



КОЛЕТА

КОЛЕГА

НАУКОВО-ПОПУЛЯРНИЙ ЖУРНАЛ

Засновники
Національна академія наук України
Академія педагогічних наук України

№ 6-8
2006

ЗМІСТ

А. І. Українець Перспективи харчової промисловості України	2
А. І. Українець, П. Л. Шиян, Т. Мудрак, А. Фіщенко, В. Сизько, Р. Кириленко, В. Рудаков Перспективні напрямки енергозбереження при біоконверсії рослинної сировини в етиловий спирт	4
А. І. Українець, Г. О. Сімахіна Нові технології оздоровчих харчових продуктів радіопротекторної дії	9
Л. М. Хомічак, С. М. Василенко Провідні технології в цукровій галузі — запорука підвищення ефективності виробництва цукру в Україні	16
Т. П. Пирог, В. О. Красінько, О. А. Ігнатова Флагман біотехнологічної освіти України	20
А. І. Українець, П. Л. Шиян, В. А. Домарецький Виробництво технічного та паливного біоетанолу з рослинної сировини, що поновлюється	26
А. І. Українець, П. Л. Шиян, В. В. Сосницький, В. К. Рудаков Енергозбереження в процесі перегонки та ректифікації спирту	35
А. М. Дорохович Випуск конкурентноспроможної продукції — головне завдання кондитерів України в умовах ринкових відношень та внесок вчених НУХТ у вирішення цієї проблеми	41
Т. Л. Мостенська Стиль керівництва і ефективність управління організацією	44
Г. Є. Поліщук, О. В. Грек, О. А. Савченко Застосування компонентів рослинного походження у виробництві комбінованих молочних продуктів	48
Г. О. Кизюн, О. С. Міщенко, С. О. Міхненко, Н. М. Кизюн, К. В. Дремлюга, А. І. Українець, П. Л. Шиян Енергозбереження на брагоректифікаційних установках	52
А. К. Запольський, Л. М. Хомічак Підготовка високоякісної технологічної води в харчовій промисловості	55
А. І. Соколенко, В. А. Піддубний, О. Ю. Шевченко Фізичні і термодинамічні складові процесів вакуумного упаковування	59
А. М. Дорохович, В. І. Оболкіна Науковий підхід до розроблення технології кремозовбивних цукерок, що формуються методом ко-екструзії	63
А. І. Українець, П. Л. Шиян, В. Б. Сизько, В. В. Сосницький Сучасне обладнання для виробництва спирту етилового харчового та технічного	67
В. Л. Яровий, Л. М. Хомічак Національний університет харчових технологій	70

Відповідальний секретар: Ю. В. Овчаренко
Оригінал-макет: О. Д. Ломарьов
Виконавчий директор: М. Г. Деревянко
Адреса: 01601, м. Київ,
вул. Володимирська, 54, к. 148, 128
Тел./ф. (044) 248-78-56

Редакційна колегія не несе відповідальності за авторські оцінки, добір та викладення фактів у матеріалах, які надійшли до редакції і використані у випуску. За зміст і достовірність реклами відповідає рекламодавець. Розповсюджується безкоштовно

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ПРИ БІОКОНВЕРСІЇ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ В ЕТИЛОВИЙ СПИРТ

А. І. Українець, д.т.н., П. Л. Шиян, д.т.н.,

Т. Мудрак, к.т.н., А. Фіщенко, к.т.н.,

В. Сизько, Р. Кириленко,

Національний університет харчових технологій,

В. Рудаков, к.т.н., Науково-виробниче товариство «Інтермаш»

Одним із першорядних завдань соціально-економічного розвитку України є забезпечення власної енергетичної незалежності.

Незважаючи на те, що дефіцит енергоносіїв в Україні досягає 60 % від загальної потреби, енергоемність її національного продукту в два рази вища, ніж в країнах ЄС. Таке становище в минулому компенсували низькою вартістю енергоносіїв. Останнім часом ситуація змінилася, намітився диктат з боку постачальників органічного палива, основним чином природного газу.

За даними ЮНЕСКО видобування органічного палива в світі у 2010 році зменшиться в середньому на 15 %, вироблення електроенергії на 12,5 %, у зв'язку з чим очікується уповільнення розвитку енергетики, скорочення фонду споживання населення. Тільки з цієї причини споживання м'яса може зменшитися майже на 20 кг на рік, скоротиться обсяг введення житлової площі, зменшиться споживання товарів тривалого використання, можливі інші негативні наслідки.

До 2010 року буде видобуто біля 40 % запасів нафти при стрімкому зростанні витрат на її видобування. Середній дебіт нових свердловин неухильно падає, за останні 20 років він зменшився більш, ніж в 4 рази. Доля вугілля в загальному виробництві енергоресурсів зменшилась з 60 % в 50-х роках минулого століття до 20 %. При збільшенні видобування вугілля у фізичному вимірі його сумарна теплотворність за останні десятиріччя залишається практично незмінною, що свідчить про погіршення його якості.

Тільки через аварію на Чорнобильській АЕС Україна витрачає більше 30 млрд кВт/год на рік.

Розширення видобування органічного палива призводить до загибелі поверхні землі та її надр, зниження рівня ґрунтових вод, випаєє кисень з повітря, призводить до інших незворотних процесів.

Для проведення активної енергозберігаючої політики необхідний науково обґрунтований підхід до споживання енергії енергоемними технологічними процесами, прогнозування шляхів їхнього подальшого удосконалення, створення і широкомасштабне впровадження у виробництво новітніх енерго- та ресурсозберігаючих технологій, які передбачають максимальне використання вторинних енергетичних ресурсів (ВЕР) та більш глибоку і комплексну переробку сировини, скорочення за рахунок цього її витрат з відходами виробництва.

Одним з основних споживачів енергетичних та сировинних ресурсів в агропромисловому комплексі України є спиртова промисловість, річна потреба якої складає в середньому 300 тис. т умовного палива та блтзько 500 тис. т умовного крохмалю.

Впровадження новітніх мало- та безвідходних технологій дозволяє скоротити не тільки матеріалоємність виробництва, але зменшує й витрати енергії на одиницю товарної продукції.

В проблемній науково-дослідній лабораторії (ПНДЛ) Національного університету харчових технологій під керівництвом ректора, професора України А. І. проводяться роботи по удосконаленню та оптимізації спиртового виробництва, підвищенню конкурентоспроможності вітчизняної спиртової галузі як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках.

За участю фахівців ПНДЛ розроблено та налагоджено виробництво сучасного наукоємного обладнання брагоректифікаційних установок, розроблена технологія технічного, денатурованого та парфумерного спирту з вуглеводмісної сировини, паливних оксигенатів з поновлювальної рослинної сировини, високооктанової кисневмісної добавки-сирцю до бензинів, яка є сировиною для виробництва паливного етанолу.



Група співробітників проблемної науково-дослідної лабораторії НУХТ, які займаються удосконаленням та оптимізацією спиртового виробництва. Зліва направо: старші наукові співробітники Сизько В. Б., Єрмакова Г. В., професор Шиян П. Л. (керівник групи), асистент Кириленко Р. Г., доценти Мудрак Т. О., Фіщенко А. М.

Розроблена енерго- та ресурсозберігаюча технологія спиртової бражки при низькотемпературному розварюванні крохмалевмісної сировини з використанням концентрованих ферментних препаратів селективної дії, а також енергозберігаючі брагоректифікаційні установки із ступеневим перепадом тисків в колонах та використанням теплових насосів.

Вкладати кошти в енергозаощаджуючі заходи в 10 разів вигідніше, ніж у газо- та нафтодобування.

Усі енергозберігаючі заходи розподіляються на дві групи. До першої групи належать ті, що не впливають на принципові основи техніки і технології, використання технологічного продукту та напівпродуктів. Таке енергозбереження називається рекуперативним або екстенсивним.

Друга група включає принципово нову сукупність взаємопов'язаних заходів. Ці заходи розробляються в межах повних технологій матеріальних виробництв з використанням енергетичного потенціалу первинного джерела енергії, при комплексному вирішенні завдань ресурсозбереження і спрямовані на створення технологій та обладнання нового покоління з максимально високими енергоматеріалозберігаючими та екологічними характеристиками. Таке енергозбереження називається інтенсивним.

Основним джерелом інтенсивного енергозбереження є вторинні джерела енергії, мало- та безвідходні технологічні процеси.

Основні витрати енергетичних і сировинних ресурсів відбуваються під час підготовки зерна

до зброджування, приготування спиртової бражки, її перегонки та ректифікації спирту.

Одним з найбільш енергоємних процесів у переробних галузях агропромислового комплексу є виробництво спирту з крохмалевмісної сировини та його складова частина — водно-теплова обробка та оцукрювання крохмалю до зброджуваних цукрів.

Витрата пари на розварювання сировини для отримання 1000 дал спирту становить 25000 кг. При зниженні температури розварювання на 1 °C витрати теплової енергії зменшуються в середньому на 1,3 %.

Витрати гріючої пари на розварювання становлять 32–35 % від всіх витрат на технологічні потреби.

Значним резервом зниження енерговитрат є дослідження та впровадження низькотемпературного розварювання крохмалевмісної сировини без тиску.

У лютому 2003 року технічна рада Державного концерну «Укрспирт» з метою зниження питомих матеріальних та енергетичних витрат, підвищення екологічної безпеки виробництва, забезпечення конкурентоспроможності товарної продукції як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках визначила пріоритетним напрямком технічного прогресу впровадження технології низькотемпературної водно-теплової обробки крохмалевмісної сировини з використанням концентрованих ферментних препаратів (ФП) селективної дії.

В останні роки в НУХТ ведеться системне і послідовне удосконалення цієї технології. Температура водно-теплової обробки знижена до 70–90 °C.

При зниженні температури розварювання зі 150 °C до 95 °C витрата теплової енергії зменшується в середньому на 8,1 ГКал на 1000 дал та на 0,5–0,7 дал збільшується вихід спирту з тони умовного крохмалю. Резервом енергозбереження є подальше зменшення температури розварювання до 65–67 °C та рекуперація теплоти розрідженої маси для нагріву замісу (рис. 1).

Для створення більш ефективного контакту ферментів та крохмальних зерен доцільно використовувати кавітацію, яка створюється за допомогою кавітаційного присторою — кавітатора [1].

Рекуперація теплоти за схемою: «заміс — розріджене сусло» дозволяє зменшити кількість води на охолодження сусла та скоротити витрату електроенергії на її перекачування.

Витрата гріючої пари на розварювання при температурі 135 °C потребує 17 т пари на 1000 дал спирту, при 93 °C — 10 т, при рекуперації тепла за схемою «заміс — розріджене сусло» — лише

2,5 т на 1000 дал, тобто в 6,8 рази менше, ніж при високотемпературній варці.

Рекуперація вторинної теплоти для підігріву замісу може здійснюватися за схемою: «заміс — барда» (рис. 2). У зв'язку з тим, що температурний потенціал барди більший, ніж у розрідженого сусла, поверхня рекуперативного теплообмінника буде майже в 2 рази меншою.

Рекуперативний підігрів замісу перед термоферментативною обробкою з 45 до 75 °С дозволяє заощадити до 5,0 ГКал на 1000 дал спирту.

Для охолодження оцукреного замісу до температури складки доцільно використовувати пластинчасті теплообмінники, які мають коефіцієнт теплопередачі в 1,5–1,7 рази вищий, ніж звичайні теплообмінники «труба в трубі». Пластинчастий теплообмінник займає значно меншу площу, більш зручний для чистки, в ньому більш ефективно використовується охолоджуюча вода.

Для загального заощадження гріючої пари замість стерилізації бродильних апаратів доцільно

використовувати антисептичну мийку, так звану сібмийку. Це дає змогу заощадити 1,5–2,0 кг гріючої пари на 1 м³ бродильного апарату.

Низькотемпературна обробка крохмалевмісної сировини передбачає об'єднання процесу розварювання та ферментативного гідролізу крохмалю до декстринів пов'язана із досягненням технічної мікробіології та появою на ринку термостабільної α -амілази.

Тривалість активної дії, тобто життєдіяльність α -амілази залежить, насамперед, від температури та експозиції варки, концентрації іонів Ca^{+} та pH середовища.

При використанні артезіанської води для приготування замісів концентрація іонів Ca^{+} знаходиться в достатній кількості. При використанні води з поверхневих водоймищ концентрація кальцію може бути недостатньою, що викликає зменшення термостабільності ферменту. В такому випадку необхідно в заміс задавати солі кальцію. Більш доцільно використовувати α -амілазу,

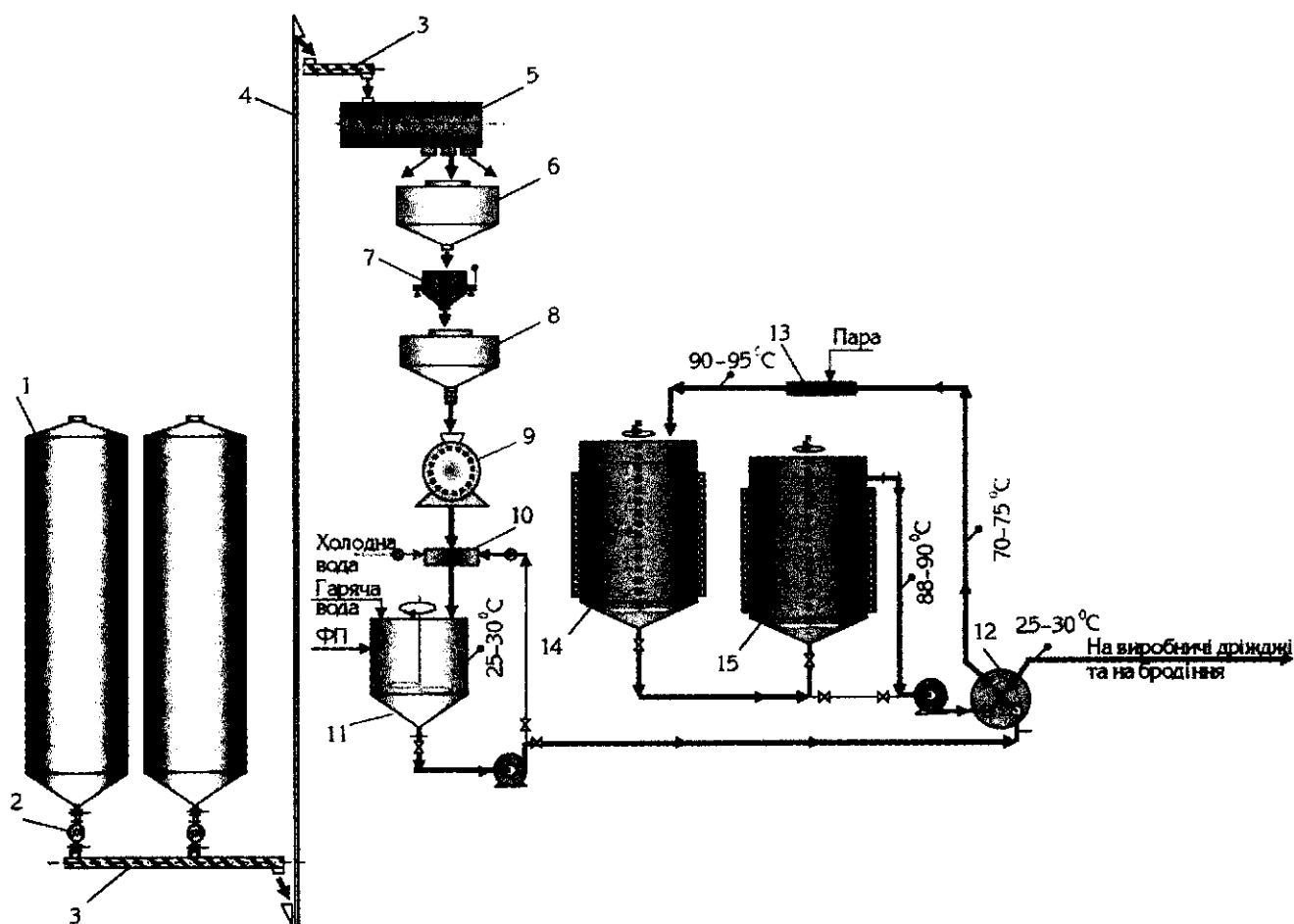


Рис. 1

Схема термоферментативної обробки крохмалевмісної сировини з рекуперацією вторинної теплоти: 1 — бункер для зберігання зерна; 2 — шлюз-затвір; 3 — конвейєр гвинтовий; 4 — норія ковшова; 5 — зерноочисна машина; 6 — бункер надваговий; 7 — ваги автоматичні; 8 — бункер розхідний; 9 — дробарка; 10 — суспензатор; 11 — змішувач; 12 — спіральний теплообмінник; 13 — гостропарова голівка; 14 — апарат ТФО-1; 15 — апарат ТФО-2

яка не так чутлива до наявності солей кальцію, або зменшувати температуру розварювання, або збільшувати кількість ФП.

Важливою складовою енергозберігаючої технології спиртової бражки є оптимальний підбір композиції ферментних препаратів, який, в першу чергу, залежить від виду сировини. Крім α - та глюкоамілази до комплексу ФП повинна входити протеаза, а в разі переробки жита обов'язково — целюлаза. Відсутність протеази призводить до утворення осаду білку на тарілках БК.

Для забезпечення ефективної дії ФП та мінімальної його витрати необхідно також визначити оптимальне місце його введення до технологічного процесу.

При введенні термостабільної α -амілази до технологічного циклу треба враховувати, що при температурі 90°C та експозиції 60 хв вона швидко інактивує. Тому доцільно дробне введення ФП: $\approx 70\%$ у змішувач, а решту — в другий апарат ТФО. Це продовжить час дії ферменту.

Після першої години в розрідженій масі майже припиняється дія α -амілази, але продовжуєть-

ся температурна деструкція клітковини та крохмалю та відбувається пастеризація сусла. Це дозволяє зменшити витрату антисептику або зовсім обійтись без нього.

Оптимальним сумарним терміном дії ферменту і температури під час ТФО слід вважати 3–4 години.

При впровадженні ТФО виникає питання про місце оцукрення розрідженого сусла.

Оцукрення розрідженого сусла може здійснюватися за двома схемами: оцукрення в традиційному оцукрювачі та оцукрення в бродильному апараті.

Оцукрювач є місцем інтенсивного інфікування сусла. Особливо, коли використовують вакуум-оцукрювач, який важко мити та чистити. Це провокує наднормативну кислотність бражки, підвищений вміст незброджуваних цукрів, недовихода спирту з тони умовного крохмалю, додаткові витрати на антисептики та стерилізацію бродильних апаратів. Витрата пари на один бродильний апарат становить у середньому 150 кг або 30 грн.

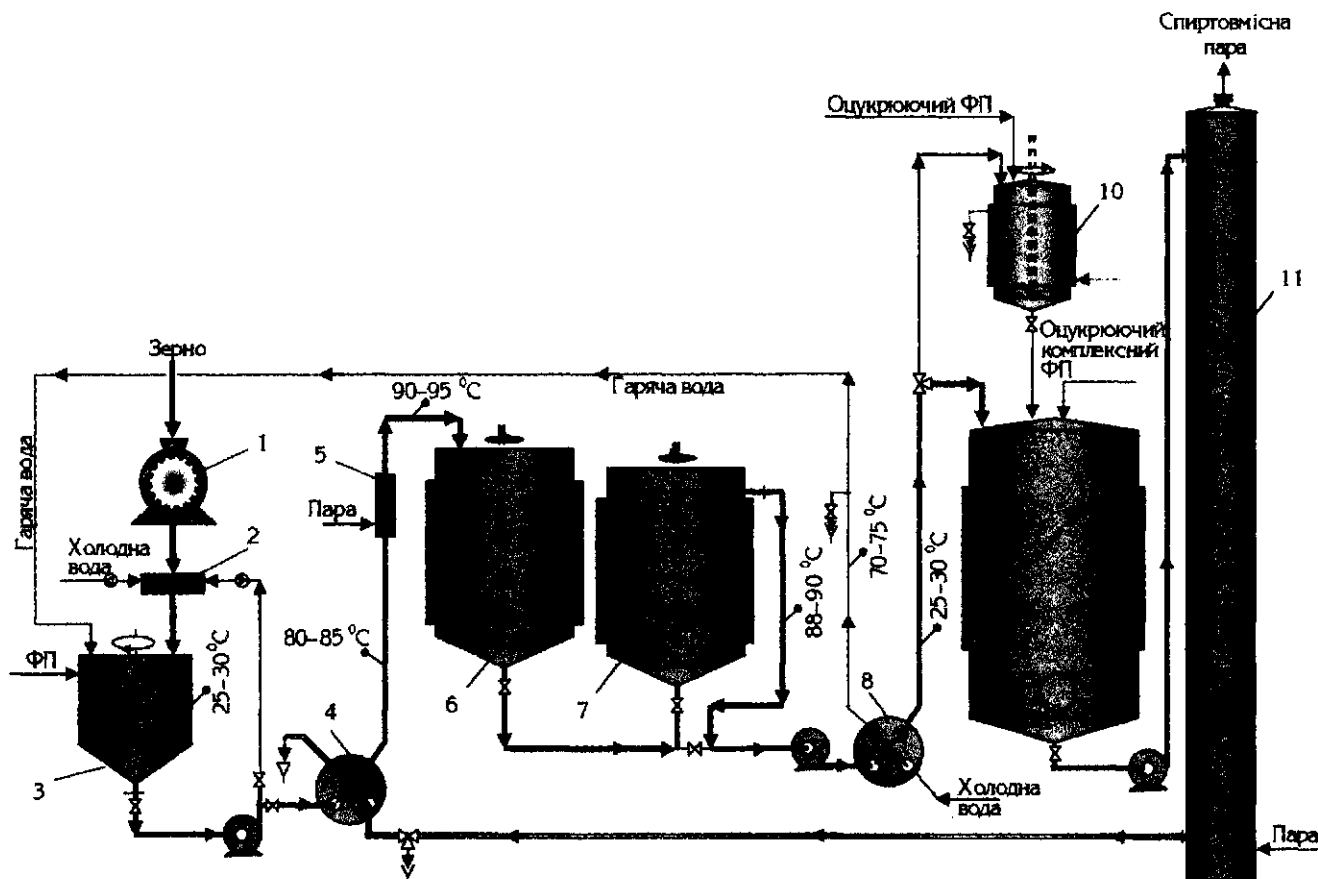


Рис. 2

Схема рекуперації теплоти барди для підігріву замісу: 1 — дробарка; 2 — суспензатор; 3 — змішувач; 4 — підігрівач замісу (спіральный теплообмінник); 5 — гостропарова головка; 6 — апарат ТФО-1; 7 — апарат ТФО-2; 8 — холодильник сусла (спіральный теплообмінник); 9 — апарат бродильний; 10 — дріжджанка; 11 — колона бражна

Досліди, проведені на кафедрі бродильних виробництв НУХТ, показали, що в оцукрювачі при температурі 56–58 °C має місце суттєва інактивація глюкоамілази, майже на 50 %. І для прискорення процесу доброджування її кількість повинна бути збільшена, а це додаткові витрати.

В той же час оцукрення в бродильному апараті потребує створення сприятливих умов для дії глюкоамілази, тобто підвищення температур бродіння до 34–36 °C. Для цього необхідні термотолерантні дріжджі, які мають високу бродильну активність при підвищених температурах та концентрації сухих речовин суслу. Сухі спиртові дріжджі іноземних виробників зручні у використанні, але мають низькі регенераційні властивості і підвищують собівартість спирту.

В той же час існують термотолерантні дріжджі Української селекції. В НУХТ на кафедрі технології бродильних виробництв проведена селекція нових штамів спиртових дріжджів, які ефективно працюють при 35–38 °C і накопичують до 12,5 % спирту.

Протягом останніх років енергозберігаюча технологія спиртових бражок досліджувалась та удосконалювалась фахівцями НУХТ, УкрНДІ-спиртбіопроду разом з провідними підприємствами галузі (Марилівський, Червонослобідський, Немирівський, Луцький ЛПК, Борщівський, Козлівський спиртзаводи і деякі інші). Разом з виробниками отримано більше дванадцяти патентів та авторських свідоцтв. Розроблено галузевий технологічний регламент [2].

Протягом останніх років енергозберігаюча технологія низькотемпературної термоферментативної обробки крохмалевмісної сировини впроваджена на ряді спиртових заводів. Зараз продовжуються роботи по оптимізації цієї технології, а саме: селекція термотолерантних і осмофільних дріжджів, збродження суслу при підвищених температурах та концентрації сухих речовин, безперервне зброджування суслу, оптимізація кількісного і якісного складу ферментних препаратів,

підбір ефективних антисептиків, переробка дефектної та некондиційної сировини, а також свіжезібраного вологого зерна.

В збиральний період на сировинному ринку у великій кількості знаходиться дешеве зерно (основним чином кукурудза) з вологістю до 45 %. Для доведення вологості такого зерна до вимог стандарту (15 %) необхідні значні додаткові витрати на його транспортування до місця сушіння, вантажно-розвантажувальні роботи, додаткова витрата енергоресурсів. Тільки на сушіння однієї тони вологого зерна необхідно більше 100 МКал, що збільшує і без того велику енергоємність національного продукту України.

Відсутність високотемпературного впливу на зерно, який відбувається при сушінні, зберігає активність гідролітичних ферментів, які знаходяться в зерні, що прискорює гідроліз крохмалю на подальших технологічних стадіях [3].

Основні особливості технології переробки вологого зерна знаходяться на стадії зберігання зерна, його подрібнення та приготування зернового замісу. Технологія переробки сирової кукурудзи відпрацьована на Червонослобідському, Марилівському та Овечацькому спиртзаводах.

Додатковий прибуток від впровадження цієї технології складає в середньому 1,64 грн./дал.

ЛІТЕРАТУРА

1. Деклараційний патент України на винахід № 55157 / Олійнічук С. Т., Левандовський Л. В., Шевченко В. І. та інші / «Спосіб підготовки крохмалевмісної сировини до зброджування».
2. Технологічний регламент виробництва спиртових бражок при низькотемпературному розварюванні крохмалевмісної сировини з використанням концентрованих ферментних препаратів ТР У 00032744-812-2002, Київ: 2002. — 92 с.
3. Біоконверсія сирово і вологого зерна в етиловий спирт / Жолнер І. Д., Сосницький В. В., Олійнічук С. Т., Шиян П. Л. — Київ: Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 12591 від 01.04.2005 р. — 41 с.