

Перспективним являється хроматографічне методи – тонкослойної хроматографії со спектрофотометричним или люмінесцентним детектуванням, либо сорбційно-люмінесцентні, которые позволяют с помощью портативних приборів при-

менять реализуемые вне лаборатории инструментальные варианты контроля (твердофазная люмінесценція) или визуальное определение качества и безопасности пищевых продуктов.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Росивал, Л. Посторонние вещества и пищевые добавки в продуктах [Текст] / Л. Росивал, Р. Энгст, А. Соколай. – М.: Легкая и пищ. пром., 1982. – 264 с.
2. Сарафанова, Л.А. Применение пищевых добавок в молочной промышленности [Текст] / Л.А. Сарафанова. – СПб.: Профессия, 2010. – 224 с.
3. Пища и пищевые добавки. Роль БАД в профилактике заболеваний [Текст] / под ред. Дж. Ренсли, Дж. Доннели, Н. Рид. – М.: Мир, 2004. – 314 с.
4. Жунгиету, Г.И. Хранение пищевых продуктов и кормов с применением консервантов [Текст] / Г.И. Жунгиету // Кишинев: Картия. Молдовения-ске, 1982. – 220 с.
5. Использование оболочек с антимикробным покрытием при производстве сосисок [Текст] / А.П. Гавриленко, Е.Е. Плотников, Г.В. Глазова и др. // Мясная индустрия. – 2010. – № 3. – С. 59–61.
6. Сарафанова, Л.А. Применение пищевых добавок в переработке мяса и рыбы [Текст] / Л.А. Сарафанова. – СПб.: Профессия, 2007. – 256 с.
7. Булдаков, А.С. Пищевые добавки [Текст] / А.С. Булдаков. – СПб.: Ut., 1996. – 240 с.
8. Нечаев, А.П. Пищевые добавки [Текст] / А.П. Нечаев, А.А. Кочетова, А.Н. Зайцев. – М.: «Колос», «Колос-Пресс», 2002. – 68 с.
9. Сарафанова, Л.А. Пищевые добавки: энциклопедия [Текст] / Л.А. Сарафанова – СПб.: ГИОРД, 2003. – 688с.
10. Купинец, Л.Е. Проблемы производства экологически чистой продукции в АПК: международный и национальный аспекты [Текст] / Л.Е. Купинец, С.К. Харичков. – Одесса: ИПРЭЭИ, 2007. – 676 с.
11. Семенец, О. Сорбиновая кислота [Текст] / О. Семенец // Мясное дело. – 2009. – № 6. – С. 19–23.
12. ДСТУ 4803:2007. Торти і тістечка. Загальні технічні умови. – Введ. 01.01.2008. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – 22 с.
13. ДСТУ 4465:2005. Маргарин. Загальні технічні умови. – Введ. 01.01.2007. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – 26 с.
14. Люк, Э. Консерванты в пищевой промышленности. Свойства и применения [Текст] / Э. Люк, М. Ягер. – СПб.: ГИОРД. – 1998. – 255 с.
15. Шипулин, В. И. Антимикробные препараты в производстве колбас [Текст] / В.И. Шипулин, А.В. Серов, И.М. Шевченко // Мясная индустрия. – 2009. – № 4. – С. 63–65.

Повний список літератури у редакції журналу.

Отримано редакцією 08.2013 р.

УДК 663.5(075.8)

**НАГУРНА Н.А., канд. техн. наук, доцент, ЯЦЕНКО С.І., викладач,  
ЧЕПУРНА О.Л., ст. викладач**

Черкаський державний технологічний університет

## ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ІЧ-ОБРОБЛЕНОЇ СИРОВИНИ В СПИРТОВІЙ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ

Досліджено один із перспективних способів підготовки сировини – ІЧ-обробку зерна, яка дає змогу в подальшому перейти до технологій, заснованих на низькотемпературних способах підготовки сировини до зброджування, в тому числі «холодного» затирання.

**Ключові слова:** рентабельність, спиртова галузь, ефективність переробки зерна, ІЧ-обробка зерна, зброджування, технологія «холодного» затирання.

Studied one of the most promising ways of preparation of raw materials - based infrared processing of grain, which allows you to go to technologies based on low-temperature methods of preparation of raw material up digestion including «cold» mashing.

**Keywords:** profitability, alcohol industry, efficiency of processing of grain, IR processing of grain, fermentation, technology of «cold» mashing.

В Україні проблема конкурентоспроможності й участі в її вирішенні стоїть набагато гостріше, ніж у розвинених країнах. Прискорення процесів інтеграції України у світову економічну систему, зокрема реалізація завдань вступу до ЄС і СОТ, висувають жорсткі вимоги до конкурентоспроможності національної економіки.

В сучасних умовах жорсткої конкуренції підприємства можуть успішно працювати тільки за умов вирішення екологічних проблем і випуску кінцевої продукції, яка відповідає вимогам споживача одночасно за двома параметрами: якістю і собівартістю. Невідповідність продукції хоча б по одному з них робить її неконкурентоспроможною.

Аналіз стану вітчизняної спиртової галузі свідчить про те, що на даному етапі основним уповільнюючим фактором суттєвого підвищення рентабельності виробництва є низька ефективність використання сировини [1,2]. Тому вирішення проблеми економії матеріальних ресурсів повинно відбуватись шляхом впровадження комплексних технологій, які передбачають переробку зерна з отриманням декількох цінних кінцевих продуктів.

Найбільш перспективні із них ґрунтуються на розділенні сировини на фракції: периферійних частин і фракцію ендосперму. Найбільша частина цих робіт присвячена технологіям з виробленням кормових продуктів [1, 3, 4]. Але, на жаль, вони наразі не ефективні, тому що не вирішене питання харчової цінності кормопродукту, відсутні способи розділення зерна на фракції, які б дозволяли виділити ендосперм без втрат крохмалю, що обумовлено реологічними властивостями сировини. Тому підвищення ефективності переробки зерна за даними схемами можливо шляхом застосування способів цілеспрямованої зміни вихідних властивостей сировини.

Серед однопродуктових схем пріоритетними є технології, які ґрунтуються на низькотемпературних способах підготовки сировини до зброджування, в тому числі «холодного» затирання, яке з успіхом

застосовують в Німеччині і Росії [5]. Маючи неабиякі переваги, ці технології у вітчизняній спиртовій галузі мають і свої фактори, які сприяють їх широке впровадження, зокрема ті, що залежать від вихідних властивостей зерна, яке переробляють.

Для вирішення перелічених проблем доцільно змінювати технологічні властивості вихідного зерна шляхом введення в схему спеціального способу попередньої підготовки сировини. Літературний пошук показує, що одним із перспективних може бути спосіб ІЧ-обробки зерна. Проте в спиртовій галузі до цього часу він не використовувався [6].

На кафедрі технології бродильних виробництв ЧДТУ були проведені науково-дослідні роботи у напрямку отримання бражки із зерна, попередньо обробленого ІЧ-випромінюванням [7]. Досліджували вплив температур мікронізації сировини і її вологості на технологічні показники зерна, встановлювали режими і параметри одержання суслу із ІЧ-обробленого зерна, намагались оптимізувати стадію зброджування суслу.

В якості об'єктів використовували спеціально підготовлені проби зерна із  $W = 12,0\%$ ;  $14,0\%$ ;  $16,0\%$ ;  $18,0\%$ . Обробку зерна проводили при температурах  $110-150\text{ }^\circ\text{C}$  і потужністю променевого потоку  $E = 22-24\text{ кВт/м}^2$ .

Було встановлено показники температури ІЧ-нагріву для пшениці ( $W=12,0\% - t=150\text{ }^\circ\text{C}$ ;  $W=14,0-18,0\% - t=140\text{ }^\circ\text{C}$ ) і жита ( $W=12,0-14,0\% - t=140\text{ }^\circ\text{C}$ ;  $W=16,0-18,0\% - t=120\text{ }^\circ\text{C}$ ).

Розглядали також вплив режимів ІЧ-обробки пшениці на мікробіологічні показники зерна. В якості контрольних використовували 2 зразки: без обробки і з гідротермічною обробкою (ГТО). Гідротермічна обробка проводилась із застосуванням ферментних препаратів цитолітичного комплексу для цілеспрямованої зміни реологічних властивостей зерна. При цьому збільшувалась різниця міцності периферійних і внутрішньої частини зерна і проходила деструкція некрохмальних поліцукридів.

Експерименти проводили на 2-х партіях пшениці: 1-а – з ушкодженою оболонкою; 2-а – з неушкодженою оболонкою. Встановлено, що ефект ІЧ-обробки (за показником кислотності проб) виявлено для обох зразків зерна на відміну від ГТО, де необхідного рівня зниження кислотності вдається досягти тільки для зразка із другої партії, тобто зерна із неушкодженою оболонкою.

Для пояснення встановленого факту в роботі була вивчена епіфітна і субепідермальна мікрофлора зерна. Дані приведені в таблиці 1.

Встановлено, що ІЧ-обробка дозволяє отримати зернівку із вмістом мікроорганізмів на рівні 1-2 тис. КУО/г. Метод ГТО також ефективно знижує рівень епіфітної мікрофлори, але не впливає на субепідермальну, з чим і пов'язано закисання проб із партії № 1.

Були розроблені режими і технологічні параметри отримання оцукреного суслу із ІЧ-обробленого зерна пшениці.

Таблиця 1  
Вплив методів теплової обробки пшениці на мікрофлору зерна

Температура ІЧ-нагріву, $^\circ\text{C}$	Зразок	ЗКМ, тис. КУО/г		Бактерії, тис. КУО/г		Гриби, тис. КУО/г	
		МПА	СА	МПА	СА	МПА	СА
Епіфітна мікрофлора							
Контроль I (без обробки)	1	320	155	309	137	11	18
	2	67	70	57	59	10	11
Контроль II (ГТО)	1	5	6	3	4	2	2
	2	4	3	3	3	1	-
Дослід (ІЧ-обробка)	1	2	2	2	2	-	-
	2	2	2	2	2	-	-
Субепідермальна мікрофлора							
Контроль I (без обробки)	1	101	91	85	75	16	16
	2	25	22	19	17	6	4
Контроль II (ГТО)	1	7	10	7	9	-	1
	2	2	2	2	2	-	-
Дослід (ІЧ-обробка)	1	2	2	2	2	-	-
	2	1	1	1	1	-	-

ІЧ-обробка при оптимальних для відповідних вологостей зерна температурах нагріву суттєво покращує технологічні властивості вихідної сировини. ІЧ-обробка пшениці та жита призводить до зростання масової частки декстринів в пробах, причому досить суттєво, незалежно від зернової культури, у варіантах із  $W=(16,0-18,0)\%$ . Зростає ферментативна атакованість крохмалю і білка в зерні. На величину доступу до крохмалю впливає як вид сировини, так і його вологість, а також температура мікронізації. В порівнянні із пшеницею рівень підвищення ферментативної атаки крохмалю жита нижчий.

Причиною може бути наявність в даній культурі підвищеної кількості речовин, які заважають доступу амілаз до крохмалю, зокрема розчинних геміцелюлоз, які присутні у вигляді гумі-речовин і слизу.

В цілому, ферментативна атака крохмалю дослідних зразків зростає в 1,5-3,5 рази, білків – в 1,5-2,0 рази, що є дуже позитивним з позиції оцінки технологічних властивостей сировини спиртового виробництва.

Значне покращення технологічних властивостей вихідної сировини дає змогу отримати сусло за методом «холодного» затирання ( $t = (58-60)\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\tau = 4-5\text{ год.}$ ). Під час експериментів досліджували норми дозування амілолітичних і протеолітичних ферментних препаратів.

Всі зразки суслу із сировини, що була оброблена ІЧ-опроміненням, характеризувалась підвищеним вмістом в них розчинних сухих речовин в порівнянні із зразками, що були отримані із вихідного зерна:  $(14,85-15,90)\%$  проти  $(13,45-14,20)\%$ .

Були визначені раціональні норми ферментних препаратів – використовували 2,0 од. АС і 5,0 од. ГЛС на 1 г умовного крохмалю зерна. Введення в заміс мікробних протеаз підвищувало рівень переходу речовин зерна в сусло. Порівняльні характеристики показників якості сусла приведені в таблиці 2.

**Таблиця 2**  
Порівняльна характеристика показників якості сусла

Показники сусла	Зразки сусла по варіантах				
	К I	К II	З I	З II	З III
Масова частка, % сухі речовини	15,90	14,15	15,09	15,80	15,42
зброджувани вуглеводи	11,50	10,22	11,65	11,95	11,96
редукуючі цукри	3,05	4,08	4,85	5,05	4,95
аміний азот	0,06	0,06	0,03	0,08	0,17
Видима доброякісність, %	72,3	72,0	76,9	75,8	77,5

К I – вихідне зерно, режим за регламентом;

К II – вихідне зерно, розроблений режим ;

З I – ІЧ-оброблене зерно, розроблений режим без внесення протеаз;

З II – ІЧ-оброблене зерно, розроблений режим із внесенням нейтрази;

З III – ІЧ-оброблене зерно, розроблений режим із внесенням алкалази.

При порівнянні контрольних зразків сусла встановлено, що, не зважаючи на використання в контрольному зразку II більш мілкового помелу (100%-ний прохід через сито d=1,0 мм), ніж традиційно застосованого в типових схемах, метод «холодного» затирання не дозволяє досягти показників якості сусла контрольного зразка I. Разом з тим, переробка мікронізованого зерна за способом, який був розроблений, перспективна. Кращі дослідні зразки З II і З III характеризуються більшим накопиченням зброджуваних вуглеводів, в тому числі вільних редукуючих цукрів. В них у 1,3-2,8 рази збільшується вміст амінного азоту, зростає видима доброякісність сусла.

При збродженні сусла в якості основних були поставлені задачі: інтенсифікації процесу, досягнення максимального виходу етанолу та мінімальне накопичення домішок в зрілій бражці. В якості параметрів, які досліджувались, були – термін збродження і норма задання дріжджів.

Якісний склад домішок дослідних зразків бражки, отриманих із ІЧ-обробленого зерна, аналогічний складу бражки із необробленого зерна. Норми засіву дріжджів і термін збродження впливають на сумарну кількість домішок і їх склад.

Дослідним шляхом також встановлено, що максимальний вміст етанолу в бражці (до об'ємної частки 15 %) при мінімальній накопиченні летких домішок відповідає варіанту: термін бродіння 60 год., норма задавання дріжджів 15,0 млн. кл./см<sup>3</sup> сусла.

Порівняльний аналіз зразків бражки за вмістом домішок із пшениці і жита приведено в таблицях 3 і 4.

**Таблиця 3**  
Порівняльний аналіз зразків бражки із пшениці за вмістом домішок

Основні домішки, мг/дм <sup>3</sup> безводного спирту	Зразки бражки		
	Контроль	З I	З II
Ацетальдегід	924,54	486,48	209,44
Метилацетат	22,72	21,76	18,79
Етилацетат	270,19	184,42	108,17
Ізобутилацетат	5,47	5,16	5,00
Ізоамілацетат	11,01	10,00	9,32
Метанол, об'ємна частка, %	0,098	0,062	0,056
2-пропанол	43,81	25,49	22,93
1-пропанол	817,21	677,12	626,16
Ізобутанол	1108,49	980,96	951,86
1-бутанол	5,41	4,56	2,70
Ізоамілол	3612,53	2719,70	2087,20
Сумарна кількість домішок	6821,48	5115,71	4041,63

Контроль – необроблене зерно пшениці;

З I – зерно пшениці, оброблене ІЧ-опромінуванням;

З II – зерно пшениці, оброблене ІЧ-опромінуванням із внесенням протеаз.

**Таблиця 4**  
Порівняльний аналіз зразків бражки із жита за вмістом домішок

Основні домішки, мг/дм <sup>3</sup> безводного спирту	Зразки бражки		
	Контроль	З I	З II
Ацетальдегід	477,59	250,25	205,30
Етилацетат	198,06	108,17	98,39
Ізобутилацетат	5,43	3,75	2,90
Етилбутират	15,69	12,50	10,00
Ізоамілацетат	13,20	12,00	10,25
Метанол, об'ємна частка, %	0,068	0,035	0,0124
2-пропанол	36,45	10,29	5,86
1-пропанол	280,96	148,02	122,01
Ізобутанол	791,40	579,59	520,95
1-бутанол	4,69	3,90	3,36
Ізоаміловий спирт	3087,96	2507,21	2059,11
Сумарна кількість домішок	4911,50	3635,72	3038,14

Контроль – необроблене зерно жита;

З I – зерно жита, оброблене ІЧ-опромінуванням;

З II – зерно жита, оброблене ІЧ-опромінуванням із внесенням протеаз

За даними хроматографічного аналізу бражок можна прийти до висновку, що попередня обробка зернової сировини (пшениці, жита) ІЧ-опромінуванням і низькотемпературне затирання дає змогу знизити сумарну кількість домішок в бражках на 10-30 %.

Таким чином, доведена перспективність введення в технологію етанолу стадії ПЧ-обробки зерна і в подальшому переводу процесу на спосіб «холодного» затирання, яке вже застосовують у виробництві спирту в Німеччині і в Росії.

#### Висновки:

1. Виявлено кореляційну залежність біохімічних, мікробіологічних і реологічних характеристик зерна від його виду, вологості і температури мікро-

нізації. Ці дані дозволяють оцінити глибину змін вихідної сировини і обумовити вибір режимів ПЧ-нагріву.

2. Встановлено, що ПЧ-обробка сировини дозволяє отримувати сусло за низькотемпературним одноступеневим способом «холодного» затирання. Ці технологічні прийоми спрощують апаратурну схему виробництва, знижують енергозатрати, підвищують вихід етанолу.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Шиян, П.Л. Інноваційні технології спиртової промисловості: Теорія і практика [Текст] / П.Л. Шиян, В.В. Сосницький, С.Т. Олійничук. – К.: Видавничий дім «Асканія», 2009. – 424 с.
2. Кононенко, В.В. Прогрессивные технологии и современное оборудование – важнейшие составляющие успеха экономического развития предприятий спиртовой и ликероводочной промышленности [Текст] / В.В. Кононенко, Л.Н. Крикунова, О.С. Журба – М.: Пищепромиздат, 2003. – 250 с.
3. Патент США №5061497, МКІС12F3/10/Thacker Ray. Dodgin Bill A., Clovis Yrain Processing Ltd/ – № 405463, Заявл. 11.09.89, опубл. 28.10.91; НКІ 426/21. РЖХим, 1993, 9P180П. Способ одновременного производства этилового спирта и улучшенного пищевого продукта из зерна злаков. Process for the co-production of ethanol and an improved humru food product from cereal grains.
4. Колпакова, В.В. Побочные продукты помола зерна пшеницы – источник пищевого белка // Обзорная информация. – М.: ЦНИИ-ТЭИ хлебопродуктов, 1993. – 36 с.
5. Крикунова, Л.Н. Перспективные направления научно-технического развития спиртовой и ликероводочной промышленности [Текст] / Л.Н. Крикунова, О.С. Стребкова. – М.: Пищевая промышленность, 2007. – 150 с.
6. Інноваційні технології продуктів бродіння і виноробства: Підручник [Текст] / С.В. Іванов, В.А. Домарецький, В.Л. Прибильський та ін. // За заг. ред. д-ра хім. наук, проф. С.В. Іванова. – К.: НУХТ, 2012. – 487 с.
7. Яценко, С.І. Вивчення практичних основ ферментативного каталізу полімерів зернової сировини у спиртовому виробництві [Текст] / С.І. Яценко, Н.А. Нагурна // Харчова наука і технологія. Пищевая наука и технология. Food science and Tehnologi. – 2012. – № 3 (20) – с. 34-36.

Отримано редакцією .08.2013 р.

УДК 637.1+ 331.451

**TANEVA D.St., PhD, Head Assistant Professor, PROKOPOV Ts.V., PhD, Associate Professor**  
University of Food Technologies, Department of Environmental Engineering

**PANAYOTOV P.T., PhD, Associate Professor**

Department of Milk and Dairy Products Technology, Plovdiv, Bulgaria

## INVESTIGATION OF WORKING ENVIRONMENT PARAMETERS AND RISK ASSESSMENT IN DAIRY PROCESSING

The main working environment parameters such as noise, microclimate and lighting were investigated in this research for two Bulgarian medium small and medium dairy processing enterprises. The measured daily noise exposure levels were in the 69.7 ÷ 90.1dB (A) range. The average illumination of the working surfaces was between 104 and 353 lx. The air temperature varied from 20.9 to 27.3°C, the relative humidity from 39.3 to 93.3 %, and the air velocity from 0.02 to 0.17 m/s. Occupational risk assessment for the workers' health was carried out using a simple/flexible five-step method. Workplaces with unjustified and inadmissible risk were determined for which compulsory health protective measures would have to be applied.

**Ключевые слова:** охраны труда, условия труда, параметры, риска, оценка, производство молочных продуктов.

Приведены результаты определения значений основных параметров рабочей среды: шума, микроклимата и освещения в двух молокоперерабатывающих предприятиях (малого и среднего) класса. Ежедневный уровень воздействия шума составлял (69,7...90,1) dB(A). Среднее освещение рабочей поверхности – (104,0...353,0) lx. Температура воздуха – (20,9...27,3) °C, относительная влажность – (39,3...93,3) %, скорость воздуха – (0,02...0,17) m/s. Определена оценка риска для работников с помощью простых/гибких пятиступенчатых методов. Выявлены рабочие места с неоправданным и недопустимым риском, для которых крайне важно, чтобы были внедрены принятые меры по защите здоровья работников.

**Key words:** occupational safety, working environment, parameters, risk, assessment, dairying.

**Introduction.** Occupational health and safety are among Bulgaria's priorities according to the obliga-

tions assumed by the country as an EU Member State. The provision of healthy and safe working conditions underlies the success and future development of the food industry, dairy processing enterprises in particular. Efficient organization aimed at ensuring health and safety at work requires not only good knowledge of current legislation but also awareness of the importance of this activity for the overall labor regulation. Working conditions which have an adverse effect on human health may cause long-term health problems and eventually, occupational diseases. Therefore, effective control of working environment factors is crucial for increasing the competitive power and productivity of enterprises. Also, it contributes to the sustainable development of society. The main working environment factors controlled are industrial noise, microclimate and lighting [1, 3, 4, 8].

According to current regulations, it is not allowed to exceed the established norms for industrial microclimate, noise, vibration, dust, toxic substances, lighting, and non-ionized and laser radiation in working areas and workplaces. It is the employers' obligation to carry out risk assessment for all workplaces. Risk assessment is a key factor in the management of safe working environments and the basis for the making of