі анаеробного зброджування сусла, а також про застосування способу рециркулювання дріжджів як складового елементу нової технології спільного виробництва спирту і хлібопекарських дріжджів з метою досягнення концентрації спирту в зрілій бражці 10-11 об.%.
 1978

ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Об'єктами досліджень були: сировина; середовище, що зброджується; дріжджі *Saccharomyces cerevisiae* раси В, гібридів Г-112, У-563; штамів ШІ і М-5; зріла бражка; ректифікований спирт і пресовані хлібопекарські дріжджі.

В роботі застосовані як традиційні, так і спеціальні методи аналізу і оцінки технологічних процесів. М'ялсу і м'ясяне сусло аналізували по методикам, рекомендованим регламентом виробництва спирту із цукровмісної сировини. В напівпродуктах технології - в середовищах при культивуванні дріжджів, зброджуванні сусла і зрі-

лій бражці - визначали концентрацію дріжджової біомаси в перерахунку на 75%-ну вологість, вміст спирту, незброджених вуглеводів, гліцерину. В виділених на різних етапах процесу дріжджах визначали змазну і мальтазну активність, підйомну силу, забарвленість, вміст нуклеїнових кислот і амінокислот.

З використанням біохімічних методів визначали активність гексокінази і фосфофруктокінази дріжджів, а вміст амінокислот - за допомогою рідинної хроматографії.

В бражних дистилятах визначали загальну кількість органічних кислот, складних ефірів, альдегідів і вищих спиртів колориметричними і газохроматографічними методами.

Дослідження процесів бродіння мелясного сусла в лабораторних умовах проводили з використанням традиційного методу бродильної проби, а культивування дріжджів - за допомогою дослідного вирощування на стендових установках в періодичному і безперервному режимах. В залежності від поставленої мети експериментів застосовували різні /одно-, або чотирьохступінчасті/ установи з регульованим введенням субстрату, автоматичним підтриманням температури і механічним перемішуванням середовища.

Апробацію і відпрацювання нових технологічних режимів культивування дріжджів і спиртового зброджування мелясного сусла здійснювали на дослідно-промисловій установці науково-дослідної лабораторії /500 дал спирту на добу/ Лужанського експериментального спиртзаводу, а також в промислових умовах Барського, Тростянецького і Довжоцького спиртзаводів.

Кількісну і економічну оцінку досліджуваних в дисертації процесів зброджування надавали по показникам: продуктивності по біомасі і спирту, швидкості розбавлення середовища в апаратах, константи швидкості зброджування вуглеводів, питомої швидкості утворення

цілових продуктів бродіння з вуглеводів субстрату.

Математична обробка результатів експериментів здійснена з використанням статистичних методів планування і обробки даних досліджень. Апроксимація експериментальних даних, одержаних при вивченні процесів, проведена методом найменших квадратів з використанням програми "Аналіт" на ПЕОМ "ІВМ-386".

ОПТИМІЗАЦІЯ УМОВ ЗБРОДЖУВАННЯ МЕЛЯНОГО СУСЛА

З БАГАТОКРАТНИМ ВИКОРИСТАННЯМ ДРІЖДЖІВ

З підвищенням кількості засівних дріжджів з 2,5-7,5 до 120 г/л тривалість зброджування зменшилась з 28 до 13 годин /сусло 21% СР/ і з 62 до 23 годин /сусло 27% СР/; приріст біомаси за період процесу - відповідно з 28,7 до 6,3 г/л і з 12,8 до 2,7 г/л, а кількість незброджених вуглеводів - з 0,28 до 0,22 г/100 мл і з 0,65 до 0,41 г/100 мл. В цих умовах накопичення летких кислот і складних ефірів збільшувалось, а вищих спиртів - зменшувалось. Мінімальний вміст гліцерину при зброджуванні сусла з 21% СР знайдено в зрілій бражці, одержаній з початковою концентрацією біомаси 10, 20 і 40 г/л, що разом зі зменшенням приросту дріжджів стало визначальним фактором зниження нераціональних втрат вуглеводів і найбільшого накопичення спирту в цих варіантах за рахунок підвищення економічного коефіцієнту використання субстрату для його синтезу на 2,0%.

При розв'язанні основної системи диференціальних рівнянь процесу зброджування сусла /21% СР/ з різною кількістю засівних дріжджів були одержані такі залежності /табл.І/.

При зброджуванні сусла з 27% СР накопичення спирту в зрілій бражці також корелювало зі зниженням приросту дріжджів, кількістю незброджених вуглеводів, утворенням гліцерину і було максимальним /11,94 об.%/ при початковому засіві 60 г/л.

Апроксимаційні залежності деяких показників бродіння
від концентрації засівних дріжджів (x)

Показник	Апроксимаційна залежність	Коефіцієнт кореляції
Тривалість бродіння, годин	$\frac{100}{\sqrt{12,641 + 0,3895 \cdot x}}$	0,981
Приріст біомаси дріжджів, г/л	$\exp/3,346 - 0,01243 \cdot x /$	0,934
Гліцерин, г/л	$\frac{100}{\sqrt{407,91 - 1,395 \cdot x}}$	0,953
Спирт, об.%	$\frac{x}{0,1171 \cdot x + 0,004}$	0,996

Досліджені особливості зброджування сусла при супраоптимальних температурах /38-42°C/ з початковою концентрацією дріжджів 20 і 60 г/л. Установлено, що застосування підвищеної концентрації біомаси пом'якшує негативний вплив високої температури, покращує кінцеві показники процесу в порівнянні з меншою кількістю дріжджів при бродінні і забезпечує нормативні величини незброджених вуглеводів і виходу спирту при граничній температурі 38°C.

Збільшення числа циклів використання дріжджів раси В до п'яти при зброджуванні сусла з 20-22% СР методом бродильної проби не відбивалось негативно на накопиченні спирту в зрілій браці, а, навпаки, сприяло зменшенню синтезу летких кислот на 27%, альдегідів на 25%, гліцерину на 17%, а також зростанню питомої швидкості утворення спирту дріжджами.

Для багатократного використання при зброджуванні сусла з 25-27% СР застосовували осмофільні гібридні дріжджі У-563, які в умовах 11-ти циклів бродіння забезпечили основні кінцеві результати процесу /накопичення спирту і гліцерину, вміст незброджених вугле-

водів/ на рівні показників першого циклу. При цьому кількість дріжджових клітин, що брунькуються, зменшилась з 9 до 3%, а мертвих - збільшилась з 2 до 6%. Звертає на себе увагу зберігання високої ферментативної активності дріжджів на протязі всіх циклів їх використання: підйомна сила за цей період коливалась в межах 38-46 хв., а зимазна активність поступово збільшувалась з 34 хв. в першому циклі до 19 хв. в одинадцятому.

На основі аналізу бродильної здатності дріжджів, виділених через 5, 8, 10, 12 ... 20 год від початку зброджування сусла /20-22% СР/ в першому циклі і заданих для повторного використання, встановлена перевага продуценту, відібраного на 5-12 годині. Головними аргументами цього висновку є найбільша швидкість другого циклу бродіння і мінімальна кількість мертвих клітин в зрілій бражі / 2 % проти 13 % в останньому варіанті/.

З метою антисептування дріжджів, які повторно використовуються для зброджування сусла, розроблено спосіб обробки суспензії сульфенолом і ортофосфорною кислотою в кількості по 0,05% кожної з речовин на протязі 30 хв. Спосіб забезпечує практично повну інактивацію кислото- і некислотоутворюючих мікроорганізмів і не погіршує функціональних властивостей дріжджів. При цьому також встановлено, що обробка суспензії сульфенолом /0,02-0,04 об. %/ сприяє частковій десорбції барвників м'яса з поверхні клітин дріжджів і зниженню забарвленості біомаси, яку повторно використовують для бродіння.

ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ БЕЗПЕРЕРВНОГО ЗБРОДЖУВАННЯ СУСЛА З РЕЦИРКУЛЮВАННЯМ ДРІЖДЖІВ

На початку досліджень була висунута робоча гіпотеза, одним з елементів якої було припущення про те, що використання рециркульованих в анаеробній стадії бродіння дріжджів як засівних замість

аеробно вирощуваних, дозволить скоротити індукційний період бродіння, зменшити внаслідок цього накопичення гліцерину і інших вторинних продуктів і посилити спиртоутворюючу направленість метаболізму дріжджових клітин.

Застосування рециркульованих дріжджів створює передумови для зменшення кількості виробничих дріжджів, що вирощуються, з відповідним скороченням витрат цукрів на їх біосинтез. Крім того, з'являється можливість зниження об'єму дріжджового сусла, яке застосовується в аеробному дріжджегенеруванні, де одночасно з розмноженням біомаси продуценту відбувається інтенсивне утворення з цукрів вторинних продуктів бродіння.

Вивчення безперервного зброджування м'ясного сусла виконували в дослідно-промислових умовах Лужанського і на промисловій установці Попівського спиртзаводів.

Після заповнення відомим однопоточним способом дріжджебродильної батареї, яка складалась з чотирьох дріжджегенераторів та десяти бродильних апаратів, включали в роботу вузол виділення дріжджів з п'ятого бродильного апарату і рециркулювання згущеної суспензії з вмістом дріжджів 100-120 г/л в головний. При збільшенні завдяки цьому концентрації біомаси в головному апараті до 40-60 г/л кількість працюючих дріжджегенераторів поступово скорочували до одного, а сусло, призначене для їх живлення, вводили безпосередньо в головний бродильний апарат.

Технологічні показники зброджування сусла концентрацією 20-22% СР в такому режимі /табл. 2/ свідчать про підвищення концентрації дріжджів як в головних апаратах батареї /до 47,2-50,8 г/л/, так і в усьому контурі рециркулювання. В контрольному варіанті цей показник був на рівні 20 г/л.

Зазначене інтенсифікувало процес спиртового зброджування і.

Таблиця 2

Технологічні показники збродження суслу /20-22% СР/

Показники	Дріждже- генера- тор	Номер бродильного апарату								
		1	2	3	5	6	7	10		
<u>Бродіння без рециркулювання дріжджів /контроль/</u>										
Видима густина, % СР	15,0	11,6	10,2	9,0	7,6	7,2	7,0	6,9		
Біомаса дріжджів, г/л	16,8	19,2	21,0	21,8	22,1	21,6	22,0	20,5		
Спирт, об. %	3,8	5,8		7,8	8,2	8,6	8,7	8,9		
Незброджені вуглево- ди, г/100 мл	8,54	5,50	3,45	2,28	0,63	0,39	0,34	0,29		
<u>Бродіння з рециркулюванням</u>										
Видима густина, % СР	15,2	11,0	8,5	7,5	7,1	6,8	6,8			
Біомаса дріжджів, г/л	16,1	50,8	47,2	42,7	31,6	6,2	6,3			
Спирт, об. %	3,3	6,5	8,0	8,6	8,7	8,8	8,9			
Незброджені вуглеводи, г/100 мл	8,80	4,95	2,38	1,44	0,34	0,30	0,30			

незважаючи на підвищену /120 кг/м³/ проти контролю /88 кг/м³/ кон-
центрацію цукрів в середовищі, яке надходило в головний бродильний
апарат, забезпечило завершення процесу в шостому бродильному апаре-
ті, а не в десятому /контроль/.

При збродженні суслу підвищеної концентрації /25-27% СР/
з рециркулюванням дріжджів відключали тільки один дріжджегенератор,
але одночасно підвищували швидкість розбавлення середовища /р/ на
30% проти технології без рециркуляції. При цьому концентрація біо-
маси в головних апаратах підвищувалась до 50 г/л і, хоча в обох ва-
ріантах процес закінчувався в дев'ятому апараті батареї, тривалість
бродіння з рециркулюванням становила 16 год, а без рециркулювання -
22 год при однаковій концентрації спирту в зрілій бражці -
11,5 об. %.

Число дріжджових клітин, що брунькуються, в рециркуляційних ре-
жимах збродження зменшувалось на 15-22%, а при максимальному ско-

роченні об'єму аеробно вирощуваних виробничих дріжджів - на 35% /табл. 3/.

Таблиця 3
Вплив D на стан дріжджів при зброджуванні з їх рециркулюванням

Показники	Лужанський спирт-завод		Попівський спиртзавод		
	Контроль	Дослід	Конт- роль	Дослід № 1	Дослід № 2
D, год ⁻¹	0,42	0,42	0,43	0,45	0,57
Кількість сировини, яка використана для вирощування дріжджів, % до загальної кількості	100	25	77	78	19
Клітини, що брунькуються, %	36	30	29	23	19
Мертві клітини, %	1,5	5,0	0,4	2,9	1,5

З підвищенням D при бродінні з рециркулюванням дріжджів кількість мертвих клітин знижувалась і їх кількість при зброджуванні сусла з накопиченням спирту до 11,5 об % через 1, 3 і 5 діб роботи бродильної установки складала, відповідно, 3,0; 4,7 і 5,3%, тобто після трьох діб приріст їх зменшився. Це свідчить про те, що в умовах підвищеної D рециркулювані дріжджі зі збільшенням тривалості їх функціонування набувають стійкості проти несприятливих факторів.

Аналіз кінетичних показників процесу /табл. 4/ свідчить, що дослідні варіанти зброджування сусла різних концентрацій забезпечують не тільки підвищення загальної швидкості бродіння, але й активізацію метаболізму дріжджів. Про це свідчить питома швидкість біосинтезу спирту дріжджами, яка в головному апараті зросла з 0,26 /процес без рециркуляції/ до 0,64 кг/кг·год в рециркуляційному режимі бродіння сусла підвищеної концентрації при зростанні D.

Кінетичні показники опиртового бродіння

Показники в головному бродильному апараті	Концентрація сусла, % СР			
	20-22		25-27	
	Спосіб зброджування			
	без рециркулювання	з рециркулюванням	без рециркулювання	з рециркулюванням
Кількість збродженого цукру, кг/м ³	30,4	71,5	12,2	42,0
Швидкість бродіння, кг/м ³ ·год	13,8	32,5	3,9	20,6
Константа швидкості зброджування цукрів, год ⁻¹	0,20	0,40	0,09	0,29
Питома швидкість біосинтезу спирту дріжджами, л/кг АСД·год ^х	0,52	0,51	0,26	0,64

* АСД - абсолютно сухі дріжджі

Дослідження характеру біосинтезу вторинних продуктів бродіння в процесах з рециркулюванням дріжджів /табл.5/ показали, що вміст складних ефірів, вищих спиртів, альдегідів і гліцерину в зрілій бражці зменшується в порівнянні з традиційними способами зброджування.

Слід також зауважити, що з підвищенням D до 0,57 год⁻¹ помічена тенденція до зменшення накопичення вторинних продуктів, при чому це характерно для сусла як звичайної, так і підвищеної концентрацій.

Промислова перевірка впливу способу рециркулювання дріжджів при бродінні на технологічні, біохімічні і економічні показники процесу проведена на Попівському експериментальному спиртзаводі /табл.6/.

Таблиця 5

Вміст вторинних продуктів бродіння в зрілих бражках

Показники	Контроль	Дослідні варіанти з рециркулюванням			
		1	2	3	
D в головному бродильному апараті, год ⁻¹	0,43	0,45	0,57	0,81	
Леткі кислоти, г/л безводного спирту /б.с./	0,66	0,64	0,58	0,65	
Складні ефіри, г/л б.с.	0,84	0,71	0,44	0,49	
Альдегіди, об.%	0,0086	0,0064	0,0054	0,0052	
Вищі спирти, об.%	0,038	0,030	0,028	0,033	
Гліцерин, г/л бражки	5,45	4,90	4,59	4,43	

Таблиця 6

Основні результати промислових випробувань

Показники	Контроль	Бродіння з рециркулюванням	
		Варіант № 1	Варіант № 2
D в головному апараті, год ⁻¹	0,43	0,45	0,57
Концентрація дріжджів в головному апараті, г/л	27,4	43,8	35,1
Активність ферментів гліколізу, одиниць/г білку:			
- гексокінази	26,2	28,7	32,1
- фосфофруктокінази	3,12	3,36	4,02
Питома швидкість біосинтезу спирту дріжджами за весь період бродіння, л/кг·добу	4,12	4,22	4,97
Тривалість анаеробного бродіння, год	17,6	13,0	13,4
Втрати вуглеводів при дріжджегенеруванні і бродінні, кг/т	182,9	158,8	99,2
Спиртознімання, дал/м ³ ·добу	7,0	8,8	11,5
Вихід спирту, дал/т умовного крохмалю	65,76		66,36

Використання рециркульованих дріжджів і збільшення притоку сусла в бродильну батарею супроводжується підвищенням активності пускових ферментів гліколізу - гексокінази і фосфофруктокінази, а також питомої швидкості біосинтезу спирту дріжджами /тобто, бродильної активності/, яка характеризує активність всього гліколітичного процесу перетворення вуглеводів в спирт.

Таким чином, багатократне використання дріжджів в анаеробній стадії сприяє зменшенню утворення вторинних продуктів внаслідок посилення спиртоутворюючої спрямованості метаболізму дріжджів. Поряд із скороченням кількості аеробно вирощуваної біомаси і сусла, яке приймає участь в культивуванні дріжджів, це забезпечило зниження технологічних втрат зброджуваних речовин. Зкономлені при цьому вуглеводи стали джерелом додаткового накопичення етанолу, вихід якого збільшився по підсумках досліджень на Лужанському спиртзаводі на 0,57 дал/т, а на Попівському - на 0,60 дал/т проти процесів без рециркулювання дріжджів. При цьому спиртознімання з 1 м³ дріжджебродильної апаратури підвищено на 60-65%.

РОЗРОБКА РЕГУЛЬОВАНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ЗБРОДЖУВАННЯ МЕЛЯНОГО СУСЛА З ПІДВИЩЕНИМ ВИХОДОМ ХЛІВО- ПЕКАРСЬКИХ ДРІЖДЖІВ

Оптимізація параметрів культивування дріжджів. Досліди виконували на стендовій хемостатній установці з аеруванням середовища і автоматичною підтримкою його температури біля 30°C. Концентрація меляного сусла становила 21-22% СР. Виявлено, що по сукупності основних показників процесу - генеративній активності дріжджів хлібопекарським властивостям біомаси, накопиченню вторинних продуктів, виносу спирту з повітрям - перевагу має тривалість дріжджегенерації 8-10 год /табл.7/.

Зрілі бражки, одержані з застосуванням дріжджів при тривалос-

Таблиця 7

Залежність основних показників культивування дріжджів від тривалості процесу

Показники	Тривалість процесу, год					
	6	8	10	12	14	16
Біомаса дріжджів, г/л	21,5± 1,8	27,2± 2,1	31,0± 2,4	30,0± 2,0	30,3± 2,5	29,3± 2,5
Спирт, об. %	4,35± 0,20	5,30± 0,20	6,05± 0,30	7,05± 0,30	7,55± 0,35	7,90± 0,35
Зимазна активність дріжджів, хв.	18±1	17±1	16±2	18±1	18±1	22±1
Незброджені вуглеводи, г/100 мл	7,25	6,60	4,87	3,55	1,22	0,59
Гліцерин, г/100 мл	0,53	0,63	0,70	0,79	0,79	0,77

ті вирощування 8-10 год., також характеризувались кращими результатами по накопиченню біомаси, її зимазної активності і синтезу гліцерину.

При вивченні впливу концентрації СР сусла в діапазоні 8-24% на ефективність спільного синтезу спирту і хлібопекарських дріжджів встановлена перевага величини даного параметру на рівні 8-12% СР. При цьому забезпечувалась краща ферментативна активність дріжджів, зменшувався коефіцієнт інгібування процесу, підвищувалась константа швидкості зброджування вуглеводів і найвищим був економічний коефіцієнт синтезу спирту і дріжджів.

Одержані результати покладені в основу створення апаратурно-технологічної схеми культивування і збродження сусла з послідовним з'єднанням дріжджегенераторів, в якій забезпечена можливість внесення меляси в середовище на різних етапах процесу /рис.1/. Експерименти на дослідно-промисловій установці, яка складалась з п'яти дріжджегенераторів, проведені при внесенні мелясного сусла з 10-12% СР в два перші апарати, додаванням нерозбавленої меляси в четвертий і п'ятий до початкової концентрації СР сусла /Кп/

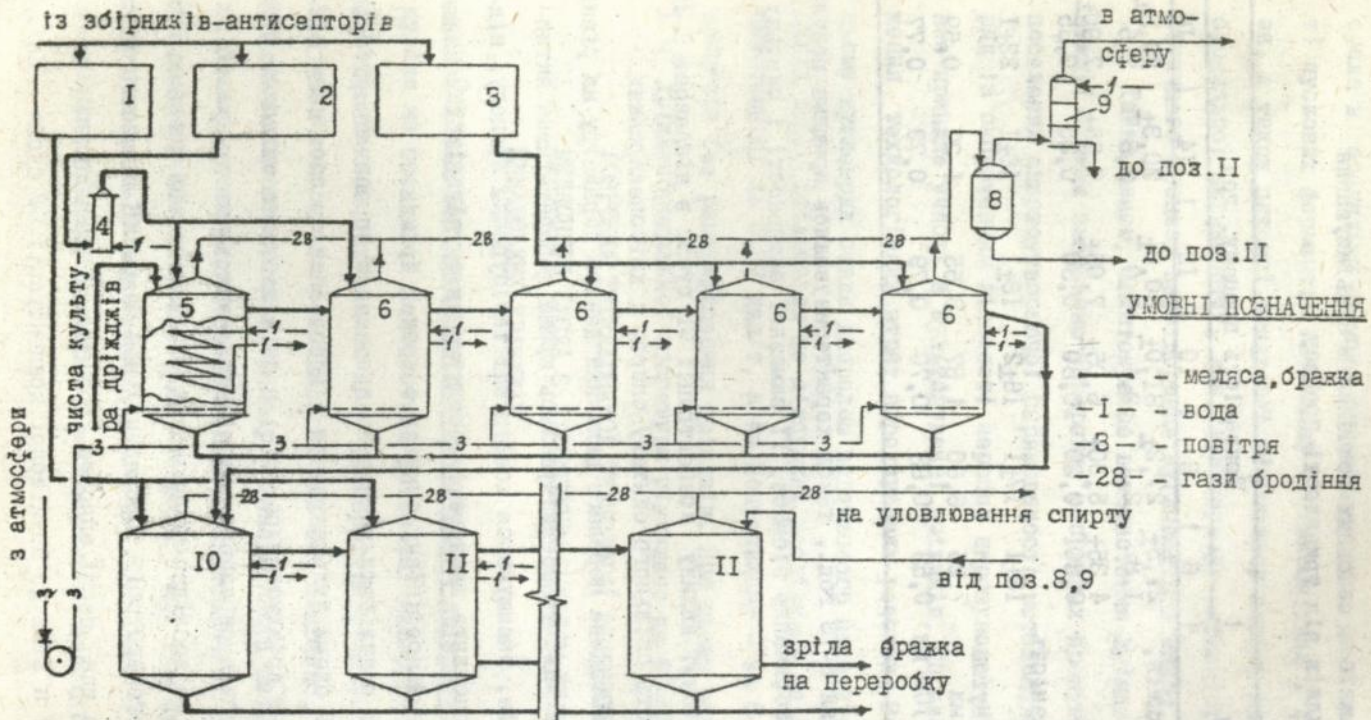


Рис. 1. Апаратурно-технологічна схема збродування м'ясного сусла з культивуванням дріжджів в послідовно з'єднаних дріжджегенераторах:

1, 2, 3 - збірник м'яса; 4 - змішувач; 5, 6 - дріжджегенератор; 7 - повітродувка;
8 - піноуловлювач; 9 - спиртоуловлювач; 10, 11 - бродильний апарат.

15-17 г/100 мл і в головні бродильні апарати до 22 г/100 мл, а також посиленням аеруванням середовища до 7-12 м³/м³·год в перших трьох дріжджегенераторах. Ці засоби забезпечили підвищення накопичення біомаси в виробничих дріжджах до 31 проти 22 г/л в контролі /однопотоківий удосконалений спосіб/, а в зрілій бражці - до 39 проти 31 г/л, або на 26% /табл.8/.

Таблиця 8

Порівняльна характеристика двох технологій по накопиченню біомаси дріжджів

Технологія	Вміст біомаси / г/л/ в		Продуктивність культивування по біомасі / кг/м ³ ·год	Вихід дріжджів, кг/дал
	виробничих дріжджах	зрілій бражці		
Удосконалена однопотокова /контроль/	22	31	3,7	3,7
Запропонована	31	39	4,9	4,8

Продуктивність процесу культивування дріжджів збільшилась, завдяки цьому, з 3,7 до 4,9 кг/м³·год, а вихід дріжджів - на 24%.

Розроблена технологія пройшла виробничі і відомчі випробування на Барському спиртзаводі. Приймальна комісія зафіксувала вихід дріжджів 4,5 проти 3,3 кг/дал в контрольному процесі. Якість товарних пресованих дріжджів і спирту задовольняла вимогам відповідних стандартів. Технологія впроваджена на 6 спиртзаводах.

Запропонований спосіб і його попередники орієнтовані на випуск певної кількості хлібопекарських дріжджів при продуктивності підприємства по спирту, близькій до паспортної. Разом з тим, внаслідок коливання кон'юнктури попиту на ці два продукти спиртової промисловості в умовах ринкових відносин, потреба оперативного регулювання співвідношення кількостей товарних спирту і дріжджів

зростає.

В зв'язку з цим виникає необхідність подальшого удосконалення процесу бродіння і, головним чином, стадії культивування дріжджів, маючи на увазі, в першу чергу, досягнення підвищеного накопичення біомаси при зниженні концентрації мелясного сусла і виробітку спирту.

На стендовій установці для безперервного культивування дріжджів, яка складалась з чотирьох послідовно з'єднаних апаратів, сусло концентрацією 4% СР вводили в перший апарат при $D = 0,16 \text{ год}^{-1}$. Мелясу вносили в 2, 3 і 4-й апарати в кількості, яка підвищувала величину K_p в четвертому апараті різних варіантів до II, 13, 16, 19, 26 г/100 мл. Накопичення біомаси при цьому складало, відповідно, 47, 60, 75, 88 і 99 г/л. Обробка отриманих результатів показала, що по економічному коефіцієнту синтезу дріжджів з цукрів сусла /0,17 - 0,22/ і питомій продуктивності процесу по біомасі /4,45 г/л·год/, перевагу має культивування при кінцевій K_p на рівні 7-12 г/100 мл.

Виконані дослідження культивування дріжджів на мелясному суслі різних початкових концентрацій /в діапазоні 1-10% СР/, в умовах різної тривалості /від 6 до 12 год/ і введення меляси на протязі процесу в один або декілька прийомів.

Відмічено зменшення дріжджових клітин, що брунькуються, при зниженні концентрації СР сусла з 8 до 1%. Математична обробка результатів показала, що ця залежність описується формулою:

$$y = 34,2 - \frac{23,3}{\sqrt{CР}} \quad \text{при коефіцієнті кореляції } 0,976.$$

При 8-ми годинному культивуванні дріжджів на суслі концентрацією 2 і 6% СР мелясу вносили через 3 і 5 год до досягнення K_p 8 г/100 мл. За перші 3 год процесу утворюється 74-75% біомаси і 14-15% спирту від кінцевої їх кількості /табл. 9/.

Динаміка накопичення біомаси і спирту при
культивуванні дріжджів

Показники	Початкова концентрація СР сусла, %							
	2				6			
	Момент відбору проб, год.							
	0	3	5	8	0	3	5	8
Накопичено, % до кінцевої кількості:								
- біомаси дріжджів	0	74	89	100	0	75	90	100
- спирту	0	14	31	100	0	15	43	100

Ця обставина свідчить про доцільність підвищення інтенсивності аерування на першому етапі приготування виробничих дріжджів.

Узагальнення результатів експериментів дозволило сформулювати основні оптимальні умови культивування біомаси при спільному синтезі спирту і хлібопекарських дріжджів: початкова концентрація сусла біля 4% СР; кінцева - 8% СР, яка створюється за рахунок дворазового введення меляси; тривалість - 8-10 год.

З використанням цих даних розроблено і реалізовано проект реконструкції дріжджебродильного відділення Довжоцького спиртзаводу.

Виробничі дослідження показали, що збільшення інтенсивності аерування середовища в трьох перших дріжджегенераторах з 6-3 до 15-20 м³/м³·год, забезпечує збільшення концентрації біомаси при культивуванні на 30% і супроводжується підвищенням кількості вторинних продуктів бродіння.

Сукупність засобів, розроблених в лабораторних і дослідно-промислових умовах, покладена в основу створення регульованої технології спирту і хлібопекарських дріжджів, яка була прийнята

відомчою комісією в 1987 р.

Відомчі випробування було проведено в двох варіантах з різною продуктивністю Довжоцького заводу по спирту: перший варіант - 700-900 дал/добу /25-30% від потужності заводу/; другий - 1500-1900 дал/добу /50-65%/.

Культивування дріжджів вели шляхом введення мелясного суслу концентрацією 2-4% СР в перший і частково в другий апарати, а меляси - в два останніх /4-ий і 5-ий/ до Кп близько 8 г/100 мл. Інтенсивність аерування середовища складала: в перших двох апаратах до 30, в третьому до 20, а в четвертому і п'ятому - до 10 м³/м³.год. Мелясу в головні бродильні апарати вносили в такій кількості, яка забезпечувала відповідну продуктивність заводу по спирту.

Накопичення біомаси в зрілій бражці обох варіантів складало 43-46 г/л, спирту - 3,2 /1-й варіант/ і 4,4 об.% /2-ий/ при кількості незброджених цукрів, відповідно, 0,20 і 0,24 г/100 мл. При цьому досягнуто вихід дріжджів 11,4 кг/дал в 1-му і 7,0 кг/дал в 2-му варіантах, а якість кінцевих продуктів задовольняла вимогам стандартів.

Запропонована технологія була використана багатьма спиртзаводами підприємствами, які ведуть сумісне виробництво спирту і ХПД, в період значного скорочення планової виробки спирту в 1985-1989 роках. Існуюча технологія в цих умовах мала обмежені можливості в випуску дріжджів, про що свідчать результати роботи всіх спиртзаводів України, які виробляють ХПД, в 1985 - 86 р. /табл. 10/.

За рахунок впровадження в галузі регульованої технології, в 1987 р. значно /на 50%/ підвищився обсяг випуску дріжджів - до 32,3 проти 21,9 тис. т в 1986 р. навіть при меншій кількості виробленого спирту - 6,0 проти 6,6 млн. дал і до 1989-90 років обсяг виробництва ХПД в Україні був майже відновлений.

Таблиця 10

Обсяги виробництва продукції на спиртзаводах
України, що випускають дріжджі

Показники	Роки						
	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Спирт, млн. дал	16,9	15,1	6,6	6,0	7,0	12,4	13,2
ХПД, тис.т	48,2	42,3	21,9	32,3	39,3	45,2	47,0
Вихід ХПД, кг/дал	2,85	2,80	3,32	5,42	5,10	3,65	3,56

Таким чином, приведені фактичні дані роботи промисловості за декілька років показують, що мелясно-спиртові заводи здатні стабілізувати випуск ХПД в умовах зниження і коливання виробітку спирту за рахунок суттєвого підвищення виходу біомаси внаслідок реалізації нових способів дріжджегенерації. Це відкриває перспективи регулювання кількостей спирту і ХПД при їх спільному виробництві в широких межах в залежності від потреб ринку. Слід зазначити, що при впровадженні технології необхідно забезпечити надійне уловлювання спирту з газо-повітряної суміші після культивування дріжджів.

В результаті математичної обробки фактичних даних одержано залежності, за допомогою яких можна прогнозувати обсяги виробництва спирту і ХПД при різних їх співвідношеннях.

Математичні залежності деяких показників переробки меляси від виходу дріжджів / X /

Виріток з 1 т меляси /кг/

$$\text{спирту: } Y_{\text{сп}} = -6,8 \cdot X + 236,7$$

$$\text{дріжджів: } Y_{\text{др}} = 37 \cdot X^{0,76}$$

Витрати вуглеводів з 1 т меляси /кг/

на одержання спирту | на одержання дріжджів

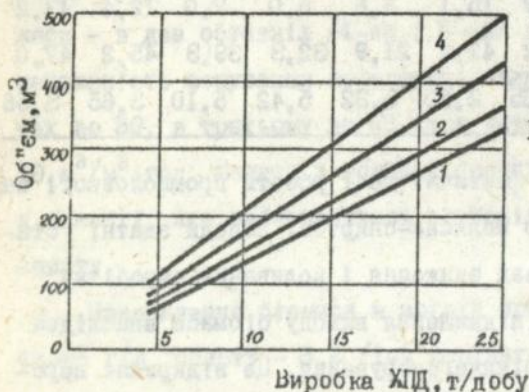
при виході дріжджів 3-5 кг/дал

$$y_{\text{сп}} = -11 \cdot x + 470 \quad | \quad y_{\text{др}} = 11 \cdot x - 10$$

при виході дріжджів 6-12 кг/дал

$$y_{\text{сп}} = -9,7 \cdot x + 434 \quad | \quad y_{\text{др}} = 11,2 \cdot x + 9,9$$

На основі технологічних розрахунків складені таблиці і номограма /рис.2/ для визначення необхідного об'єму дріжджових гене-



раторів в різних варіантах технологій.

Рис. 2. Номограма для визначення корисного об'єму дріжджегенераторів при різній виробці і потрібному виході ХПД: 1, 2, 3, 4 — вихід ХПД, відповідно, 5, 7, 9 і 12 кг/дал

Розроблено і затверджено 31.12.87 "Технологический регламент

двухпродуктового производства с выходом хлебопекарных дрожжей до 15 кг/дал."

РОЗРОБКА СПОСОБІВ ЗБРОДЖЕННЯ МЕЛЯСНОГО СУСЛА, НАПРАВЛЕНИХ НА ЗМЕНШЕННЯ КІЛЬКОСТІ СТОКІВ В ВИРОБНИЦТВІ СПИРТУ І ХЛІБОПЕКАРСЬКИХ ДРІЖДЖІВ

Основними недоліками технології спільного одержання спирту і ХПД є обмеження концентрації спирту в зрілій бражці /не більше 8-8,5 об.% / з метою запобігання погіршенню якості товарних дріжджів, а також введення промивних вод /ПВ/ виробництва ХПД в відсепаровану бражку. Ці обставини зумовлюють підвищення витрат артезіанської води на приготування сусла, теплоенергії на виділення спирту із зрілої бражки і збільшення об'єму післяспиртової барди, що утворю-

ється, в порівнянні з технологією без виробництва ХПД.

Повторне використання промивних вод. Нами доведена неможливість використання промивних вод /ПВ/, які відводяться в відсепаровану бражку, для приготування м'ясного сусла без спеціальної обробки. Цей об'єкт досить інфікований і використання його замість води відчутно погіршує результати процесу зброджування. Виходячи з цього, розроблено режим антисептування ПВ традиційними для спиртового виробництва реагентами – неорганічною кислотою для створення низького рН середовища /2,5-3,0/ і формаліном в дозі 0,015-0,05 об.% до ПВ при експозиції 1-2 год. Така обробка надає можливість повного використання ПВ замість води для приготування сусла.

Впровадження розробленої технології в промислових умовах Довжоцького спиртзаводу забезпечило застосування 80-100 м³ ПВ на добу, не погіршивши показників культивування дріжджів і зброджування сусла, а також якості спирту і ХПД. При цьому питомі витрати теплоти на перегонку бражки і кількість післяспиртової барди зменшилися на 20%, а витрати артезіанської води для приготування сусла – на 25-30%.

Двоступінчастий спосіб зброджування сусла підвищеної концентрації. З метою підвищення можливої концентрації спирту в зрілій бражці до рівня технології без одержання ХПД нами розроблено спосіб, поєднуючий в собі найбільш прогресивні засоби на стадії культивування дріжджів і анаеробного зброджування м'ясного сусла з рециркуляцією продуцента в рамках одного процесу. Він полягає в наступному.

На першому ступені відсувається інтенсивний біосинтез дріжджів в присутності кисню повітря при низькій концентрації СР /згідно з розробленим регламентом/ і виділення їх після цієї стадії з одержанням товарної біомаси /рис.3/.

На другому ступені організовується зброджування сусла підвищеної концентрації з використанням знедріждженої бражки першого ступеня і рециркуляцією біомаси в анаеробній стадії замість вивощування виробничих дріжджів. В цьому випадку дріжджі із зрілої бражки не використовують як хлібопекарні, що дозволяє збільшити концентрацію спирту до рівня, який визначається спроможністю сучасних продуцентів, тобто 10-11 об.%.

Таким чином, створення даної двоступінчастої технології, поряд з можливістю регулювання співвідношення виробки спирту і ХЦД, по основним техніко-економічним показникам - питомі витрати води на приготування сусла і теплоенергії на перегонку бражки, питомий вихід барди - вперше наближає спільне виробництво спирту і дріжджів до рівня технології спирту без одержання дріжджів.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОЗРОБЛЕНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Комплекс розроблених способів і технологій можна розглядати як ефективний сучасний напрямок в спільному виробництві спирту і ХЦД, який забезпечує розширення можливостей існуючих процесів у варіюванні співвідношення синтезу цільових продуктів і підвищення загальної ефективності виробництва.

Підсумовуючи результати виконаної дисертаційної роботи можна констатувати, що розроблені способи переробки меляси в спирт або в спирт і хлібопекарські дріжджі мають ряд переваг перед традиційними по багатьом показникам /табл. II /. Більшість з них захищена авторськими свідоцтвами на винахід, що підтверджує новизну запропонованих технічних рішень. Всі розроблені технології впроваджені на спиртових підприємствах або пройшли виробничу перевірку. Кожна з розробок забезпечена затвердженими регламентами або рекомендаціями по використанню.

ПЕРЕЛІК І КОРОТКА ХАРАКТЕРИСТИКА РОЗРОБЛЕНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Назва технології	Основні досягнуті результати	Підтвердження новизни розробки	Рівень практичного використання	Економічна ефективність крб/1000 дал
1	2	3	4	5
Зброджування сусла з рециркулюванням дріжджів / накопичення спирту в зрілій бражці 8,5-9 об.%	<u>Переробка меляси в спирт</u> Підвищення виходу спирту і спиртознімання обладнання	А.с.1084294	Виробнича перевірка	35,2
Зброджування сусла підвищеної концентрації з рециркулюванням дріжджів / накопичення спирту в зрілій бражці до 11,5 об.%	Підвищення продуктивності процесу, скорочення витрат теплоенергії і об'єму забруднених стоків	А.с.1342029	Виробнича перевірка	
	<u>Переробка меляси в спирт і хлібопекарські дріжджі</u>			
Інтенсифікована технологія зброджування сусла з виходом дріжджів до 5 кг/дал	Підвищення виходу дріжджів	А.с.1571500	Впровадження	53,0
Технологія зброджування сусла з використанням промивних вод цеху хлібопекарських дріжджів для приготування сусла	Скорочення витрат артезіанської води, теплоенергії і виходу барди	А.с. 1687606	Впровадження	25,9

1	1	2	1	3	1	4	1	5
Технологія зброджування сула з високим виходом дріжджів	Тнучкість процесу, можливість регулювання обсягів виробки дріжджів і спирту в широкому діапазоні в залежності від потреб ринку	А.с.І521766, А.с.І693040, А.с.І824439, А.с.І822874.	Впровадження	416				
Двоступінчаста технологія виробництва спирту і хлібопекарських дріжджів	Одежання хлібопекарських дріжджів при концентрації спирту в зрілій бражі до 10-11 об.%	А.с.І342029	Виробнича перевірка. Проект реконструкції цеху	215				

В И С Н О В К И

Розроблено і реалізовано в практиці сукупність технологічних рішень в галузі переробки меляси в спирт і хлібопекарські дріжджі в спиртовому виробництві, яка забезпечує підвищення економічності і продуктивності процесів культивування дріжджів і анаеробного зброджування вуглеводів сировини, дозволяє розширити можливість регулювання співвідношення обсягів виробки цільових продуктів на основі створення більш досконалих технологій культивування біомаси продуцента і анаеробного бродіння, скоротити питомі витрати артезіанської води, теплоенергії і зменшити кількість виробничих стоків.

1. На основі виконаних досліджень розроблено прогресивну регульовану технологію зброджування мелясного сусла при спільному біосинтезі дріжджів і спирту, яка забезпечує можливість регулювання співвідношення цих цільових продуктів в широкому діапазоні.

2. Сформульовано принципи реалізації інтенсифікованої технології з високим накопиченням дріжджів в середовищі на основі нових варіантів батарейної системи дріжджегенерації, яка дозволяє поліпшити умови культивування біомаси продуценту. Здійснення процесу в послідовно з'єднаних апаратах, застосування зниженої концентрації мелясного сусла /4-12% СР/ для дріжджів, ступінчасте внесення нерозбавленої меляси в процесі культивування біомаси до початкової концентрації СР в виробничих дріжджах 8-16 г/100 мл сприяють підвищенню ефективності використання субстрату при культивуванні продуценту в 1,5-2,5 рази і рівня накопичення біомаси до 40-45 г/л.

3. Виведено математичні залежності, за допомогою яких можна прогнозувати і визначати необхідний обсяг виробництва спирту і хлібопекарських дріжджів в залежності від потреб ринку, а також розраховувати витрати вуглеводів на утворення цільових продуктів.

4. Установлено, що підвищення концентрації засівних дріжджів до 40-60 г/л при періодичному зброджуванні мелясного сусла в спирт забезпечує максимальне накопичення цього продукту в зрілій бражці.

На підставі дослідження фізіологічних особливостей дріжджів визначено оптимальний їх контур рециркулювання в анаеробній стадії бродіння. Установлено, що виділення продуценту спирту через 5-12 год. в кожному циклі процесу дозволяє зберегти високу фізіологічну активність дріжджів на протязі II циклів їх використання при зброджуванні сусла підвищеної концентрації.

5. Теоретично обгрунтовано і практично підтверджено, що використання рециркульованих дріжджів посилює спиртоутворюючу спрямованість їх метаболізму за рахунок зниження рівня біосинтезу вторинних продуктів бродіння і скорочення втрат вуглеводів на енергетичний метаболізм. В промислових випробуваннях кількість альдегідів в зрілій бражці знижувалась в порівнянні з бродінням без рециркулювання на 25-37%, гліцерину - на 15-19%, вищих спиртів - на 13-26%, а вихід етанолу підвищився на 0,9%.

6. Одержано нові дані про вплив швидкості розбавлення зброджуємого середовища з рециркулюванням концентрованої дріжджової суспензії на технологічні, біохімічні і кінетичні показники спиртового бродіння. Установлено, що збільшення величини притоку сусла при бродінні з рециркулюванням на 33% в умсах значного / на 67%, скорочення кількості вирощуваних виробничих дріжджів сприяє підвищенню активності пускових ферментів гліколізу дріжджів - гексокінази і фосфосфруктокінази-на 22 і 29% в період головного бродіння. При цьому питома продуктивність дріжджебродильної апаратури по спирту зростає на 50-65% в порівнянні з традиційною технологією.

7. Різні варіанти технології з виходом пресованих дріжджів в

діапазоні від 3,5 до 12 кг/дал здані відомчим комісіям, забезпечені затвердженими регламентами і впроваджені на багатьох підприємствах України.

Технологія з виходом дріжджів вище 5 кг/дал дозволила стабілізувати обсяг виробки хлібопекарських дріжджів в період скорочення запланованого випуску спирту в 1987-89 роках і забезпечила економічний ефект 416 руб/1000 дал.

8. Розроблено і впроваджено у виробництво спосіб застосування промивних вод цеху хлібопекарських дріжджів на стадії приготування мелясного суслу замість 30% артезіанської води, який передбачає їх антисептування неорганічною кислотою і формаліном в експозиції 1 год і дозволяє відчутно зменшити розведення зрілої знедріждженої бражки, на 20% скоротити витрати теплоти на її перегонку і вихід післяспиртової барди.

9. Розроблено енергозберігаючу технологію спільного одержання спирту і хлібопекарських дріжджів, яка поєднує запропоновані нами більш досконалі способи культивування дріжджів і анаеробного зброджування мелясного суслу з рециркулюванням дріжджів в рамках одного процесу. При цьому забезпечується можливість одержання якісних хлібопекарських дріжджів з одночасним підвищенням концентрації спирту в бражці до 10-11 об.% і скороченням на 30-35% кількості забруднених стоків.

10. Реалізація розроблених технологій в спиртовій промисловості забезпечує скорочення нерациональних втрат вуглеводів сировини, підвищення виходу хлібопекарських дріжджів, продуктивності дріжджебродильної апаратури, зменшення витрат артезіанської води на технологічні потреби, а також створює передумови для скорочення витрат теплоенергії на перегонку бражки і зменшення об'єму забруднених стоків. Досягнуто реальний економічний ефект при переробці

меляси з одержанням: одного продукту /спирту/ - 35 руб. /1000 дал спирту, спільно спирту і хлібопекарських дріжджів - 416 руб. на 1000 дал в цінах 1990 року.

Науково-практичний рівень і економічна ефективність переробки меляси в спиртовому виробництві, які досягнуті завдяки розробці і впровадженню запропонованих в дисертаційній роботі технологій, не є граничними. Напрямами подальшого розвитку проблеми можуть стати: пошук ефективних продуцентів і технологічних засобів для збродження суслу якомога більшої концентрації і формування маловідходності виробництва; дослідження умов підвищення ефективності спиртоутворення дріжджами і засобів управління спрямованістю їх метаболізму; розробка математичних моделей технологічних процесів для комп'ютеризації виробництва; покращення хлібопекарських властивостей пресованої біомаси.

Основний зміст роботи викладено в наступних наукових публікаціях:

Брошури

1. Интенсификация биосинтеза дрожевой биомассы в бродильных производствах /обзор/ /В.К.Янчевский, А.Д.Коваленко, Л.В.Левандовский и др. // Реф. сб.: Спиртовая и ликеро-водочная пром-сть, М.: ЦНИИТЭИпищепром. - 1984. - Вып. 4. - С. 1-32.

Наукові статті

2. Интенсификация процесса спиртового брожения мелассы /А.Д.Коваленко, Т.М.Дражнер, Л.В.Левандовский, Н.Д.Бабина // Реф. сб.: Спиртовая и ликеро-водочная пром-сть, М.: ЦНИИТЭИпищепром. - 1978. - № 3. - С. 1-6.

3. Применение дрожевой биомассы для повторного ображивания мелассного суслу /А.Д.Коваленко, Т.М.Дражнер, Л.В.Левандовский, В.В.Рудая // Реф. сб.: Спиртовая и ликеро-водочная пром-сть, М.:

ЦНИИТЭИпищепром. - 1978. - № 6. - С. 4-9.

4. Обработка дрожжей при повторном их использовании для брожения / Л.В.Левандовский, В.К.Янчевский, А.Д.Коваленко и др. // Ферментная и спиртовая пром-сть. - 1980. - № 1. - С. 19-21.

5. Интенсификация брожения мелассного сусла многократным использованием дрожжей / А.Д.Коваленко, В.К.Янчевский, Л.В.Левандовский, В.В.Рудая // Реф.сб.: Спиртовая и ликеро-водочная пром-сть, М.: ЦНИИТЭИпищепром. - 1979. - № 3. - С. 15-20.

6. Коваленко А.Д., Левандовский Л.В., Янчевский В.К. Непрерывно действующая установка для ображивания мелассного сусла с рециркуляцией дрожжей // Ферментная и спиртовая пром-сть. - 1980. - № 7. - С. 15-18.

7. Коваленко А.Д., Левандовский Л.В., Янчевский В.К. Ускоренное спиртовое брожение мелассного сусла // Пищевая пром-сть. - Киев: Техніка. - 1980. - № 1. - С. 42-44.

8. Определение потребности в минеральном питании при ускоренном ображивании мелассы / Л.В.Левандовский, А.Д.Коваленко, В.К.Янчевский и др. // Ферментная и спиртовая пром-сть. - 1981. - № 1. - С. 11-13.

9. Коваленко А.Д., Янчевский В.К., Левандовский Л.В. Способ ускоренного ображивания свежесахарной мелассы // Реф. сб.: Спиртовая и ликеро-водочная пром-сть, М.: ЦНИИТЭИпищепром. - 1981. - № 4. - С. 2-3.

10. Интенсификация ображивания мелассного сусла путем рециркуляции дрожжей / С.Т.Олиничук, Л.В.Левандовский, А.Д.Коваленко, В.К.Янчевский // Ферментная и спиртовая пром-сть. - 1982. - № 3. - С. 5-8.

11. Дистилляция продуктов метаболизма дрожжей при пониженном давлении / Л.В.Левандовский, В.К.Янчевский, А.Д.Коваленко и др.

// Ферментная и спиртовая пром-сть. - 1982. - № 7. - С. 9-11.

12. Коваленко А.Д., Янчевский В.К., Левандовский Л.В. Состав и способ ображивания тростниковой мелассы // Ферментная и спиртовая пром-сть. - 1982. - № 1. - С. 9-12.

13. Способ выделения хлебопекарных дрожжей из зрелой меласно-спиртовой бражки /В.К.Янчевский, А.Д.Коваленко, Л.В.Левандовский и др. // Пищевая пром-сть. - Киев: Техніка. - 1982. - № 2. - С. 57-58.

14. Коваленко А.Д., Суший М.С., Левандовский Л.В. Технология ображивания мелассного сусла с использованием конденсатов вторичной барды для рассиропки мелассы // Реф. сб.: Спиртовая и ликероводочная пром-сть, М.: ЦНИТЭИпищепром. - 1982. - № 6. - С. 14-16.

15. Опыт работы Поповского экспериментального спиртзавода по переработке тростникового сахара-сырца /А.Д.Коваленко, В.К.Янчевский, Л.В.Левандовский и др. // Ферментная и спиртовая пром-сть. - 1983. - № 8. - С. 17-19.

16. Левандовский Л.В., Коваленко А.Д., Яровенко В.Л. Влияние количества посевного материала на метаболизм спиртовых дрожжей при периодическом культивировании // Микробиологический журнал АН УССР. - 1984. - Т.45, вып.6. - С. 36-39.

17. Левандовский Л.В., Коваленко А.Д., Яровенко В.Л. Влияние кратности использования дрожжей на ображивание мелассного сусла // Ферментная и спиртовая пром-сть. - 1984. - № 6. - С. 27-29.

18. Левандовский Л.В., Коваленко А.Д., Яровенко В.Л. Влияние рециркуляции дрожжевой суспензии на ображивание мелассного сусла // Ферментная и спиртовая пром-сть. - 1984. - № 7. - С. 27-30.

19. Левандовский Л.В., Коваленко А.Д., Яровенко В.Л. Физиологическое состояние дрожжей при ображивании мелассного сусла с рециркуляцией дрожжевой суспензии // Ферментная и спиртовая пром-

сть. - 1984. - № 8. - С. 28-29.

20. Левандовский Л.В., Коваленко А.Д., Забродский А.Г. Оценка завершенности процесса спиртового брожения // Ферментная и спиртовая пром-сть. - 1985. - № 1. - С. 5-6.

21. Оптимизация питательной среды при сбраживании мелассы / Л.В.Левандовский, С.Т.Олейничук, А.Д.Коваленко и др. // ЭИ Пищевая пром-сть. Серия 7: Винодельческая, спиртовая, ликероводочная и пиво-безалкогольная пром-сть. - 1986. - Вып.1. - С. 13-15.

22. Влияние адаптации дрожжей к пониженному рН среды на их метаболизм при сбраживании мелассного суслу /С.Т.Олейничук, Л.В.Левандовский, А.Д.Коваленко и др. // Ферментная и спиртовая пром-сть. - 1986. - № 4. - С. 29-31.

23. Левандовский Л.В., Янчевский В.К., Коваленко А.Д. Анаэробное сбраживание мелассного суслу при высоких температурах // Ферментная и спиртовая пром-сть. - 1987. - № 1. - С. 30-32.

24. Интенсифицированная технология сбраживания мелассного суслу с повышенным выходом хлебопекарных дрожжей / А.Д.Коваленко, С.Т.Олейничук, Л.В.Левандовский и др. // Технология биоконверсии свекловичной мелассы на пищевые, кормовые и другие продукты. Сб. научн. трудов ВНИИШПД. - Киев. - 1987. - С. 35-43.

25. Способ сбраживания мелассы с интенсивным накоплением дрожжевой биомассы / Л.В.Левандовский, С.Т.Олейничук, А.Д.Коваленко, М.Я.Савчук // Пищевая пром-сть, Киев: Техніка. - 1988. - № 4. - С. 27-28.

26. К вопросу качества мелассы свеклосахарного производства / Л.Г.Белостоцкий, В.В.Супрунчук, Л.П.Старушенко, Ж.И.Катроха, Н.А.Шаталова, Л.В.Левандовский // Химия и технология пищевых продуктов: Сб. научн. трудов ВНИИШПД. - К. - 1982. - С. 155-159.

27. Левандовский Л.В., Коваленко А.Д. Об этанольной фермен-

тации с рециркуляцией дрожжевой биомассы // Там же, с. 66-73.

28. Левандовский Л.В., Олійничук С.Т. Основные принципы технологии сбраживания мелассы с высоким выходом хлебопекарных дрожжей // Химия и технология пищевых продуктов: Сб. научн. трудов ВНИИЩД. - Киев. - 1992. - С. 107-112.

29. Техніко-економічна оцінка роботи меласно-спиртових заводів, ведущих двухпродуктовое производство / Л.В.Левандовский, С.Т.Олійничук, А.А.Рудаков, И.З.Горова // Там же, с. 113-118.

30. Олійничук С.Т., Левандовський Л.В. Вдосконалення біотехнології переробки меляси на спирт і хлебопекарські дріжджі // Харчова промисловість. - 1993. - № 9. - С. 16-17.

31. Удосконалення технології виробництва спирту і дріжджів / Л.В.Левандовський, С.Т.Олійничук, Н.Є.Шустикова, Л.В.Ткаченко // Харчова і переробна промисловість. - 1995. - № 6. - С. 20.

32. Олійничук С.Т., Левандовський Л.В. Ферментація мелясного суслу // Харчова і переробна промисловість. - 1995. - № 7. - С. 9-11.

33. Сировина для виробництва спирту / С.Т.Олійничук, Л.В.Левандовський, О.М.Атаманенко, С.М.Шалабанов // Харчова і переробна пром-сть. - 1995. - № 10. - С.26.

Авторські свідоцтва

34. А.с. 790778 /СССР/, МКИ С 12 С 11/24. Способ выделения хлебопекарных дрожжей из меласно-спиртовой бражки / А.Д.Коваленко, В.К.Янчевский, Л.В.Левандовский. - 4 с.

35. А.с. 832475 /СССР/, МКИ G 01 N 33/14. Способ контроля процесса спиртового брожения / А.Г.Забродский, А.Д.Коваленко, Л.В.Левандовский и др. - 3 с.

36. А.с. 909989 /СССР/, МКИ С 12 Р 7/06. Способ производст-

ва спирта /В.К.Янчевский, А.Д.Коваленко, С.Т.Олийничук, Л.В.Левандовский, Л.В.Малыш. - 4 с.

37. А.с. 1084294 /СССР/, МКИ С 12 N 1/00. Способ обработки хлебопекарных дрожжей /А.Д.Коваленко, В.К.Янчевский, Л.В.Левандовский. - 4 с.

38. А.с. 1296579 /СССР/, МКИ С 12 Р 7/06. Способ сбраживания мелассного сусла для производства спирта /С.Т.Олийничук, А.Д.Коваленко, Л.В.Левандовский и др. - 4 с.

39. А.с. 1342029 /СССР/, МКИ С 12 Р 7/06. Способ сбраживания мелассного сусла /А.Д.Коваленко, С.Т.Олийничук, Л.В.Левандовский, В.И.Шевченко. - 4 с.

40. А.с. 1361486 /СССР/, МКИ G 01 N 33/14. Способ определения количества сбраживаемых сахаров в мелассе /Л.В.Левандовский, А.Д.Коваленко, С.Т.Олийничук, Т.В.Островская. - 4 с.

41. А.с. 1521766 /СССР/, МКИ С 12 N 1/18. Способ непрерывного культивирования засевных дрожжей при производстве спирта и хлебопекарных дрожжей /С.Т.Олийничук, А.Д.Коваленко, С.Ф.Гончар, Л.В.Левандовский, В.И.Шевченко. - 3 с.

42. А.с. 1571500 /СССР/, МКИ G 01 N 33/14. Способ определения начальной концентрации сбраживаемого углеводсодержащего сусла /Л.В.Левандовский, С.Т.Олийничук, А.Д.Коваленко. - 4 с.

43. А.с. 1687606 /СССР/, МКИ С 12 Р 7/06. Способ приготовления мелассного сусла при производстве спирта и хлебопекарных дрожжей /С.Т.Олийничук, Л.В.Левандовский. - 5 с.

44. А.с. 1693040 /СССР/, МКИ С 12 N 1/18. Способ непрерывного культивирования засевных дрожжей при производстве спирта и хлебопекарных дрожжей /Л.В.Левандовский, С.Т.Олийничук, В.И.Шевченко. - 3 с.

45. А.с. 1624439 /СССР/, МКИ С 12 N 1/16. Способ выделения

хлебопекарных дрожжей из мелассно-спиртовой бражки /Л.В.Левандовский, С.Т.Олейничук, А.В.Бедина. - 4 с.

46. А.с. 1822874 /СССР/, МКИ С 12 N 1/18. Способ подготовки мелассы к выращиванию засевных дрожжей по градиентно-непрерывному способу при производстве спирта и хлебопекарных дрожжей /Л.В.Левандовский, С.Т.Олейничук, А.Д.Коваленко и др. - 3 с.

Тези доповідей на наукових конференціях

47. Левандовский Л.В. Особенности метаболизма дрожжей в условиях многократного их использования для сбраживания мелассного суслу / Всесоюзн. конф. молодых исследов. "Пути повышения эффективности винодельческого, ликеро-водочного и пиво-безалкогольного производства": Тез. докл. - М., 1983, с.11.

48. Олейничук С.Т., Левандовский Л.В., Лосюк И.А. Способ рационального использования промывных вод в производстве спирта и хлебопекарных дрожжей из мелассы // Разраб. и внедр. высокоэффект. ресурсосберегающих технологий, оборудования и новых видов пищевых продуктов в пищевую и перерабатывающую отрасли АПК: Тез. докл. респ. научн.-техн.конф., Киев: 24-26 сент. 1991 г. - К., 1991, с.99.

49. Левандовский Л.В., С.Т.Олейничук, А.Д.Коваленко. Промышленное внедрение гибкой технологии с высоким выходом хлебопекарных дрожжей на спиртовых заводах // Там же, с. 133-134.

50. Левандовский Л.В., Олейничук С.Т. Поиск технологических резервов снижения объема производственных стоков на спиртовых заводах, вырабатывающих хлебопекарные дрожжи // Там же, с. 191.

51. Олейничук С.Т., Шевченко Б.И., Левандовский Л.В. Применение микрофльтрации для выделения продуцентов в биотехнологических процессах // Мембранная техника в медицине и биотехнологии:

Тез. докл. Всесоюз. конф. 23-24 окт. 1991 г. - М., 1991, с.11-12.

52. Левандовский Л.В., Олійничук С.Т., Лосък И.А. Использование отходящих жидкостей взамен воды в технологии спирта и хлебопекарных дрожжей из мелассы // Совершенств. технол. процессов производства пищевых прод. и добавок. Использование вторичн. сырья пищевых ресурсов: Тез. докл. Всесоюзн. научн.-техн. конф. 26-27 нояб. 1991 г. - Киев, 1991, ч.2, с.58-59.

53. Левандовський Л.В., Олійничук С.Т. Біосинтез продуктів метаболізму дріжджів за умов їх рециркуляції в процесі спиртового бродіння меласного сусла // Розробка та впровадження нових технологій та обладнання у харчову та переробну пром-сть: Тез. допов. міжнародн. наук.-техн. конф., 19-21 жовт. 1993 р. - Київ, 1993, с.221.

54. Вплив молочної кислоти на біосинтетичну активність дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* раси Б /С.Т.Олійничук, Л.В.Ткаченко, А.Ф.Ткаченко, Л.В.Левандовський // Там же, с.256.

55. Підвищення кормових властивостей барди в виробництві спирту із меляси /С.Т.Олійничук, Л.В.Левандовський, Д.С.Бальшин та ін. // Україна - в світових земельних, продовольчих, кормових ресурсах і економічних відносинах: Тез. допов. міжнародн. конф. 11-14 грудня 1995 р. - Вінниця, 1995 /тези друкуються/.

Левандовский Л.В. Научное обоснование и разработка прогрессивных технологий спирта и хлебопекарных дрожжей из мелассы в спиртовом производстве.

Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.18.07 - технология продуктов брожения, Украинский гос. университет пищевых технологий, Киев, 1995.

Защищается 42 научных работы и 13 авторских свидетельств, которые содержат теоретические и прикладные исследования процес-

сов культивирования продуцента спирта и анаэробного сбраживания меласного сусла при совместном производстве спирта и хлебопекарных дрожжей. Установлено, что снижение концентрации сухих веществ меласного сусла для дрожжей до 2-4%, последовательное соединение дрожжегенераторов и ступенчатое внесение мелассы в период культивирования биомассы в совокупности с анаэробным сбраживанием меласного сусла и рециркулирующей дрожжей позволяет создать энергосберегающую технологию, обеспечивающую регулирование соотношения количеств вырабатываемых целевых продуктов и получение качественных хлебопекарных дрожжей при концентрации спирта в зрелой бражке 10-11 об.%. Осуществлено промышленное внедрение предложенных технологий, разработаны и утверждены технологические регламенты, приводятся данные об их эффективности в производстве.

Leonid V. Levandovski

Scientific ground and development of progressive technologies of alcohol and bakers yeast from molasses in alcohol production.

The thesis is presented for doctor's of technical sciences degree, speciality 05.18.07 - technology of fermentation products, Ukrainian State University of food technologies, Kiev, 1995.

42 scientific papers and 13 patents, which contained results of theoretical and applied investigations of processes of alcohol producent cultivation and molasses wort anaerobic fermentation in combined alcohol and baker's yeast production are defended. To develop the production it was proposed: decreasing of dry substances concentration for yeast for 2-4 %, consecutive of yeast generators and stepped addition of molasses during the process of biomass cultivation together with anaerobic molasses wort fermentation with recirculation of yeast. It allows to create saving of thermal power resources technology which ensures the regulation ratio of products and obtaining of high-quality baker's yeast under alcohol concentration in fermented beer of 10-11 vol.%. Offered regulations were put into production, technological regulations were developed and approved, data of their efficiency is presented.

Ключові слова: спирт, хлебопекарські дріжджі, культивування дріжджів, анаеробне бродіння, рециркулювання, метаболізм, регульована технологія.

Підписано до друку: . Формат
05'єк д.а. Зал.Н 263. Тираж 120 примірників.

Державне комунальне поліграфічне підприємство "Тираж"
м.Київ

452 306

AB 33.892

AB 33.892