

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ І ОБЛАДНАННЯ ХАРЧОВИХ ТА ПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ

*Матеріали
І Всеукраїнської
науково-практичної
Інтернет-
конференції
19-20 квітня
2023 року*

**Полтава
2023**



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ І ОБЛАДНАННЯ
ХАРЧОВИХ ТА ПЕРЕРОБНИХ
ВИРОБНИЦТВ

Матеріали
І Всеукраїнської науково-практичної
Інтернет-конференції
19-20 квітня 2023 року

Полтава
2023

Нові технології і обладнання харчових та переробних виробництв: матеріали І Всеукр. наук.-практ. інтернет-конференції (Полтава, 19-20 квітня 2023 р.) / ПДАУ: ред. кол., О. І. Біловод, А. М. Шостя, С. В. Попов, Н. В. Будник, В. О. Скрипник, Ю. В. Левченко. Полтава: ПДАУ, 2023. 147 с.

Рекомендовано до друку Вченою радою інженерно-технологічного факультету Полтавського державного аграрного університету, протокол №9 від 21.04.2023 р.

У збірці представлено матеріали І Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції за результатами досліджень і розробки нових технологій і обладнання харчових та переробних виробництв.

Матеріали призначені для наукових співробітників, викладачів, студентів, а також аспірантів закладів вищої освіти, керівників і фахівців харчових, переробних та машинобудівних підприємств агропромислового комплексу різної організаційно-правової форми, працівників державного управління, освіти та місцевого самоврядування, всіх, кого цікавить проблематика та перспективи розвитку технологій і обладнання харчових і переробних виробництв.

Відповідальність за зміст наданих матеріалів, точність наведених даних, а також відповідність принципам академічної доброчесності несуть автори. Матеріали видані в авторській редакції.

Редакційна колегія: Біловод О. І., кандидат технічних наук, доцент, декан інженерно-технологічного факультету ПДАУ; Шостя А. М., доктор сільськогосподарських наук, професор, декан факультету технології виробництва і переробки продукції тваринництва ПДАУ; Попов С. В., кандидат технічних наук, доцент, старший науковий співробітник, завідувач кафедри механічної та електричної інженерії ПДАУ; Будник Н. В., кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри харчових технологій ПДАУ; Скрипник В. О., доктор технічних наук, професор, професор кафедри механічної та електричної інженерії ПДАУ; Левченко Ю. В., кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри механічної та електричної інженерії ПДАУ.

© Автори тез, включені до збірника, 2023

© Полтавський державний аграрний університет, 2023

ЗМІСТ

<u>СЕКЦІЯ 1. НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ХАРЧОВИХ І ПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ</u>	8
Пасічний В.М., Холод А.М. РОЗРОБЛЕННЯ РЕЦЕПТУРИ СОСИСОК З ДОДАВАННЯМ СОЛОДКОЇ ГІРЧИЦІ	8
Реутський В. В., Лудин А. М. ВИРОБНИЦТВО ЕТЕРІВ З СИВУШНОЇ ОЛІЇ	9
Заморська І. Л. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ЗАМОРОЖЕНИХ НАПІФАБРИКАТІВ З ЯГІД СУНИЦІ	12
Sylchuk T.A., Riznyk A.O. FORMATION OF THE DOMESTIC MARKET OF GLUTEN-FREE PRODUCTS	15
Пак А. О., Пак А. В., Кутько Б. С. ДОСЛІДЖЕННЯ ГІГРОСКОПІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СУШЕНОЇ ПРОДУКЦІЇ ТЕНЗОМЕТРИЧНИМ МЕТОДОМ	18
Пак А. О., Пак А. В., Дядюшко Д. О. ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМНОЇ ВОДИ СОУСІВ ЕМУЛЬСІЙНОГО ТИПУ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНИМ КАЛОРИМЕТРИЧНИМ СПОСОБОМ	21
Шевченко А. О., Літвинчук С. І. ЗМІНИ ТА ПЕРЕРОЗПОДІЛ СТРУКТУРНИХ ГРУП У ТІСТІ ТА ХЛІБІ З БОРОШНОМ З НАСІННЯ ГАРБУЗА ТА ФОСФОЛПІДАМИ	24
Пасічний В. М., Шубіна Є. А. ВПЛИВ ПРОТЕЇНУ З НАСІННЯ КОНОПЕЛЬ НА ФУНКЦІОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ФАРШІВ	26

Кічура Д. Б. ОСОБЛИВОСТІ БРОДІННЯ ЧЕРВОНИХ ВИНОМАТЕРІАЛІВ	29
Паляниця Л. Я., Березовська Н. І. ВПЛИВ УМОВ ФЕРМЕНТАЦІЇ ЖИТНІХ ЗАМІСІВ НА СКЛАД ЛЕТКИХ РЕЧОВИН ДИСТИЛЯТІВ	33
Будник Н. В., Кайнаш А. П. ДОСЛІДЖЕННЯ ВМІСТУ ІНГІБІТОРІВ ПРОТЕЇНАЗ В РОСЛИННІЙ СИРОВИНІ	37
<u>СЕКЦІЯ 2. НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА</u>	40
Мацук Ю. А., Травнікова В. В. ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ СІЧЕНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ ДЛЯ ДИТЯЧОГО ХАРЧУВАННЯ	40
Кічура Д. Б. ПЕРСПЕКТИВИ ЗДОРОВОГО ХАРЧУВАННЯ НАСЕЛЕННЯ УКРАЇНИ	42
Фарісєєв А. Г., Варениця М. І. РОЗШИРЕННЯ АСОРТИМЕНТУ Й УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПІСОЧНОГО НАПІВФАБРИКАТУ	46
Farisieiev A. H., Boichenko Ye. Yu. EXPANSION OF THE RANGE OF CREAM-HONEY OF INCREASED FOOD VALUE	49
Капліна Т. В., Дудник С. О. ПІДВИЩЕННЯ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ КЕКСІВ ТА ЗБАГАЧЕННЯ β -КАРОТИНОМ ЗА РАХУНОК ГАРБУЗОВОГО ПЮРЕ	52
Хомич Г. П., Юзиковіч О. Г. ВТОРИННІ СИРОВИННІ РЕСУРСИ – ДЖЕРЕЛО БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ ДОБАВОК	55

**СЕКЦІЯ 3. НОВІ ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ
ХАРЧОВИХ І ПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ** 58

Камбулова Ю. В., Оверчук Н. О., Акулова С. С.
ЗАСТОСУВАННЯ РАДІАЦІЙНО-КОНВЕКТИВНОГО
МЕТОДУ ВИСУШУВАННЯ ДЛЯ ВИДАЛЕННЯ ВОДИ З
ФРУКТОВИХ ГЕЛІВ 58

Петренко О. В., Семенюк Д. П.
ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМНОГО ПІДХОДУ ПІД ЧАС
МОДЕЛЮВАННЯ ЯК ЗАСІБ ПІДВИЩЕННЯ
ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ХОЛОДОПОСТАЧАННЯ 62

Потапов В. О., Білий Д. В.
ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ
КРІОСУМБЛІМАЦІЙНОГО СУШІННЯ РОСЛИННОЇ
СИРОВИНИ 65

Якушенко Є. М., Семенюк Д. П.
ХОЛОДИЛЬНЕ ТА КЛІМАТИЧНЕ ОБЛАДНАННЯ
З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ 69

Науменко О. А., Біловод О. І., Тарасенко Д. С.
ВИЗНАЧЕННЯ ОБ'ЄМІВ УТИЛІЗАЦІЇ ОБЛАДНАННЯ
АПК 72

Скрипник В. О., Лелюх Є. В., Молчанова Н. Ю.
ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ В НАПІВФАБРИКАТІ ПІД
ЧАС ДВОСТОРОННЬОГО ЖАРЕННЯ ЗА ТЕПЛОВОЮ
МОДЕЛЛЮ НА ОСНОВІ НЕЛІНІЙНОГО МЕТОДУ 77

Бичков Я. М., Рогова Н. В.
ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ СУШІННЯ СИРОВИНИ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПОХОДЖЕННЯ ЗА
РОЗРІДЖЕННЯ З НВЧ-ЕНЕРГОПІДВОДОМ 80

Скрипник В. О., Пономаренко Б. Г.
ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ КОНДУКТИВНОГО СУШІННЯ
М'ЯСА 84

Левченко Ю. В., Басова Ю. О., Закревський А. О. УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ ЗЕРНА	86
Скрипник В. О., Бут А. Г. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕТИКИ ВОЛОГОВМІСТУ ПІД ЧАС КОНДУКТИВНОГО СУШІННЯ КАРТОПЛІ	89
Костенко О. М., Ладатко М. С. ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПРЕСОВАНОГО МАТЕРІАЛУ	92
Костенко О. М., Лукаш В. О. ЗАСОБИ МЕХАНІЗАЦІЇ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ ЗЕРНА	97
Костенко О. М., Рибальченко В. Д. МЕТОДИКА ОПТИМІЗАЦІЇ КОНСТРУКТИВНО- РЕЖИМНИХ ПАРАМЕТРІВ МОЛОТКОВОЇ ДРОБАРКИ	101
Костенко О. М., Тихтило Б. В. МЕТОДИКА ВИМІРЮВАННЯ ШВИДКІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОВІТРЯНИХ ПОТОКІВ У СУШИЛЬНИХ КАМЕРАХ	104
Костенко О. М., Дрожчана О. У., Глушко О. М. ВПЛИВ ВІБРАЦІЇ НА ПИТОМЕ ЗУСИЛЛЯ РІЗАННЯ	106
Костенко О. М., Дрожчана О. У., Лелюх С. Л. АНАЛІЗ ОБЕРТАННЯ ТІЛА З ПОСТІЙНО ЗМІННОЮ МАСОЮ МОЛОКА	109
Костенко О. М., Дрожчана О. У., Гулак О. С. РЕОЛОГІЧНА МОДЕЛЬ ПРЕСОВАНОГО МАТЕРІАЛУ	114
Костенко О. М., Дрожчана О. У., Рибальченко А. Д. ОБГРУНТУВАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ СЕПАРАТОРА МОЛОКА	116

Костенко О. М., Дрожжана О. У., Мальченко Д. Д.
РЕШІТНІ СЕПАРАТОРИ З ЦИЛІНДРИЧНИМ РЕШЕТОМ 118

Костенко О. М., Дрожжана О. У., Білик Ю. С.
ДОСЛІДЖЕННЯ ТРАЄКТОРІЇ РУХУ ЧАСТИНОК
КОМПОНЕНТІВ СУМІШІ В РОЗДІЛОВІЙ КАМЕРІ 124

Костенко О. М., Дрожжана О. У., Загорулько О. І.
ВИЗНАЧЕННЯ ПОЛЯ ШВИДКОСТЕЙ ПОВІТРЯНОГО
ПОТОКУ У ВЕРТИКАЛЬНОМУ
ПНЕВМОСЕПАРУЮЧОМУ КАНАЛІ АЕРОСЕПАРАТОРА
МКА-400 128

**СЕКЦІЯ 4. СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ
ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКИ В ХАРЧОВИХ І
ПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВАХ** 132

Семенюк Д. П., Якушенко Є. М.
ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ НА
ПІДПРИЄМСТВАХ ТОРГІВЛІ 132

Семенов А. О., Харак Р. М., Семенова Н. В.
ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ ПРИСТРОЇВ
УЛЬТРАФІОЛЕТОВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ДЛЯ
ЗНЕРАЖЕННЯ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ 136

Семенов А. О., Супрович О.С., Леміш І.О.
ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ АСИНХРОННИХ
ДВИГУНІВ У ХАРЧОВІЙ І ПЕРЕРОБНІЙ
ПРОМИСЛОВOSTІ 139

Басова Ю. О., Губа Л. М.
СУЧАСНІ ВИМОГИ ЄС ДО ЕКОДИЗАЙНУ ТА
ЕНЕРГЕТИЧНОГО МАРКУВАННЯ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ
ПРИЛАДІВ 143

СЕКЦІЯ 1. НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ХАРЧОВИХ І ПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ

РОЗРОБЛЕННЯ РЕЦЕПТУРИ СОСИСОК З ДОДАВАННЯМ СОЛОДКОЇ ГІРЧИЦІ

*Пасічний В. М., доктор технічних наук, професор
Холод А. М., здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії
Національний університет харчових технологій, м. Київ*

Одним із пріоритетних завдань м'ясної галузі є випуск повноцінної за біологічною цінністю продукції, яка вирізняється покращеними споживними властивостями. М'ясо та м'ясопродукти є джерелом високоякісних білків і мікроелементів, необхідних для нормального функціонування організму людини [1]. Серед м'ясних продуктів найбільшим попитом у споживачів користуються ковбасні вироби вареної групи, для розширення асортименту яких ведуться дослідження щодо удосконалення вже відомих рецептур.

У технології м'яса та м'ясних продуктів не достатньо широко використовують гірчицю. Не використовується весь потенціал даної добавки. Доцільно використовувати її в поєднанні з підсолоджувачами у виробництві продуктів харчування задля розширення асортименту. Сировина є досить доступною з економічної точки зору для створення нового продукту, так просто із додаванням добавки до існуючої рецептури.

Основною метою роботи було створення нового продукту із заданими структурно-механічними властивостями шляхом розроблення рецептури сосисок з додаванням солодкої гірчиці. Особливістю даної добавки є те, що окрім зерен гірчиці додається цукор, мед, гвоздика мелена на винний оцет у певних пропорціях, що надає даній добавці солодкуватості з легкою пекучістю.

Для виготовлення продукції заданої та стабільної якості в умовах сучасного виробництва необхідний вхідний контроль сировини; знання щодо впливу її якості на технологічні характеристики напівфабрикатів; сучасні методи інструментального контролю якості сировини та фаршевих систем, які дають змогу корегувати параметри технологічного процесу, впливаючи на реологічні, функціонально-технологічні й органолептичні показники готового виробу.

Об'єктами досліджень були фарші для сосисок варених, що свинину нежирну, свинину напівжирну, сало хребтове та солодку гірчицю.

Дослідження сировини, готових ковбасних виробів до та після термообробки будуть проводитись на потужностях ТОВ «Київський м'ясокомбінат» з використанням хімічних, органолептичних, фізико-хімічних, технологічних методів аналізу. Під час дослідів використовуватимемо стандартні та загальновідомі методи дослідження, що забезпечують виконання поставлених завдань. Незалежно від результату, планується й надалі проводити наукові дослідження з даною харчовою добавкою.

Список використаних джерел

1. Пасічний В. М., Захандревич О. А. Характеристики основної м'ясної сировини та субпродуктів для виробництва ковбасних виробів вареної групи. *Мясное дело*. Київ, 2008. С. 39-42.

ВИРОБНИЦТВО ЕТЕРІВ З СИВУШНОЇ ОЛІЇ

*Реутський В. В., доктор технічних наук, професор
Лудин А. М., кандидат технічних наук, доцент
Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів*

Для успішного розвитку промисловості України є актуальним постійне впровадження нових схем комплексної переробки сировини, ресурсозберігаючих і безвідходних технологій, що дозволяє зменшити матеріалоємність продукції, її собівартість, а також суттєво знизити рівень забруднення повітря, води, а також ґрунту.

З побічних продуктів виробництва етанолу цікавим може бути використання сивушної олії. Сивушна олія – це проміжний продукт, який виділяється на стадії ректифікації з сивушної колони, склад її компонентів залежить від виду вихідної сировини, а також від особливостей ведення технологічного процесу. Основними компонентами сивушної олії є аміловий та ізоаміловий спирти (50...60 %), а також н-пропіловий та ізобутиловий спирти (17...35 %) [1, 2]. Виділення амілового та ізоамілового спиртів з сивушної олії та одержання на їх основі індивідуальних етерів може бути перспективним методом переробного виробництва побічних продуктів, які утворюються при синтезі етанолу.

На початку досліджень було проведено фракціонування сивушної олії при температурі 393...403 К, в результаті чого була одержана суміш спиртів складу C_5 , яка в основному містила ізоаміловий спирт. Після цього фракцію сивушної олії C_5 змішували з технічним етиловим спиртом та готували спиртову суміш складу: $(C_2H_5OH) : (C_5H_{11}OH) = 1 : 2$. Далі спиртові суміші піддавались реакції дегідратації з використанням гетерогенних каталізаторів: Al_2O_3 та силікагелю в інтервалі температур від 510 К до 593 К за різного часу контакту реагентів з каталізатором. В результаті реакцій утворювались диетиловий та етил-ізоаміловий етери. Проводився аналіз впливу температури, а також часу контакту на конверсію і вихід продуктів реакції.

Спочатку проводили дослідження впливу температури за постійного часу контакту (22,6 с). За результатами досліджень видно, що ступінь перетворення спиртів залежить від часу контакту і температури проведення процесу. Значний вплив має температура процесу – підвищення її до 553 К спричиняє постійне зростання ступеня перетворення ізо-амілового та етилового спиртів, зміна температур від 553 К до 593 К (за часу контакту 22,6 с) не впливає на конверсію сировини, в результаті чого вона залишається постійною на рівні 85 % (табл.1).

Таблиця 1 – Результати досліджень дегідратації етилового та ізоамілового спиртів
($T=593$ К, кат. Al_2O_3)

τ, c	Концентрація				Вихід		Конверсія		Сперетв. C_5	
	C_2	C_5	еф. C_2	еф. C_5	еф. C_2	еф. C_5	C_2	C_5	етери	олеф.
22,6	1,587	0,784	1,391	2,288	0,1506	0,4336	0,6564	0,8514	50,9	49,1
14,1	2,688	0,394	3,688	0,118	0,3993	0,0223	0,4179	0,9253	2,4	97,6
10,3	2,656	0,454	3,676	1,896	0,3980	0,3592	0,4249	0,9139	39,3	60,7
8,1	2,016	0,794	1,808	2,104	0,1958	0,3986	0,5634	0,8496	46,9	53,1

Після цього проводилося дослідження впливу температури проведення процесу на вихід цільових продуктів реакцій. Визначено, що з підвищенням температури реакції вихід за етил-ізоаміловим етером досягав максимального значення – 50% за $T=563$ К, а вихід диетилового етеру – 20 % за $T=593$ К.

В даних дослідженнях використовувались два каталізатора: силікагель та оксид алюмінію Al_2O_3 , тому було проведено порівняння

ефективності цих гетерогенних каталізаторів. Дослідження для цієї мети відбувались за постійної температури 593 К, за двох значень часу контакту реагентів з каталізатором 22,6 і 10,3 с та співвідношенні концентрацій етилового та ізоамілового спиртів – 1:2.

Результати досліджень реакцій дегідратації етилового та ізоамілового спиртів в присутності силікагелю та Al_2O_3 за двох значень часу контакту: 22,6 і 10,3 с наводяться в табл. 2 і табл. 3.

Таблиця 2 - Результати досліджень дегідратації етилового та ізоамілового спиртів
($T = 593 \text{ K}$, $(C_2)/(C_5) = 1/2$, $t = 10,3 \text{ c}$)

Каталізатор	Концентрація				Вихід		Конверсія		Сперетв. C_5	
	C_2	C_5	еф. C_2	еф. C_5	еф. C_2	еф. C_5	C_2	C_5	етери	олеф.
Al_2O_3	2,656	0,454	3,676	1,896	0,3980	0,3592	0,4249	0,9139	39,3	60,7
Силікагель	6,330	3,199	1,337	-	0,151	0	0,966	1	0	100

Таблиця 3 - Результати досліджень дегідратації етилового та ізоамілового спиртів
($T = 593 \text{ K}$, $(C_2)/(C_5) = 1/2$, $t = 22,6 \text{ c}$)

Каталізатор	Концентрація				Вихід		Конверсія		Сперетв. C_5	
	C_2	C_5	еф. C_2	еф. C_5	еф. C_2	еф. C_5	C_2	C_5	етери	олеф.
Al_2O_3	1,587	0,784	1,391	2,288	0,1506	0,4336	0,6564	0,8514	50,9	49,1
Силікагель	5,888	4,833	-	-	0	0	1	1	0	100

Наведені результати свідчать про те, що в присутності силікагелю за температури 593 К етил-ізоаміловий етер не утворюється, а диетиловий етер – в дуже незначних кількостях. В присутності ж твердого оксидного каталізатора Al_2O_3 утворюється етил-ізоаміловий етер, причому вихід його та селективність підвищуються зі зростанням часу контакту.

Отже, ізоаміловий спирт, виділений з сивушної олії, може використовуватись для синтезу етерів. Виходу етерів сприяють підвищення температури, збільшення часу контакту реагентів з каталізатором, а також зменшення вмісту етилового спирту у спиртовій суміші. Ефективним каталізатором даного процесу може слугувати оксидний каталізатор Al_2O_3 .

Таким чином, фракція сивушної олії, яка містить аміловий та ізоаміловий спирти, піддається процесам дегідратації з утворенням етил-ізоамілового етеру, який є цінною сировиною для синтезу високооктанових кисневмісних добавок та пластифікаторів.

Переробне виробництво, організоване на основі даною процесу, може бути прикладом створення безвідходної технології використання побічних продуктів, які утворюється при синтезі етанолу.

Список використаних джерел

1. Технологія спирту : підручник / В. О. Маринченко та ін.; за ред. В. О. Маринченка. Вінниця : «Поділля-2000», 2003. 496 с.
2. Технологічний регламент виробництва етилового спирту з крохмалевмісної сировини. Частина 1 : Подрібнення сировини, розчинення і оцукрювання крохмалю та зброджування сусла : ТР У 18.8049 - 2000. К. : УкрНДІспиртбіопрод : Міністерство аграрної політики України, 2000. 143с.

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ЗАМОРОЖЕНИХ НАПІФАБРИКАТІВ З ЯГІД СУНИЦІ

*Заморська І. Л., доктор технічних наук, професор
Уманський національний університет садівництва, м. Умань*

Заморожені продукти, напівфабрикати і готові страви здобули заслужену популярність у світі за обсягами споживання сягаючи 40...100 кг на рік з розрахунку на одну особу. Збереження високої якості цих продуктів досягається за рахунок використання низьких від'ємних температур, що не лише інгібують біохімічні процеси в клітинах, а і значно гальмують розвиток мікрофлори.

Значну частку експорту заморожених ягід з України становлять ягоди суниці, попит на які спостерігається і з боку підприємств ресторанного господарства, що використовують їх у якості напівфабрикатів. Проте якість замороженої суниці погіршується внаслідок змін мікроструктури тканин ягід, що зумовлені формуванням мікрокристалів льоду в міжклітинному просторі, руйнуванням пектинових речовин в клітинній стінці і серединній пластинці [1]. Уникнути небажаних змін якості можна застосовуючи різні способи попередньої обробки ягід перед заморожуванням в тому числі нанесення харчових покриттів, що виготовляються з ліпідів, полісахаридів, смол та білків, а також сумішей на їхній основі [2].

У якості покриттів для плодоовочевої сировини використовуються водні розчини крохмалю картопляного, кукурудзяного, альгінат натрію, низький метоксильований пектин,

високий метоксильований пектин, хітозан, етилцелюлоза, карбоксил, метилцелюлоза [3].

Впродовж останніх років особливої популярності набули нетрадиційні полісахариди з низькою молекулярною вагою, що в якості покриттів суттєво не впливають на органолептичні властивості готової продукції, серед яких є і мальтодекстрини.

Метою роботи було дослідження впливу розчину мальтодекстрину різної концентрації на зміну фізико-хімічних та органолептичних показників якості заморожених ягід суниці.

Об'єктом дослідження були ягоди суниці сорту Ельсанта. Ягоди отримували в день збирання, сортували, видаляли чашолистки, мили та підсушували на повітрі. Ягоди занурювали в розчин мальтодекстрину DE 15-20 (Польща) з концентрацією 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 %. За контроль приймали ягоди суниці без попередньої обробки.

Попередня органолептична оцінка оброблених ягід засвідчила наявність стороннього смаку у варіантах з використанням розчину з концентрацією 7, 8, 9, 10 %, що унеможливило подальші дослідження вказаних варіантів.

Ягоди заморожували розсипом за температури мінус $30 \pm 1^\circ\text{C}$ з подальшим фасуванням у пакети з поліетиленової плівки, призначеної для пакування харчових продуктів масою до 0,5 кг і зберігали впродовж 6-ти місяців за температури мінус $18 \pm 1^\circ\text{C}$.

Якість заморожених ягід суниці оцінювали після заморожування за змінами фізико-хімічних та органолептичних показників.

Дослідженнями встановлено, що свіжі ягоди суниці накопичили у своєму складі 8,7 % сухих розчинних речовин, 6,4 % цукрів, 0,8 % органічних кислот та 78,3 мг/100 г аскорбінової кислоти.

Після попередньої обробки та заморожування кріорезистентність замороженої суниці склала 68,7...90,5 % за мінімальної у ягід, попередньо не оброблених в розчині мальтодекстрину з тенденцією до підвищення значення показника на 8,7...21,8 % зі зростанням концентрації розчину.

Внаслідок попередньої обробки суниці в розчині мальтодекстрину різної концентрації та заморожування відбулися і зміни хімічного складу ягід. Так, попередня обробка ягід в розчинах мальтодекстрину зумовила підвищення вмісту сухих розчинних речовин в ягодах на 1,0...2,2 %. В результаті заморожування вміст сухих розчинних речовин в ягодах коливався в межах 7,5...9,7 %, 13

сягнувши максимального значення у варіанті з найвищою концентрацією мальтодекстрину в розчині.

Застосування мальтодекстрину для попередньої обробки ягід перед заморожуванням практично не вплинуло на вміст цукрів в ягодах, однак, дозволило знизити їхні втрати на 0,1...0,3 % під час заморожування.

Аналогічна тенденція спостерігалася і під час аналізування частки титрованих кислот в продукції, що практично не зазнала змін внаслідок попередньої обробки ягід. Натомість, під час заморожування ягід спостерігалася суттєве підвищення рівня титрованих кислот – на 0,2...0,3 %, що зумовлено особливостями реакції суниці на заморожування, тоді як впливу розчину мальтодекстрину на їхній вміст практично не виявлено.

Сумарні втрати аскорбінової кислоти в заморожених напівфабрикатах з ягід суниці склали 8,5...24,8 %, залежно від варіанту дослідження. Застосування попередньої обробки ягід в розчині мальтодекстрину дозволило знизити розмір втрат втричі за мінімальних – у варіанті з використанням 6 %-го розчину мальтодекстрину.

Попередня обробка суниці в розчині мальтодекстрину сприяла стабілізації органолептичних властивостей напівфабрикатів за максимальної дегустаційної оцінки у ягід попередньо оброблених 6 %-вим розчином мальтодекстрину – 4,44 бала.

Таким чином, попередня обробка ягід суниці в розчині мальтодекстрину сприяла збереженню її якості, за досягнення максимального результату у варіанті з використанням 6 % концентрації.

Список використаних джерел

1. Reno M. J., Prado M. E. T., de Resende J. V. Microstructural changes of frozen strawberries submitted to pre-treatments with additives and vacuum impregnation. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* 2011. №31 (1). P. 247-256.
2. Jalaee F, Fazeil A, Fatemain H, Tavakolipour H. Mass transfer coefficient and the characteristics of coated apples in osmotic dehydrating, *Food and Bioproducts Processing*, 2010. 89. P. 367-374.
3. Khin M.M., Zhou W. and Perera C. Impact of process conditions and coatings on the dehydration efficiency and cellular structure of apple tissue during osmotic dehydration. *Journal of Food Engineering*, 2007. 79. P. 817-827.

FORMATION OF THE DOMESTIC MARKET OF GLUTEN-FREE PRODUCTS

*Sylchuk T. A., Doctor of technical sciences, Professor
Riznyk A. O., PhD-student
National University of Food Technologies, Kyiv city*

The global market has been witnessing the popularization and promotion of gluten-free food for many years, which domestic producers are also adapting. The inscription «Gluten free» is often found on products, but a significant number of enterprises do not comply with the requirements for gluten products.

«Ukrainian Celiac Disease Society» has been engaged in raising the level of awareness of Ukrainians and professional diagnosis of the level of sensitivity to gluten for many years. With the support of this organization, work has begun on the organization of meals for children with gluten intolerance in schools. This creates a new challenge that requires an increase in the number of safe establishments that must be certified as such. According to the data of the «Ukrainian Celiac Disease Society», a significant number of conducted studies have negative results, and more precisely, the amount of traces of gluten usually exceeds the permissible norm. For example, when analyzing «gluten-free» corn flour, 289 ppm of gluten was found in the norm of 20 ppm. In addition, the manufacturer marked this product with the appropriate marking – the symbol «Crossed-out spike»[1].

According to the union, to date only nine Ukrainian companies have the right to sell gluten-free products licensed with the European sign «Crossed-out spike», which must include the abbreviation of the manufacturer's country, manufacturer's company number and product number. Only if such marks are present is the mark considered valid. Accordingly, if no additional information is provided on the packaging and the usual «Crossed-out spike» are marked, such products are not authorised [1].

Having a full label on gluten products guarantees their quality and, above all, their safety. The «Crossed-out spike» sign confirms that the production is carried out in accordance with European standards and that compliance with all standards is constantly monitored. Unfortunately, there are negative statistics when raw material inspection and quality control are selective and inconsistent in production.

Therefore, such companies cannot guarantee the sale of safe products because such control system does not ensure compliance with the standard of gluten-free products.

Most domestic manufacturers are unaware of the existence of a standard on gluten-free products, which states that products must not contain gluten at all or exceed 20 ppm (milligrams per kg of product) [3].

Violations of the requirements for the production of safe gluten products are not limited to enterprises. The activities of a significant number of laboratories specializing in the analysis of gluten content in foodstuffs do not meet the standard. Such laboratories perform diagnostics based on the use of inexpensive reagents, but re-testing products on more sensitive tests confirms the presence of gluten. For now, retailers do not require manufacturers to certify that their products are gluten-free. However, there are several companies that are conscientiously following European standards, one of them being Silpo LLC. This food chain is telling their suppliers to do research on gluten.

Before the pandemic, of course, Ukraine was not a leading country in terms of gluten-free products, but it was not lagging behind European countries either. However, consumers of EU countries are really more knowledgeable about this issue, because they have better information about gluten-free food and requirements for gluten-free products. According to the marketing data of Agro-Yug-Service LLC, 40% of gluten-free products produced in the world are consumed by Europeans. Also, the greatest demand for gluten-free food is observed in North and South America. The world market for the production of specialized safety products is increasing in number of items and continues to grow [2].

Since 2018, the Ukrainian market for gluten-free products began to take shape, and the main needs of consumers were met exclusively by imported products. However, at the end of 2019, domestic companies, taking into account the experience of European manufacturers, started selling gluten products [4].

During the quarantine period, the production of its own gluten-free products has undergone significant changes, both positive and negative, as even assessing the development prospects has become a difficult task. According to marketing research, a significant number of Ukrainians preferred ready-made bread products, namely 47%, ready-made breakfasts, fast snacks and snacks were chosen by 25% of the population, and only 10% of Ukrainians chose the way of self-preparing gluten-free products by buying gluten-free flour. Yes, some mini-manufacturers have had to shut

down because of a number of risks. However, the popularity of healthy lifestyles and diets has provided a strong base and increased demand for gluten-free foods. That's why, for the uninformed consumer, gluten-free is synonymous with healthy food [4].

However, it's important to remember that the need for a gluten-free diet is more than just a desire to follow a healthy eating trend. First of all, it's a vital need for people with celiac disease and consumers with high levels of gluten sensitivity, which can manifest as allergies. That's one to seven percent of the world's population, but that's going to go up in the future. That's because in recent years, celiac disease has become the most common gastrointestinal disease diagnosed in people of all ages.

At present, the range of quality domestic gluten-free products is not saturated, but responsible enterprises are continuing to emerge that produce certified safe gluten-free products. Previously, the main task for manufacturers was simply to meet the nutritional needs of gluten-sensitive consumers, focusing only on quantity rather than quality of finished products, which were high in fats and carbohydrates. Today, manufacturers pay a lot of attention to quality, designing products with a unique composition - low carbohydrate, high protein and dietary fiber. This is important because the disadvantage of gluten-containing foods is that excluding gluten-containing raw materials and products from the diet automatically reduces the percentage of dietary fiber required for proper intestinal function.

In Ukraine, the development and sale of gluten-free products is mainly carried out in mini-productions. As a rule, the production of these products is started by family businesses because someone in the family has celiac disease or gluten sensitivity. Only when manufacturers understand the complexities of achieving a lifetime gluten-free diet and know the consequences of consuming low-quality products can a responsible approach to the production of safe products be ensured.

Summarizing the results of the analysis of the formation and formation of the domestic market of gluten-free products, it should be noted that the received own mistakes combined with the experience of leading manufacturers of this segment only stimulate the improvement and expansion of the Ukrainian range of safe and quality food products.

References

1. Ukrainian Coeliac Society. 2019. Signing of the first licensing agreement for the use of TM «Crossed colossus». Available at: <https://celiac.org.ua/c/index.cfm>.

2. Kraievskaya, S., Stetsenko. Formation of the domestic market of gluten-free foods. International Scientific Practical Journal Commodities and Markets, № 4, vol. 28. 2018. P. 36-46.

3. Additional voluntary module 12 AOECs gluten-free foods. Global standard food safety Issue 8. Publisher: BRCGS. 2018.

4. Різник А. О., Сильчук Т. А., Цирульнікова В. В., Тищенко О. М. Обґрунтування вибору вівсяного толокна для виробництва хлібних виробів у закладах ресторанного господарства. *Наукові праці НУХТ*. 2021. Т. 27, №1. С. 89-97. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Npnukht_2021_27_1_21 (дата звернення: 22.03.2023).

ДОСЛІДЖЕННЯ ГІГРОСКОПІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СУШЕНОЇ ПРОДУКЦІЇ ТЕНЗОМЕТРИЧНИМ МЕТОДОМ

*Пак А. О., доктор технічних наук, доцент
Державний біотехнологічний університет, м. Харків*

*Пак А. В., кандидат технічних наук, доцент
Кутько Б. С., здобувач вищої освіти ступеня бакалавра
Українська інженерно-педагогічна академія, м. Харків*

Здатність сушених харчових продуктів тривалий час не змінювати свої властивості багато в чому визначається їхніми гігроскопічними властивостями, тобто здатністю віддавати або поглинати пару води з навколишнього середовища. Рівноважний вологовміст матеріалу визначає його здатність утримувати вологу. Рівноважним називається вологовміст, за якого парціальний тиск пари над матеріалом дорівнює парціальному тиску пари в навколишньому середовищі. При цьому температура матеріалу дорівнює температурі навколишнього повітря.

За значеннями рівноважного вологовмісту визначають також зв'язок вологи з матеріалом, потенціальну можливість повітря як агента сушіння, термодинамічні параметри вологообміну матеріалів, умови збереження сухих матеріалів, потрібний вид тари й упакування [1].

Метою роботи є дослідження гігроскопічних властивостей сушеної продукції тензометричним методом.

Продукцією, гігроскопічні властивості якої досліджувались, були сушена м'якоть манго, цукати із м'якоті манго та із імбиру.

Рівноважний вологовміст залежить від вологості та температури повітря, а також від способів досягнення рівноваги [2]. Графічна залежність між рівноважним вологовмістом матеріалу й відносною вологістю повітря за визначених постійних значень температури називається ізотермою сорбції або десорбції матеріалів. Якщо рівновага досягається шляхом поглинання води матеріалом із навколишнього повітря, одержують ізотерму сорбції; якщо в результаті видалення води – ізотерму десорбції. Значення рівноважного вологовмісту визначають лише експериментально за ізотермами сорбції та десорбції, оскільки різноманіття форм зв'язку води з матеріалом, структур і хімічного складу продукту ускладнює його аналітичний розрахунок.

Найбільш розповсюдженим способом визначення рівноважного вологовмісту є тензометричний. Деяку масу досліджуваного матеріалу поміщають у бюкси. Бюкси з відкритими кришками (не менше двох) розміщують в ексикатори. У кожному ексикаторі підтримується визначена відносна вологість повітря. Для одержання ізотерми необхідно 8–10 ексикаторів із різною відносною вологістю повітря з діапазону від 0 до 100%. Ексикатори поміщають у контейнер із визначеною температурою, постійною для певної серії дослідів. Бюкси з матеріалом періодично зважують. Дослідження закінчується після досягнення зразком постійної маси, що означає встановлення рівноважного стану матеріалу з повітрям. Потім будують графік залежності відносної вологості повітря φ і рівноважного вологовмісту матеріалу W_p – ізотерми сорбції та десорбції.

На рис. 1 наведено ізотерми сорбції досліджуваних зразків, отримані експериментально.

Ізотерми сорбції досліджуваних зразків мають схожий характер. На ізотермах сорбції можна виділити три характерні ділянки: область мономолекулярної сорбції, полімолекулярної сорбції, поглинання води мікро- та макрокапілярами. Відмінності полягають у діапазонах вологості, за яких відбувається відповідний вид сорбції.

Так для зразка, що являє собою сушену м'якоть манго, мономолекулярна сорбція відбувається за вологості повітря до 20%, полімолекулярна сорбція – за вологості повітря від 20 до 60%. При подальшому збільшенні вологості відбувається поглинання води мікрокапілярами та набухання зразків. Для цукатів із м'якоті манго та

із імбиру вологості повітря, за якої спостерігається полімолекулярна сорбція, знаходиться в діапазоні значень від 20 до 70%.

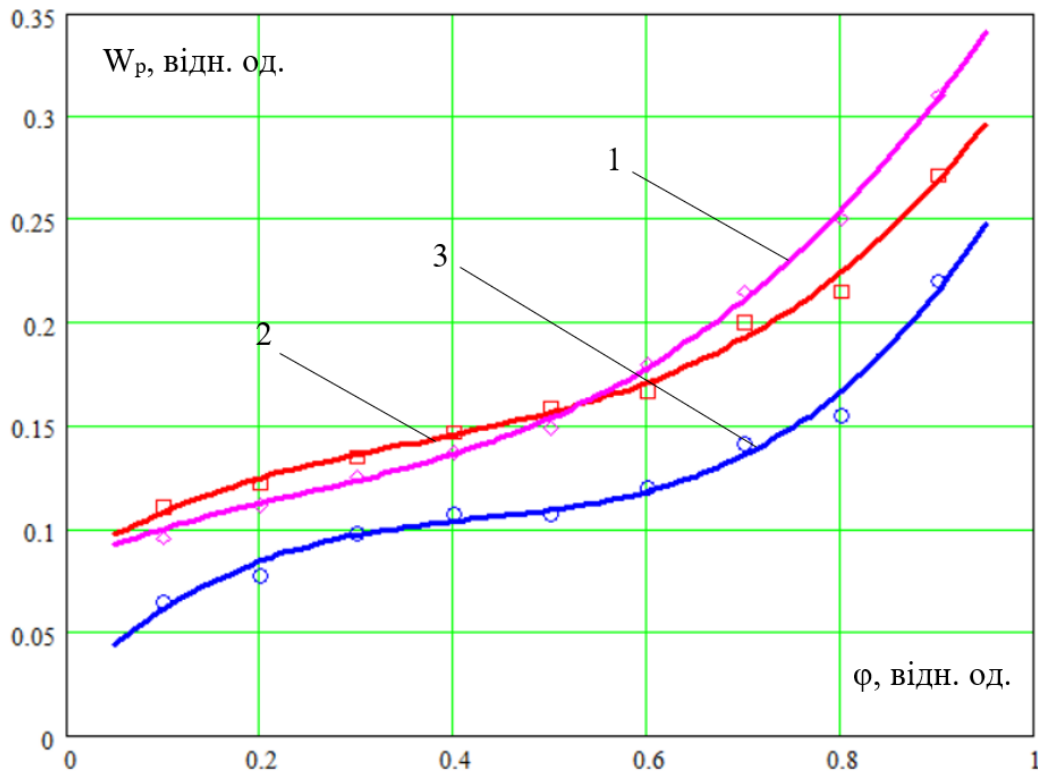


Рис. 1. Ізотерми сорбції досліджуваних зразків:

- 1 – сушена м'якоть манго;
2 – цукати із м'якоті манго; 3 – цукати із імбиру

Таким чином, виходячи із отриманих результатів, слідує, що тривале зберігання сушеної м'якоті манго можливе в полімерній упаковці за відносної вологості не більше 60%. При відносній вологості більше 60% зберігання можливе лише у паронепроникній тарі. Щодо цукатів із м'якоті манго та із імбиру, то існує можливість зберігати їх протягом тривалих термінів у полімерній упаковці за відносної вологості не більше 70%.

Очевидно пояснюється отриманий результат різною технологією отримання досліджуваних зразків сушеної продукції. М'якоть манго зневоднюють без попередньої термічної обробки. Технологія ж отримання цукатів включає попереднє проварювання сировини у цукровому сиропі перед зневодненням до кінцевого вологовмісту [3]. Саме операція проварювання сприяє збільшенню діапазону вологості повітря, який відповідає полімолекулярній сорбції зразка, очевидно через заповнення мікро- та макрокапілярів цукром.

Список використаних джерел

1. Погожих М. І., Пак А. О., Чеканов М. А., Іштван Є. О., Павлюк І. М. Дослідження системної води харчової сировини термодинамічними та молекулярно-кінетичними методами. *Східно-європейський журнал передових технологій*. 2014. № 5/11(71). С. 42–46.
2. Гідротермічна обробка круп із використанням принципів сушіння змішаним теплопідводом : монографія / М. І. Погожих та ін. Харків : ХДУХТ, 2014. 170 с.
3. Прісс О. П. Гарбузові цукати – ласощі з функціональними властивостями. *Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Сер. Нові рішення в сучасних технологіях*. НТУ «ХПІ», 2020. № 2. С. 119-125.

ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМНОЇ ВОДИ СОУСІВ ЕМУЛЬСІЙНОГО ТИПУ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНИМ КАЛОРИМЕТРИЧНИМ СПОСОБОМ

*Пак А. О., доктор технічних наук, доцент
Державний біотехнологічний університет, м. Харків
Пак А. В., кандидат технічних наук, доцент
Дядюшко Д. О., здобувач вищої освіти ступеня бакалавра
Українська інженерно-педагогічна академія, м. Харків*

Будь-який харчовий продукт чи сировина у тій чи іншій кількості містять воду. Вода виступає як невід’ємний хімічний компонент, середовище або фаза харчового продукту, а її кількість і стан корелюють з рядом фізичних властивостей продукту, визначають тривалість його зберігання. Досить бурхливий розвиток харчових технологій та харчової інженерії обумовлює необхідність глибокого дослідження механізмів взаємодії води та так званих сухих речовин продукту [1].

Харчові продукти є багатокомпонентними системами, взаємодія яких з водою відбувається за певними законами. Неможливо зрозуміти роль води у харчовій сировині та продуктах без розуміння сутності самої води та принципів її взаємодії з іншими молекулами [2].

Одним із видів високовологих харчових продуктів є соуси емульсійного типу, а, саме кетчупи. Кількість та стан системної води

таких систем визначаються складом продукції та визначають їх основні органолептичні та технологічні властивості.

Системна вода будь-якої харчової сировини або продукту може знаходитись у різних станах. Саме співвідношення між кількістю системної води, яка знаходиться у різному стані, визначає властивість води відділятися від емульсії, умови зберігання, мікробіологічні показники, тощо.

Метою роботи є дослідження системної води кетчупів за різного їх складу.

Ідентифікація різних компонентів системної води визначається методом дослідження. В роботі для ідентифікації води, що знаходиться в різному стані, використовується низькотемпературний калориметричний метод. За даного методу системну воду можна ідентифікувати як виморожену та невиморожену [3]. Дослідження проводилось за температури калориметра мінус 12 °С. Частину системної води, яка переходить у кристалічний стан за такої температури калориметра, за властивостями наближена до вільної об'ємної води. Ця частина системної води є середовищем для окислення та мікробіологічного псування, а також визначає таку властивість емульсій як вологоутримуюча здатність.

Досліджуваними зразками були кетчупи ТМ «Торчин». Умовно вони поділені наступним чином: зразок №1 – «Лагідний»; №2 – «Лагідний для шефа»; №3 – «Чилі»; №4 – «До шашлику»; №5 – «З часником»; №6 – «З паприкою».

На рис. 1 наведено термограму отриману низькотемпературним методом для зразка №1. Вона являє собою зміну різниці температури теплоносія, що омиває досліджуваний зразок, між входом та виходом калориметра з часом. Площа під ділянкою, що обмежена термограмою та віссю абсцис, пропорційна кількості системної води, яка перейшла у кристалічний стан за температури мінус 12 °С.

Для всіх досліджуваних зразків термограми мають однаковий характер: наявний максимум кінетики різниці температури між входом та виходом низькотемпературного калориметра. Відмінності наявні лише у значенні площі, що обмежується термограмою та віссю абсцис, а, відповідно, у кількості вимороженої за температури мінус 12 °С частини системної води.

Значення кількості вимороженої та невимороженої системної води досліджуваних зразків наведені в табл. 1. З метою наочності отриманих результатів, кількість вимороженої та невимороженої

системної води наведена у відносних одиницях. При цьому слід відмітити, що загальна кількість системної води дорівнює 1, відповідно сума вимороженої та невимороженої її частин також дорівнює 1.

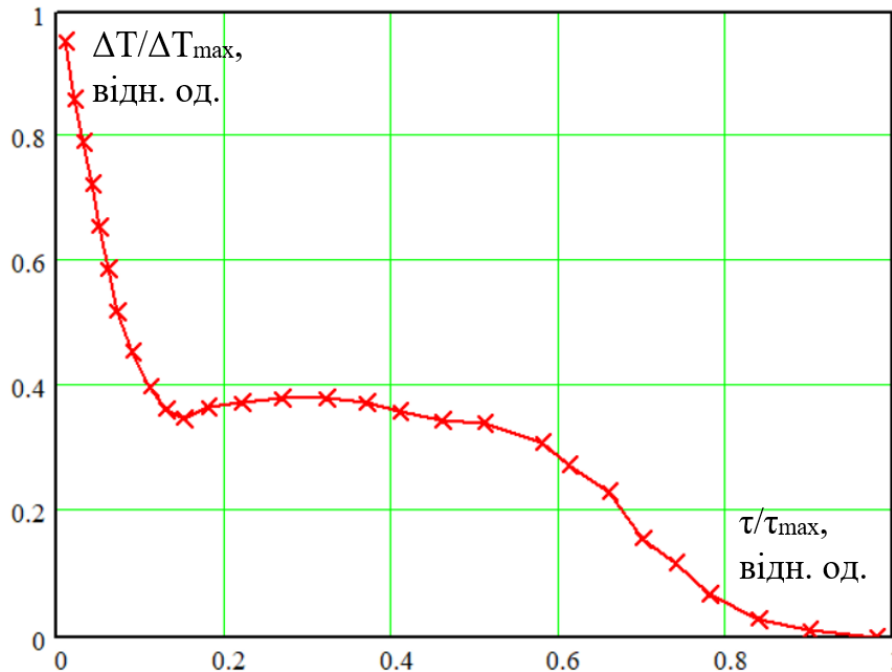


Рис. 1. Зміна з часом різниці температури теплоносія, що омиває зразок №1, між входом та виходом калориметра

Таблиця 1 - Значення кількості вимороженої та невимороженої системної води

Зразок	Частина вимороженої системної води, відн. од.	Частина невимороженої системної води, відн. од.
№1 («Лагідний»)	0,51	0,49
№2 («Лагідний для шефа»)	0,41	0,59
№3 («Чилі»)	0,48	0,52
№4 («До шашлику»)	0,39	0,61
№5 («З часником»)	0,41	0,59
№6 («З паприкою»)	0,40	0,60

Наведені дані показують, що кількість вимороженої води для зразків №2, №4, №5 та №6 відрізняються у межах похибки та лежить у діапазоні від 0,39 до 0,41 відн. од. Такий же результат отриманий і

для зразків №1 та №3. Для них частини вимороженої системної води відповідно дорівнюють 0,51 та 0,48 відн. од. Різниця значень між зразками №2, №4, №5, №6 та зразками №1, №3 обумовлена складом досліджуваних кетчупів, а, саме, наявністю у складі модифікованого крохмалю. В зразках №1, №3 модифікований крохмаль відсутній.

Таким чином, низькотемпературним калориметричним способом досліджено системну воду кетчупів ТМ «Торчин» різного рецептурного складу. Доведено, що наявність модифікованого крохмалю сприяє переведенню системної води у стан з більшою енергією зв'язку із сухими речовинами харчової системи.

Список використаних джерел

1. Погожих М. І., Пак А. О., Чеканов М. А., Іштван Є. О., Павлюк І. М. Дослідження системної води харчової сировини термодинамічними та молекулярно-кінетичними методами. *Східно-європейський журнал передових технологій*. 2014. № 5/11(71). С. 42–46.

2. Погожих М. І., Пак А. О., Пак А. В., Мольський О. С. Дослідження системної води крохмалів тензометричним та ЕПР-методом. *Технологічний аудит та резерви виробництва*. 2013. № 2/1(10). С. 31–35.

3. Пак А. О., Євтушенко А. В. Дослідження стану вологи пастоподібних напівфабрикатів у процесі заморожування, розморожування, зберігання. *Східно-європейський журнал передових технологій*. 2010. № 3/10(45). С. 54–56.

ЗМІНИ ТА ПЕРЕРОЗПОДІЛ СТРУКТУРНИХ ГРУП У ТІСТІ ТА ХЛІБІ З БОРОШНОМ З НАСІННЯ ГАРБУЗА ТА ФОСФОЛІПІДАМИ

*Шевченко А. О., кандидат технічних наук, доцент
Літвинчук С. І., кандидат технічних наук, доцент
Національний університет харчових технологій, м. Київ*

В останні роки значна увага приділяється проблемі стрімкого росту захворювань шлунково-кишкового тракту, таких як синдром подразненого кишечника (СПК). Для попередження та профілактики цього захворювання визначальним фактором є харчування та дієтотерапія. В раціоні хворих на СПК варто збільшувати вживання клітковини в поєднанні з фосфоліпідами [1].

Досить високий вміст харчових волокон та інших поживних речовин міститься в гарбузі та продуктах його переробки [2].

Під час проведення досліджень в рецептуру пшеничного хліба вносили борошно з насіння гарбуза як джерело з підвищеним вмістом харчових волокон, та соняшниковий лецитин. Проводили визначення їхнього сумісного впливу на перерозподіл функціональних груп під час конформаційних перетворень в тістових напівфабрикатах та готових виробах методом інфрачервоної спектроскопії в ближній інфрачервоній області. Готували зразки тіста та хліба із заміною 5 % пшеничного борошна борошном з насіння гарбуза та з додаванням лецитину (3 % до маси борошна). Контролем був зразок з лецитином.

Встановлено, що у досліджуваних зразках присутні функціональні групи O-H, N-H, S-H (рис. 1).

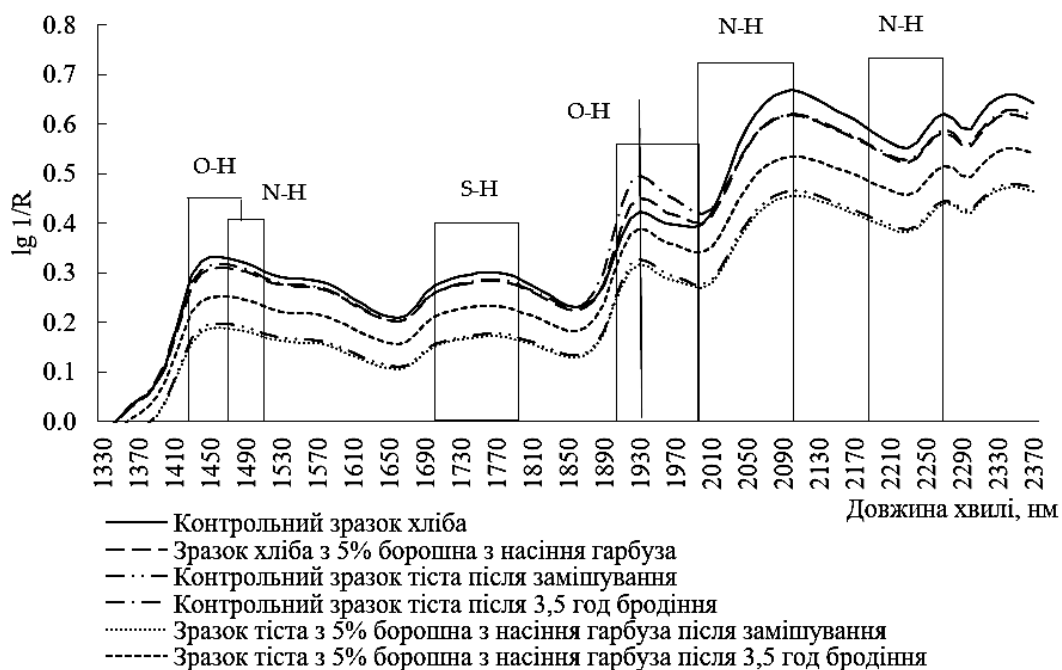


Рис. 1. Зміни та перерозподіл структурних груп у тісті та хлібі

Найвищий екстремум для усіх зразків спостерігається на довжині хвилі 2100 нм (відповідає другому обертону N-H деформаційних коливань), що свідчить про перерозподіл клейковинних білків. Для зразків хліба значення спектрального індексу на цій довжині хвилі найвище для контролю і дещо нижче для зразка з заміною борошна. Це можна пояснити значним впливом високих температур на зміну структури білка під час випікання хліба.

Зразки тіста в процесі бродіння також зазнають змін у білковій структурі порівняно зі зразками одразу після замішування, що

особливо помітно у зразку з заміною частини пшеничного борошна борошном з насіння гарбуза – спектральний індекс в усьому діапазоні довжин хвиль нижче, ніж контрольного зразка. Це пов'язано з впливом компонентів цієї сировини на клейковину та розподіл вологи в тісті, про що свідчать екстремуми на довжинах хвиль, які характеризують О-Н групи.

Отже, заміна частини пшеничного борошна борошном з насіння гарбуза впливає на перерозподіл гідроксильних О-Н груп та аміногруп N-H в тісті та хлібі, що на фоні погіршення якості клейковини сприяє збільшенню водорозчинних речовин та легшому засвоєнню виробів. Борошно з насіння гарбуза є перспективною сировиною для заміни частини пшеничного борошна з метою збільшення кількості харчових волокон в хлібі та покращення його споживчих властивостей.

Список використаних джерел

1. Partridge, D., Lloyd, K. A., Rhodes, J. M., Walker, A. W., Johnstone, A. M., Campbell, B. J. (2019). Food additives: Assessing the impact of exposure to permitted emulsifiers on bowel and metabolic health – introducing the FADiets study. *Nutrition Bulletin*, 44(4). P. 329–349. <https://doi.org/10.1111/nbu.12408>.

2. Drobot V., Shevchenko A. (2021). Influence of pumpkin processing products on structural and mechanical properties of dough and bread quality. *Наукові праці НУХТ*. 27(3). P. 172-180. <https://doi.org/10.24263/2225-2924-2021-27-3-20>.

ВПЛИВ ПРОТЕЇНУ З НАСІННЯ КОНОПЕЛЬ НА ФУНКЦІОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ФАРШІВ

*Пасічний В. М., доктор технічних наук, професор
Шубіна Є. А., здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії
Національний університет харчових технологій, м. Київ*

Розробка продуктів збалансованих за біологічною та харчовою цінністю [1] і фортифікованих поживними і біологічно активними речовинами, які можуть підвищити біологічну цінність і біологічну ефективність продуктів є пріоритетним напрямком для забезпечення споживчих потреб населення [2, 3]. Серед сировини, що може використовуватись для проектування таких рецептур особливу увагу приділяють сировинній базі регіону споживання продукції.

Промислові коноплі з давен займали значні позиції серед культур, що вирощуються на значних територіях України. На сьогодні продукти переробки насіння вважаються «суперфудами» за їх багатий хімічний склад та широко представлені на ринку корисних продуктів.

Отримуючи новітні продукти з використанням нетрадиційної сировини значна увага приділяється питанню, як вона вбудовується у фаршеві системи. Високі функціонально-технологічні показники продуктів є важливим фактором якості продукту.

Результати досліджень визначили, що продукти переробки насіння конопель мають достатньо високі функціонально-технологічні показники для використання у м'ясних продуктах [4].

В процесі досліджень були змодельовані рецептури пельменів з різною м'ясною сировиною та протеїном з насіння конопель (*Cannabis Sativa L.*), вироблених ТОВ «Десналенд» Сумської області. У якості контрольного зразка була обрана рецептура начинки для пельменів «Сибірські»; у зразку № 1 використовувалась яловичина та свинина; у зразку № 2 свинина; у зразку № 3 червоне м'ясо курчат-бройлерів; у зразку № 4 біле м'ясо курчат-бройлерів. У модельні рецептури вносився протеїн з насіння конопель у кількості 20 % до загальної маси фаршу. Процес заморожування зразків проводили методом шокового заморожування за температури мінус 34...35°C до значення в товщі пельменів -18°C.

Серед функціонально-технологічних показників фаршів вологосв'язуюча здатність (ВЗЗм і ВЗЗа) є важливим показником, що визначає технологічну ефективність фаршевої начинки і безпосередній вплив на якість готових виробів.

Дослідження проводились у зразках начинки для пельменів до заморожування та після розморожування, що дозволяє оцінити вплив технологічної обробки на зміни у продукті.

На рис. 1 та 2 представлено результати дослідження вологосв'язуючої здатності дослідних фаршів.

Відповідно до результатів, наведених на рис. 1, усі досліджувані зразки мали значення ВЗЗм вище 60 %. Серед модельних фаршів найвищі значення мали зразки свинини та яловичини.

Після розморожування у всіх зразках фаршу спостерігалось зниження значення вологосв'язуючої здатності. Найбільшу різницю між параметрами ВЗЗм мав зразок № 1, в якому протеїн із насіння

конопель поєднувався з яловичиною та свининою, що знизився на 8,36 % порівняно з початковим значенням.

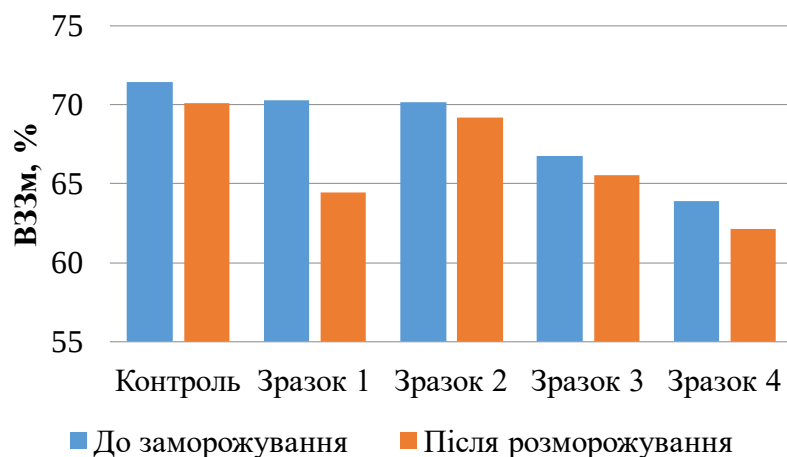


Рис. 1. Значення ВЗЗм у пельменях до заморожування та після розморожування

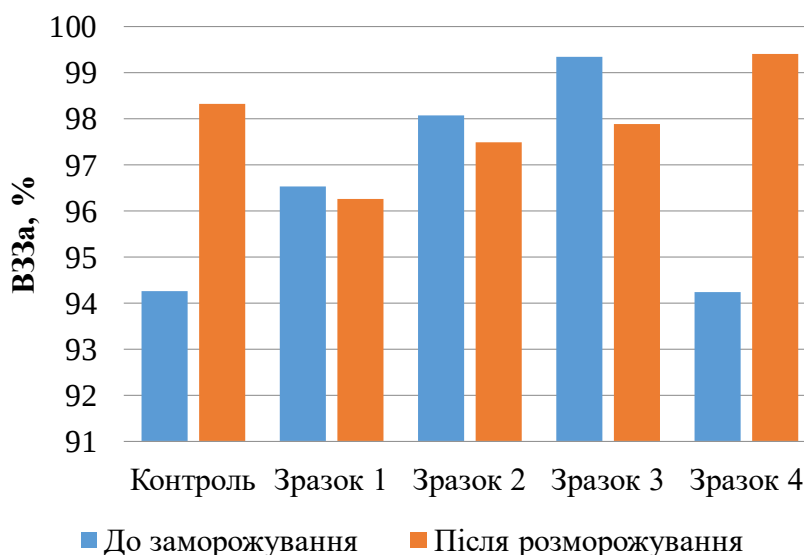


Рис. 2. Значення ВЗЗa в пельменях до заморожування та після розморожування.

Найкращі показники мав зразок № 2 з використанням червоного м'яса курчат-бройлерів, де показники знизилися на 0,98 %.

Отримані дані свідчать про достатньо високі значення показника ВЗЗм, які для всіх зразків перевищують 90,00 %.

Зміна цього показника після розморожування відбувалася нерівномірно: спостерігалось зниження значень ВЗЗa у зразках, крім рецептури з білим м'ясом курчат-бройлерів, а також у контрольній рецептурі.

Найвищі значення ВЗЗа також спостерігаються у зразках з використанням м'яса курчат-бройлерів.

Висновок. Отримані фаршеві системи з використанням продуктів переробки насіння конопель мають високу вологозв'язуючу здатність. Технологічний вплив, а саме процес заморожування, призводить до зниження цих показників, однак їх значення залишаються на високому рівні. Представлені дані свідчать про доцільність подальших досліджень фаршевих систем з нетрадиційною білокумісною сировиною.

Список використаних джерел

- 1.Пасічний В. М. Рангове оцінювання комбінованих м'ясопродуктів. *Наукові праці НУХТ*. Київ : УДУХТ. № 11, 2002. С. 77-80.
- 2.Топчій О. А., Кишенько І. І., Котляр Є. О. Використання рослинних олій у рецептурах м'ясних паштетів. *Науковий вісник ЛНУВМБ ім. С. З. Гжицького*, 2013. Т. 15, № 1(3). С. 169-173. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvlnu_2013_15_1\(3\)__30/](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvlnu_2013_15_1(3)__30/).
- 3.Тронько М. Д., Полумбрик М. О., Кравченко В. І., Бальон Я. Г. Наукові аспекти вирішення проблеми йододефіциту у населення України. *Ендокринологія*, 2011. Т.16, №2. С. 189-199.
- 4.Пасічний В. М. , Божко С. Б., Тищенко В. І., Божко Н. В., Самілик М. М. Дослідження продуктів переробки насіння конопель для використання у м'ясних продуктах. *Наукові праці НУХТ*, 2022. Т. 28, № 2. С. 174-183.

ОСОБЛИВОСТІ БРОДІННЯ ЧЕРВОНИХ ВІНОМАТЕРІАЛІВ

*Кічура Д. Б., кандидат технічних наук, доцент
Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів*

Такі фактори як зараженість винограду (надалі вина) мікроорганізмами, інтенсивність окислювальних процесів, починаючи з їх збирання машинами, транспортування самоскидами і подальше контактування з металевими поверхнями обладнання, які є свого роду каталізаторами біохімічних процесів, мають значний вплив на одержання виноматеріалів. Виноматеріал насичується залізом, іншими металами, продуктами корозії. Крім того, в окремі роки доводиться в значних кількостях переробляти некондиційний, а інколи і дещо підгнивший виноград, що призводить до суттєвих змін

складу і властивостей сусла. Процеси бродіння сильно ускладнюються внаслідок переважання багатьох побічних реакцій. Виноматеріали з такого сусла погано освітлюється, а приготовані з них вина не стабільні. Існує навіть термін «важкоосвітлювані» або «важкооброблювані» виноматеріали [1, 2].

Червоні вина екстрактивніші за білі, що пояснюється підвищеним вмістом дубильних речовин. Вирізняються кращою біологічною та харчовою цінністю, зокрема містять вітаміни та мікроелементи, також червоні вина мають кращу бактерицидну дію. Дубильні речовини червоних столових вин пом'якшують дію алкоголю на організм людини. Для збереження якості і стійкості вина необхідний захист від переокиснення і дії сторонніх мікроорганізмів. Для максимального насичення барвними речовинами застосовують настоювання, теплову обробку або екстракцію мезги перед бродінням, подальшу сульфитацію, вилучення суслосамопливу та бродіння. Бентоніт активно застосовують під час процесу бродіння для білих виноматеріалів. Ефективність його використання на стадії зброджування покращує якість виноматеріалів [3–5]. Під час бродіння бентоніт вводять у сусло без відстоювання або після разом з дріжджовим розведенням. Ферменти, що окислюють сусло, збираються на бентоніті, після чого втрачають контакт з киснем. Бурхливе бродіння, що починається після цього, інактивує оксидази за рахунок біологічної дії дріжджів. Під час бродіння дріжджова маса рівномірно розподіляється на завислих у суслі часточках бентоніту, що зумовлює інтенсифікацію процесу бродіння.

У перші 8 діб процес бродіння сусла на бентонітовій суспензії відстає від бродіння зразків з додаванням порошку бентоніту, наступні 10...12 діб процес вирівнюється для Каберне та Сапераві, для Мерло – показники вищі. Це можна пояснити тим, що суспензія бентоніту обволікає дріжджові клітини й утруднює доступ до них кисню. Додатково досліджували кількість суспензії бентоніту на прикладі Каберне й Мерло у кількості 10...50 г/дал, й прийшли до висновку, що більше 30 г/дал вводити не рекомендується, оскільки, це не покращує ні якісних, ні кількісних характеристик виноматеріалу. Як видно з рис. 2, кількість бентоніту в суспензії істотно впливає на процес бродіння у перші 6 діб для концентрації 50 г/дал, надалі ж вміст цукрів змінюється, отже недоцільно підвищувати концентрацію бентоніту для приготування суспензії.

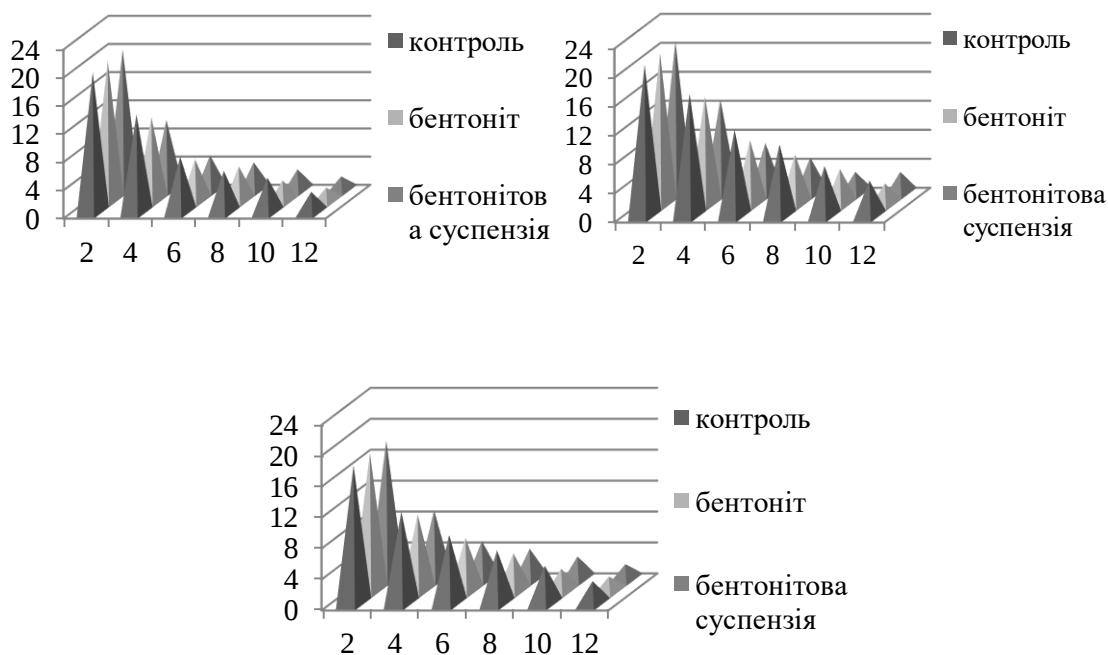


Рис. 1. Залежність тривалості процесу бродіння винограду сорту: Каберне, Мерло та Сапераві, відповідно

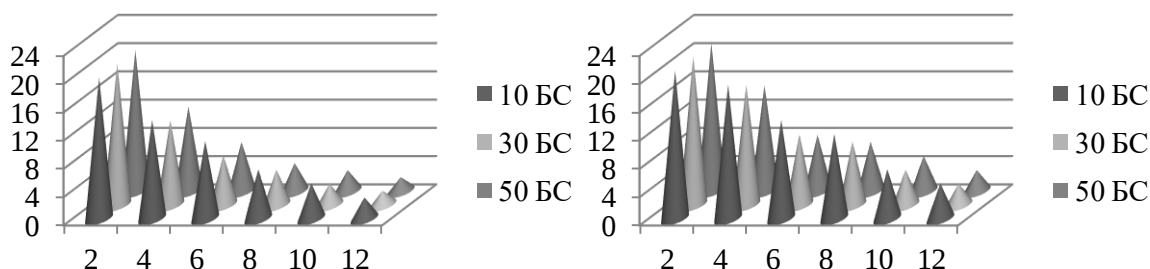


Рис. 2. Вплив кількості суспензії бентоніту на тривалість процесу бродіння винограду сорту Каберне, Мерло, Сапераві відповідно

Коли процес бродіння завершується, бентоніт чи суспензія осідають, беручи з собою частину азотистих речовин. Пектинові речовини не заважають цьому процесу, оскільки під час бродіння піддаються пектолізу. Якщо спостерігати за процесом бродіння з суспензією бентоніту за однакового дозування бродіння завершується на 12...15 добу, а на порошку на 3...4 доби раніше за контрольну пробу. Щодо кількості суспензії бентоніту, то зростання тривалості бродіння зменшує цей вплив, а підвищення концентрації суспензії до 50 % ніяк не покращує показники виноградного сусла.

У результаті проведених експериментальних досліджень можна зробити висновок, що цей матеріал покращує якість у первинному виноробстві. Коньячний спирт, отриманий з таких виноматеріалів, має підвищений вміст ацеталей та фурфуролу, а кількість оцтового альдегіду та вислих спиртів значно менша. За органолептичними показниками воно також виграє. Отже, застосування бентоніту на стадіях первинного виноробства обґрунтовано й доцільно, особливо це важливо для виноматеріалів неокисленого типу.

Підвищення виробництва вин їх експорту вимагає підвищення стабільності, товарного вигляду і продовження гарантійного терміну зберігання й подальшої реалізації. В даний час не допускається зменшення строку стабільності вин для внутрішнього споживання до 1 року, а марочних – 1,5 року. Це спонукає усіх вітчизняних виробників продовжувати пошук нових досконалих методів виробництва вин та інших напоїв. Червоні вина мають найбільшу схильність до біохімічних та фізико-хімічних помутнів. Щодо біохімічних, то для червоних столових виноматеріалів має місце утворення бурого осаду, а саме вино набуває буро-каштанового кольору. Такі помутніння мають місце тоді, коли для виробництва вина використали некондиційний виноград, який мав значні вади. Схильність до таких помутнів перевірити досить легко, слід нагріти виноматеріал до температури 75°C, витримати 15...20 хв. без доступу кисню, охолодити й витримати 40...48 год. Якщо утворилось помутніння, яке не зникає за додавання 10 % розчину соляної кислоти, то має місце утворення оксидазного каасу. З проведених експериментальних досліджень ні один виноматеріал – Каберне, Мерло та Сапераві – не мав схильності до біохімічних помутнів.

Вина без витримки – це основний об'єм столових вин України, що реалізують не раніше початку наступного за врожаєм року. Перспективним методом скорочення виробничого циклу, що забезпечить енерго- та ресурсозберігаючий характер запропонованої технології, є виробництво молодих вин з метою підвищення їх біологічної стійкості та збільшення гарантійного терміну зберігання та покращення візуальних та органолептичних характеристик. Органолептичні показники вин, які вибродили на бентоніті, мають вищу якість, їх смак значно м'якший, а аромат – набагато сильніший.

Органолептичні характеристики особливо важливі для сортових вин, (аромат, смак, й запах). За використання бентоніту активність окислювальних ферментів мінімальна, що попереджає утворення

окисних сполук, на що вказує окисно-відновний потенціал виноматеріалу. На збереження сортового аромату має вплив окисно-відновний потенціал виноматеріалу, що встановлюється після завершення процесу бродіння.

Список використаних джерел

1. Валуйко Г. Г. Технология виноградных вин. Симферополь : Таврида, 2001. 624 с.
2. Ковалевский К.А., Ксенжук Н.И., Слезко Г.Ф. Технология и техника виноделия : учеб. пособие. Киев : Фирма "ИНКОС", 2004. 560 с.
3. Костенко В. П. Культуру споживання вина треба підвищувати негайно. *ВиноГрад*, 2014. № 4-5. С. 9-11.
4. Агеева В. Н. Влияние погодных условий на химический состав и качество виноградных вин. *Виноделие и виноградарство*. 2012. № 4. С. 18-22.
5. Валуйко Г. Г. Технологические правила в виноделии. Симферополь: Таврида, 2004. Т. 1. 332 с.

ВПЛИВ УМОВ ФЕРМЕНТАЦІЇ ЖИТНІХ ЗАМІСІВ НА СКЛАД ЛЕТКИХ РЕЧОВИН ДИСТИЛЯТІВ

*Паляниця Л. Я., кандидат хімічних наук, доцент
Березовська Н. І., кандидат хімічних наук, доцент
Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів*

Виробництво етилового спирту є важливою галуззю національної економіки. Цей продукт є сировиною у хімічній, фармацевтичній, харчовій промисловості, а також використовується як біопаливо [1]. Його якість є визначальним аспектом у технології лікero-горілчанних виробів і для подальшого застосування як розчинника. Склад карбонвмісних речовин, що утворюються під час бродіння за участю дріжджів *Saccharomyces cerevisiae*, визначається видом обраної сировини та її якістю, способом термоферментативного оброблення зернових замісів, штамами дріжджів, умовами бродіння та брагоректифікації [2-4]. Тому особливо важливо є визначити зв'язок між параметрами технологічного процесу та вмістом цих сполук у дистилятах. Очищення спирту-сирцю від домішок збільшує загальну собівартість продукції та енерговитрати на здійснення цього процесу, а також формує органолептичні властивості готового продукту [5].

За хімічними властивостями нагромаджені під час спиртового бродіння зернового сусла, окрім етанолу, карбонвмісні речовини можна розділити на такі основні групи: карбонільні сполуки, естери, вищі спирти та органічні кислоти. Серед карбонільних сполук у дистилятах, одержаних із зернової сировини, найбільше міститься ацетальдегіду (близько 90%). Коротколанцюгові і розгалужені альдегіди утворюється в основному під час ферментації за участю дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* з цукрів, жирних кислот і амінокислот. Серед інших речовин цього класу може накопичуватися акролеїн, якщо використовується недоброякісне зерно, а також фурфурол – синтезований із геміцеллюлози або з інших пентозовмісних полісахаридів [6].

Естери формують сенсорні характеристики спиртних напоїв за рахунок приємних фруктових тонів. Встановлено, що естери вищих спиртів утворюються, насамперед, під час основного бродіння, а решту наприкінці спиртового бродіння із нагромаджених органічних кислот і спиртів [7]. Загальна концентрація цих сполук у дистилятах залежить в основному від наявності етилового та метилового естерів оцтової кислоти. Тому найбільше синтезується етилацетату, значно менше метилацетату, ізобутилацетату, ізоамілацетату та ін.

Вищі спирти формують сивушну фракцію, до складу якої входять н-пропанол, ізопропанол, н-бутанол, ізобутанол, ізоаміловий спирт, н-пентанол. Синтез цих сполук відбувається декількома шляхами під час зброджування зернового сусла з: 1) амінокислот, які перетворюються до відповідних спиртів, що є продуктами розкладу вуглеводів, 2) з α -кетокислот як проміжних продуктів росту біомаси дріжджів, 3) із вторинних продуктів бродіння та побічних продуктів, що містяться у зерновій сировині.

У дистилятах також присутні органічні кислоти, утворення яких пов'язано із синтезом амінокислот, розмноженням і ростом дріжджових клітин. Концентрація органічних кислот у спирті може досягати від 100 до 800 мг/дм³. Найбільша частка припадає на леткі кислоти, зокрема оцтову.

Метою роботи було дослідження впливу комплексів ферментних препаратів, що використовують на стадії гідролізу крохмалю як основного компонента зернової сировини у технології спирту, на склад утворених під час ферментації житнього сусла карбонвмісних речовин у бражних дистилятах.

Заміс готували із помелу жита з прохідністю $98 \pm 1\%$ крізь отвори з діаметром 1 мм та води у співвідношенні 1:3 у скляних колбах (об'єм $0,5 \text{ дм}^3$) за температури $45 \pm 1^\circ\text{C}$ та інтенсивного перемішування, куди вносили розчин ферментного препарату Amylex 3T як джерела α -амілази. Температура розріджування становила $83 \pm 1^\circ\text{C}$, тривалість процесу – 2,5 год. Після охолодження розрідженої маси до $55 \pm 1^\circ\text{C}$ вносили розчин Diazyme SSF (джерело глюкоамілази) та оцукрювали протягом 40 хв. Додатково для глибшої та ефективної біоконверсії усіх компонентів жита використовували грибку амілазу Diazyme FA та целюлолітичний ферментний препарат Laminex BG2, що гідролізує β -глюкани, ксилани та целюлозу, вміст яких у житі є більшим, ніж в іншій зерновій сировині, з якої одержують етиловий спирт. Спиртове бродіння сусла проводили з використанням попередньо реактивованих сухих спиртових дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* (Deltaferm AL-18) протягом 72 год за температури $33 \pm 1^\circ\text{C}$. Із бражки відганяли етанол та аналізували дистиляти на вміст карбонвмісних речовин за допомогою газової хроматографії.

Контролем слугували дистиляти, одержані з використанням на стадії термоферментативного оброблення (ТФО) житнього замісу - Amylex 3T і Diazyme SSF (К). Інші умови ТФО були такими: *варіант 1* - Amylex 3T, Diazyme SSF, Laminex BG2; *варіант 2* - Amylex 3T, Diazyme, Diazyme FA; *варіант 3* - Amylex 3T, Diazyme, Diazyme FA, Laminex BG2.

Хроматографічний аналіз дистилятів дозволив визначити серед карбонільних сполук ацетальдегід, вміст якого становив від 97,2 до 99,3%, та бензальдегід – 0,7-2,8% від загальної кількості сполук цієї групи. Найбільше ацетальдегіду спостерігали у дистилятах, для одержання яких використовували додатковий ферментний препарат Laminex BG2, найменше – у другому варіанті з Diazyme FA. Проте вміст бензальдегіду був майже однаковим і в контролі, і в другому варіанті. Використання целюлази під час термоферментативного оброблення житніх замісів зумовлює збільшення вмісту естерів у дистилятах в 1,4 рази, а грибною амілази – зменшення вмісту цих речовин у 2,5 рази.

Важливим елементом оцінки придатності житнього дистиляту для виробництва алкогольних напоїв є визначення складу сивушної фракції. Були обчислені відносні пропорції н-пропілового, ізобутилового та ізоамілового спиртів, які впливають на

органолептичні властивості продукту, для усіх дистилятів. Відповідно, вони становили: для контролю – 1,00:1,25:2,75, для першого варіанту – 1,00:1,05:2,95, для другого – 1,11:1,00:3,16 і для третього – 1:1,05:3,20. Як видно, вміст ізоамілового спирту збільшується в кожному наступному варіанті, при цьому вміст н-пропілового та ізобутилового залишається майже незмінним.

У спирті з жита окрім оцтової, валеріанової та ізовалеріанової були виявлені такі кислоти, як: капронова, каприлова, що не повинні потрапляти після ректифікації у готовий продукт. Вони синтезуються під час метаболізму дріжджів і, зазвичай, асоціюються з небажаними сенсорними дефектами. Проте ці сполуки були виявлені в концентраціях, нижчими за межі їх сприйняття.

Отже, якісний склад карбонільних сполук, естерів, вищих спиртів і кислот у всіх досліджуваних житніх дистилятах залишається майже однаковим. Отримані результати свідчать про ефективність використання на стадії ТФО ферментного комплексу Amylex 3T, Diazyme, Diazyme FA, що забезпечує кращі показники житніх дистилятів у порівнянні з комплексом Amylex 3T, Diazyme, Laminex BG2 та контролем. Вони характеризуються нижчими концентраціями небажаного ацетальдегіду, ніж інші дистиляти.

Список використаних джерел

1. Zabed H., Sahu J. N., Suely A., Boyce A. N. and Faruq G. Bioethanol production from renewable sources: Current perspectives and technological progress. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2017. Vol. 71. P. 475-501.
2. Biernacka P., Wardencki W. Volatile composition of raw spirits of different botanical origin. *Journal of the Institute of Brewing*, 2012. Vol. 118. P. 393–400.
3. Pielech-Przybylska K., Balcerek M., Nowak A., Patelski P. The effect of different starch liberation and saccharification methods on the microbial contaminations of distillery mashes, fermentation efficiency, and spirits quality. *Molecules*, 2017. Vol. 22. No 10. P. 1647.
4. Walker G. M., Stewart G. G. *Saccharomyces cerevisiae* in the production of fermented beverages. *Beverages*, 2016. No 2(4). P. 30.
5. Christoph N., Bauer-Christoph C. Flavour of spirit drinks: raw materials, fermentation, distillation, and ageing, flavour frag. *Springer*. Berlin, 2007. P. 219–225.
6. Ebringerová A. Structural diversity and application potential of hemicelluloses. *Macromol. Symp.*, 2005. 232, 1–12.

7. Kłosowski Gr., Czupryński B. Kinetics of acetal and esters formation during alcoholic fermentation of various starchy raw materials with application of yeasts *Saccharomyces cerevisiae*. *Journal of Food Engineering*, 2006. 72(3):242-246.

6. Balcerek M., Pielech-Przybylska K., Dziekonska-Kubczak U., Patelskiand P., Strak E. Fermentation Results and Chemical Composition of Agricultural Distillates Obtained from Rye and Barley Grains and the Corresponding Malts as a Source of Amylolytic Enzymes and Starch. *Molecules*, 2016. 21, 1320; doi:10.3390/molecules21101320.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВМІСТУ ІНГІБІТОРІВ ПРОТЕЇНАЗ В РОСЛИННІЙ СИРОВИНІ

Будник Н. В., кандидат технічних наук, доцент

Кайнаш А. П., кандидат технічних наук, доцент

Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава

Серед гучних і несподіваних інновацій простежується більш «приземлена» тенденція – стрімкий розвиток світового ринку продуктів на рослинній основі. Дослідницька компанія Mintel назвала цей глобальний тренд Power to the plants – «Сила рослин». За прогнозами аналітиків США через 25 років рослинні продукти потіснять тваринні на 20%.

Cindy Brown – директор Світової асоціації бобових, виступаючи на 5-ій міжнародній конференції з бобових «ЕРА після COYID-19», зазначила, що максимальне використання бобових у харчуванні – це виправдані потреби майбутніх поколінь Y і Z. Зростання попиту на бобові культури та ріст цін на них на світовому ринку підтвердили і інші представники наукової спільноти, виробники та переробники бобових.

Аналіз літературних даних [1] показує, що насіння сої, гороху, квасолі, сочевиці, маша, нуту містять до 40% білка. Причому протеїн бобових культур має досить близький амінокислотний склад з тваринним білком. Так, у протеїні продуктів переробки насіння бобових ідентифіковано 18 амінокислот, в т.ч. всі незамінні, вміст яких коливається в межах 28,5...37,0 % від їх загальної кількості.

Бобові багаті також поліненасиченими жирними кислотами, фосфоліпідами, макро- і мікроелементами, вітаміном Е, клітковиною. Однак, харчову цінність білків бобових у значній мірі знижують

біологічно активні антіаліментарні речовини: інгібітори протеїназ, фітогемаглютиніни, гойтрогени та ін. Найбільшої шкоди під час використання бобових у раціоні харчування людини завдають інгібітори протеїназ. Фізіологічні функції цих речовин білкової природи загальновідомі: вони можуть виконувати роль запасних білків, регулювати активність протеолітичних процесів, запобігаючи передчасному розпаду резервних білків. Разом з тим, інгібітори протеїназ мають властивість істотно знижувати каталітичну активність протеолітичних ферментів (трипсину і хімотрипсину) шлунково-кишкового тракту людини, утворюючи з ними неактивні комплекси. Надходження в організм підвищеної кількості інгібітору трипсину призводить до зменшення процесу гідролізу білків їжі, зниження ефективності їх засвоєння і, як наслідок, гіпертрофії підшлункової залози, порушення функції печінки, затримки росту та ін.

Таким чином, високий вміст інгібіторів істотно знижує поживну цінність і технологічні властивості білків бобових. Слід зазначити, що у порівнянні з іншими антіаліментарними речовинами інгібітори трипсину мають досить високу стійкість до інактивації. Знизити активність цих речовин можна дією високих температур в поєднанні з підвищеним тиском. Збільшує ефективність термообробки також попереднє замочування бобових. В цей же час поряд з інгібіторами трипсину відбувається руйнування і деяких видів гемаглютинінів.

Метою досліджень було визначення вмісту інгібіторів трипсину в різних видах бобових культур та підбір активного екстрагента для їх вилучення.

Вміст інгібіторів трипсину в екстрактах досліджуваних зразків визначали за ступенем гальмування субстрату (казеїну) чистим препаратом трипсину та подальшим вимірюванням оптичної щільності продуктів гідролізу – амінокислот і пептидів. Оптичну щільність визначали колориметричним методом за довжини хвилі 750 нм. Для повного вилучення інгібіторів трипсину з підготовлених проб досліджуваних зразків був апробований ряд екстрагуючих речовин: етиловий спирт, розчини їдкого натрію, соляна кислота 0,1 М розчин і субкритична вода. Найбільш ефективною виявилася субкритична вода. Отримані результати узгоджуються з літературними даними [2], які трактують, що у субкритичному стані вода має властивості органічного розчинника та є ефективним екстрагентом. Результати досліджень наведено в табл. 1.

Таблиця 1 - Вміст інгібіторів трипсину у різних видах бобових культур

Назва зразка	Вміст інгібіторів трипсину (екстрагент субкритична вода), мг/ г	Вміст інгібіторів трипсину (екстрагент 0,1 М розчин соляної кислоти), мг/ г	Вміст інгібіторів трипсину (екстрагент етиловий спирт), мг/ г	Вміст інгібіторів трипсину (екстрагент розчини їдкого натрію), мг/ г
Соя	36,9 ± 1,42	30,9 ± 1,45	28,12 ± 1,45	27,42 ± 1,45
Горох	9,8 ± 0,42	7,2 ± 0,42	6,3 ± 0,42	5,58 ± 0,42
Квасоля	8,4 ± 0,35	6,4 ± 0,38	5,13 ± 0,45	4,85 ± 0,48
Сочевиця зелена	3,89 ± 0,38	2,89 ± 0,44	2,21 ± 0,39	1,85 ± 0,43
Сочевиця червона	3,34 ± 0,38	2,23 ± 0,43	1,89 ± 0,41	1,34 ± 0,42

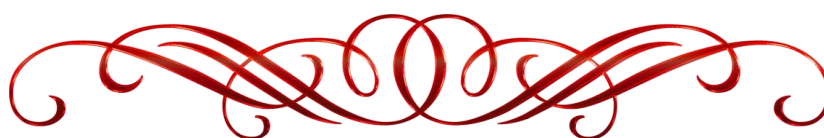
Аналіз результатів досліджень показав, що найвищий вміст інгібіторів трипсину в сої, а найменший – в сочевиці червоній. Найвищу ефективність серед екстрагентів має субкритична вода.

Таким чином, проблема деструкції інгібіторів трипсину, на наш погляд, є найактуальнішою для сої. А екстрагування субкритичною водою, яке проводили за температури $130 \pm 3^\circ\text{C}$ протягом 10 хв. з протитиском 12 МПа є найефективнішим способом видалення інгібіторів протеїназ.

Перелік використаних джерел

1. Антипова Л. В., Мартемьянова Л. Е. Оценка потенциала источников растительных белков для производства продуктов питания. *Пищевая промышленность*. 2013. № 8. С. 10–12.

2. Субкритична екстракція біологічно активних речовин із виноградних вичавок: моногр. / В. О. Сукманов, А. І. Українець, В. Л. Зав'ялов та ін. К. : НУХТ, 2019. 415 с.



СЕКЦІЯ 2. НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА

ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ СІЧЕНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ ДЛЯ ДИТЯЧОГО ХАРЧУВАННЯ

*Мацук Ю. А., кандидат технічних наук, доцент
Травнікова В. В., здобувач вищої освіти ступеня магістра
Дніпровський національний університет ім. О. Гончара, м. Дніпро*

В сучасному світі ставлення до харчування стає все більш відповідальним та усвідомленим. Особливо це стосується дітей, які є найбільш вразливою групою щодо якості та складу їжі. З метою поліпшення якості дитячого харчування, компанії постійно вдосконалюють технології виробництва продуктів.

Одним з прогресивних напрямків виробництва дитячого харчування є використання січених напівфабрикатів з додаванням вареного гарбузового пюре. Гарбуз – це високохарчовий та корисний продукт, який містить велику кількість вітамінів та мікроелементів, необхідних для здорового розвитку дитини. Крім того, варене гарбузове пюре має ніжний смак та текстуру, що дозволяє легко засвоюватися дитячим організмом [1].

Одним з важливих аспектів виробництва січених напівфабрикатів з додаванням гарбузового пюре є правильний вибір сировини та забезпечення якості продукту на кожному етапі виробництва. Для цього можуть використовуватися сучасні технології контролю якості, такі як HACCP та ISO 22000, які дозволяють забезпечити високу якість продукту та уникнути ризику захворювання на харчові отруєння.

Крім того, важливо враховувати потреби різних вікових груп дітей та розробляти продукти з врахуванням їхніх особливостей. Так, наприклад, для дітей до 1 року віком рекомендується використовувати продукти з найбільш дрібним подрібненням та ретельним змішуванням інгредієнтів для отримання однорідної консистенції та забезпечення легкої засвоюваності продукту організмом.

Також, додавання гарбузового пюре може покращити смак та текстуру продукту, зробивши його більш соковитим та м'яким. Гарбузове пюре може також допомогти знизити вміст жиру та

калорій у продукті, зробивши його більш здоровим для дітей та допомогти зменшити ризик розвитку ожиріння та інших проблем [2].

Удосконалення технології виробництва січених напівфабрикатів з додаванням вареного гарбузового пюре дозволяє покращити якість дитячого харчування, забезпечивши його більшою кількістю корисних речовин та покращеною засвоюваністю продукту організмом.

Проте, необхідно враховувати, що вдосконалення технології виробництва може вимагати додаткових витрат та часу для розробки та тестування нових рецептур. Крім того, важливо відповідати вимогам безпеки та якості продукту, включаючи його мікробіологічну безпеку та стабільність.

Удосконалення технології виробництва січених напівфабрикатів з додаванням вареного гарбузового пюре для дитячого харчування може бути важливим кроком у покращенні якості продукту і задоволення потреб споживачів [3].

Основні кроки в удосконаленні технології виробництва таких напівфабрикатів можуть включати наступне:

- вибір високоякісних інгредієнтів, включаючи свіжі гарбузи і інші складові, що використовуються в рецептурі.
- розробка оптимального співвідношення інгредієнтів, яке забезпечує необхідний баланс поживних речовин і смакових якостей.
- використання передових технологій обробки інгредієнтів, таких як шинкування і розмелювання, для досягнення потрібної консистенції і текстури.
- впровадження нових методів термічної обробки, що забезпечують збереження поживних речовин та органолептичних властивостей продукту.
- тестування нової технології на відповідність стандартам якості та безпеки харчових продуктів.

Виробники можуть також провести дослідження з оцінки смакових якостей продукту та його сприйняттям споживачами, щоб впевнитися в успішності нової технології та забезпечити задоволення попиту на цей продукт [4].

Також виробники можуть провести дегустаційні тестування з різними групами споживачів, зокрема з дітьми та їхніми батьками. Дослідження може охоплювати такі аспекти як смакові якості, текстуру, аромат та загальну сприйнятливність продукту.

Результати дослідження можуть бути використані для вдосконалення рецептури продукту, зміни пакування та маркетингової стратегії, а також для розрахунку вартості продукту. Крім того, виробники можуть використовувати результати дослідження для просування продукту на ринку та збільшення його конкурентоспроможності [5].

Таким чином, дослідження смакових якостей та сприйняття споживачами є важливою складовою успішного виробництва та маркетингу продукту.

У цілому, удосконалення технології виробництва січених напівфабрикатів з додаванням вареного гарбузового пюре може позитивно вплинути на якість та корисність продукту, що сприятиме збільшенню попиту на нього в ринкових умовах.

Список використаних джерел

1. Гуменюк С. П., Кравченко Н. В., Шевченко О. В. (2012). Інструкції з якості харчових продуктів та покращення технологій виробництва. Київ : НУХТ.
2. Хомич І. М., Шестак Л. І., Бондаренко О. В. Гарбузові напівфабрикати для дитячого харчування. *Харчова промисловість*, 2016. №10. С. 34-38.
3. Дехтярова О. В., Шевчук І. В. Розробка формули комплексної дитячої каші з додаванням гарбузового пюре. *Наукові праці НУХТ*, 2016. №60. С. 21-28.
4. Chaudhary A. K., & Singh K. Development of pumpkin based value-added products: a review. *Food Science and Human Wellness*, 2017. № 6 (4). P. 175-181.
5. Chinma C. E., & Akoma O. Development and quality evaluation of pumpkin-enriched noodles. *Food Science and Nutrition*, 2017. № 5(1). P. 1-8

ПЕРСПЕКТИВИ ЗДОРОВОГО ХАРЧУВАННЯ НАСЕЛЕННЯ УКРАЇНИ

*Кічура Д. Б., кандидат технічних наук, доцент
Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів*

Середня тривалість життя населення за останні роки для чоловіків – 59 років, для жінок – 72 роки, за цим показником Україна посідає одне з останніх місць серед індустріально розвинутих країн.

Стан харчування населення – один із найважливіших факторів, що визначає здоров'я і збереження генофонду нації. Правильне харчування сприяє профілактиці захворювань, продовженню життя, створенню умов для підвищення здатності організму протидіяти несприятливому впливу навколишнього середовища. Харчування – це головний керований чинник, що забезпечує нормальний ріст та розвиток населення його працездатність, довголіття, творчий потенціал нації. Правильно організоване харчування відіграє важливу роль у зниженні ризику розвитку хронічних неінфекційних захворювань, особливо так званих хвороб століття: серцево-судинні, онкологічні, діабет, ожиріння, остеопороз, карієсу тощо [1]. Науковим фундаментом ефективного використання фактора харчування в збереженні здоров'я людини і профілактиці захворювань є теоретичне обґрунтування взаємозв'язку харчування та життєдіяльності організму. Їжа – це мультикомпонентний чинник навколишнього середовища, що містить понад 600 речовин, необхідних для нормальної життєдіяльності організму. Кожна з цих речовин посідає певне місце в складному гармонійному механізмі біохімічних процесів і сприяє використанню їжі в різноманітних процесах життєдіяльності людини. Останнім часом встановлено факт існування невідомих раніше факторів їжі, так званих мінорних нехарчових біологічно активних компонентів, які покращують якість життя і знижують ризик розвитку багатьох захворювань.

Мета політики у сфері здорового харчування – збереження та зміцнення здоров'я населення, профілактика захворювань, які зумовлені відхиленням від раціонального харчування дітей і дорослих. Основним завданням державної політики у сфері здорового харчування є створення економічної, законодавчої і матеріальної баз, що забезпечують:

- виробництво у необхідних обсягах продовольчої сировини і харчових продуктів;
- доступність харчових продуктів для всіх верств населення;
- високу якість та безпечність харчових продуктів;
- навчання населення принципам раціонального, здорового харчування;
- постійний контроль за станом харчування населення.

Актуальною є проблема недостатності таких мінеральних речовин, як кальцій (особливо для людей похилого віку, що супроводжується розвитком остеопорозу), залізо (особливо для

вагітних жінок і дітей, що супроводжується розвитком анемії), йод (його дефіцит у дітей призводить до відчутних втрат інтелектуальних здібностей), фтор, цинк, селен. Найбільш негативно на стан здоров'я населення впливає дефіцит так званих мікронутрієнтів – вітамінів, мікроелементів, поліненасичених жирних кислот. Він призводить до різкого зниження опірності організму до дії несприятливих чинників навколишнього середовища, що проявляється розладом систем антиоксидантного захисту і розвитком імунодефіцитного етапу. Першочергового значення набуває на сучасному етапі, проблема пошуку нових джерел харчових речовин, розширення виробництва їжі.

Другий напрямок, який сприяє покращенню структури харчування населення – це використання нових технологій в харчовій промисловості і створення широкої гами натуральних продуктів модифікованого хімічного складу.

Третім, найбільш ефективним способом покращення структури харчування населення, зокрема ліквідації дефіциту мікронутрієнтів, є широке застосування в їжу так званих біологічно активних добавок (БАД), які є концентратами таких природних компонентів їжі, як вітаміни, мінеральні речовини та мікроелементи, окремі жирні кислоти, фосфоліпіди та ін. застосування такого роду БАД дозволяє зменшити дефіцит есенціальних харчових речовин, підвищити неспецифічну резистентність організму до впливу несприятливих факторів навколишнього середовища, реалізувати імунокорекцію, максимально індивідуалізувати харчування. Таким чином, формула їжі XXI століття становить суму складових: традиційні (натуральні) продукти, у тому числі генетично модифіковані + натуральні продукти модифікованого складу + БАД. Формула здорового харчування – це також сума трьох рівнозначних складових: економічні можливості, асортимент харчових продуктів, рівень освіченості в питаннях раціонального харчування.

У наукових дослідженнях використовують ринковоорієнтовану класифікацію за функціональними властивостями компонентів продукти [1, 2]:

- ♦ пребіотики (інулін, ксилоолігосахаріди, фруктоолігосахаріди, ізомальтоолігосахаріди тощо);
- ♦ пробіотики (живі культури біфідобактерій, кисломолочних бактерій тощо);
- ♦ мінеральні речовини, кількістю більшою за добову потребу;

- ♦ харчові волокна (полідекстрини, висівки тощо);
- ♦ не канцерогенні підсолоджувачі (мальтітол, фітритол тощо);
- ♦ нутрієнти, що корегують тиск крові (олігопептиди, лактопептиди тощо);
- ♦ нутрієнти, що регулюють вміст холестерину в організмі (ізолят соєвого білка, солі альгінової кислоти).

Продукти спеціального призначення, виготовлені з натуральної традиційної та нетрадиційної екологічно чистої сировини, з високим вмістом біологічно активних речовин, пристосовані для тривалого зберігання – для здорових людей (що мешкають в нормальних екологічних умовах, та в порушених екологічних умовах), для хворих людей. В основу класифікації продуктів спеціального призначення покладено функціональне призначення окремих оздоровчих продуктів, які поділяють за групами людей на такі:

- що проживають в умовах порушеної екології;
- різних вікових категорій;
- різних професій;
- продукти профілактичного і лікувально-профілактичного призначення при різних захворюваннях.

Поширюються соціально зумовлені інфекційні хвороби, як туберкульоз, який пов'язаний з недостатнім білковим харчуванням та загрожує фізичному та інтелектуальному здоров'ю нації. Катастрофічне скорочення тривалості життя і зростання рівня смертності населення, різке зниження якості життя окремої людини та індексу здоров'я нації при значному порушенні харчового статусу зумовлює гостру необхідність підняття питань про харчування населення України на державний рівень. Під державною політикою в галузі харчування населення мається на увазі комплекс державних заходів, які спрямовані на створення умов, що забезпечують задоволення потреб різних груп населення в раціональному харчуванні, з урахуванням їхніх традицій, звичок, стану здоров'я, екологічної ситуації, економічного положення відповідно до вимог медичної науки. Вказана концепція має базуватися на вимогах медичної науки, наукових розробках і результатах фундаментальних і прикладних наукових досліджень. Здорове харчування повинно забезпечити нормальне функціонування всіх фізіологічних процесів в організмі людини, підвищити опірність до захворювань в умовах несприятливого екологічного довкілля, запобігати передчасному старінню і сприяти активному довголіттю [1–4]. Сучасне уявлення

про харчування – це так звана концепція оптимального харчування, яка передбачає необхідність і обов'язковість повного забезпечення потреб організму не лише в енергії, есенціальних, мікро- і макронутрієнтах, але і в необхідних баластних та мінорних нехарчових БАД їжі, перелік і значення яких неможливо вважати остаточно вивченими і встановленими.

Список використаних джерел

1. Технологія харчових продуктів функціонального призначення : моногр. / Мазаракі А. А. та ін. ; за ред. М. І. Пересічного. К. : КНТЕУ, 2012. 1116 с.
2. Пересічний М. І., Кравченко М. Ф., Карпенко П. О. Технологія продукції громадського харчування з використанням біологічно активних добавок : навч. посіб. К. : КНТЕУ, 2003. 321 с.
3. Корзун В. Н., Козарин І. П., Парац А. М. та ін. Проблеми мікроелементів у харчуванні населення України та шляхи їх вирішення. *Проблеми харчування*, 2007. № 1. С. 5-11.
4. Іванов С. В., Сімахіна Г. О., Науменко Н. В. Технологія оздоровчих харчових продуктів : навч. посіб. К. : НУХТ, 2015. 399 с.

РОЗШИРЕННЯ АСОРТИМЕНТУ Й УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПІСОЧНОГО НАПІВФАБРИКАТУ

*А. Г. Фарієєв, кандидат технічних наук, доцент
М. І. Варениця, здобувач вищої освіти ступеня магістра
Дніпровський національний університет ім. О. Гончара, м. Дніпро*

Борошняний кондитерський виріб посідає значуще місце у харчовому раціоні людини. Досить відомими та з широким асортиментом є вироби з пісочного тіста. Особливістю пісочного тіста є його відмінний від інших склад, який надає виробам крихкості і розсипчастості. Разом з цим, основні традиційні компоненти, серед яких борошно пшеничне вищого сорту, яйця курячі, масло вершкове тощо [1], надають пісочному напівфабрикату високої калорійності. Продукт також є збагаченим на вітаміни та інші важливі для організму нутрієнти.

Науковцями постійно проводиться пошук способів удосконалення технології та рецептури приготування пісочних напівфабрикатів. Відомо, що для покращення рецептурного складу доцільним є використання комплексних натуральних інгредієнтів.

Саме тому, з метою розширення асортименту і створення пісочного напівфабрикату для виробництва виробів підвищеної харчової цінності, в тому числі функціонального призначення, пропонується використання білковмісної та безглютенової сировини.

Серед високовмісної білкової сировини особливу роль надають сиру кисломолочному – це доступний традиційний кисломолочний продукт, який містить у своєму складі незамінні амінокислоти і є легкозасвоюваним продуктом. Середня калорійність сиру кисломолочного є незначною і складає всього 155,3 ккал та представлена 16,7 г білку, 9 г жирів, 2 г вуглеводів на 100 г, на противагу, одному з основних складників пісочного тіста, вершковому маслу, середня калорійність якого 717 ккал, що забезпечено 0,8 г білку, 1,3 г вуглеводів і 72,5 г жирів. Разом з цим, сир багатий вітамінами, а саме: вітаміном РР (ніацінового еквівалент) (3,1722 мг), вітаміном С (0,5 мг), вітаміном В₂ (рибофлавін) (0,3 мг), вітаміном В₁ (тіамін) (0,04 мг), вітаміном А (ретинол) (80 мкг) і макро та мікроелементами: фосфором – 220 мг, калієм – 112 мг, натрієм – 41 мг, магнієм – 23 мг, кальцієм – 164 мг, залізом – 0,4 мг [2].

Зважаючи на хімічний склад та такі корисні властивості сиру кисломолочні як: забезпечення росту та відновлення всіх тканин організму, особливо кісткової; зміцнення волосся, нігтів, зубів; забезпечення роботи нервової системи; зміцнення серцевого м'язу; забезпечення за рахунок амінокислот метіоніну і триптофану процесу кровотворення, вирішено цим компонентом провести заміну у рецептурі пісочного тіста частини вершкового масла.

Поруч з необхідністю створення нових продуктів з підвищеними харчовою і біологічною цінностями існує потреба у розробці продуктів функціонального призначення. Так, щороку зростає попит на безглютенову сировину та безглютенові вироби. Це пов'язане, на сам перед, зі збільшення числа хворих на целиацію. Лікування даного захворювання передбачає дотримання суворої безглютенової дієти. Зважаючи на рецептурний склад традиційного пісочного тіста, для створення безглютенової продукції з його використанням, необхідним є повна заміна пшеничного борошна вищого сорту на його безглютенові аналоги.

Серед відомої та доступної безглютенової сировини на сьогодні є борошно пшоняне, гречане, рисове і кукурудзяне [3]. Підтримуючи основну ідею у збагаченні білковмісними компонентами нових виробів з використанням пісочного напівфабрикату, доцільно

зосередити увагу на безглютеновому пшонаному борошні і борошні із зеленої гречки.

Так, борошно пшонане, окрім своєї достатньої поживності і гарних смакових властивостей, містить 12,0 % білків, а також п'яту частину щоденної норми споживання вітамінів В₁, В₆, РР, магнію, фосфору, міді та марганцю.

Борошно зеленої гречки за вмістом білку знаходиться майже на рівні з борошном пшонаним (10 % білку) та є досить корисним для організму людини за рахунок високого вмісту поліненасичених жирних кислот (ω -3) і фосфоліпідів, вітамінів групи В (В₁, В₂, В₃, В₆, В₈ (інозитол), В₉), вітаміну Е, а також макро- і мікроелементів.

Проведені попередні відпрацювання технології та рецептури приготування напівфабрикатів підвищеної харчової і біологічної цінностями в тому числі функціонального призначення, з пісочного тіста з використанням сиру кисломолочного та безглютенового пшонаного борошна і борошна з зеленої гречки. Отримані попередні органолептичні результати готових виробів мають достатньо високі результати. Разом з цим, готові вироби між собою за зовнішнім виглядом поверхні, кольором, смаком та запахом мають значну відмінність. Так, напівфабрикат із застосуванням у рецептурі сиру кисломолочного і борошна пшонаного мав більш гладеньку та рівномірну поверхню, колір – світло-жовтий, смак і запах – характерний виробам даної групи у порівнянні з традиційним. Напівфабрикат з використанням борошна з гречки зеленої вирізнявся окрім гладкої та рівної поверхні, рівномірним золотисто-зеленуватим кольором, смак і запах були з відповідним гречаним присмаком.

Отже, використання сиру кисломолочного у поєднанні з безглютеновою сировиною у технології виготовлення пісочного напівфабрикату з метою створення виробів підвищених харчової і біологічної цінностей, в тому числі функціонального призначення, є актуальним та потребує подальших досліджень.

Перелік використаних джерел

1. Сборник рецептов мучных кондитерских и булочных изделий для предприятий общественного питания. М. : Экономика, 1985. 294 с.
2. Сир: хімічний склад, користь для здоров'я. *Dovidka.biz.ua* : веб-сайт. URL: <https://dovidka.biz.ua/sir-himichniy-sklad-korist-dlya-zdorov-ya> (дата звернення: 15.03.2023).

3. Шаповаленко О. І., Скорікова Г. І., Корж Т. В., Бублик І. В., Степчук Ю. П., Раташнюк П. В. Поживна цінність продуктів, виготовлених із зерна круп'яних культур. URL : <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/4613/1/kru.pdf> (дата звернення: 08.03.2023).

EXPANSION OF THE RANGE OF CREAM-HONEY OF INCREASED FOOD VALUE

*A. H. Farisieiev, candidate of technical sciences, associate professor
Ye. Yu. Boichenko, master's student
Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro city*

The problem of nutrition is considered one of the most important problems, since neither the life of a person, nor his health and work are possible without adequate nutrition. Scientists have long developed a theory of balanced nutrition. According to this theory, a person's diet should contain not only the necessary amount of proteins, fats, carbohydrates, but also substances such as essential amino acids, vitamins, mineral salts, in certain proportions that are beneficial for a person.

Honey contains a fairly high amount of minerals and trace elements: phosphorus, iron, copper, calcium, lead, potassium, fluorine, zinc, etc. Various vitamins are present in honey: B1, B2, B3, PP, B6, C, carotene and others, which are destroyed very slowly during storage [1]. The chemical composition of natural bee honey is complex and undergoes significant fluctuations (Table 1).

The main mass of the dry matter of honey consists of carbohydrates, which are found in glucose, fructose, sucrose and dextrins. Glucose and fructose make up about 90% of all honey sugars. The properties of these monosaccharides determine the main qualities of honey: its sweetness, high nutritional value, crystallization, hygroscopicity, etc. [2].

In addition, bee honey contains maltose, isomaltose, furanose and other disaccharides. Bee honey also contains dextrins (a mixture of polysaccharides), which are formed during the breakdown of starch.

Of the minerals, honey contains both macroelements (potassium, sodium, calcium, magnesium, iron, phosphorus, etc.) and microelements (aluminum, copper, manganese, lead, zinc, etc.). The dark color of honey depends on the content of these substances in the nectar.

Table 1 – Composition of natural bee honey (in %)

Inverted sugar (Glucose, Fructose)	65...80
Saccharose	1...5
Dextrins	2...10
Nitrogen substances	0,1...1,0
Organic acids	
defined by formic acid	0,05...0,2
defined in degrees of acidity	1,0...4,0
Mineral substances	0,1...0,2
Vitamins (B ₆ , B ₂ , B ₁ , C etc.) per 100 mg of honey	1,5...6,5
Water	15...20

Nitrogen substances in honey are proteins and amino acids. It has been established that honey contains up to 17 amino acids.

Vitamins are contained in honey in small quantities. Nicotinic and pantothenic acids, pyridoxine (B₆), riboflavin (B₂) and thiamine (B₁), biotin, folic and ascorbic acids (vitamin C) are most often found in it. Different types of honey contain different amounts of vitamins.

In terms of consistency, honey can be liquid or candied. The consistency of honey depends on its chemical composition, temperature, duration, and the method of storage and harvesting. Crystallization occurs 3-10 weeks after honey is pumped out. This is a natural process, as a result of which honey does not lose its natural, taste and medicinal properties. The speed of crystallization depends on the botanical composition of the plant from which it was collected, and the temperature of the environment. Glucose precipitates, but fructose remains in a liquid state. Crystallization will occur faster, the more glucose is in the honey [3].

Solid, crystallized honey is difficult to package, which sometimes causes reluctance to use this valuable product. All of these inconveniences can be overcome during the production of cream-honey. Such honey has a paste-like consistency, a well-defined aroma and an attractive appearance. Beekeepers use cream-honey to expand their assortment and attract buyers [4].

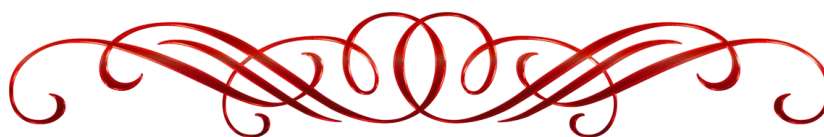
Today cream-honey has gained popularity in Europe, Canada, America. Invented and patented in the USA by scientist Elton J. Dyson in 1935 [4]. Cream-honey recently appeared on the market in Ukraine, so research on this product is relevant.

Cream-honey, unlike honey, does not crystallize, does not harden at low temperatures and does not spread at room temperature, it retains its creamy structure and softness for a long time. At the same time, it is important that it retains all the beneficial properties characteristic of honey. Cream-honey is usually used as a separate dessert, as toppings, as well as when baking confectionery. One of the advantages of cream-honey is that it is easily mixed with other ingredients into a homogeneous mass [5].

The modern consumer is becoming more and more picky about the assortment and especially the benefits of the products he consumes. Therefore, in order to popularize the consumption of honey by the population, it is promising to produce cream-honey using biologically valuable plant raw materials. Such raw materials can be: raspberries, oranges, ginger, lemon, cinnamon, almonds, cocoa, pistachios, cherries, pine cones, viburnum, sea buckthorn, thyme and tea rose petals, mint and lime peel, carrot, paprika, red pepper powders, turmeric, nutmeg, cinnamon, crushed walnut kernels. This will allow to diversify the taste properties of the product, to enrich its chemical composition.

References

1. Tytarenko, L. D., Pavlova, V. A., Malyghina, V. D. Identification and falsification of food products. Kyiv, Ukraine : Centr navchaljnoji literatury, 2006. 192 p. (in Ukrainian).
2. Malyghina, V. D., Tytarenko, L. D., Porodina, L. V., Lykhonina, Gh. O., Lazarjeva, N. T., Kholodova, O. Ju. Basics of examination of food products. Kyiv, Ukraine : Kondor, 2009. 296 p. (in Ukrainian).
3. Prytuljsjka, N. V., Rudavsjka, Gh. B. Food products (laboratory practice). Kyiv, Ukraine : KNUTE, 2007. 505 p. (in Ukrainian).
4. Pakhomova I. V. Perspectives of the use of non-traditional vegetable raw material during the production of natural creamed honey. *Herald of Lviv University of Trade and Economics. Technical sciences*. Lviv, 2017. V. 18. P. 121-128 (in Ukrainian).
5. Pat. 1987893 USA, A23L1/08. Honey process and products / James Dyce Elton; Cornell University. Publ. 15.12.1935.



ПІДВИЩЕННЯ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ КЕКСІВ ТА ЗБАГАЧЕННЯ β -КАРОТИНОМ ЗА РАХУНОК ГАРБУЗОВОГО ПЮРЕ

*Капліна Т. В., доктор технічних наук, професор
Дудник С. О., аспірант*

*Вищий навчальний заклад Укоопспілки «Полтавський
університет економіки і торгівлі», м. Полтава*

Каротиноїди є важливими будівельними матеріалами багатьох рослин. Проте, під час застосування препаратів β -каротину харчова цінність продукту підвищується лише на один показник, тому борошняні кондитерські вироби доцільно збагачувати рослинною сировиною, багатою на каротин, харчові волокна, пектинові та мінеральні речовини, полівітаміни. Найбільш доступними джерелами β -каротину є морква, обліпіха, глід, шипшина, червоний перець, гарбуз та ін.

Найрозповсюдженою овочевою культурою, що вирощують на території України, є гарбуз, з якого виробляють значну кількість консервів для дитячого, дієтичного та профілактичного харчування. З високовітамінних сортів виготовляють вітаміни та концентрати β -каротину.

В гарбузі наявний значний вміст каротиноїдів і флавоїдів, що є природним антиоксидантом, вітамінів групи В, С, РР, Е, пектинових речовин, вуглеводів (5...15 %), білкових речовин (1...2 %); в невеликій кількості наявні жири і органічні кислоти. У гарбузі найвищий вміст заліза; він багатий солями міді і фосфору. М'якоть гарбуза добре засвоюється організмом [1].

Гарбуз широко використовується в харчуванні людини. Він є цінним харчовим продуктом, джерелом біологічно активних речовин. Гармонійне поєднання білків, вуглеводів, цукрів, вітамінів, органічних кислот, ферментів має сприятливий вплив на організм людини. Гарбуз містить солі калію, кальцію, фосфору, заліза, міді, цинку, вітаміни С, В1, В2, В6, Е, та інші біологічно активні речовини [2].

Вчені [3] підтвердили, що гарбузове пюре та гарбузовий порошок сприяють покращенню сенсорних та фізико-хімічних показників якості цільнозернового хліба. Введення таких добавок до рецептур хліба сприяє збільшенню пористості та питомого об'єму,

сприяє збереженню свіжості хліба і підвищенню його харчової цінності. Виготовлений в такий спосіб «гарбузовий пряник» містив найбільшу кількість вуглеводів, як засвоюваних, так і не засвоюваних клітковини, магнію, фосфору, заліза, а також вітамінів, бета-каротину, РР і Е порівняно із звичайним сирцевим.

Нами було досліджено можливість підвищення харчової цінності кексів за рахунок уведення до рецептурного складу продуктів переробки гарбуза.

Кекси – це борошняні кондитерські вироби, в рецептуру яких входить значна кількість яйцепродуктів, цукру та жиру, а також цінні у смаковому відношенні наповнювачі – родзинки, цукати, фрукти, горіхи та ін.

За контрольний зразок нами було обрано кекс «Столичний» (Рецептура №425) зі «Збірника рецептур борошняних кондитерських та булочних виробів» [4].

Для збільшення харчової цінності та розширення асортименту кексів 100,0% родзинок було замінено на пюре із відвареного гарбуза. Випечені кекси з пюре із відвареного гарбуза оцінювали за органолептичними та фізико-хімічними показниками.

Поверхня кексів, у міру збільшення кількості доданого пюре відвареного гарбуза, ставала більш рівною. Це пов'язано з тим, що пюре має більшу вологість, ніж родзинки, і воно рівномірно розподіляється з компонентами тіста. Під час випікання у тісті відбуваються фізико-хімічні та колоїдні зміни, які формують якість готових виробів. Колір кексів ставав помаранчевим. Кексові вироби мали виражений смак гарбуза.

Характерною особливістю виготовлених кексів було те, що вони мали високі споживчі властивості та харчову цінність (табл. 2).

Внесення гарбузового пюре до складу кексового тіста зменшило кількість вуглеводів на 20,6 %, підвищило вміст натрію і калію на 25 % та 29 %, відповідно знизило вміст фосфору на 20 %, та збільшило вміст β -каротину в 13,5 разів.

Таким чином, у результаті проведених досліджень було отримано зразки кексів з використанням технології [4], проведено повну заміну родзинок на пюре з відвареного гарбуза, що дозволило підвищити харчову цінність готового продукту, та збагатити β -каротином і знизити калорійність виробу на 22%.

Таблиця 2 – Харчова цінність кексів з гарбузовим пюре

Харчові речовини	Вміст харчових речовини	
	Кекс «Столичний» (контрольний зразок)	Кекс «Гарбузик»
Білки,	5,4	5,4
Жири,	17,1	16,6
Вуглеводи,	50,6	40,0
Харчові волокна,	0,16	0,4
<i>Мінеральні речовини, мг:</i>		
Na, натрій	152	191
K, калій	86	112
Ca, кальцій	26	28
P, фосфор	90	72
Fe, залізо	2	2
<i>Вітаміни, мг:</i>		
B1, тіамін	0,28	0,29
B2, рибофлавін	0,13	0,15
PP, нікотинамід	0,70	0,74
B - каротин	0,02	0,29
C, аскорбінова кислота	0,0	0,72

Список використаних джерел

1. Шевченко Л. В., Михальська В. М., Яремчук О. С., Камінська О. В., Байєр О. В. Джерела каротиноїдів та їх характеристика (огляд) *Science Review*. Warsaw, Poland, 2018. № 8 (15). Р. 19-26.

2. Глібова С. Ю. Оцінка якості свіжого гарбуза твердокожу // *Технології харчової та переробної промисловості АПК - продукти здорового харчування*, 2016. № 6 (14). С. 25–31.

3. Любич В. В., Желєзна В. В., Грабова Д. М. Оцінювання якості кексу з додаванням до борошна тритикале гарбузового пюре. *Trends and prospects development of science and practice in modern environment : abstracts reports The X International Science Conference (November 22–24, Geneva, Switzerland)*, 2021. Р.357-362.

4. Спосіб виробництва кексів : пат. 117948 Україна : А 21D 2/38. № а 2016 08808 ; заявл. 15.08.2016 ; опубл. 25.10.2018, Бюл. № 20. 5 с.

ВТОРИННІ СИРОВИННІ РЕСУРСИ – ДЖЕРЕЛО БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ ДОБАВОК

*Хомич Г. П., доктор технічних наук, професор
Юзиковіч О. Г., здобувач вищої освіти ступіня магістр
Вищий навчальний заклад Укоопспілки
«Полтавський університет економіки і торгівлі», м. Полтава*

Здорове харчування має важливе значення в житті людини, воно сприяє профілактиці цілого ряду неінфекційних захворювань і є одним із факторів, який найлегше піддається коригуванню, але у складі харчових продуктів значно знизилась кількість найбільш цінних біологічно активних речовин, що свідчить про порушення в моделях харчування. В сучасному меню значну частку займають продукти з високим вмістом калорійних складових: жирів, цукрів та солі, багато людей не споживають в достатній кількості фруктів та овочів, які є найбільш повноцінним природним джерелом біологічно активних речовин.

Розширення асортиментного ряду продуктів харчування, що містять у своєму складі фізіологічно активні речовини і прогнозоване збільшення масштабів їхнього випуску є пріоритетним напрямком науково-технічної політики в харчовій промисловості України, який спрямований на подолання негативних наслідків екологічної ситуації, сприяє поліпшенню стану здоров'я населення.

Важливим є використання в сучасному виробництві вторинних продуктів переробки, що не тільки збагачує продукти харчування, підвищуючи їх біологічну цінність, але й виконує завдання, передбачені національною стратегією використання відходів, і позитивно впливає на екологізацію виробництва.

Рациональне використання сировини особливо важливе у сучасному світі, тому що значний ріст чисельності населення земної кулі приводить до збільшення показника споживання природних ресурсів. Окрім того, нераціональне використання сировинних ресурсів негативно впливає на навколишнє середовище, забруднюючи його та залишаючи негативний слід в екології.

Відходами сокового виробництва є вичавки, частка яких може сягати до 50 % від маси сировини, що надходить на переробку. Використання їх, як вторинної рослинної сировини, важливе з економічної, технологічної та екологічної точки зору. Вичавки

сокового виробництва можна спрямувати для подальшого використання в харчовій промисловості і збагатити біологічну цінність харчових продуктів, виготовлених за традиційними рецептурами.

Метою досліджень є удосконалення технології харчових продуктів з використанням рослинної сировини шляхом переробки вторинних продуктів сокового виробництва.

На початковому етапі експериментальних досліджень досліджували хімічний склад сировини і вичавок отриманих після вилучення соку.

Проводили аналіз якості сировини у стадії споживчої стиглості. Органолептична оцінка плодів (хеномелес) та ягід (смородина чорна, журавлина, порічки) показала, що вони мають кислий смак та колір і аромат специфічний відповідній сировині.

Вичавки, отримані після вилучення соків, являють собою ущільнену масу, яка складається із шкірочки, зерняткової камери та залишків м'якоті.

Визначено за результатами показників хімічного складу сировини та вичавок, отриманих після вилучення соків, що у складі вичавок міститься значна кількість органічних кислот, пектинових та фенольних речовин. Титрована кислотність вичавок знаходиться в межах 1,30 % (порічка) ... 4,85 % (хеномелес), частка пектинових речовин – 1,55 % (журавлина, порічки) до 2,30 % (смородина чорна), фенольних речовин – 198,4 мг/100 г (порічки) ... 780 мг/100 г (хеномелес). Пектинові та фенольні речовини, що містяться у складі вичавок, свідчать про їх високі функціонально-технологічні властивості. У вичавках чорної смородини та хеномелесу виявлено значний вміст L-аскорбінової кислоти (86,5 мг/100 г та 120 мг/100 г відповідно).

Для визначення найбільш ефективного методу переробки відходів фруктової сировини досліджували різні технологічні способи їх подальшої переробки: екстрагування, сушіння, протирання, варіння.

В результаті отримали чотири різних вторинних продуктів переробки фруктових вичавок: водний та водно-спиртовий екстракти, порошок, пюре і желеуючий сік. Встановили раціональні параметри отримання кожного продукту переробки вичавок і дослідили їх показники якості, які підтвердили наявність в їх складі біологічно

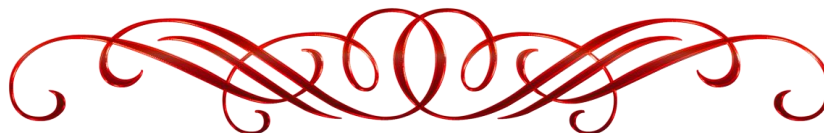
активних речовин, що свідчить про доцільність їх подальшого використання в технології харчових продуктів.

Дослідження використання відходів фруктової сировини в технології харчових продуктів підтверджує можливість використання їх в якості складових рецептурних компонентів при виробництві напоїв, борошняних виробів, фруктових соусів та кондитерських виробів.

В рецептурах борошняних виробів можна застосовувати всі види вторинних продуктів переробки фруктових вичавок: в якості заміни частини пшеничного борошна (порошок, пюре) і в якості заміни води (водний екстракт, желюючий сік), що позитивно впливає на біологічну цінність готового виробу.

Визначено, що порошкоподібні добавки, можна використовувати в технології дріжджового, пісочного і бісквітного тіста. Порошки сприяють підвищенню біологічної цінності борошняних виробів і впливають на скорочення тривалості бродіння тіста у випадку дріжджових виробів, позитивно впливають на стабільність піни у випадку бісквітного тіста та показники якості (вологість, упік, розсипчастість, ламкість, намоочуваність та лужність) у випадку пісочного тіста.

Таким чином, за рахунок збільшення обсягів відходів, що спрямовуються на перероблення можна зменшити використання обсягів використання первинної сировини, максимально використати ресурсний потенціал фруктової сировини у виробництві, збільшити вихід готового продукту, що позитивно вплине на економіку та екологію виробництва.



СЕКЦІЯ 3. НОВІ ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ ХАРЧОВИХ І ПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ

ЗАСТОСУВАННЯ РАДІАЦІЙНО-КОНВЕКТИВНОГО МЕТОДУ ВИСУШУВАННЯ ДЛЯ ВИДАЛЕННЯ ВОДИ З ФРУКТОВИХ ГЕЛІВ

Камбулова Ю. В., доктор технічних наук, професор

Оверчук Н. О., аспірант

*Акулова С. С., здобувач вищої освіти ступеня магістра
Національний університет харчових технологій, м. Київ*

Технології багатьох видів кондитерської продукції з гелеподібною структурою (фруктово-ягідного і фруктов-желейного мармеладу, пастили білкової і фруктової, зефіру) включають стадію сушіння. На ній продуктом досягається такий вміст сухих речовин, який достатній для подальшого зберігання продукту без його мікробіологічного псування.

У традиційному способі сушіння фруктов-ягідного і желейно-фруктового мармеладу застосовується конвекційне багатостадійне видалення вологи протягом 6...8 год., що передбачає високі енергозатрати. Це стало вагомою перепорою для випуску кондитерськими фабриками желейно-фруктового і фруктов-ягідного мармеладу, цінність хімічного складу якого набагато перевищує різноманіття кондитерської продукції. Отже, питання оптимізації процесу висушування фруктових гелів, пошук перспективних методів сушіння є актуальним і перспективним.

Сьогодні цікавим для харчової промисловості є метод сушіння інфра-червоним (ІЧ) випромінюванням [1-2], в якому витрачається менша кількість енергії для випаровування 1 л води, ніж за конвекційного сушіння. Вченими запропоновано застосовувати інфрачервоне висушування для паприки [3], чіпсів, скибочок цибулі, спорових грибів, персиків [4], фруктових пастилок [5], імбиру і інших продуктів з метою максимального збереження біоактивних і ароматичних сполук, кольору та збільшення термінів зберігання продукту. Всі дослідження показували менші витрати часу на процес висушування порівняно з конвекцією без втрати якості продукту.

Процес інфрачервоного сушіння не передбачає використання органічного пального, а інфрачервоні промені характеризуються високою тепловою дією. Принцип інфрачервоного методу базується на поглинанні інфрачервоних променів вологою, що знаходиться

всередині продукту, через що відбувається її нагрівання і в подальшому – випаровування. Такий вид висушування має не лише високу ефективність, а й високу економічність. До того ж, інфрачервоне висушування приводить до знищення шкідливої мікрофлори, що наявна на поверхні продукту і знезаражує його перед пакуванням. Якщо в конвекційному способі сушіння транспортування енергії і вологи здійснюється одним носієм – повітрям, то при інфрачервоному сушінні енергія передається випромінюванням, а волога виноситься чистою парою, в якій відсутні пилові частинки. Це дозволяє здійснити процес сушіння більш безпечно.

Звідси, метою досліджень стало отримання наукових результатів із застосування радіаційного інфрачервоного висушування для фруктових гелів з різними цукрами.

У дослідженнях використано рецептури фруктових гелів, до складу яких увійшла наступна сировина: сливове пюре, пюре айви японської, сахароза (або глюкоза, або фруктоза), ЛА-пектин, полідекстроза (для гелів з фруктозою). Такий склад фруктових гелів було підібрано в процесі розроблення кондитерського продукту з пониженим вмістом цукру [6-7]. Для отримання дослідних зразків пектин перемішували з цукром, (за необхідності – із полідекстрозою), додавали фруктове пюре і уварювали суміш до вмісту сухих речовин 67%, розливали у форми і залишали на 40 хв. в приміщенні лабораторії за температури $20 \pm 2^\circ\text{C}$ для охолодження і структуроутворення. Сформовані гелі виймали з форми і піддавали сушінню на лабораторній сушильній установці, що була розроблена науковцями Національного університету харчових технологій України [8]. Зразок фруктового гелю розміщали в камері сушіння у сітчастому кошику, вмикали прилад і за допомоги регуляторів задавали значення температури. У процесі сушіння відзначали зміни масі зразків гелів.

Для кожного зразка фруктового гелю режими сушіння підбирали в індивідуальному порядку. Підсумки досліджень і порівняльна характеристика процесу сушіння інфрачервоним методом наведена у табл. 1.

Із таблиці видно, що для всіх зразків фруктового гелю були підібрані двостадійні режими сушіння з різними параметрами температури і тривалості. Перший період для зразка №1 (з сахарозою) складає 20 хв. при температурі 50°C , для зразків № 2, 3 (з фруктозою і глюкозою, відповідно) температуру знижено до 40°C . Причиною цьому стало те, що за 50°C на зразках з фруктозою

утворювалась скоринка, яка в подальшому заважала видаленню вологи. Зниження температури на 10^oC дозволило поступово видаляти капілярну вологу із зразка і уникнути провалювання корпусу від сконцентрованої всередині вологи. Саме тому, тривалість І періоду сушіння для зразків № 2, 3 було подовжено до 70 і 40 хв. відповідно. Отже, сушіння фруктових гелів з фруктозою і глюкозою потребує менших температур -і більшого часу.

Таблиця 1 – Рекомендовані параметри сушіння фруктових гелів

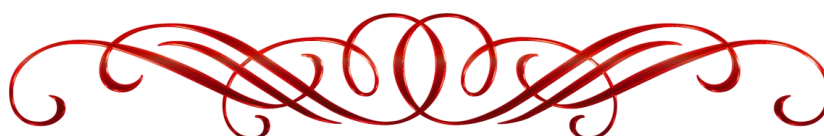
Показник	Фруктові гелі		
	з сахарозою	з глюкозою	з фруктозою
І період			
Температура, ^o C	50	40	40
Тривалість сушіння, хв	20	40	70
Кількість видаленої вологи, %	3,28	0,87	3,43
Швидкість сушіння, г/хв	0,164	0,021	0,051
Енерговитрати, кДж	1404	1764	2988
ІІ період			
Температура, ^o C	70	70	55
Тривалість сушіння, хв	140	160	110
Кількість видаленої вологи, %	6,77	9,17	6,55
Швидкість сушіння, г/хв	0,048	0,057	0,061
Енерговитрати, кДж	8856	10620	4320
Загальна тривалість сушіння, хв	160	200	180
Загальні втрати вологи, %	10,05	10,04	9,98
Вміст сухих речовин в зразках, %	78,0		
Загальні витрати енергії, кДж	10620	12384	7308

Другий період характеризується менш інтенсивною вологовіддачею, оскільки колоїдна, або адсорбційно зв'язана вода, будучи міцно пов'язана з макромолекулами пектину, важко видаляється з гелю, так як процес її випаровування пов'язаний з дифузією і залежить від міграції води всередині зразка. Тож для ІІ періоду характерним є інтенсифікація процесу сушіння шляхом підвищення температури: для зразків № 1, 3 – до 70^oC, для зразка № 3

– до 55°C. Численні досліді показали, що сушіння зразку з фруктозою за температури 70°C є неможливим. Такі зразки мали пересушену скоринку, провалений корпус і вологу всередині. Причиною цього могло стати явище, зворотне видаленню вологи: за рахунок надвисокої температури для даного зразка всередині утворився значний температурний градієнт і волога почала переміщуватись від зовнішніх шарів до внутрішніх. Тож, оптимальною температурою для II-го періоду сушіння зразка з фруктозою стала 55°C. Тривалість сушіння у II періоді складає: 140 хв. – для зразка з сахарозою, 110 хв. – з фруктозою, 160 хв – з глюкозою.

Список використаних джерел

1. Tkachenko S. Y., Spivak O. Y. (2007). Drying processes and installations. VNTU, Vinnitsa, Ukraine.
2. Tsotsas E., Mujumdar A.S. (Eds.). (2011). Modern Drying Technology. Modern Drying Technology, 5 : Process Intensification, Wiley, Hoboken, USA.
3. Orikasa T., Ono N. Watanabe T., Ando Y., Shiina T. (2018). Shoji Koide Impact of blanching pretreatment on the drying rate and energy consumption during farinfrared drying of Paprika (*Capsicum annuum* L.). Food Quality and Safety, 2, (2). P. 97-103.
4. Basman A., Yalcin S. (2011). Quick-boiling noodle production by using infrared drying. Journal of Food Engineering, 106, (3). P. 245-252.
5. Simao R., Moraes Z., Karchofi B., Laurindo Z. (2020). Recent advances in the production of fruit leathers. Food Engineering Reviews, 12. P. 68-82.
6. Камбулова Ю.В., Оверчук Н.О. Аналіз якості фруктових та ягідних пюре для виробництва мармеладу. *Харчова промисловість*, 2015. №17. С. 46-50.
7. Overchuk N., Zharuk T., Kambulova Yu. The use of varieties of sugars in the technology of fruit and berry marmalade mass. *Modern methods of studying matter and interaction of substances, as well as the subject-based relations modeling*. London, 2016. P. 49-53.
8. Strel'chenko N. V., Malezhyk I. F., Burlaka T. V., Dubovets'kyi I. V. (2016). Patent 112348 : Radiationconvective drying unit (in Ukrainian). Ukraine patents database.



ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМНОГО ПІДХОДУ ПІД ЧАС МОДЕЛЮВАННЯ, ЯК ЗАСІБ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ХОЛОДОПОСТАЧАННЯ

*Петренко О. В., кандидат технічних наук, доцент
Семенюк Д. П., кандидат технічних наук, доцент
Державний біотехнологічний університет, м. Харків*

При створенні та експлуатації складних систем холодопостачання потрібно зазвичай проводити численні дослідження та розрахунки з:

- оцінкою різних технічних і техніко-економічних показників, що характеризують властивості як окремих підсистем, так і системи в цілому;

- вибором оптимальних структур окремих підсистем та структури всієї системи;

- вибором оптимальних значень параметрів системи.

Виконання таких досліджень можливе лише за наявності методів математичного моделювання із застосуванням системного підходу. При цьому видається, що система холодопостачання складається з безлічі взаємодіючих підсистем та елементів.

Основна мета системного підходу – виявити механізм функціонування системи холодопостачання, а керуючих систем – забезпечити адаптацію до умов експлуатації, що змінюються. Аналіз показує, що система холодопостачання може бути об'єктом системного підходу. Завдання оптимізації холодильних установок збігається з метою системного підходу забезпечити максимальну ефективність роботи системи за змінних умов експлуатації.

Серед системних досліджень особливе місце посідають питання опису будови системних об'єктів. Ці дослідження спираються на ряд понять, серед яких насамперед слід зазначити поняття системи [1, 2].

Системою називають сукупність будь-яким способом виділених реальних чи уявних елементів. Ця сукупність є системою, якщо:

- задані зв'язки між цими елементами;
- кожен із елементів усередині системи вважається неподільним;

- із навколишнім середовищем система взаємодіє як ціле;

- при зміні у часі сукупність вважатиметься однією системою, якщо між її елементами у різні моменти часу можна провести однозначну відповідність.

Система сприймається як цілісна множина взаємозалежних неподільних елементів. Однак такий поділ системного об'єкта на частини носить умовний характер і змінюється залежно від рівня систем, що приймається. Будь-який елемент за певних умов може розглядатися як система.

Системний підхід базується на розгляді холодильної установки у взаємозв'язку з навколишніми підсистемами та об'єктами. При цьому задані зв'язки між окремими елементами холодильної установки; кожен елемент вважається неподільним; з навколишнім середовищем система взаємодіє як ціле, тобто система сприймається як цілісна множина взаємозалежних умовно неподільних елементів. Наявність зв'язків між окремими елементами холодильної системи означає, що зміна параметрів у будь-якому з елементів викликає зміну параметрів інших елементів системи. Зв'язки між окремими елементами відносяться до категорій внутрішніх зв'язків, за допомогою зовнішніх зв'язків здійснюється взаємодія між холодильною установкою та навколишнім середовищем. Система холодопостачання у випадку може розглядатися як багаторівнева ієрархічна структура, якій властиві такі характеристики:

- вертикальна супідрядність;
- пріоритет дій підсистем верхнього рівня;
- взаємозалежність дій.

Вертикальна супідрядність означає, що будь-яка ієрархія складається з послідовного розташованих вертикально взаємодіючих підсистем, що становлять систему холодопостачання. Пріоритет дій підсистем верхнього рівня носить для рівнів нижче обов'язковий характер.

Оскільки підсистема нижчого рівня діє у напрямі досягнення власних локальних цілей, між ними виникає конфлікт, у результаті якого глобальна мета системи може бути досягнута. Тому завдання координуючих дій [3] полягає у ліквідації такого конфлікту. Вочевидь, конфлікту немає, якщо параметри зв'язків є спільними для підсистем різного рівня.

Слід виділити кілька основних етапів системного підходу:

- виділення системи холодопостачання із загального комплексу технологічних виробництв у вигляді окремої холодоенергетичної системи;
- формування взаємозв'язку системи холодопостачання з іншими системами виробництва;

- формування схеми холодопостачання;
- формування системи взаємозв'язку окремих підсистем;
- формування комплексу моделей, що забезпечує вирішення завдань оптимального проектування або експлуатації системи холодопостачання.

Перелічені етапи системного підходу дозволяють насамперед вирішити проблему розмірності завдання. Подання системи холодопостачання як ієрархічної структури дозволяє значно скоротити розмірність системи. При виділенні системи холодопостачання із загального комплексу підприємства та вирішенні завдань оптимального проектування та управління необхідна організація обміну інформацією із суміжними системами підприємства (енергопостачання, водопостачання, технологія та ін.) за допомогою прямих та зворотних зв'язків.

Найбільше значення мають прямі зв'язки з технологією виробництва, які дозволяють визначити параметри технологічних потоків, що охолоджуються, вимоги технологічного регламенту, точність підтримки параметрів і т.ін., що значною мірою впливає на значення теплових навантажень, вибір схеми холодопостачання та конструктивних особливостей холодильного обладнання.

Обмін інформацією між окремими підсистемами безпосередньо самої системи холодопостачання здійснюється за допомогою внутрішніх прямих та зворотних зв'язків.

Значна складність схем холодопостачання підприємств визначає доцільність використання принципу декомпозиції, коли передбачається її поділ на ряд підпорядкованих підсистем.

Важливим етапом, що передуює розробці математичної моделі холодильної установки, є висунення гіпотез про структуру та особливості функціонування об'єкта, що дозволяють сформулювати деяку логічну схему та уявлення про систему холодопостачання, які зрештою перетворюються на деякий фізичний або математичний аналог об'єкта-оригіналу. Перехід від змістовного опису об'єкта для його математичного аналізу називається формалізацією.

І тут можна вважати, що математичні моделі є формалізовані уявлення систем холодопостачання, які служать засобом дослідження та прогнозування їх властивостей, і навіть управління ними.

При системному підході [4] формалізація системи холодопостачання як об'єкта є базою для побудови ієрархії та створення методологій проектування, експлуатації, дослідження.

Вона розглядається як окрема багатоелементна система з ієрархічною структурою та як квазістаціонарна фізико-технічна система з великою кількістю зовнішніх впливів, внутрішніх взаємозв'язків та обмежень.

Для реалізації всебічного дослідження системи холодопостачання пропонується:

- запровадження універсальності ієрархічного принципу декомпозиції з використанням узагальнених функціональних особливостей виділених підсистем;

- здійснення декомпозиції системи на підсистеми, які мають максимальну автономність як з позиції проведення попередніх експериментальних та теоретичних досліджень, так і проведення синтезу та оптимізації безпосередньо у процесі проектування.

Список використаних джерел

1. Бусленко М. П. Моделювання складних систем. М. : Наука, 1978. 399 с.
2. Месаровіч М., Такахара Я. Загальна теорія систем: математичні основи / Пер. з англ.; за ред. С. В. Ємельянова. М. : Мир, 1978. 311 с.
3. Попирін Л. С. та ін. Автоматизація математичного моделювання теплоенергетичних установок. М. : Наука, 1981. 236 с.
4. Руднєв В. Є. і ін. Формування технічних об'єктів на основі системного аналізу. М. : Машинобудування, 1991. 320 с.

ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ КРІОСУМБЛІМАЦІЙНОГО СУШІННЯ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ

***Потапов В. О.,** доктор технічних наук, професор
Білий Д. В., здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії
Державний біотехнологічний університет, м. Харків*

На сьогоднішній день однією з істотних проблем є забезпечення населення якісними і безпечними продуктами харчування. Викликає необхідність у відновленні харчових продуктів з високою біологічною цінністю та екологічною безпекою, розробці продукції збагаченою різними біологічно активними речовинами. Але яскраво виражена сезонність агропромислового виробництва овочевої та плодово-ягідної сировини і складність збереження високих біологічних властивостей без спеціального обладнання не дозволяють її використовувати протягом усього року.

З метою уповільнення фізико-хімічних, біохімічних та інших процесів, які можуть призвести до зниження поживної цінності та запобігання псуванню рослинної сировини, використовується сушильний метод консервування харчової продукції.

Одним із найпоширеніших способів сушіння продуктів є конвективний. Він заснований на передачі тепла продукту, що висушується за допомогою енергії нагрітої парогазової суміші. Таким чином за рахунок передачі об'єкту теплової енергії відбувається випаровування вологи, за якого перенесення пари вологи здійснюється сушильним агентом. Кондуктивний спосіб сушіння, заснований на передачі тепла продукту, що висушується, шляхом безпосереднього контакту з нагрітою поверхнею сушильного обладнання. Певний інтерес представляє акустичний спосіб, який заснований на дії інтенсивних ультразвукових хвиль на зневоднений продукт. Даний процес сушіння носить циклічний характер, під час якого акустична хвиля видаляє вологу, що знаходиться на поверхні продукту.

В даний час відомі методи сушіння, що дозволяють інтенсифікувати процеси та отримати зневоднену продукцію високої якості, до яких належать сушіння в полі інфрачервоного випромінювання та сублімації. Одним із сучасних рішень з переробки біологічної сировини з метою виробництва високоякісних продуктів харчування є технологія кріосублімаційного сушіння. В основному застосовується в харчовій та фармацевтичній промисловості, яка зберігає основні якісні характеристики продукту, збільшуючи час зберігання продуктів.

Кріосублімаційна сушка являє собою технологічний процес, під час якого попередньо заморожена сировина піддається впливу температури, а об'єкт, що висушується, знаходиться постійно у вакуумі. За рахунок зниження тиску в сушильній камері водна фракція випаровується з кристалізованих структур, тим самим переходячи в газоподібний стан з подальшою утилізацією. Оскільки об'єкт знаходиться за досить низьких температур, в готовому продукті забезпечується висока схоронність термолабільних молекул і біологічно активних молекулярних комплексів, що становлять основну цінність рослинної сировини, що переробляється.

У процесі сублімаційного сушіння в замороженій рослинній сировині набагато краще зберігаються низькомолекулярні складні ефіри, які відповідають за ароматичні властивості продукту, ефірні

олії та інші високолетючі компоненти. В результаті кінцевий продукт має високі ароматичні та смакові якості, збагачений особливими лікувальними властивостями. Таким чином, на відміну від інших відомих методів видалення вологи з біологічної сировини під час кріосублімаційного сушіння рослинної сировини, можна отримувати продукти більш вищої якості.

Для підвищення концентрації біологічно активних речовин може бути використаний метод кріосублімаційного фракціонування, який включає наступні етапи переробки: кріозаморожування та подрібнення; сублімаційне фракціонування замороженої сировини; десублімаційне фракціонування та концентрування рідкофазного продукту; екстракційне вилучення з твердофазного продукту ліпофільної фракції зрідженими хладачами [1].

На рис. 1 представлена принципова схема установки з кріосублімаційного фракціонування для переробки біологічних матеріалів.

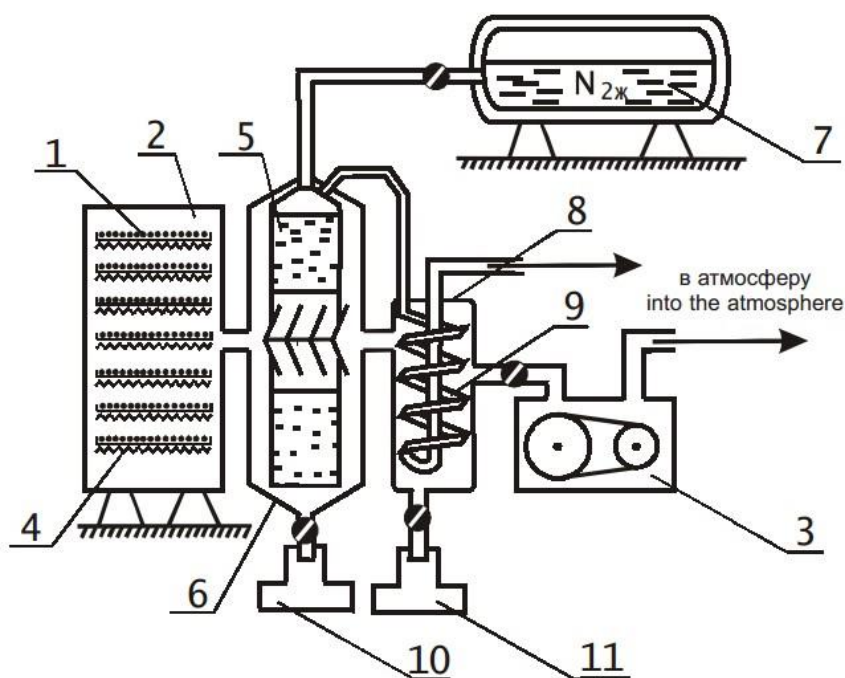


Рис. 1. Установка кріосублімаційного фракціонування для переробки біологічних матеріалів

Згідно зі схемою заморожену сировину 1 у спеціальних піддонах поміщають у сублімаційну камеру 2, де за температури -20°C , тиску 100 Па, який створюється за допомогою вакуумних насосів 3, починається процес фракціонування. Підведення теплоти до піддонів з сировиною забезпечується інфрачервоними нагрівачами 4. Високолетючі молекулярні комплекси випаровуються із замороженої

сировини і осаджуються на криогенних поверхнях панелей 5, розташованих в основному десубліматорі 6. Кріопанелі охолоджуються до температури -196°C за допомогою резервуару з рідким азотом 7. Для захисту водної фракції, що осаджується на панелях 5 від молекул масла застосовується захисний десубліматор 8. Пара рідкого азоту, що випаровується в процесі кріосублімаційного фракціонування в основному десубліматорі 6, проходять зміювик 9 захисного десубліматора 8, охолоджуючи його до температури $-30\ldots 40^{\circ}\text{C}$. Наприкінці кріосублімаційного фракціонування та відтайки панелей десубліматорів в ємність зливається чиста кріосублімаційна водна фракція з основного десубліматора 6. В ємність 11 із захисного десубліматора 8 – незначна кількість кріосублімаційної водної фракції, забрудненої та непридатною для подальшого використання. В сублімаційній камері залишається суха фракція сировини, що переробляється [2].

На відміну від класичної технології сублімаційного сушіння, кінцевий продукт, сублімований методом фракціонування, має високу концентрацію біоактивних речовин, до складу яких входять активні фрагменти вітамінів, складних ефірів та амінокислот [3]. У порівнянні з іншими способами переробки рослинної сировини розглянута технологія може стати значно ефективнішою і перспективною до впровадження в харчові і фармацевтичні виробництва.

Список використаних джерел

1. Osetsky A. I., Grischenko V. I., Goltsev A. N., Kravchenko M. A. and Stryuchkova E.V. 2009. Cryogenic Technologies in Production of Pharmaceutical, Cosmetic, Agrotechnical Formulations and Biologically Active Food Additives. *Problems of Cryobiology and Cryomedicine*. 19, 4 (Dec. 2009). P. 488–499.
2. Osetskiy A. I., Grischenko V. I., Snurnikov A. S., Shabanov I. Ye., and Babijchuk G. A. Cryosublimation Fractionating of Biological Material. *Problems of Cryobiology and Cryomedicine* 16, no. 2 (June 15, 2006): 230–240. Accessed March 24, 2023.
3. Жучков А. В., Шабунин С. В., Осецкий А. И., Шабанов И. Е. Разработка технологических комплексов для криосублимационного фракционирования биологических тканей. *Проблемы криобиологии*, 2005. Т. 15. № 3. С. 312-315.

ХОЛОДИЛЬНЕ ТА КЛІМАТИЧНЕ ОБЛАДНАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ

*Якушенко Є. М., кандидат технічних наук, доцент
Семенюк Д. П., кандидат технічних наук, доцент
Державний біотехнологічний університет, м. Харків*

В реаліях сучасного стану нашої держави виникає велика потреба забезпечення функціонування холодильного та кліматичного обладнання з використанням альтернативних (нетрадиційних) джерел енергії. Найбільшої актуальності це питання набуває для забезпечення мобільним холодом в польових умовах. Холодильні машини з альтернативним джерелом успішно застосовують у районах з високими навантаженнями на систему електропостачання як альтернативу компресорним машинам.

До холодильних машин в яких для одержання холоду використовується теплова енергія належать пароежекторні та абсорбційні холодильні машини. В них реалізуються два цикли: прямий цикл, який перетворює теплову енергію у механічну, та зворотний цикл, що використовує цю енергію для одержання холоду. Як правило, у цих установках використовується тепло низького потенціалу, що сприяє їх використанню за наявності достатньої кількості зайвого та вторинного тепла.

В установках, які працюють за принципом абсорбції, холод утворюється за рахунок теплової енергії. При цьому теплову енергію отримують за допомогою безпосереднього спалювання палива (наприклад, природного газу), так і при утилізації. В останньому випадку може бути утилізовано теплову енергію, яка є побічним продуктом технологічного процесу.

Абсорбційна холодильна машина (АБХМ) – пароконденсаційна холодильна установка, у якій холодоагент випаровується за рахунок його поглинання (абсорбції) абсорбентом. Процес випаровування відбувається з поглинанням теплоти. Потім пари холодоагенту за допомогою нагрівання (зовнішнім джерелом теплової енергії) виділяється з абсорбенту і надходить у конденсатор, де рахунок підвищеного тиску конденсуються.

Одна з можливих областей застосування установок – будівлі з високими піковими навантаженнями на систему електропостачання. Витрати електроенергії на кондиціювання повітря становлять істотну

частину загального електричного навантаження будівлі. При обмеженні максимальної електричної потужності використання АБХМ є добрим способом мінімізації або «згладжування» пікового електричного навантаження.

Застосовують також гібридні системи. У типовій установці холодильну машину з електричним приводом використовують у години позапікових навантажень на систему електродів в установці.

В одноконтурних, або одноступінчастих, АБХМ холодоагент послідовно переміщається через чотири основні компоненти машини – випарник, абсорбер, десорбер та конденсатор.

Ідеальна одноконтурна АБХМ могла б забезпечити холодильний ефект, що дорівнює кількості теплової енергії, підведеної до генератора, проте через термодинамічні втрати в реальних установках холодильний ефект завжди буде нижчим, ніж витрати теплової енергії.

Коефіцієнт корисної дії одноконтурної АБХМ дещо низький, що обмежує їх сферу застосування. В даний час їх часто встановлюють у тих будівлях, де є доступні джерела скидної теплоти. Машини цього типу використовуються у складі систем кондиціювання повітря та як джерело охолодженої води для різних технологічних процесів. Установча потужність одноконтурних АБХМ становить, як правило, від 25 до 5000 кВт.

У двоконтурних АБХМ відбувається більш ефективно виділення холодоагенту з абсорбенту за менших витрат теплової енергії.

Двоконтурні АБХМ можуть бути різних конфігурацій. Дві основні конфігурації – системи з подвійним конденсатором та системи з подвійним абсорбером. Принцип їх дії заснований на тому, що охолодна здатність холодильної машини залежить насамперед від кількості холодоагенту, який може бути переведений в газову фазу у випарнику, і, використовуючи теплову енергію, що відводиться від конденсатора або утворюється на стадії абсорбції, можна підвищити кількість холодоагенту, десорбуючи з абсорбенту.

Як джерело теплової енергії в машинах цього типу може використовуватися перегріта пара високого тиску або різні види палива, найчастіше природний газ. Двоконтурні АБХМ доцільно використовувати у тих випадках, коли вартість електроенергії висока щодо вартості природного газу (або іншого палива).

Крім того, двоконтурні АБХМ можуть застосовуватися у випадках, коли є джерело перегрітої пари високого тиску. Вони

ефективніші, але при цьому відрізняються вищою вартістю порівняно з одноконтурними. Більш висока вартість двоконтурних АБХМ обумовлюється в тому числі застосуванням більш дорогих матеріалів високої корозійної стійкості (через більш високі робочі температури), з більшою площею поверхні теплообмінника, складнішими системами управління.

Триконтурні АБХМ є подальшим логічним розвитком двоконтурних АБХМ. В даний час ця технологія знаходиться на початковому етапі свого розвитку. Триконтурна АБХМ, як і двоконтурна, може бути реалізована різними способами, кількість можливих конфігурацій тут ще більша порівняно з двоконтурними АБХМ. Системи з триконтурними АБХМ настільки ефективні, як і традиційні системи з електричними чілерами. Однак при цьому вартість таких АБХМ буде вищою, тому економічна доцільність їхнього застосування має визначатися індивідуально залежно від особливостей конкретного об'єкта.

Ефективність АБМХ характеризується холодильним коефіцієнтом (coefficient of performance, COP), що визначається як відношення холодопродуктивності установки до витрат теплової енергії. Одноконтурні АБХМ характеризуються величинами холодильного коефіцієнта, рівними 0,6-0,8 (при максимально можливому 1,0). Оскільки холодильний коефіцієнт установок цього типу завжди менший за одиницю, одноконтурні АБХМ доцільно використовувати у випадках, коли є можливість утилізації теплової енергії (наприклад, скидна тепла енергія від електростанцій, котлів тощо).

Двоконтурні АБХМ характеризуються величинами холодильного коефіцієнта, рівними приблизно 1,0 за максимально можливого 2,0. Ще не доступні для комерційного використання прототипи триконтурні АБХМ характеризуються величинами холодильного коефіцієнта від 1,4 до 1,6.

Ефективність традиційних компресорних холодильних машин також характеризується холодильним коефіцієнтом, проте, оскільки в них використовується електроенергія від джерела централізованого електропостачання, необхідно враховувати ефективність вироблення електроенергії та втрати її під час транспортування. З цих причин пряме порівняння ефективності компресорних холодильних машин з електроприводом та ефективності газових АБХМ некоректне. Можна порівняти холодильний коефіцієнт з урахуванням втрат під час

вироблення енергії та її транспортуванні.

Таким чином ефективність реальних холодильних машин значно нижча за ефективність ідеальної холодильної машини, багато в чому за рахунок складних незворотних процесів, що проходять у робочих рідинах. Для холодоагенту АБХМ крім звичайних пред'являється ряд специфічних вимог, обумовлених особливостями реалізації абсорбційного холодильного циклу. Серед цих вимог:

- висока розчинність в абсорбенті за заданої робочої температури абсорбера;
- низька розчинність в абсорбенті за заданої робочої температури десорбера;
- нездатність до хімічної реакції з абсорбентом у всьому діапазоні робочих температур.

Список використаних джерел

1. Семенюк Д. П., Петренко О. В. Технологічне холодильне обладнання: навч. посібник : у 2 ч. Х. : ХДУХТ, 2018. Ч. 1. С. 241.
2. Якушенко Є. М., Потапов В. О., Семенюк Д. П., Петренко О. В. Забезпечення холодом об'єктів в умовах відсутності стаціонарного енергопостачання / Повноцінне харчування: тренди енергоефективного виробництва, зберігання та маркетингу : колективна монографія; за ред. В. В. Євлаш та ін. Х. : НА НГУ, 2020. 635 с.

ВИЗНАЧЕННЯ ОБ'ЄМІВ УТИЛІЗАЦІЇ ОБЛАДНАННЯ АПК

Науменко О. А., кандидат технічних наук, професор

Біловод О. І., кандидат технічних наук, доцент

Тарасенко Д. С., здобувач вищої освіти ступеня магістра

Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава

Утилізація обладнання АПК покликана ліквідувати або суттєво зменшити негативні наслідки впливу списаних з експлуатації машин і механізмів на навколишнє середовище, екологічну безпеку, життя та здоров'я громадян, зменшення забруднення ґрунтів, водних ресурсів, атмосферного повітря, зниження витрат під час вторинного використання матеріалів та збереження як сировини для подальшого використання.

Утилізація технічних засобів виробництва, як практично важлива проблема, завжди була і є в діяльності агропромислового комплексу.

Організація процесу утилізації тракторів, автомобілів, комбайнів, техніки для хімічної обробки посівів вимагає глибокого теоретичного узагальнення, опрацювання шляхів практичної реалізації [1].

До нинішнього часу стан утилізації техніки аграрного комплексу знаходиться на надзвичайно низькому рівні. Це пов'язано з реформами органів управління і, як наслідок відсутністю організаційної системи в регіонах, неефективною нормативно-правовою базою, дистанціюванням від проблеми державних структур і об'єднаних громад. Ці перешкоди повинен був подолати Закон України «Про утилізацію транспортних засобів» №20-21 зі змінами 2014, 2015, 2017 р.р., який визначив правові, організаційні та економічні засади утилізації техніки [2]. Відповідно до Закону визначені і суб'єкти господарювання, які здійснюють утилізацію, вимоги до пунктів прийому та розбирання машин, застосування технологічних процесів при проведенні із складовими частинами.

В економічній діяльності підприємств агропромислового комплексу України, пов'язаний з утилізацією, організований рециклінг машин розглядається як нове явище, хоча елементи його використовуються давно. Рециклінг техніки охоплює систему техніко- технологічних та економічних заходів з вторинного використання, перероблення і споживання та утилізації її елементів [3].

За вимогою фахівців сервісної інженерії фірми постійно ведуть моніторинг матеріалів і хімічних елементів, які використовуються під час виготовлення машин. Наприклад фірма GMB виявила наявність 29 елементів періодичної таблиці (рис. 1). Хімічні елементи розкладені на 14 груп, кожна із яких має свій колір.

Periodic Table of Vehicle Elements

See Which Elements Are Used In Automotive Production

Assembly

Body/Chassis

Body/Chassis, Fluids

Body/Chassis, Interior

Electronics/Electrical System

Electronics/Electrical System, Safety

Emissions

Fluids, Assembly

Fluids, Paint

Fluids, Safety

Paint

Paint, Electronics/Electrical System

Paint, Electronics/Electrical System, Fluids

Safety, Assembly

H																	He															
Li	Be																	B	C	N	O	F	Ne									
Na	Mg																	Al	Si	P	S	Cl	Ar									
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr															
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe															
Cs	Ba		Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn															
Fr	Ra		Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Uut	Ff	Uup	Lv	Uus	Uuo															
																		La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
																		Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

Рис. 1. Наявність хімічних елементів в обладнанні АПК

В зернозбиральних комбайнах використовується більше 800 найменувань пластмасових деталей масою до 10 кг. Треба пам'ятати, що до складу пластику може входити навіть хлор. Сільськогосподарські машини складаються із елементів, які мають азбест, свинець, кислоти, пластик тощо.

Машина, виступаючи як об'єкт утилізації, формує матеріальні потоки вторинних ресурсів. Тенденції розвитку конструкцій тракторів сільськогосподарських машин і автомобілів обумовлюють зменшення металевої складової та збільшення частки пластмас в одній машині до 10%.

В перспективі розширюються використання пластмас для виготовлення кабін, кузова, капота, корпусних деталей, підшипників.

Сільськогосподарська техніка займає значне місце в структурі технічних засобів, які підлягають утилізації по всій території України. Бізнесові структури готові розвивати діяльність з утилізації і рециклінгу машин і обладнання агропромислового комплексу. Однак при створенні виробництва і планування його розширення перш за все виникає проблема визначення щорічної кількості техніки, яка буде виведена з експлуатації (списана) і її необхідно утилізувати, а окремі елементи переробити для подальшого використання як сировини або для ремонту інших механізмів.

Задача складна і тому ми поставили за мету дослідити можливі методи розрахунків та рекомендувати визначення орієнтовних об'ємів списання техніки.

Дослідження базувалися на матеріалах Державної служби статистики України. Аналіз щорічних видань засвідчив, що можливі три варіанти отримання інформації щодо списання техніки АПК.

1. Використання даних про кількість списаних тракторах, вантажних автомобілях, комбайнах та інших машинах і обладнанню безпосередньо в щорічному виданні [4]. Ці дані досить достовірні в період доки існувала служба «Інспекція технічного нагляду». Після ряду реорганізацій видання такого «Статистичного бюлетня» було припинено. Тому фахівці змушені шукати інші шляхи отримання потрібних даних.

2. У статистичному збірнику «Сільське господарство України», який видається щорічно вміщено інформацію про соціально-економічний стан сільського господарства в Україні та її регіонах. В цьому збірнику також друкується інформація про кількість техніки що вибула протягом року. Звичайно в даному причини вибуття

техніки різні, як списання так і продаж, передача в інші господарства, регіони тощо. Дослідження показали, що доля списаної техніки в кількості що вибула складає 30 – 40 %. Тому використання показника «техніка що вибула» необхідно враховувати цю особливість.

3. В планових розрахунках інколи використовувався такий показник, як відсоток списаної техніки до її кількості на початок року. Нами були проаналізовані щорічні показники на протязі десяти років. Статистична обробка засвідчила, що коефіцієнт кореляції для більшості видів сільськогосподарської техніки не перевищує 5%, що повністю допустимо для прогнозних розрахунків.

Отримані в результаті досліджень середньорічні відсотки списання основної сільськогосподарської техніки наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Списання техніки сільгоспвиробниками у відсотках до наявної на початок 2023 р.

Найменування техніки	У сільсько-господарських підприємствах, %	У фермерських господарствах, %
Тракторів потужністю:		
менше 40 кВт	2,6	2,4
40...60 кВт	2,2	1,4
60...100 кВт	1,8	0,7
більше 100 кВт	1,7	0,7
Комбайнів:		
зернозбиральних	2,6	1,6
кукурудзозбиральних	4,6	3,4
кормозбиральних	4,7	3,2

За наведеними вище методами нами був проведений аналіз списання сільськогосподарської техніки в період 2011 – 2019 р.р. (рис. 2). Як бачимо, до 2014 р. кількість списаної техніки був вищою. Це в певній мірі пов'язано з оновленням машинно-тракторного парку великих сільгоспвиробників та реформами середніх господарств.

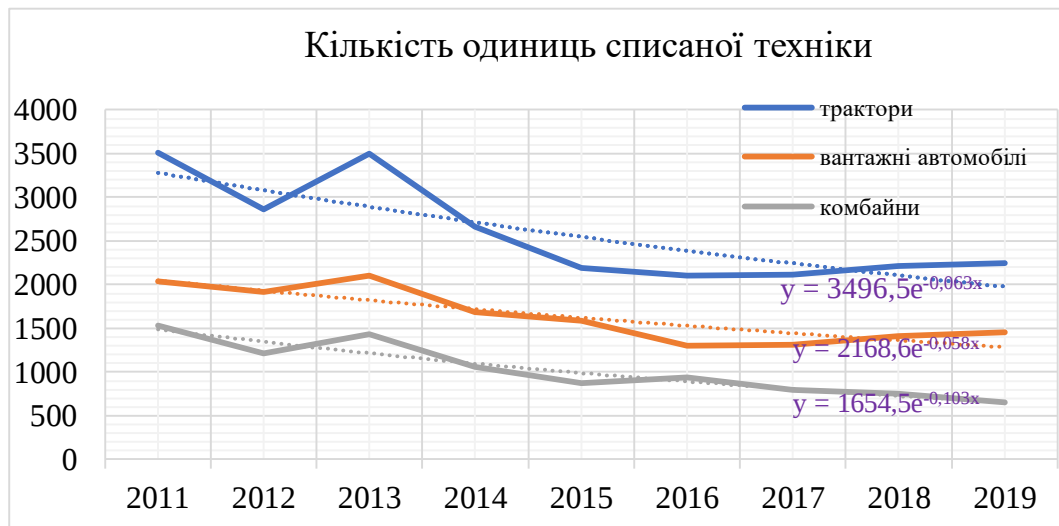


Рис. 2 – Кількість списаної техніки в сільгосппідприємствах України

За результатами аналізу можна зробити наступні висновки.

1. Утилізація сільськогосподарської техніки покликана зменшити негативні наслідки впливу на екологічну безпеку, життя та здоров'я громадян, зменшення забруднення ґрунтів, водних ресурсів, атмосферного повітря.

2. Для успішного розвитку бізнесу з утилізації та рециклінгу сільського господарства потрібна інформація з можливих об'ємів списання техніки.

3. В роботі розглянуті методи розрахунку щорічної кількості списання різних видів машин.

4. В подальшому планується виконати дослідження розподілу кількості списаної сільськогосподарської техніки за регіонами і областями.

Список використаних джерел

1. Санітарно-гігієнічні та екологічні вимоги до об'єктів аграрного виробництва : підручник / О. А. Науменко, М. В. Марченко та ін. Х. : Дісса+, 2021. 312 с.

2. Про утилізацію транспортних засобів : Закон України від 04.07.2013 № 421-VII. Дата оновлення: 16.06.2022. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/421-18#Text> (дата звернення: 24.03.2023).

3. Науменко О. А., Беловод О. І. Розвиток інфраструктури технічного сервісу машин АПК / Сучасні проблеми землеробської механіки : збірник тез доповідей XIX міжнар. наук. конф. (м.

Житомир, 16-18 жовтня 2022 р.). Житомир, 2022 р. С. 255-258

4. Наявність сільськогосподарської техніки та енергетичних потужностей у сільському господарстві у 2012-2022 р.р. Статистичний бюлетень. Державна служба статистики України URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 24.03.2023).

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ В НАПІВФАБРИКАТІ ПІД ЧАС ДВОСТОРОННЬОГО ЖАРЕННЯ ЗА ТЕПЛОВОЮ МОДЕЛЛЮ НА ОСНОВІ НЕЛІНІЙНОГО МЕТОДУ

*Скрипник В. О., доктор технічних наук, професор
Лелюх Є. В., здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава
Молчанова Н.Ю., кандидат технічних наук, доцент
Вищий навчальний заклад Укоопспілки «Полтавський університет
економіки і торгівлі», м. Полтава*

Кондуктивне жарення, в тому числі і двостороннє, є нестационарним тепловим процесом, ускладненим фазовими переходами рідини в поверхневих шарах продукту. Стиснення м'яса під час двостороннього жарення впливає на його теплофізичні властивості [1] і, відповідно, на кінетику розподілу температур на поверхні і всередині продукту [2]. Особливістю кінетики розподілу температур на поверхні м'яса під час двостороннього жарення в умовах стиснення без жорсткої фіксації поверхонь нагрівання є те, що вона є незмінною протягом 80...90 % тривалості процесу та відповідає температурі кипіння води за відповідним тиском. Теплопередача в цей період здійснюється через парові прошарки, а коефіцієнт тепловіддачі від поверхонь нагрівання до поверхні м'яса сягає 19000 Вт/(м²·К) [3].

В роботі [4] автори виходили з того, що загальне рішення рівняння теплопровідності можна отримати методом Фур'є, яке аналітично являє собою нескінченний ряд. Однак, для рішення прикладних задач даний вираз не має реального (зручного) використання через те, що ряд чисел не визначає внутрішніх зв'язків, які характеризують досліджуване завдання, в зв'язку з чим актуальним стає питання розробки практичного підходу для рішення реальних задач, зокрема, для процесу двостороннього жарення м'яса в умовах стиснення. Вони запропонували використовувати для опису

процесу двостороннього жарення м'яса в загальному вигляді логістичну криву, яка визначається рівнянням вигляду:

$$y_{\tau} = \frac{1}{k + a \cdot \exp(c \cdot \tau)}; \quad (1)$$

де k – максимальне значення обмежуючого параметру; в даному випадку це температура поверхонь нагріву.

Для моделювання функції теплопровідності виконувалося два кроки: вибір структури і оцінка їх параметрів. Під час цього використаний нелінійний метод найменших квадратів з оцінкою середньоквадратичного відхилення (СКВ).

У подальшому будувались функції $y(\tau)$ – тренди процесу теплопровідності (табл. 1).

Таблиця 1 - Визначення функцій $y(\tau)$ – трендів процесу теплопровідності

Тривалість жарення, с	b	b	b	b	b	b	b
	1580,3	2,7	7,4	33,2	7,4	2,7	1580,3
	c	c	c	c	c	c	c
	5,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	5,3
	температура в нормалізованому вигляді в товщі м'яса на відстані від верхньої та нижньої поверхні, 10^3 м						
	0,0	0,7	1,4	3,5	1,4	0,7	0,0
0	0,001	0,271	0,120	0,029	0,120	0,271	0,001
4	1,000	0,360	0,177	0,049	0,177	0,360	1,000
8	1,000	0,459	0,255	0,080	0,255	0,459	1,000
12	1,000	0,561	0,352	0,129	0,352	0,561	1,000
16	1,000	0,658	0,463	0,201	0,463	0,658	1,000
20	1,000	0,744	0,578	0,300	0,578	0,744	1,000
24	1,000	0,814	0,685	0,421	0,685	0,814	1,000
28	1,000	0,869	0,775	0,553	0,775	0,869	1,000
32	1,000	0,909	0,845	0,678	0,845	0,909	1,000
36	1,000	0,938	0,897	0,781	0,897	0,938	1,000
40	1,000	0,958	0,932	0,859	0,932	0,958	1,000
44	1,000	0,972	0,956	0,912	0,956	0,972	1,000
48	1,000	0,981	0,972	0,946	0,972	0,981	1,000
52	1,000	0,987	0,982	0,968	0,982	0,987	1,000
56	1,000	0,992	0,989	0,981	0,989	0,992	1,000
60	1,000	0,994	0,993	0,989	0,993	0,994	1,000
СКВ	0,150	0,087	0,028	0,015	0,028	0,087	0,150

Температура в табл. 1 за різною товщиною м'яса наведена в нормалізованому вигляді, що фактично нічого не говорить про реальну величину температури.

Для переводу з нормалізованої в реальну температуру нами пропонується наступна формула:

$$T = T_j \cdot (T_{max} - T_{min}) + T_{min}, \text{ K}; \quad (2)$$

де T_j – температура в м'ясі за товщиною в нормалізованому вигляді;

T_{max}, T_{min} – максимальна і мінімальні температури м'яса під час жарення за його товщиною, К. Як правило, мінімальною є початкова температура напівфабрикату; максимальною є кінцева температура м'яса за товщиною.

У якості прикладу значення мінімальної і максимальних температур за товщиною в кінці процесу жарення м'яса на основі реального експерименту наведено в табл. 2. В умовах стиснення початкова товщина напівфабрикату 0,01 м сягала 0,007 м.

Таблиця 2 - Значення мінімальної і максимальних температур за товщиною в кінці процесу двостороннього жарення м'яса в умовах стиснення

δ_m , мм	0,00	0,7	1,4	2,1	2,8	3,5	2,8	2,1	1,4	0,7	0
T_{min} , К	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288
T_{max} , К	391	372	363	356	350	345	350	357	364	373	394

Таким чином, використовуючи формули (1), (2), дані таблиць 1 і 2 можна визначити реальну температуру в м'ясі за товщиною в будь-який момент процесу жарення, що може бути використано під час розробки автоматизованої системи вимірювання температури за допомогою термозондів, а також прогнозування заданих кінцевих параметрів готового виробу, в т. ч і органолептичних (ступінь прожарювання, колір кірочки та ін.).

Перелік використаних джерел

1. Молчанова Н. Ю., Дорохін В. О., Скрипник В. О. Аналітичне обґрунтування вдосконалення процесу жаріння м'ясних продуктів на

нагрівальній поверхні. *Науковий вісник ПУСКУ*. Полтава, 2005. № 3(16). С. 87–90.

2. Скрипник В. А., Герман Н. В., Молчанова Н. Ю. Аналитическое исследование тепломассообменных процессов при двустороннем жарении в функционально замкнутых емкостях. *Universitatea Cooperatist-Comercială din Moldova. Analele Științifice ale Universității Cooperatist-Comerciale din Moldova/MOLDCOOP*. Chișinău : USSM, 2013. V. XII. P. 198-202.

3. Черевко О. І., Скрипник В. О., Фарісеєв А. Г. Теплопередача в поверхневому шарі м'ясних виробів при двосторонньому жаренні в умовах стиснення // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. ХДУХТ. Харків, 2015. Вип. 1 (21). С. 107-120.

4. Рамазанов С. К., Скрипник В. О., Молчанова Н. Ю. Моделювання динаміки теплопровідності в процесі двостороннього жарення м'яса на основі нелінійної оптимізації. *Технологічний аудит та резерви виробництва*. Х., 2015. №3/3(23). С.41-47.

ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ СУШІННЯ СИРОВИНИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПОХОДЖЕННЯ ЗА РОЗРІДЖЕННЯ З НВЧ-ЕНЕРГОПІДВОДОМ

*Бичков Я. М., кандидат технічних наук, доцент
Рогова Н. В., кандидат технічних наук, доцент,
Вищий навчальний заклад Укоопспілки «Полтавський
університет економіки і торгівлі», м. Полтава*

Сушіння є одним з енергоємних технологічних процесів, тому оптимізація теплового режиму є важливим технічним завданням. З іншого боку, харчові продукти у висушеному стані, у переважній більшості, не потребують подальшого енерговитратного зберігання, тому на сьогодні проблематика сушіння набуває неабияку актуальність.

Для харчових та інших термолабільних продуктів для вирішення зазначеної задачі оптимізації необхідно попередньо встановити область допустимих температурних режимів сушіння.

У процесі сушіння змінюються структурно-механічні, фізико-хімічні та інші властивості сировини що сушиться. Вибір методу та оптимального режиму процесу сушіння, розрахунок конструкції

сушильної машини та всього допоміжного обладнання визначається властивостями висушуваного матеріалу, а також технологією його виробництва [1]. Як і в більшості процесів на перший план виступає натуральність сушених продуктів та екологічна чистота технологічного процесу. Критерії якості та економічності процесу поєднуються в одну задачу – підвищення ефективності процесу сушіння та створення неенергоємних теплотехнологій і обладнання для їхньої реалізації [2]. Критерієм термостійкості сировини сільськогосподарського походження може бути максимально допустима температура її нагрівання у процесі сушіння.

Проблема вимірювання температури в умовах дії полів надвисоких частот достатньо відома і пошуки її вирішення проводились багатьма дослідниками. Традиційно використовувалась методика визначення температури за допомогою термопар та термометрів розширення, наповнених гасом. Середня за об'ємом температура визначалася за відомою методикою А. В. Ликова.

Недоліками таких методів визначення були, по-перше, інертність газових термометрів у порівнянні з швидкістю зміни температури у зразках, по-друге, дія полів надвисоких частот на матеріал термопар створювала значну похибку у вимірюваннях температури. У зв'язку з цим, під час вимірювання температури термопарами поставала необхідність короткочасного вимикання магнетрона, що в певній мірі порушувало відображення дійсного ходу процесу сушіння. Для підвищення достовірності вимірів необхідно було використовувати метод, що дозволяв би безперервно реєструвати температуру зразка у процесі сушіння.

Одним із шляхів вирішення даної проблеми могло стати розміщення термопари за межами впливу полів надвисоких частот, що дозволяло б без спотворення показань реєструвати температуру за працюючого магнетрону. Однак, таке розміщення призводить до винесення термопари за межі зони, в якій обробляється продукт, і виміри температури продукту проводяться не безпосередньо, а через проміжне середовище.

Виходячи з конструкції робочої ємкості для сировини (рис. 1), було прийнято рішення розмістити термопару під захисним екраном з перфорованої нержавіючої сталі всередині трубопроводу, яким відкачувалось повітря для створення розрідження під фторопластовим ковпаком 2.

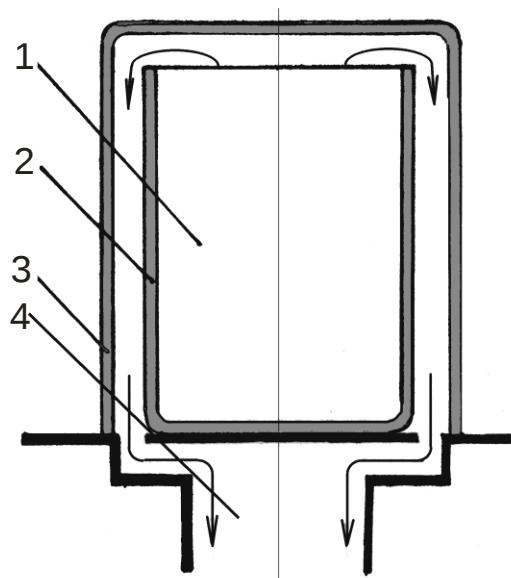


Рис. 1. Розміщення термопар в робочій ємності для сировини.

1 – термопары ХК-0,25 в зоні дії поля НВЧ;

2 – фторопластова ємність для сировини;

3 – фторопластовий ковпак, під яким створюється розрідження;

4 – термопара ХК-0,25 поза зоною дії поля НВЧ.

За теоретичну основу такого рішення було прийнято тепловий баланс 1 апарата в стаціонарному режимі його роботи, згідно якого енергія на нагрівання фторопластової ємності та втрати теплоти в навколишнє середовище $Q_{оточ.серед}$ не перевищують 5% теплової енергії, що згенерована в продукті.

$$Q_{зр} = Q_{кор} + Q_{оточ.серед} \quad (1)$$

де: $Q_{кор}$ – корисна енергія, витрачена на випаровування вологи (волога відкачується вакуумним насосом);

$Q_{оточ.серед}$ – втрати теплоти в оточуюче середовище нагрітими стінками робочої ємності.

Отже, основний тепловий потік направляється з випареною вологою через отвір для відкачування повітря з фторопластової ємності для сировини.

Для підтвердження теоретичних розрахунків було розроблено експериментальний стенд. Дві термопары ХК-0,25 розміщено всередині робочої ємності з продуктом у зоні дії полів надвисоких частот і одну (4) під екраном за межами зони їх дії (рис. 1).

Для підтвердження достовірності показань термопар 3, розміщеної на шляху руху парової суміші, з метою подальшого її використання для вимірювання температури в робочій ємкості апарата (рис. 1), проведено серію експериментів з вимірюванням температури всіма трьома термопарами в режимі «ввімкнений магнетрон» – «вимкнений магнетрон». Вимірювання температури проводилося під час обробки зразків петрушки за розрідження 10 кПа. Реєстрацію температури забезпечували потенціометр КСП-4 та мілівольтметр.

На рис. 2 наведена кінетика зміни температур, які фіксують термопар 1, 2, 3 на протязі всього процесу сушіння.

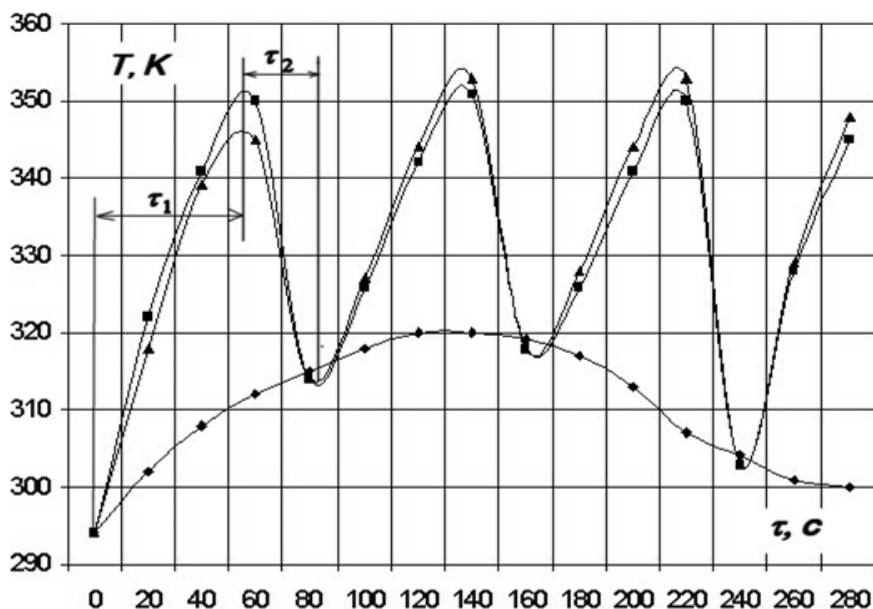


Рис. 2. Показники термопар:

- ▲ термопара 1, розміщена на відстані 40 мм від робочого столу;
- термопара 2, розміщена на відстані 20 мм від робочого столу;
- ◆ термопара 3, розміщена за екраном.

Вимикання магнетрона через $\Delta\tau_1$ і його вмикання через $\Delta\tau_2$, як свідчать експериментальні дані (рис. 2), суттєво не впливають на кінетику зміни температур в робочій ємкості, яка фіксується термопарою 3.

Проведені експериментальні дослідження підтверджують придатність запропонованого методу для практичного застосування

при вимірюванні температури сушіння сировини при розрідженні з НВЧ енергопідводом.

Перелік використаних джерел

1. Савойський О. Ю. Класифікація методів сушки плодоовочевої сировини / Модернізація національної системи управління державним розвитком : виклики і перспективи : матеріали II-ї Міжнар. наук. Конф., (Тернопіль, 8-9 грудня 2016 р.). Тернопіль, 2016. Ч. 1. С. 179-182. URL: http://surl.li/fxfcc_ (дата звернення: 25.03.2023).

2. Мазур О., Якубаш І. Конденсація термоелектрична сушарка як найкращий спосіб сушіння плодоовочевої сировини. *Молодий вчений*, 2022. 5 (105). С. 5-12. DOI:<https://doi.org/10.32839/2304-5809/2022-5-105-2>.

ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ КОНДУКТИВНОГО СУШІННЯ М'ЯСА

*Скрипник В. О., доктор технічних наук, професор
Пономаренко Б. Г., здобувач вищої освіти
ступеня доктора філософії*

Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава

Сушіння вологої харчової сировини є одночасно теплофізичним і технологічним процесом, в якому пов'язані процеси масо- і теплоперенесення. Кондуктивне сушіння є одним із способів сушіння. Теплота, необхідна для випаровування вологи і нагрівання сировини під час кондуктивного сушіння передається від нагрітої поверхні, а волога випаровується в навколишнє середовище [1-2].

Теоретичний аналіз дав можливість виявити особливості протікання процесу кондуктивного сушіння м'ясної сировини, які полягають у наявності періоду прогрівання та двох окремих періодів – першого і другого [1, 3]. Період прогрівання до необхідної температури можна реалізувати кондуктивним жаренням, що є нестационарним тепловим процесом [4].

Перший період кондуктивного сушіння є стаціонарним і відбувається за сталої температури, під час якого із сировини видаляється вільна волога. Перший період займає 50...60 % від загальної тривалості процесу і триває до досягнення першої критичної вологості; під час цього поверхня сировини підсихає, що, в

свою чергу, викликає погіршення контакту сировини з нагрітою поверхнею. Це призводить до радикального збільшення опору переносу тепла від нагрітої поверхні [1].

Другий період вважається періодом спадаючої швидкості і триває до повної зупинки зневоднення м'ясної сировини. Під час другого періоду видаляється зв'язана волога, а температура сировини спочатку спадає до досягнення другої критичної вологості, після чого суттєво зростає, наближаючись до температури нагрітої поверхні. Наявність другої критичної вологості дозволяє поділити другий період на дві окремі частини (першу і другу), під час якої температура сировини спадає до моменту досягнення другої критичної вологості, після чого починає зростати [1]. Підвищення температури зумовлено зниженням вологовмісту в сировині.

Видалення вологи із сировини припиняється за досягнення рівноважної вологості. Подальше видалення вологи із сировини недоцільно і економічно не вигідно.

Особливістю протікання процесу кондуктивного сушіння є те, що процес відбувається без проміжних теплових опорів [1-2], тому вдається досягти високого показника теплопередачі між сировиною і нагрітою поверхнею.

Основними шляхами інтенсифікації процесу кондуктивного сушіння є:

- підвищення температури нагрітих поверхонь до максимально допустимої, за якої із сировиною не відбувається негативних змін;
- застосування примусового обдування відкритої поверхні сировини гарячим повітрям, температура повітря може сягати 65°C і вище;
- збільшення зусилля стиснення сировини під час двостороннього сушіння;
- під час використання валкових сушарок доцільним є збільшення тривалості контакту сировини із нагрітою поверхнею до 80%, що можна забезпечити використанням циліндрів більшого діаметру та зниженням швидкості їх обертання.

Теоретичний аналіз дав можливість виявити особливості протікання процесу кондуктивного сушіння м'ясної сировини. Вивчення процесу, в т.ч. шляхів його інтенсифікації, є важливим і необхідним з точки зору подальших аналітичних і практичних досліджень. Оскільки дані стосовно кондуктивного сушіння м'яса

майже відсутні, виникає необхідність у проведенні подальших експериментальних досліджень.

Список використаних джерел

1. Красников В. В. Кондуктивная сушка: монография. Москва : Энергия, 1973. 282 с.
2. Скрипник В. О., Миронов Д. А., Латиш В. С. Результати попередніх досліджень процесу кондуктивного сушіння жареного м'яса // Нові технології і обладнання харчових виробництв : матер. міжвуз. наук.-практ. семінару (м. Полтава, 15 квітня 2021 р.) / відпов. за випуск Скрипник В. О. Полтава : ПУЕТ, 2021. С. 4–7.
3. Скрипник В. О., Пономаренко Б. Г. Можливість використання наявних способів для сушіння жареного м'яса. *Вісник Полтавської державної аграрної академії. Технічні науки*. Полтава, 2022. №2. С. 287-295. DOI:<https://doi.org/10.31210/visnyk2022.02.34>.
4. Скрипник В. О. Наукове обґрунтування енергоефективних процесів і обладнання кондуктивного жарення натуральних м'ясних виробів: дис. ... докт. тех. наук: 05.18.12. Харків, 2016. 306 с.

УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ ЗЕРНА

Левченко Ю. В., кандидат технічних наук, доцент
Басова Ю. О., кандидат технічних наук, доцент
Закревський А. О., здобувач вищої освіти ступеня бакалавра
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава

Зернове виробництво – одне з небагатьох галузей сільськогосподарського виробництва з відносно швидкою окупністю витрат, а підвищення його ефективності значною мірою можливе безпосередньо в рамках власне зернової галузі за рахунок дотримання технологій, покращення сівозмін, виробничої спеціалізації [1].

Збереження та раціональне використання всього вирощеного врожаю, отримання найбільшої кількості готової продукції з сировини – одне з основних завдань підприємства. Нерідко зібране зерно зберігається протягом двох-трьох місяців в умовах підлогового складування в очікуванні післязбиральної обробки. Одним із показників розвитку агропромислового комплексу вважається технічна модернізація виробників зерна. Поряд із машинно-тракторною технікою, особливе місце займають машини для

післязбиральної обробки. Зважаючи на значний брак робочої сили на селі, проблема механізації обробки та сушіння зерна стає особливо актуальною [1, 2].

Для усунення негативного явища злежування і самозігрівання зерна його періодично обробляють зернокидачами ЗМ-30, ЗМ-60А, ЗЕ-100, ЗПС-100 та іншими машинами. Більшість українських зернових підприємств використовуються застарілі модифікації цих машин (рис. 1).

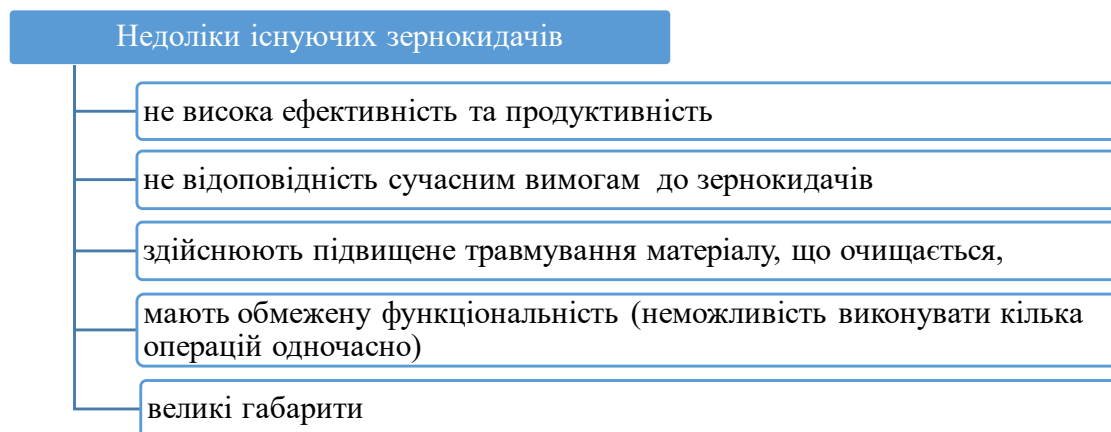


Рис. 1 – Недоліки зернокидачів

Через зазначені причини удосконалення конструктивних елементів та параметрів технологічного процесу зернокидачів у найближчій перспективі має суттєве господарське значення [2, 3].

Для підвищення їх ефективності актуальним є питання створення зернокидачів, які працюють на нових принципах, що є важливою науковою проблемою.

За типом робочих органів зернокидачі можуть бути зі скребковим чи шнековим приймальним бункером. За тривалий період свого розвитку ця група машин набула значних удосконалень, що підвищило їх технічний рівень [4, 5].

Основними вузлами зернокидача є: рама з переднім ходом та механізмом повороту, завантажувальний транспортер, два приймальних бункери, тример та жолоб. Приймальні бункери піднімають і опускають за допомогою рукояток лебідок, з'єднаних із ними канатом, а завантажувальний транспортер – за допомогою власне лебідки. Привід машин – електричний, від мережі з напругою 380 В [4, 5].

Рама зернокидача – зварна конструкція, що є частиною зернокидача, яка переміщує зернову масу. Машина спирається своєю

масою на ходову частину, яка складається з двох задніх коліс та двох керованих передніх. Зернокидачу надають руху за допомогою черв'ячного мотора-редуктора, розміщеного на одному валу з провідними колесами. З рамою мотор-редуктор з'єднується за допомогою цапфи та маточини, а тример – також за допомогою маточини.

Для підвищення ефективності очищення матеріалу від легких домішок порівняно з метанням у вигляді суцільного струменя використовується метання зерна порціями [4]. Це явище пояснюється тим, що порція зерна, що окремо летить, добре пронизується і продується повітрям.

Для переміщення зерна порціями існуючу конструкцію зернокидача можна удосконалити за рахунок модернізації вузла переміщення лопатями. Конструкція, що пропонується для модернізації складатиметься з притискного барабану, обладнаного двома бічними торцями і розташованими між ними лопатями, встановлених на провідному і двох ведених барабанах, стрічки, бункера із засувкою та привід.

Оброблювана зернова купа подається з бункера кидача по зернопроводу в простір між провідним та кільцевим дисками, з'єднаними між собою лопатями. Лопаті розташовані під прямим кутом до дисків, і поверхня їх нахилена під певним кутом до дотичного кола барабана. Барабан поміщений у кожух, який у зоні розвантаження має випускний патрубок. Поверхні дисків та лопатей утворюють осередки барабана.

Агротехнічна оцінка роботи робочого органу експериментального зернокидача у виробничих умовах проводилася по визначенню ступеня пошкодження обробленого зерна, визначення енергії проростання та схожості обробленого на різних швидкостях [6].

Розглянута конструкція комбінованого стрічкового зернокидача спрямована на зниження пошкодження обробленого зерна. Крім того, лопатки кидача виготовлені з еластичного матеріалу і встановлені з невеликим зазором до нескінченного поясу. Проаналізовано робочий процес запропонованої конструкції комбінованого стрічкового зернокидача.

Встановлено, що запропоновані зміни в зернокидачі дозволяють спростити конструкцію шляхом виключення нескінченної стрічки, привідних та ведених барабанів, підвищити надійність роботи.

Машина, оснащена такими лопатями, є більш пристосованою до конкретних завдань та операцій, що проводяться на різних фазах післязбиральної обробки зерна, і відрізняється більшою універсальністю.

Список використаних джерел

1. Адамчук В. В. Концепція перспективи комплексного вирішення проблеми післязбиральної обробки і зберігання зерна в сільськогосподарських підприємствах України. *Механізація та електрифікація сільського господарства*, 2014. №99 (1). С. 40-56.
2. Evgeniia Burdilna, Serhii Serhiienko, Hennadii Rykov, Roman Voliansky // The Electrotechnical Complex of The Grain Thrower With Improved Performance Characteristics: IEEE 4th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES), 2022. P.1-6.
3. Yampilov, S. S. et al. Separating grain thrower for processing grain material // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. Vol. 839. № 5. P. 34-42.
4. Технічні засоби післязбиральної обробки насіння соняшнику : монографія / Є. В. Михайлов та ін. Мелітополь, Видавничо-поліграфічний центр FORWARD PRESS, 2019. 203 с.
5. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування : навч. посіб.; за ред. М. І. Черновола. Кн. 2 : Машини для рільництва. Київ: Урожай, 2002. 364 с.
6. Лещук Р. Я. Обґрунтування конструктивно-силових параметрів секційних робочих органів гвинтових перевантажувальних механізмів : дис. ... канд. наук.: 05.02.02. Львів, 2004. 148 с.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕТИКИ ВОЛОГОВМІСТУ ПІД ЧАС КОНДУКТИВНОГО СУШІННЯ КАРТОПЛІ

*Скрипник В. О., доктор технічних наук, професор
Бут А. Г., здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава*

Картопля є важливим продуктом харчування людини і тварин через високий вміст поживних речовин. Її хімічний склад залежить від багатьох факторів: місця вирощування, сорту, ґрунтових і кліматичних умов у вегетативний період, кількості і хімічного складу добрив, що вносяться, та агротехніки, що застосовується. Крохмаль є основною поживною речовиною картоплі, кількість якого становить

до 80 % від вмісту сухих речовин, а її білок – туберін – має високу біологічну активність. Під час очищення і нарізання за контакту з киснем повітря картопля темніє внаслідок окислення тирозину, що входить у склад туберіну, тому під час її переробки контакт з киснем повітря повинен бути мінімальним у часі [1].

Одним із способів переробки картоплі є її сушіння, причому методів її сушіння існує доволі багато: основні – конвективний, радіаційний, кондуктивний та комбіновані, засновані на поєднанні основних. Сам процес сушіння є енергоємним і тривалим у часі.

Якість готового висушеного продукту напряму залежить від способу попередньої підготовки картоплі до сушіння. Розрізняють механічний та пароводотермічний способи підготовки, вибір яких залежить від вихідної якості картоплі та вимог до якості кінцевого висушеного продукту [1]. Пароводотермічний спосіб підготовки картоплі до сушіння має свої переваги і недоліки, до яких можна віднести додаткові витрати енергії на бланшування сировини.

Кондуктивний спосіб використовується для отримання сухого картопляного пюре та має певні особливості. Через контакт картоплі з розігрітою поверхнею в поверхневому її шарі після випарування вологи утворюється зневоднена перегріта кірочка, яка знижує органолептичні показники готового продукту. Через вказаний недолік використовують поєднання кондуктивного нагріву та інфрачервоного випромінювання для отримання сухого картопляного пюре [2].

Нами пропонується використання двостороннього підведення теплоти під час кондуктивного сушіння картоплі для отримання придатного до вживання сухого готового продукту.

Метою роботи було визначити кінетику вологовмісту в картоплі під час кондуктивного сушіння з двостороннім підведенням теплоти та оцінити органолептичні показники готових сушених скибочок картоплі.

Попередню підготовку картоплі здійснювали наступним чином. Картоплю мили, очищували вручну за допомогою ножів, промивали і нарізали скибочками товщиною 0,003 м, 0,005 м та 0,007 м, промивали і підсушували паперовими рушниками.

Для сушіння використовували контактний гриль SENCOR SBG 6231SS з гладкими поверхнями нагріву без додаткового навантаження верхньої поверхні. Процес сушіння здійснювався за температури поверхонь нагрівання 120°C, яка в зазначеному грилі задається і підтримується на заданому рівні окремо для верхньої і нижньої

поверхонь. Підготовлені зразки однакової товщини зважували і розташовували на нижній поверхні та закривали верхньою. Для визначення вологовмісту відбиралися зразки для аналізу через кожну 1 хв. Визначення вологовмісту проводили за допомогою апарата Чиждова та електронних аналітичних ваг AXIS AD600.

Результати дослідження кінетики вологовмісту в скибочках картоплі під час кондуктивного сушіння з двостороннім підведенням теплоти наведено на рис. 1.

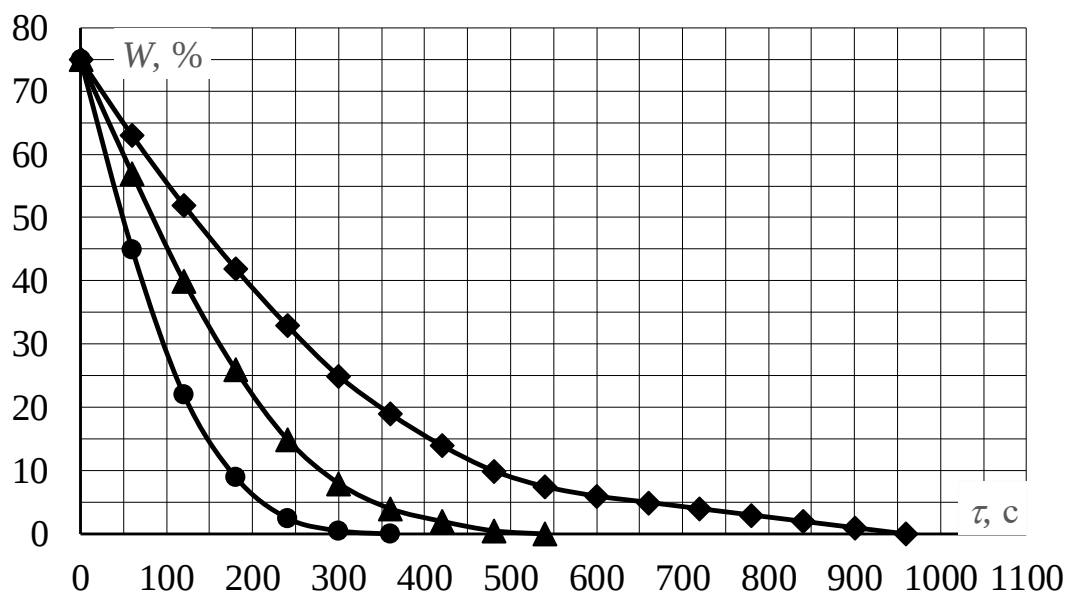


Рис. 1 – Кінетика вологовмісту під час кондуктивного сушіння з двостороннім підведенням теплоти за початкової товщини скибочок картоплі:
● – 0,003 м; ▲ – 0,005 м; ◆ – 0,007 м

Як видно з рис. 1, тривалість процесу сушіння значно залежить від товщини скибочки картоплі. За товщини скибочки 0,003 м тривалість сушіння склала 360 с, за товщини 0,005 м – 540 с, за товщини 0,007 м – 960 с. Найбільш інтенсивно волога видалася в початковий період процесу.

Органолептичні показники найкращими були у скибочок товщиною 0,003 м, найгіршими – у скибочок 0,007 м. Скибочки товщиною 0,003 м розжовувалися краще.

Таким чином, досліджено кінетику вологовмісту в скибочках картоплі під час кондуктивного сушіння з двостороннім підведенням теплоти. Встановлено, що найбільш доцільним є сушіння картоплі скибочками товщиною 0,003 м.

Перелік використаних джерел

1. Малежик І. Ф. Особливості попередньої підготовки картоплі в технологіях сушіння / Г. М. Бандуренко, І. Ф. Малежик І. Ф., О. С. Бессараб, Писарев М. Г. // Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання : збірник тез доповідей VII Міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених (м. Київ, 20-21 листопада 2014 р.). Київ, 2014. С. 117-118.

2. Шеїна А. В. Особливості сушіння картопляного пюре кондуктивним способом та в полі ІЧ-випромінювання // Обладнання та технології харчових виробництв. Кривий Ріг, 2018. № 2 (37). С. 81-87.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПРЕСОВАНОГО МАТЕРІАЛУ

*Костенко О. М., доктор технічних наук, професор
Ладатко М. С., здобувач вищої освіти ступеня доктора ілософії
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава*

Процес віджиму олії має складний механізм, що в більшій ступені обумовлено властивостями пресованого матеріалу. Поведінку матеріалу віджиму в даному процесі можна описувати та передбачати на підставі вивчення його властивостей. В даному випадку необхідне дослідження компресійних і фільтраційних властивостей матеріалу.

Компресійні характеристики дозволяють розглядати тенденції та характерні особливості деформацій і стискання структури матеріалу під дією такого фактору як тиск.

Фільтраційні характеристики дозволяють відобразити особливості протікання процесу відводу рідинної фази з урахуванням змін в структурі пресованого матеріалу, викликаних тиском [1].

Пропонується методика дослідження властивостей пресованого матеріалу.

В дослідженнях властивостей пресованого матеріалу використовувалася соняшникова м'ятка, яка мала такі характеристики: олійність – 53 %, лушпинність – 7,5 % вологість – 5,78 %.

Пресування олійного матеріалу проводилося в термостатному металевому циліндрі 1 (рис. 1) діаметром 100 мм з перфорованим дном 2, що забезпечує односторонній віджим. Тиск на пресований

матеріал 3 передавався через поршень 4. Тиск створювався машиною для дослідження на стискання ІП-1000 (рис. 2), яка складається з завантажувального пристрою, який включає силовий гідравлічний циліндр односторонньої дії 2, нижньої рухомої 3 та верхньої нерухомої 4 плит, пульта керування 5 та блока вимірювання 6. На основі завантажувального пристрою закріплена лінійка 7, на якій за допомогою кронштейна закріплений індикатор 8 годинникового типу. На нижній плиті встановлений покажчик 9, що фіксує її положення та виконаний у вигляді спеціальної планки, для роботи як з лінійкою так і з індикатором.

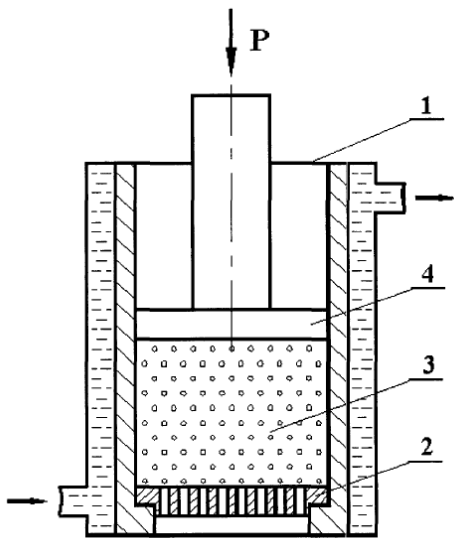


Рис. 1 – Зсєрний циліндр для визначення фільтраційних та компресійних властивостей олійного матеріалу

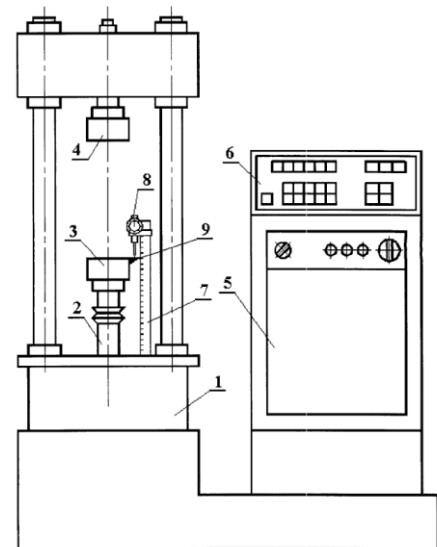


Рис. 2 – Машина для дослідження на стискання ІП-1000

Дослідження відбувалося в наступній послідовності.

З матеріалу певної вологості проводився відбір 220 г. Далі наважка розподілялася в герметичних патронах, які поміщалися в олійну баню.

Волого-теплова обробка проводилася за необхідної температури протягом 45 хв. Потім наважка соняшникової мезги закладалася в зсєрний циліндр і зверху поміщався поршень. Циліндр встановлювався на нижню плиту преса. Тиск, що створювався машиною для дослідження на стискання, передавався на матеріал через поршень.

Після навантаження через певні проміжки часу (5 с) фіксувалася усадка матеріалу за показаннями покажчика та індикатора.

Пресування проводилося 8 хв. (час гарантованої повної стабілізації усадки матеріалу). Наприкінці дослідження зразок відпресованого матеріалу піддавався аналізу на кінцевий вміст олії [1].

В подальшому визначали властивості пресованого матеріалу, що характеризують процес віджиму, і, як наслідок, зміну напоропровідності, а також визначення фільтраційних та компресійних характеристик матеріалу, що мають визначальний вплив на інтенсивність та глибину віджиму олії у часі.

Однією з важливих характеристик матеріалу віджиму є ступінь його віджиму, який виражає фільтраційні властивості матеріалу. Ступінь віджиму розглядається як відношення гранично досягаємої усадки матеріалу за повної стабілізації процесу до його поточної усадки. Діапазон цього показника знаходиться в межах від 0 до 1 [1, 2].

Другою важливою характеристикою досліджуваного матеріалу є гранична олійність, яка відображає його компресійні властивості. Це показник розглядається як відношення маси залишку в пресованому матеріалі олії до маси твердої фази за повної стабілізації процесу усадки.

Основними факторами, які мають визначальний вплив на інтенсивність та глибину віджиму олії у часі, є тиск, вологість та температура [2].

За вищенаведеною методикою провели дослідження впливу тиску, вологості та температури на інтенсивність та глибину віджиму олії.

Аналіз зміни ступеня стискання від зміни його вологості (рис. 3) показав, що за її збільшення матеріал втрачає свої пружні властивості, стає недостатньо жорстким, внаслідок чого за інших рівних умов вдається досягти менш високі ступені стискання.

Під час аналізу ступеня стискання матеріалу від зміни його температури (рис. 4) можна зробити висновок, що за 90°C матеріал ще не достатньо прогрітий і його жорсткість не дозволяє досягти високого ступеня стискання. За температури 105°C процес менш інтенсивний, ніж за 120°C, але дозволяє добитися такого ж ступеня стискання з меншою тепловою дією на олію.

Графіки ступеня стискання олійного матеріалу в залежності від тиску (рис. 5) показують, що під час збільшення тиску ступінь стискання досягається швидше за великого тиску, однак необхідно

враховувати ефект запресовування міжчастинкових каналів у меззі, що може призвести до підвищення залишкової олійності матеріалу.

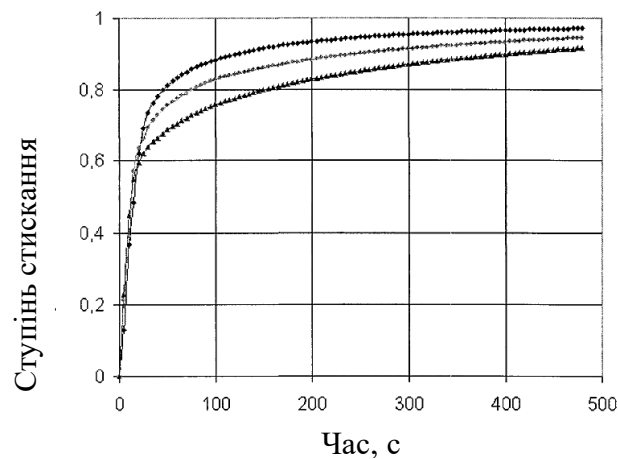


Рис. 1 – Графіки ступеня стискання матеріалу за зміни вологості

- - $W = 5,78 \%$; $T = 105 \text{ }^{\circ}\text{C}$; $P = 2,9 \text{ МПа}$;
- - $W = 11,44 \%$; $T = 105 \text{ }^{\circ}\text{C}$; $P = 2,9 \text{ МПа}$;
- ▲— - $W = 13,37 \%$; $T = 105 \text{ }^{\circ}\text{C}$; $P = 2,9 \text{ МПа}$

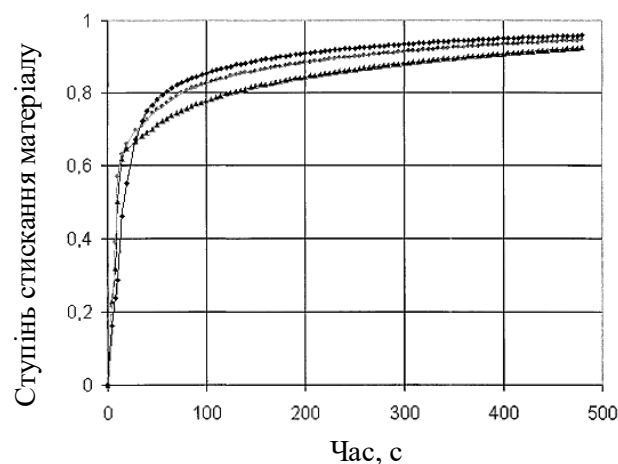


Рис. 2 – Графіки ступеня стискання матеріалу за зміни температури

- - $T = 120 \text{ }^{\circ}\text{C}$; $W = 11,44 \%$; $P = 2,9 \text{ МПа}$;
- - $T = 105 \text{ }^{\circ}\text{C}$; $W = 11,44 \%$; $P = 2,9 \text{ МПа}$;
- ▲— - $T = 90 \text{ }^{\circ}\text{C}$; $W = 11,44 \%$; $P = 2,9 \text{ МПа}$

Значення, що дозволяють судити про вплив технологічних факторів на зміну олійності наведені в таблиці 1.

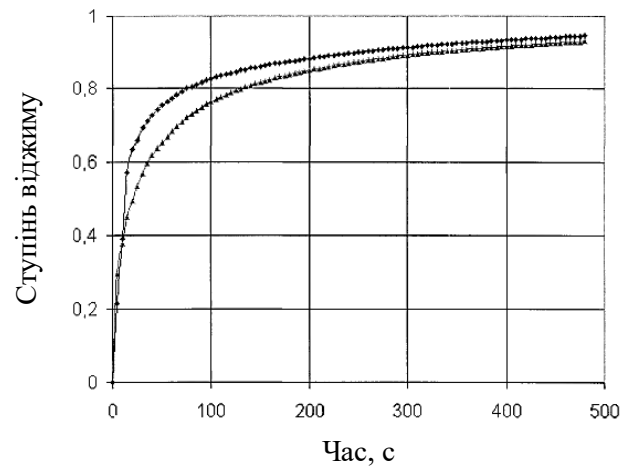


Рис. 3 – Графіки ступеня стискання матеріалу за зміни тиску:

—■— - $P = 2,9$ МПа; $W = 11,44$ % ; $T = 105$ °C;—▲— - $P = 0,7$ МПа; $W = 11,44$ %; $T = 105$ °C

Таблиця 1 – Значення відносної та абсолютної граничної олійності

Вологість, W , %	Температура, T , °C	Тиск, P , Мпа	Олійність відносна, %	Олійність, абсолютна, %
Зміна олійності за зміни вологості				
5,78	105	2,9	20,68	26,08
11,4	105	2,9	22,0	28,2
13,37	105	2,9	25,97	35,09
Зміна олійності за зміни температури				
11,44	120	2,9	19,73	24,59
11,44	105	2,9	22,0	28,2
11,44	90	2,9	23,7	31,07
Зміна олійності за зміни тиску				
11,44	105	5,1	20,77	26,22
11,44	105	2,9	22,0	28,2
11,44	105	0,7	24,11	31,76

Аналіз даних таблиці показує, що підвищення вологості пресованого матеріалу підвищує залишковий вміст олії, у зв'язку з втратою матеріалом в жорсткості його структури.

Підвищення температури матеріалу дозволяє знизити його в'язкість і за менших зусиль проводити більш глибокий віджим. Однак, як і у випадку зі ступенем стискання, за підвищення

температури можна досягти високих позитивних результатів, але необхідно пам'ятати про негативну дію високих температур на якість олії.

Підвищення тиску дозволяє збільшити вихід олії, але з іншої сторони слід враховувати можливість запресовування міжчастинкового простору ще на стадії вільного витікання олії, що може призвести до підвищення залишкової олійності.

Список використаних джерел

1. Малежик І. Ф., Немирович П. М., Зав'ялов В. Л. Процеси і апарати харчових виробництв: приклади і задачі : навч. посіб. Київ: НУХТ, 2015. 386 с.
2. Хомик Н. І., Олексюк В. П., Цьонь О. П. Механізація переробки та зберігання сільськогосподарської продукції: курс лекцій. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2016. 288с.

ЗАСОБИ МЕХАНІЗАЦІЇ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ ЗЕРНА

***Костенко О. М.**, доктор технічних наук, професор
Лукаш В. О., здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава*

За всієї різноманітності сучасних зерносушарок їх можна класифікувати за найбільш відмінними технологічними та зовнішніми конструкційними ознаками.

За способом сушіння переважають зерносушарки з конвективним підведенням теплоти. Зерносушарки з іншими способами теплопідведення (кондуктивним, терморадіаційним, високочастотним) складають дуже невелику групу дослідних чи дослідно-промислових зразків. У конвективних зерносушарках як агент сушіння використовується повітря, що нагрівається у теплообмінниках або безпосередньо в топці шляхом змішування із продуктами згорання палива. За режимом роботи зерносушарки поділяються на безперервно діючі та періодичної дії [1, 2].

У безперервно діючих сушарках зерно під час процесу сушіння переміщається у сушильній камері від місця завантаження до місця його випуску. У кожному перерізі сушильної камери вологість зерна та параметри агента сушіння залишаються в часі постійними, тобто сушіння відбувається за режиму, що встановився. Зерно

переміщається у сушильній камері під дією гравітаційних сил, або в результаті аеродинамічного чи механічного впливу.

Перевагою безперервно діючих сушарок є: більш повне використання сушильної камери, оскільки вона не простоє в час завантаження та розвантаження; найкращі умови для контролю та автоматизації процесу сушіння; можливість використання таких сушарок у потокових технологічних лініях. Крім того, ці сушарки не вимагають періодичного прогріву, тому питома витрата теплоти на сушіння в них нижче, ніж у періодично діючих. Недолік деяких конструкцій безперервно діючих сушарок – нерівномірний рух зерна за перерізом робочої камери, що призводить до нерівномірності його нагрівання та сушіння [1, 2].

У періодично діючих сушарках зерно завантажується в робочу камеру на повну її місткість, висушується до необхідної вологості без переміщення та повністю вивантажується. Періодично діючі сушарки, як правило, використовують для сушіння невеликих партій зерна, однорідного за якістю. Вони застосовуються для сушіння кукурудзи в качанах, а також окремих партій насіннєвого зерна. Переваги сушарок періодичного дії – простота конструкції та можливість регулювання режиму сушіння за допомогою подачі агента сушіння з різними параметрами на різних етапах сушіння. Ефективність сушіння в них можна підвищити шляхом перемішування зерна за допомогою шнеків, розташованих у шарі, а також за реверсування продування зернового шару. Недоліки сушарок періодичного дії – простоювання їх під час завантаження та вивантаження зерна, втрати теплоти на прогрівання сушарки після завантаження в неї чергової партії зерна, простоювання транспортного обладнання протягом усього процесу сушіння.

За технологічною схемою сушарки поділяють на прямоточні та рециркуляційні. У прямоточних сушарках зерно проходить через сушильну камеру один раз. Рециркуляційні зерносушарки на відміну від прямоточних мають пристрої для повернення частини просушеного зерна, що випускається із сушарки, та змішування його зі свіжим зерном, що надходить на сушіння. Вони мають також спеціальні тепловологообмінники для відлежання суміші сирого та рециркулюючого зерна. Для рециркуляційних сушарок характерна багаторазова циркуляція зерна.

За станом зернового шару розрізняють сушарки з нерухомим, гравітаційно-рухомим, псевдозрідженим та зваженим шаром. Все

більш широкого поширення набувають сушильні установки з комбінованою обробкою зерна у шарі різної структури.

За конструкцією сушильної камери розрізняють: шахтні (рис. 1 а, б, в, г), барабанні (д), камерні (е, ж), пневмотрубні (з), конвеєрні (і) зерносушарки. Вони можуть складатися з однієї чи кількох сушильних камер однакової конструкції, що працюють паралельно або послідовно. Є наприклад, одно- та двох шахтні, одно- та двобарабанні зерносушарки. Камерні сушарки включають іноді до десяти і більше паралельно працюючих сушильних камер. Особливу групу складають комбіновані багатокамерні установки (рис.1 к, л, м), що складаються з сушильних камер різної конструкції з різним станом зернового шару[2].

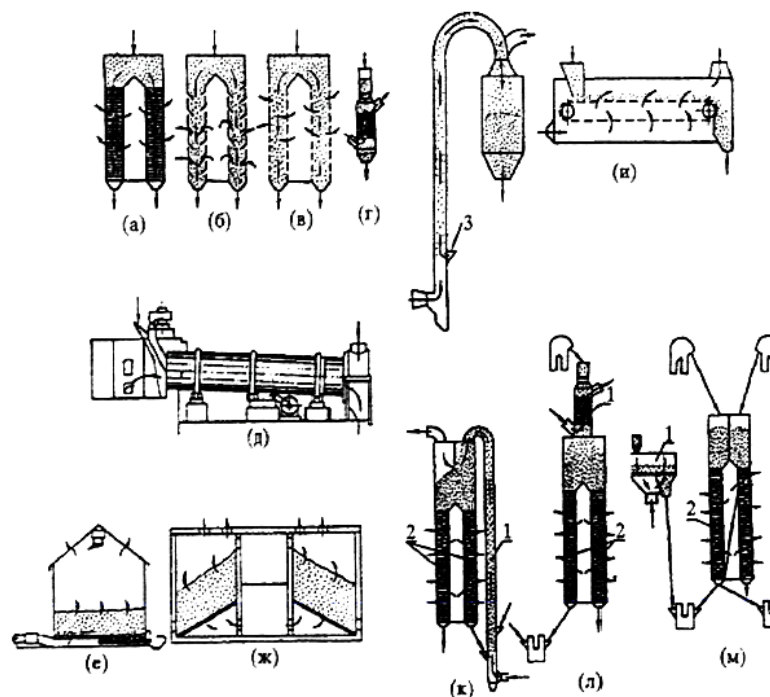


Рис. 1 – Конструкції сушильних камер:

а – шахта з повітророзподільними коробками; б – шахта з жалюзійними стінками; в – шахта з сітчастими стінками; г – шахта з гальмуючими елементами; д – барабан; е – силос з сітчастим днищем; ж – камера з решітчастим днищем; з – пневмотруба; і – контейнер сітчастий; к – пневмотруба з шахтою; л – камера з падаючим шаром зерна та шахта; м – камера з псевдозрідженим шаром зерна та шахта

Широко поширеним типом зерносушильної камери, у тому числі і в нових конструкціях сушарок, є шахта, що представляє собою вертикальну камеру прямокутного перерізу з поперечно продувним зерновим шаром, що рухається. Товщина шару зазвичай становить 100...250 мм та не перевищує 500 мм. Стінки шахти роблять або

сітчастими або жалюзійними, або всередині шахти розміщують систему каналів (коробів), через які підводять свіжий і відводять агент сушіння, що відпрацював. У нижній частині шахти встановлюють випускний пристрій, за допомогою якого створюють підпір зерна та регулюють час перебування його в шахті.

Шахтні зерносушарки мають недоліки, що перешкоджають їх ефективній роботі: обмежене знімання вологи за один пропуск зерна через шахту (4...6 %) і, як наслідок, різке зниження пропускної здатності шахтної зерносушарки під час її роботи на зерні з високою вологістю; нерівномірність нагріву та сушіння зерна, а також порівняно невисока швидкість вологовіддачі [1, 2].

У барабанних зерносушарках сушильна камера представляє собою порожнистий циліндр, що обертається, всередині якого встановлюють насадку у вигляді лопатей, що сприяють розпушенню та пересипанню зерна за його руху вздовж барабана. Зазвичай зерно та агент сушіння рухаються всередині барабана прямою током, але використовують і протиточні барабанні сушарки.

Камерна сушарка найпростіша за будовою. Основу її становить прямокутна або кругла камера з похилим або горизонтальним сітчастим днищем. За горизонтального днища розвантаження зерна здійснюється через центральний отвір у дно спочатку самопливом, а потім з допомогою шнека-підбирача. За похилого днища камера розвантажувється самопливом.

Конвеєрні сушарки є тунелем, всередині якого на сітчастій стрічці переміщується зерно, що висушується.

Карусельна сушарка призначена для сушіння насіння зернових, зернобобових культур і насіння соняшнику та кукурудзи в насіннєвому та продовольчому режимах. Технологія сушіння полягає в тому, що півметровий шар зерна на решітчастій карусельній платформі продувається знизу потужним потоком теплого повітря. Зерно в нижній частині шару у міру сушіння відокремлюється і виводиться із сушарки, а зверху шар автоматично доповнюється новою порцією вологого зерна.

За конструкційним виконанням розрізняють стаціонарні та пересувні зерносушарки [1, 2].

Стаціонарні сушарки вбудовують у робочі будівлі елеваторів, встановлюють в окремих будинках, прив'язаних транспортними комунікаціями до елеваторів, у будинках зерноочисно-сушильних комплексів.

Стаціонарні сушарки мають, як правило, високу продуктивність. Їх використовують у механізованих технологічних лініях прийому та післязбиральної обробки зерна.

Пересувні сушарки використовують для сушіння невеликих партій зерна. Все обладнання сушарки, включаючи тепловентиляційне та транспортне, розташовується на одній рамі з колісним ходом.

Такі сушарки можна перевозити буксиром за територією хлібоприймальних підприємств, шосейними і ґрунтовими дорогами, а також залізницею на платформах. Продуктивність пересувних сушарок обмежена габаритами та транспортними можливостями, зазвичай вона не перевищує 8...10 т/год.

Наведена класифікація групує зерносушарки не тільки за зовнішніми ознаками і за конструкційною складністю, але, що дуже важливо, за характером теплового впливу на зерно та інтенсивності протікання у ньому теплофізичних, вологопереносних та біохімічних процесів.

Список використаної літератури

1. Кравчук В. І. Машины, агрегати та комплекси для післязбиральної обробки і зберігання зернових культур: навч. посіб. Дослідницьке – УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого, 2011. 224 с.

2. Шаповаленко О. І., Євтушенко О. О., Рибчинський Р. С. Сушіння та зберігання зерна: підручник. Херсон, Олді-Плюс, 2019. 396 с.

МЕТОДИКА ОПТИМІЗАЦІЇ КОНСТРУКТИВНО-РЕЖИМНИХ ПАРАМЕТРІВ МОЛОТКОВОЇ ДРОБАРКИ

Костенко О. М., доктор технічних наук, професор

Рибальченко В. Д., здобувач вищої освіти

ступеня доктора філософії

Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава

Для перевірки результатів теоретичних досліджень розроблена установка (рис. 1) [1].

Під час випробування перевірялися працездатність та якісні показники (питома продуктивність, енерговитрати, гранулометричний склад).

Під час проведення експериментальних досліджень обрано та обґрунтовано фактори. Плани експериментів обґрунтовані параметром оптимізації – питомою продуктивністю.

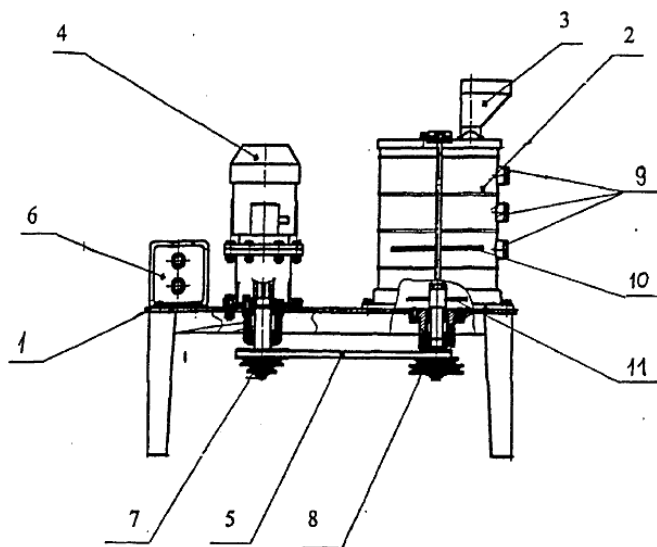


Рис. 1 – Схема молоткової дробарки:

- 1 – рама; 2 – камера подрібнення; 3 – приймальний бункер;
4 – електродвигун; 5 – пасова передача; 6 – пульт управління; 7, 8 – шківи;
9 – отвори для виходу готової продукції; 10 – молоток; 11 – лопатки

Вплив конструктивних, кінематичних та технологічних параметрів дробарки на питому продуктивність та ступінь подрібнення зерна виявлялися у дослідженні із застосуванням методів активного планування експериментів (план Бокса-Бенкена та кодування факторів) [2].

У дослідах були використані сире та термооброблене зерно. Основні фізико-механічні характеристики цього зерна є типовими для зернофуражного корму, тому щільність, міцність під час проведення розрахунків було прийнято з лабораторних досліджень.

На експериментальній кормодробарці (рис. 1) здійснювали порівняльний експеримент шляхом дроблення сирого та термообробленого зерна, були встановлені молотки з двома різальними кромками. Під час проведення експерименту підготували контрольно-вимірювальну апаратуру. До електродвигуна 4 підключали амперметр, вольтметр, прилад для виміру даних лабораторної установки, комп'ютер. Для вимірювання параметрів напруги та сили струму під час проведення експерименту використовували прилади з цифровою вихідною інформацією, для яких показання, як правило, зчитуються у цифровій формі.

Електродвигун установки трифазний асинхронний, потужністю 1,1 кВт, ккд=0,8.

Фактори: X_1 – подача матеріалу, X_2 – частота обертання валу, X_3 – ширина лопатки, X_4 – висота розташування отворів.

Критерій оптимізації:

$$Y = Q/N_{\text{ел}}; \quad (1)$$

де Q – подача матеріалу, г/с;

$N_{\text{ел}}$ – потужність електродвигуна кВт.

На рис. 2 наведена схема будови подрібнюючої камери.

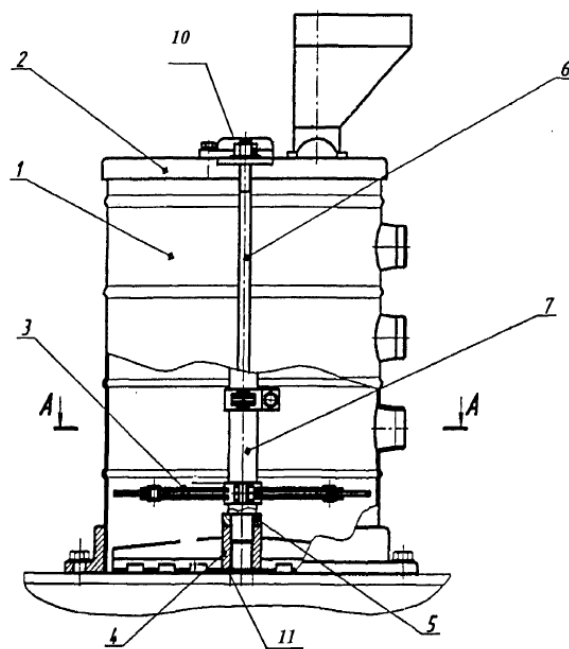


Рис. 2 – Схема будови подрібнюючої камери

Молотки виготовлені зі зносостійких сталей (65, 65Г та ін.) піддавалися загартуванню [1].

Молоток 3 і лопатки 4 закріплені відповідно на ступицях валів верхньої 10 та нижньої 11 опор. Опора 10 встановлена на кришці 2 камери подрібнення, опора 11 – на опорній плиті рами. Молотки встановлені в пази, які виконані на валу 7 і закріплені за допомогою болтів 5.

Під час проведення експерименту змінюються фактори: подача корма, частота обертання валу, вихід готової продукції, швидкість повітряного потоку.

Подача корму змінюється заслінкою, що встановлена в бункері подачі, частота обертання молотка змінюється шківом на електродвигуні та на самому валу, вихід готової продукції змінюється

положенням патрубків, швидкість повітряного потоку змінюється змінними лопатками.

Зважування підготовленого сирого та термообробленого корма здійснюється на лабораторних вагах. Після завершення експерименту проводиться контроль якості корму, гранулометричний склад корму визначали решітним класифікатором Макарова.

Отже, описана методика дозволяє провести оптимізацію конструктивно-режимних параметрів молоткової дробарки.

Список використаних джерел

1.Скляр О. Г., Ботянська Н. І. Механізація технологічних процесів у тваринництві: навч. посіб. Мелітополь: ТОВ «Колор Принт», 2012. 720 с.

2.Грабченко А. І., Федорович В. О., Гаращенко Я. М. Методи наукових досліджень: навч. посіб. Харків : НТУ ХПІ, 2009. 142 с.

МЕТОДИКА ВИМІРЮВАННЯ ШВИДКІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОВІТРЯНИХ ПОТОКІВ У СУШИЛЬНИХ КАМЕРАХ

*Костенко О. М., доктор технічних наук, професор
Тихтило Б. В., здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава*

Експериментальні дослідження розподілу швидкості теплоносія в сушильних камерах промислових розпилювальних сушильних установок проводили за допомогою пневмометричної трубки та диференційного манометра ДМЦ-01М. Для розміщення вимірювального кінця трубки в заданій точці сушильної камери застосовувався пристрій, схематично показаний на рис. 1 [2]. Пристрій складається із з'єднаних один з одним за допомогою шарнірів стрижнів 4, також шарнірно закріплених на основній штанзі 3. Шляхом переміщення повідця 5 вправо або вліво, за схемою, можна змінювати нахил вертикальних стрижнів 4 на будь-який кут, аж до їх горизонтального становища. У такому положенні складений пристрій, разом із закріпленою на верхньому стрижні пневмометричною трубкою в положенні 1 або 2 легко вставляється в оглядове вікно дверей сушильної камери [1].

Розміри стрижнів 4 та основної штанги 3 повинні вибиратися з урахуванням розмірів сушильної камери та достатньої жорсткості

основної штанги. В нашому випадку, для камери сушильної установки типу VRC-3 продуктивністю 500 кг випареної вологи на годину внутрішнім діаметром 5,7 м, розміри стрижнів 4 склали 1 м, а довжина основної штанги 4,5 м. На основну штангу було нанесено мітки через кожні 20 см для ідентифікації положення вимірювальної трубки всередині сушильної камери.

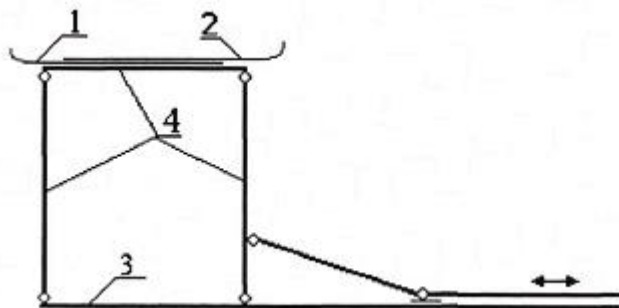


Рис. 1 – Схема шарнірного пристрою для вимірювання швидкості теплоносія в сушильній камері:

1 і 2 – два положення вимірюваних трубок;
3 – основна штанга ; 4 – стрижні

Вимірювання проводять наступним чином. На верхній стрижень кріплять пневмометричну трубку в положенні 1 (рис. 1). Шарнірну частину пристрою складають, як описано вище, і вводять у сушильну камеру через вікно її дверей так, щоб вимірювальний кінець пневмометричної трубки співпав з віссю камери. Після проведення п'ятикратного виміру швидкості потоку, основну штангу висувають на 20 см і знову виробляють 5 вимірів. Вказану операцію повторюють до тих пір, поки вимірювальний кінець трубки не досягне стінки сушарки. Після цього пристрій знову вставляють в сушильну камеру, за допомогою повідця 5 розкладають, як показано на рис. 1, і знову проводять серію вимірів, але вже на висоті 1 м від площини попередніх вимірів. Остання серія вимірювань, у цьому випадку, буде проведена на відстані 1 м від стінки камери. Для проведення вимірювань у зоні, що залишилася, необхідно переставити вимірювальну трубку в положення 2. Аналогічно проводять вимірювання на відстані 1 м нижче вікна дверей. З цією метою необхідно повернути пристрій на 180° у вертикальній площині і розгорнути вгору загнутий кінець вимірювальної трубки [1].

Таким чином, цей пристрій дозволяє знімати швидкісні характеристики потоку теплоносія у сушильних камерах діаметром до 6 м на відстані від факела розпилю, що визначається виразом:

$$H_{\text{вим}} = H_{\text{вік}} - H_{\text{розп}} \pm h_{\text{ст}}, \quad (1)$$

де $H_{\text{вим}}$ – відстань площини вимірювань від площини факелу розпилю, м;

$H_{\text{вік}}$ – відстань від стелі до площини вікна двері сушильної камери, м;

$H_{\text{розп}}$ – відстань від стелі сушильної камери до площини факела розпилю, м;

$h_{\text{ст}}$ – довжина стрижнів вимірювального пристрою, м.

За цього положення основної штанги пристрою 3 і кути її повороту однозначно визначають координату та кути нахилу вимірювальної трубки.

Список використаних джерел

1. Грабченко А. І., Федорович В. О., Гаращенко Я. М. Методи наукових досліджень: навч. посіб. Харків : НТУ ХПІ, 2009. 142 с.

2. Мирончук В. Г., Орлов Л. О., Українець А. І. Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості: навч. посіб. Вінниця : Нова книга, 2004. 288 с.

ВПЛИВ ВІБРАЦІЇ НА ПИТОМЕ ЗУСИЛЛЯ РІЗАННЯ

Костенко О. М., доктор технічних наук, професор,

Дрожжана О. У., старший викладач

Глушко О. М., здобувач вищої освіти ступеня магістра

Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава

Розглянемо процес віброрізання хліба. Робочий орган вібраційної машини взаємодіє з оброблюваним продуктом, створюючи різноманітні і складні процеси його деформування відповідно до розглянутих режимів руху робочих поверхонь. Сила зчеплення матеріалу з ножом робиться малою в результаті вібрації, що забезпечує багаторазове проковзування бічної поверхні ножа щодо матеріалу. Опір сил сухого тертя, що залежить тільки від товщини і стану поверхні ножа, зменшується [1].

Основною особливістю вібраційних різальних машин є те, що вони дозволяють враховувати частотні властивості самого матеріалу, що додатково знижує сили опору різання за рахунок правильного підбору робочого режиму, що неможливо для машин інших типів.

Вібрація викликає зниження в'язкості, адгезії та інших структурно-механічних характеристик матеріалів, що зменшує сили опору самого продукту різанню. Зазначені особливості вібраційних машин забезпечують їх переваги за питомими енергетичним витратам, продуктивністю і якістю зрізу [1].

Для дослідження закономірностей взаємодії робочого органу вібрмашини з хлібом використовуються методи вібраційної реології. За поширення в промисловості методів вібраційної обробки різних, переважно дисперсних, систем виявилось, що широко застосовуваний апарат реології дає занадто великі розбіжності з дослідом, а тому малопридатний для вивчення реологічних характеристик речовин в полі вібраційних впливів. Комплекс нових підходів і методів, призначених для вивчення закономірностей зміни деформацій і напруг під час періодичного навантаження, отримав назву вібраційної реології або просто віброреологія. Основна особливість вібраційної реології полягає в тому, що всі реологічні тіла – пружні, в'язкі і пластичні – розглядаються обов'язково як носії двох властивостей (свого основного і інерційного). Наприклад, фундаментальними тілами вібраційної реології є пружноінерційні, в'язкоінерційні і т.ін. Необхідність доповнення реологічних тіл інерційними властивостями під час дослідження завдань вібраційного технології обумовлюється тим, що за періодичних впливів змінюються прискорення і в оброблюваному середовищі виникають сили інерції. Інерційні навантаження за високоінтенсивних режимів вібраційної обробки можуть значно перевищувати діючі в середовищі сили тяжіння, стаючи сумірними, а іноді переважаючими над пружними, в'язкими і пластичними напруженнями [2].

У класичній реології три фундаментальних реологічних тіла. Пружне фундаментальне реологічне тіло, зображуване пружиною, представляється залежністю між деформацією і напругою та виражається математичною формулою $F_y = k_x$. Залежність цієї сили від деформації лінійна і на графіку зображується прямою лінією, що виходить з початку координат.

В'язке реологічне тіло зображується у вигляді циліндра з поршнем. Такий символ вузького реологічного тіла прийнятий в

зв'язку з тим, що подібний опір відчуває тіло, що рухається в рідині, наприклад поршень в циліндрі, заповненому рідиною. Математична залежність, описує в'язкі сили опору, має такий вигляд $F_b = c_x$. Із цього виходить, що сила в'язких опорів пропорційна швидкості, з якою здійснюється деформація тіла, і залежить від коефіцієнта в'язких опорів рідини. Залежність цієї сили від швидкості деформації лінійна і на графіку зображується прямою лінією, що виходить з початку координат.

Пластичне реологічне тіло зображують у вигляді двох ковзких одна за іншою пластинок. Зусилля, необхідне для деформації цього тіла, не залежить ні від величини деформації, ні від швидкості деформації. Воно визначається деякою граничною силою, за досягнення якої починається пластична деформація тіла. Графік цієї сили є лінією паралельною осі деформації.

У вібраційній реології прийняті наступні фундаментальні реологічні тіла: пружноінерційні, в'язкоінерційні та пластичноінерційні (рис. 1) [2]. Поведінка їх в умовах періодичного навантаження відрізняється від закономірностей деформації пластичних реологічних тіл.

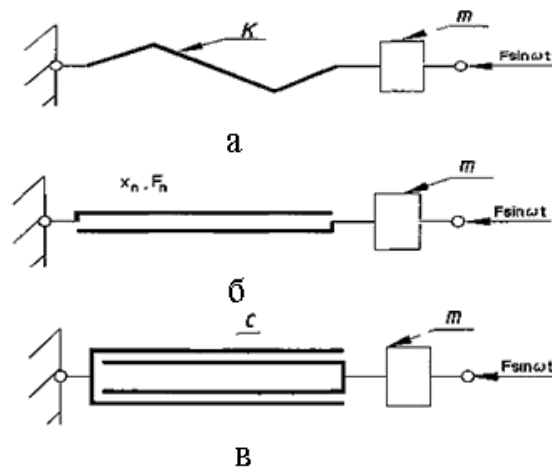


Рис. 1 – Інерційні фундаментальні реологічні тіла:
а – пружноінерційне; б – в'язкоінерційне; в – пластично-інерційне

Розглянемо реологічні властивості в'язкоінерційних реологічних тіл, до яких відноситься хліб. Будемо деформувати в'язкоінерційне тіло періодичною силою, що змінюється за гармонійним законом. Опори деформації будуть складатися з в'язкою сили і сили інерції. У в'язкому реологічному тілі співвідношення між в'язкістю деформації x , приведеному коефіцієнті в'язкості c і деформуючою силою F визначається залежністю [2]:

$$x = \frac{1}{c} F \sin \omega t \quad (1)$$

тобто швидкість деформації пропорційна величині деформуючої сили і обернено пропорційна коефіцієнту в'язкості; вона залежить від частоти навантаження і знаходиться в одній фазі з навантажувальною силою. В в'язкоінерційному тілі швидкість деформації залежить також від частоти ω прикладання деформуючого навантаження:

$$x = \frac{1}{\sqrt{\omega^2 + c^2}} F \cos(\omega t + \varphi) \quad (2)$$

і зміщена на кут $\varphi = \arctg \frac{c}{\omega}$ по відношенню до деформуючої сили.

Отже, порівнюючи закономірності деформації в'язкого і в'язкоінерційного тіл, бачимо, що швидкість деформації в'язкоінерційного тіла менше в $x = \frac{1}{\sqrt{\omega^2 + c^2}}$ разів. Різниця в швидкостях деформації зростає зі зменшенням в'язких опорів і підвищення частоти прикладання деформуючого навантаження. Кут зсуву фаз між деформацією і деформуючою силою зростає за збільшення коефіцієнта в'язких опорів і зниження частоти.

Список використаних джерел

1. Дейниченко Г. В., Афукова Н. О., Постнов Г. М. Устаткування підприємств харчування: практикум. Ч. 1: Механічне устаткування. Київ: ІНКОС, 2016. 308 с.
2. Рвачов В. В., Гуртовий М. В. Технологічне обладнання харчових виробництв (Механічне обладнання): навч. посіб. Одеса: Астропринт, 2005. 352с.

АНАЛІЗ ОБЕРТАННЯ ТІЛА З ПОСТІЙНО ЗМІННОЮ МАСОЮ МОЛОКА

Костенко О. М., доктор технічних наук, професор,

Дрожжана О. У., старший викладач

Лелюх С. Л., здобувач вищої освіти ступеня магістра

Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава

В роботі досліджується сепаратор молока, його конструктивно-технологічні параметри. Однією із поставлених задач є проведення

теоретичних досліджень. Одним із таких досліджень є дослідження механіки тіла змінної маси.

Приймемо об'єм молока в барабані, обертання якого відбувається під дією реактивних сил від струменів того ж молока з сопел, як об'єм змінної маси.

Механіка тіла змінної маси має велике значення для правильного опису рухомих тіл, маса яких змінюється під час руху. Основні закони для тіл змінної маси виводяться за використання законів механіки тіл постійної маси. Замкнутою механічною системою точок називаємо таку систему, в якій рух частинок обумовлений тільки силами взаємодії або внутрішніми силами [2].

Точку змінної маси $M=M(t)$ і систему відкиданих частинок з масами m_1, m_2 можна в сукупності розглядати як систему точок постійної маси. Точку змінної маси M представимо як центр тяжіння тіла, маса якого змінюється з часом, причому процес зміни маси відбувається таким чином, що відносні зміщення центру мас M по відношенню до осей координат, пов'язаних з рухомих тілом такі малі, що їх можна не враховувати. З математичної точки зору точка змінної маси – це геометрична точка з деякою кінцевою масою, що змінюється під час руху [1].

Принциповим спрощеним припущенням, яке буде прийнято надалі, є припущення близькодії (контактної взаємодії) під час відкидання частинок (жирових кульок і молочних відвійок) від основної маси M . Будемо вважати, що відкинута від точки M частинка m_1 змінює її кількість руху тільки у момент безпосереднього контакту M і m_1 . Як тільки молочний жир і молочні відвійки отримують відносну швидкість по відношенню до маси M , її дія на масу M припиняється.

Елементарна реактивна сила, що виникає за законом дії і протидії у момент відділення частинки m , аналогічна силі удару, що виникає за раптового порушення зв'язків в завданнях класичної механіки. Під час виведення рівнянь руху обмежимося випадками, коли процес зміни маси M відбувається безперервно. Якщо масу частинки молока в даний момент часу, тобто до виникнення відносних швидкостей по відношенню до основного тіла змінної маси, рух якої ми вивчаємо, позначити m_j , а швидкість щодо деякої нерухомої системи позначити x_j , то за визначенням основні динамічні величини можна записати у вигляді [1]:

Кількість руху

$$\bar{Q} = \sum_{j=1}^n m_j \bar{\vartheta}_j. \quad (1)$$

Кінетичний момент

$$\bar{K} = \sum_{j=1}^n (\bar{r}_j \cdot m_j \bar{\vartheta}_j). \quad (2)$$

Кінетична енергія

$$T = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^n m_j \vartheta_j^2. \quad (3)$$

Швидкість $\bar{\vartheta}_j$ визначається за формулою:

$$\bar{\vartheta}_j = \bar{\vartheta}_0 + (\bar{\omega} \cdot \bar{\rho}_j). \quad (4)$$

Вектор $\bar{\vartheta}_0$ характеризує рух молока; векторний вираз $\bar{\omega} \cdot \bar{\rho}_j$ дає складову швидкості точки m_j , обумовлену часом.

Якщо абсолютну швидкість відкинутої частинки (вершків) позначити $\bar{U}_j$, то [1]:

$$\bar{U}_j = \bar{v}_j + \bar{v}_{rj}, \quad (5)$$

де $\bar{v}_{rj}$ – відносна швидкість відкиданої частинки (молочних відвійок).

Розглянемо обертальний рух барабана з молоком навколо нерухомої вісі OZ з кутовою швидкістю $\bar{\omega}$. В цьому випадку абсолютна швидкість частинок молока визначається виразом[1]:

$$\bar{\vartheta}_j = \bar{\omega} \cdot \bar{\rho}_j. \quad (6)$$

Запишемо для цього випадку теоретичний вираз про зміну кінетичного моменту тіла щодо нерухомих осей:

$$\frac{d\bar{K}}{dt} = \bar{M}^e + \bar{M}_r + \sum_{j=1}^n \bar{r}_j \cdot \frac{dm_j}{dt} \bar{v}_j. \quad (7)$$

Тобто похідна за часом від кінетичного моменту тіла змінної маси рівна сумі моментів всіх зовнішніх і реактивних сил, що діють

на тіло, плюс сума моментів кількостей руху частинок, відкинутих в одиницю часу в їх переносному русі.

Проектуючи обидві частини рівняння (7) на вісь обертання OZ, отримаємо:

$$\frac{dK_z}{dt} = M_z^{(e)} + M_{rz} + \sum \frac{dm_j}{dt} \omega h_j^2, \quad (8)$$

де h_j – відстань точки маси m_j від вісі обертання.

У разі, коли тіло змінної маси обертається навколо нерухомої вісі з кутовою швидкістю ω , проекція вектора кінетичного моменту на цю вісь визначається [1]:

$$K_z = \sum_{j=1}^n m_j (x_j \dot{y}_j - y_j \dot{x}_j). \quad (9)$$

Вважаючи, що

$$\begin{aligned} x_j &= h_j \cos \varphi, \\ y_j &= h_j \sin \varphi, \\ x_j \dot{y}_j - y_j \dot{x}_j &= h_j^2 \omega, \end{aligned} \quad (10)$$

а тоді:

$$K_z = \sum_{j=1}^n m_j h_j^2 \omega = \omega \sum_{j=1}^n m_j h_j^2 = J_{zz} \omega, \quad (11)$$

де J_{zz} – момент інерції тіла в даний момент часу щодо вісі OZ. Оскільки за формулою (9):

$$K_{zz} = J_{zz} \omega,$$

а

$$\sum \frac{dm_j}{dt} \omega h_j^2 = \omega \frac{d}{dt} \sum_{j=1}^n m_j h_j^2 = \omega \frac{dJ_{zz}}{dt},$$

то співвідношення (8) можна написати у вигляді:

$$\frac{d}{dt} (J_{zz} \omega) = M_z^{(e)} + M_{rz}. \quad (12)$$

Слід мати на увазі, що $J_{zz} = J_{zz}(t)$, тобто за обертального руху тіла роль маси виконує момент інерції, який є змінною величиною.

Для деяких завдань момент інерції J можна розглядати як функцію кута повороту, тобто:

$$J=J(\varphi). \quad (13)$$

Для такого типу завдань із змінним моментом інерції можна скласти рівняння обертання за допомогою рівнянь Лагранжа в узагальнених координатах. Вибираємо кут повороту φ за узагальнену координату. Тоді для механічної системи точок з однією мірою свободи і постійною масою рівняння Лагранжа має вигляд [1]:

$$\frac{d}{dt} \frac{dT}{d\dot{\varphi}} - \frac{dT}{d\varphi} = Q_{\varphi} \quad (14)$$

де T – кінетична енергія, рівна $\frac{1}{2}J\dot{\varphi}^2$, а $Q_{\varphi}=M_z$ є різниця моментів рушійних сил і сил опору на ланці приведення.

Відмітимо, що:

$$\frac{d}{dt}(J\omega) = \frac{d}{d\varphi}(J\omega) \frac{d\varphi}{dt} = \frac{d}{d\varphi}(J\omega) \cdot \omega. \quad (15)$$

Оскільки $\frac{d\varphi}{dt} = \omega$, і підставляючи в рівняння Лагранжа, отримаємо:

$$\omega^2 \frac{dJ}{d\varphi} + J\omega \frac{d\omega}{d\varphi} - \frac{1}{2}\omega^2 \frac{dJ}{d\omega} = M_z = 0, \quad (16)$$

або

$$J \frac{d\omega}{dt} + \frac{1}{2}\omega^2 \frac{dJ}{d\varphi} = M_z, \quad (17)$$

Таким чином, круговий момент, що забезпечує обертання всієї системи, залежить від таких складових, як момент інерції, приріст кутової швидкості і кут повороту.

Список використаних джерел

1. Поліщук Г.Є., Грек О.В., Скорченко Т.А. Технологічні розрахунки у молочній промисловості : навч.посіб. Київ : НУХТ, 2013. 343 с.

2. Червко О.І. Технологічне обладнання малих молокопереробних виробництв : навч. посіб. Харків : ХДУХТ, 2012. 129 с.

РЕОЛОГІЧНА МОДЕЛЬ ПРЕСОВАНОГО МАТЕРІАЛУ

*Костенко О. М., доктор технічних наук, професор,
Дрожжана О. У., старший викладач
Гулак О. С., здобувач вищої освіти ступеня магістра
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава*

Об'єктом досліджень є одношнековий прес-екструдер, який застосовується в процесі екструдювання олійної сировини. Поставлена задача оптимізації геометричних параметрів шнека прес-екструдера ПЕШ-30/4 з метою підвищення продуктивності та зниження енерговитрат.

З метою формування математичної моделі процесу екструдювання розглянемо реологічну модель пресованого матеріалу.

Пресуючий механізм одношнекового прес-екструдера (рис. 1) утворений гвинтовим шнеком 1 і шнековим циліндром 2. Він включає також матрицю (діафрагму) 3 і завантажувальний пристрій 4, що дозволяє забезпечити рівномірну подачу пресованого матеріалу. Шнековий корпус і шнек утворюють пристрій, що створює тиск, а матриця (діафрагма) з формуючою порожниною служить для утворення продукту певної форми і створення тиску. Створений тиск спресовує олійний матеріал і рідка фаза стікає через отвори шнекового корпусу, а віджата тверда фаза випресовується через отвір матриці [2].

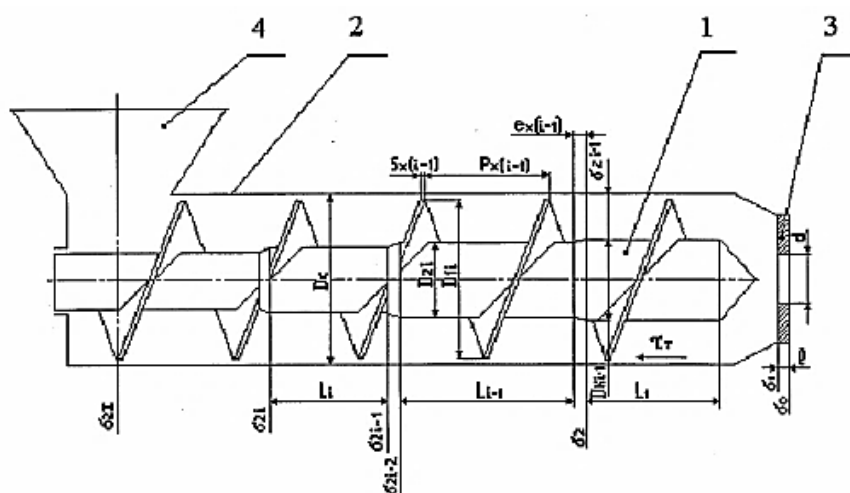


Рисунок 1 – Схема шнекового пресуючого механізму

Відповідно до результатів досліджень пресований матеріал вважається псевдопластичним. Течію такого матеріалу можна описати реологічним рівнянням Оствальда-де Віля [1,2].

$$\tau = \mu' \dot{\gamma}^n, \quad (1)$$

де μ' – коефіцієнт консистенції, який залежить від вмісту олії в пресованому матеріалі, його температури та вологості;

$\dot{\gamma}$ – швидкість зсуву пресованого матеріалу;

n – індекс течії.

Константи μ' та n справедливі для обмеженого діапазону швидкостей.

Раніше під час опису шнекового пресуючого механізму був використаний принцип його поділу на секції. У загальному випадку секцією назвемо елементарний шнековий пресуючий механізм з умовно постійними параметрами процесу пресування. Секція може закінчуватися матрицею, або компресійним затвором – ділянкою механізму, на якому лопать шнека переривається і прохідний перетин зменшується. Компресійний затвор може бути фіктивним, якщо параметри процесу пресування змінюються за безперервних лопатів шнека.

Матрицю (діафрагму) приймаємо еквівалентною компресійному затвору і разом з прилеглою частиною шнека вважаємо першою секцією пресуючого механізму. У деяких конструкціях шнекових прес-екструдерів матриця аналогічна за конструкцією компресійному затвору. Число всіх секцій, що складають пресуючий механізм шнекового преса, позначимо через I .

Використовуючи результати, отримані для шнекового прес-екструдера, для кожної i -ї секції можна отримати рівняння взаємодії пресованого матеріалу з пресуючим механізмом з урахуванням відтоку олії з дисперсної системи в припущенні, що витрата пресованого матеріалу Q_i стрибкоподібно змінюється в перетині перед i -м компресійним затвором до величини Q_{i-1} та зберігається постійним до перетину перед $(i-1)$ -м компресійним затвором.

Для оцінки зменшення витрати пресованого матеріалу між i -м та $(i-1)$ -м секціями пресуючого механізму введено коефіцієнт відтоку олії [1,2].

$$k_i = \frac{Q_{i-1}}{Q_i} = 1 - \frac{Q_{oi}}{Q_i - \sum_{j=i+1}^I Q_{oj}}, \quad (2)$$

де Q_I – подача пресованого матеріалу в I -у секцію пресуючого механізму;

Q_{oi} – витрати олії із i -ї секції.

Отже, визначення даного коефіцієнта дозволяє заміряти відтік рідкої фази по довжині робочого органу при екструдуванні олійної сировини на одношнекових пресах.

Список використаних джерел

1. Горбенко О. А., Стрельцов В. В., Доценко Н. А., Кім Н. І. Дослідження конструкцій робочий органів олієвідтискних пресів. Праці ТДАТУ. Вип. 17. Т.1. С. 49-55.

2. Черевко О. І., Поперечний А. М. Процеси і апарати харчових виробництв : підручник, 2-е видання. Харків : Світ Книг, 2015. 495 с.

ОБГРУНТУВАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ СЕПАРАТОРА МОЛОКА

*Костенко О.М., доктор технічних наук, професор,
Дрожжана О. У., старший викладач
Рибальченко А. Д., здобувач вищої освіти ступеня магістра
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава*

Необхідність підвищення конкурентоспроможності вітчизняної продукції вимагають розробки досконаліших засобів механізації, створення і впровадження нових технологій і технічних засобів, придатних як для ферм, так і для малих та промислових молокопереробних підприємств.

Метою дослідження є розробка шляхів підвищення ефективності процесу сепарації молока.

Результати літературного огляду показали, що сепаратори для розділення і очищення молока в даний час мають високу енерго- і металоємність і за рядом конструктивних параметрів не відповідають умовам експлуатації, характерним для фермерських господарств [1].

Пропонується конструкція гідропривідного сепаратора, що включає барабан (рис. 1), встановлений на нерухомій порожнистій вісі (1), розділеною усередині перегородкою (12) на верхню і нижню частини з радіальними отворами (13). Нижня частина вісі служить для підведення молока в барабан з трубками (14) в його основі, виведеними назовні під прямим кутом. На їх кінцях змонтовані сопла (15), завдяки яким за подачі молока під тиском в порожнину барабана

створюється реактивна тяга для його обертання. Верхня частина служить для виведення вершків.

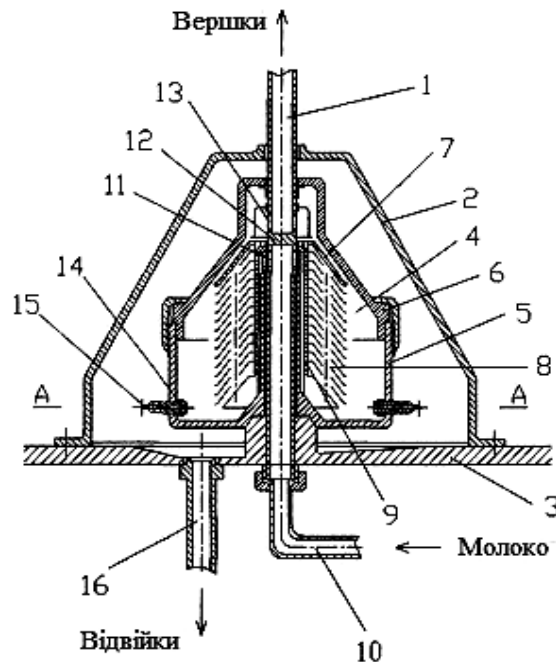


Рис. 1 – Барабан експериментального сепаратора

В результаті теоретичних досліджень встановлено, що продуктивність сепаратора залежить від таких конструктивних параметрів, як кількість і діаметр сопел [2].

Аналіз отриманої залежності продуктивності гідропривідного сепаратора від конструктивних параметрів показав, що зростання продуктивності може бути досягнуто за рахунок зміни діаметру сопла з 1,0 мм до 2,0 мм і за кількості сопел з 4 до 2. На підставі результатів експериментальних досліджень виявлено, що процес сепарації найбільш ефективний за наступних оптимальних поєднань конструктивних параметрів: діаметр сопла $d=1,5$ мм, кількість сопел $m=2$. Тиск в системі 0,11 МПа, в цей же час забезпечується тривалість розгону 2,0...2,5 хв.

Розроблена номограма для встановлення робочих параметрів (продуктивності, частоти обертання, коефіцієнта використання продуктивності β), що забезпечують ефективну роботу сепаратора в різних технологічних режимах його використання і за різних початкових параметрів (рис. 2).

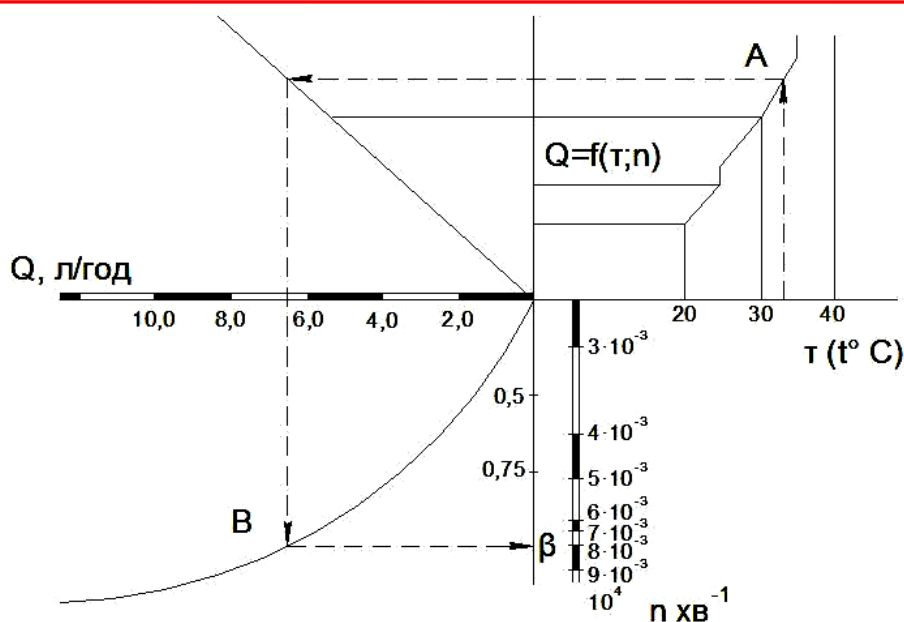


Рис. 2 – Номограма визначення робочих параметрів під час використання сепаратора

Порівняльні випробування показали, що застосування гідропривідного сепаратора забезпечує зниження приведених витрат до 10%.

Список використаних джерел

1. Іваненко Ф. В. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва : навч.-метод. посіб. [Електронний ресурс]. К. : КНЕУ, 2014. 125 с. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/32617596.pdf> (дата звернення 24.03.2023).

2. Єресько Г. О., Шинкарик М. М., Паращук В. Я. Технологічне обладнання молочних виробництв : навч. посіб. Київ : Фірма ІНКОС, Центр навч. літ., 2007. 344 с.

РЕШІТНІ СЕПАРАТОРИ З ЦИЛІНДРИЧНИМ РЕШЕТОМ

*Костенко О. М., доктор технічних наук, професор,
Дрожжана О. У., старший викладач*

*Мальченко Д. Д., здобувач вищої освіти ступеня магістра
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава*

В основі більшості решітних машин лежить грохот. Це повітряно-решітні машини ОВС-25, СМ-4, МС-4,5, МПР-50, МЗ10С, ЗВС-20А, СВУ-5А, німецькі машини К-218/1 К-523/1, К -524, К-526, К528, К-547 та ін. Всі вони досить добре очищають зернову суміш, але мають ряд недоліків, пов'язаних з конструктивними

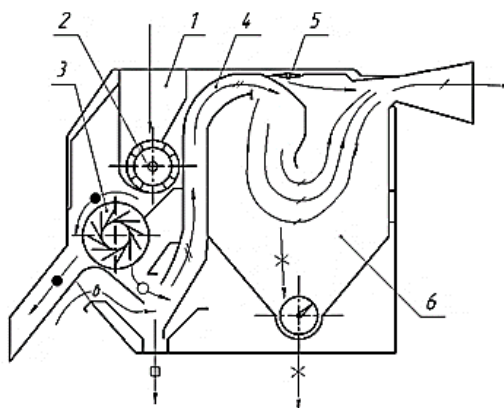
особливостями грохоту. Це їх висока гучність і низька надійність. Перераховані недоліки є наслідком того, що робота грохоту заснована на коливаннях решіт, які передаються іншим частинам машини. Сепаратори з циліндричними решетами в порівнянні з ними мають наступні переваги: простота конструкції, безвібраційний рух, більш висока надійність. В даний час існує ряд машин, в основі яких лежить циліндричне решето [1].

Відомими є скальператори фірми Carter Day (рис. 1), робочий процес яких має наступну структуру. Вихідний матеріал з бункера 1 за допомогою живильного валика 2 і регулювального клапана надходить рівномірно на зовнішню поверхню циліндричного решета 3, при цьому кут нахилу площини введення матеріалу виконаний з можливістю регулювання. У зоні завантаження виникає відносний рух між ворохом і зовнішньої робочою поверхнею решета, що забезпечує інтенсивне просіювання основного зерна і дрібних домішок. Подальше просіювання зерна і дрібних домішок з вороху, що знаходиться на робочій поверхні, відбувається на дузі просіювання решета за його обертання до скидання великих домішок. Виділене на циліндричному решеті 3 основне зерно надходить у пневмосепаруючий канал 4, швидкість повітряного потоку, в якому регулюється за допомогою дросельної заслінки 5.

З матеріалу, що надійшов в пневмосепаруючий канал 4, повітряним потоком виділяються і несуться в осадочну камеру 6 легкі домішки, які виводяться з неї за допомогою вивантажувального шнека 7, а основне зерно подається на скатну дошку і за нею надходить в приймач очищеного зерна. З матеріалу, що надійшов в пневмосепаруючий канал 4 повітряним потоком виділяються і несуться в осадочну камеру 6 легкі домішки, які виводяться з неї за допомогою вивантажувального шнека 7, а основне зерно подається на скатну дошку і за нею надходить в приймач очищеного зерна.

Для очищення робочої поверхні циліндричного решета в зоні сходження великих домішок встановлена щітка (бітер). У внутрішній порожнині циліндричного решета закріплені спеціальні лопатки для інтенсифікації просіювання проходових фракцій через внутрішню робочу поверхню решета, тобто для запобігання накопичення матеріалу всередині циліндра [1].

До основного недоліку даної машини можна віднести неможливість виділення за допомогою неї фракції дрібних домішок, що надходить до зернового вороху.



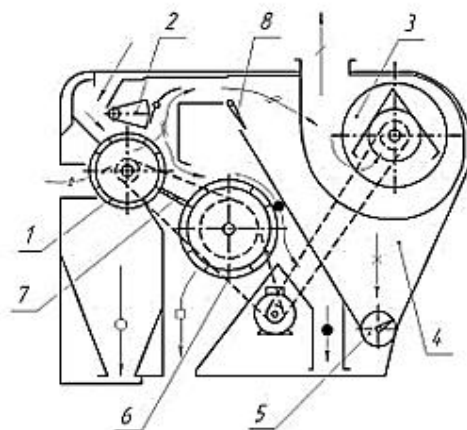
- > - очищувальний матеріал; —> - повітряний потік без домішок;
 —/> - повітряний потік з пилом; —x> - легкі домішки;
 —//> - повітряний протік з легкими домішками; —□> - очищене зерно;
 —●> - крупні домішки; —○> - зерно, очищене від крупних домішок

Рис. 1 – Машина попередньої очистки фірми Carter Day

Для первинного очищення рису-зерна безпосередньо після комбайна німецька фірма «Шуле» випускає скальператорну машину «Гранопур», яка має два решета (рис. 2). Ця машина може бути встановлена як перед зерносушарками, так і перед сепаруючими машинами для видалення із зернової маси дрібних, великих і легких домішок, що відрізняються від рису-зерна розмірами і щільністю. Машина складається з двох обертових циліндричних решіт 1 і 6. Зерно розподіляється по ширині верхнього решета товстим шаром. Дрібні домішки (пісок, насіння дикорослих рослин, підсів і т.ін.), занурюючись в шарі зерна, проходять крізь отвори першого решета 1, а зерно з великими домішками (солома, листя, мінеральна домішка і т.ін.) розподіляється тонким шаром за допомогою регульованої заслінки 2 по всій ширині другого решета 6. За відповідного кута повороту заслінки 2 виділяються легкі домішки, які, осідаючи в осадочній камері 4, виводяться з неї шнеком 5. Інтенсивність повітряного потоку в машині регулюється заслінкою 8. Для застряглих часток в машині передбачена регульована щітка 7, яка очищає решето. Розміри отворів у другого решета 6 більше, ніж у першого, що дозволяє зерну в основному проходити крізь неї в початковій зоні, в той час як великі домішки органічного і мінерального походження йдуть сходом з неї.

Друге решето також очищається подібною щіткою 7, яка одночасно запобігає викид зерна у відходи. Легкі домішки виносяться повітряним потоком, створюваним вентилятором 3 середнього тиску в осадочну камеру 4, де осідають і виводяться шнеком 5.

До недоліків даної машини можна віднести її великі габарити внаслідок того, що обертаються циліндричні решета з зовнішньої робочою поверхнею рознесені в просторі і неможливо об'єднати їх в більш компактну схему. Крім того мала тривалість контакту оброблюваного матеріалу з барабаном призводить до низької повноти виділення дрібних домішок.



- > - очищувальний матеріал; —> - повітряний потік без домішок;
 -/+> - повітряний потік з пилом; -x> - легкі домішки;
 -//> - повітряний протік з легкими домішками; —> - очищене зерно;
 —> - крупні домішки; —> - зерно, очищене від крупних домішок

Рис. 2 – Схема скальператора «Гранопур»:

1,6 – циліндричні решета; 2,8 – регульована заслінка; 3 – вентилятор середнього тиску; 5 – осадочна камера; 7 – щітка

Решітний сепаратор з внутрішньою подачею А1-БЗО (рис. 3) призначений для виділення грубих і великих сторонніх і соломистих домішок з метою запобігання від засмічення приймально-розподільних пристроїв подальшого зерноочисного обладнання [1].

Сепаратор встановлюється в зерноочисних відділеннях елеваторів і на хлібоприймальних підприємствах. Принцип роботи сепаратора залежить від послідовного очищення зерна від грубих сторонніх домішок, соломи і стебел. Вихідна зернова суміш надходить рівномірно через приймальний патрубок 12 за лотком 11 всередину приймальної частини решітного циліндра 3. Проходячи через отвори очищене від домішок зерно за випускним патрубком 8, утвореному нижніми похилими стінками корпусу, виводиться з сепаратора і подається на наступну переробку. Відібрані домішки, поступово переходячи до відкритої частини решітного циліндра, звільняються від застряглих в них зерен і скидаються шнеком 1 в випускний патрубок для відходів 9. Решето з горизонтальною віссю обертання закріплено консольно на приводному валу і є основним

робочим органом сепаратора. Воно складається з сферичного днища, приймальної частини циліндричного решета з розмірами отворів 14 мм і сходової - з розмірами отворів 10мм.

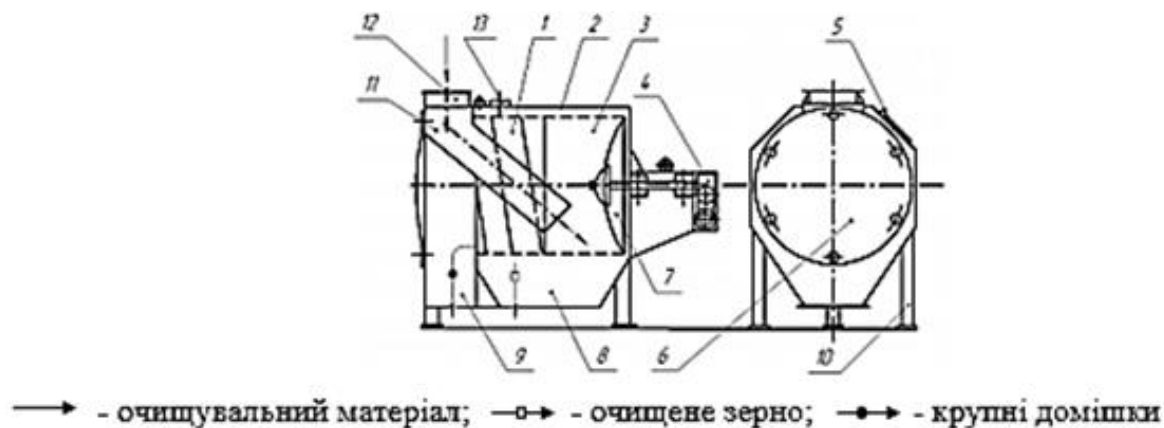


Рис. 3 – Решітний сепаратор А1-БЗО:

- 1 – лопать винтоподібна; 2 – корпус; 3 – циліндр ситовий; 4 – мотор-редуктори з частотним перетворювачем; 5 – перехідник аспіраційний; 6 – стінка корпусу; 7 – днище сферичне; 8 – патрубок випускний для зерна; 9 – патрубок випускний для великих домішок; 10 – лоток; 12 – патрубок приймальний; 13 – патрубок аспіраційний

На внутрішній поверхні сходової частини решітного циліндра приварена з листової сталі гвинтоподібна лопать в 2,5 обороту і служить для прискорення виведення з сепаратора домішок. Привід сепаратора здійснюється мотор-редуктором марки ЗМП-31,5. Регулювання частоти обертання барабана сепаратора здійснюється за допомогою частотного перетворювача. Недолік даної машини полягає в тому, що вона здатна виділяти з зернового вороху лише великі домішки і тому годиться лише для грубого очищення.

На основі проведеного огляду літературних джерел можна зробити висновок, що в основі більшості решітних машин для очищення зерна лежить грохот з плоскими решетами, які мають ряд недоліків. Ці недоліки пов'язані з конструктивними особливостями грохоту. До них відносяться висока гучність таких машин і низька надійність внаслідок того, що робота грохоту заснована на коливаннях решіт, які неминуче супроводжуються динамічними навантаженнями, переданими іншим частинам машини. Крім того необхідно рівномірно розподілити зерно під час подачі на плоскі решета [2].

Решітні сепаратори з циліндричними решетами мають порівняно з ними наступні переваги: простота конструкції, відсутність

динамічних навантажень під час роботи і, як наслідок цього, більш висока надійність [2]. Обмеженість застосування на практиці циліндричних решіт для очищення зерна обумовлюється їх невисокою пропускною здатністю, так як для робочого процесу використовується приблизно $1/4 \dots 1/6$ частина поверхні решета. Спроби підвищити продуктивність таких решіт шляхом збільшення частоти обертання або підвищення подачі зернового матеріалу призводять до утворення кільцевого шару і порушення роботи решета. За установки всередині циліндра нерухомої скатної дошки створюється можливість деякого збільшення частоти обертання циліндра без порушення робочого процесу. За дослідними даними пропускна здатність такого решета трохи вище, ніж звичайного, але його робочий процес виявляється нестабільним, що також обмежує застосування на практиці.

Проведений аналіз конструкцій існуючих зерноочисних машин дозволяє зробити наступні висновки.

1. У більшості зерноочисних машин, що мають решітну очистку у вигляді циліндричних обертових решіт, застосовуються решета з горизонтальною віссю обертання.

2. За необхідності поділу оброблюваного матеріалу на кількість фракцій більше двох необхідні додаткові решета, які в більшості випадків встановлюються послідовно за ходом руху матеріалу, що істотно збільшує габарити машини.

3. Застосування зовнішнього та внутрішнього циліндричних решіт, що мають спільну вісь обертання, дозволяє зменшити габарити машини, але виключає можливість настройки одночасно обох решіт на оптимальні кінематичні режими.

Підвищення ефективності роботи зерноочисних машин можна досягти шляхом удосконалення технологічного процесу і параметрів їх робочих органів.

Список використаних джерел

1. Дацишин О. В., Ткачук А. І., Гвоздєв О. В. Технологічне обладнання зернопереробних та олійних виробництв : навч. посібн. Вінниця : Нова Книга, 2008. 488 с.
2. Кобець А. С., Чурсінов Ю. О., Сабадаш М. П., Грекова Н. В., Канунніков В. П. Машини і обладнання для зберігання та комплексної обробки зерна : навч. посіб. Дніпропетровськ : Літограф, 2014. 612 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТРАЄКТОРІЇ РУХУ ЧАСТИНОК КОМПОНЕНТІВ СУМІШІ В РОЗДІЛОВІЙ КАМЕРІ

*Костенко О. М., доктор технічних наук, професор,
Дрожжана О. У., старший викладач
Білик Ю. С., здобувач вищої освіти ступеня магістра
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава*

Аналітичне рішення прикладних завдань, пов'язаних із рухом повітряного потоку, стикається з проблемою обліку різних граничних умов. Тому вибір методу вирішення інженерних завдань, пов'язаних із рухом повітря в механічних пристроях, має важливе значення.

Вивчення параметрів повітряного потоку в розділовій камері пневмосепаратора обумовлено необхідністю аналізу траєкторій руху частинок, що вводяться в камеру, з метою перевірки можливості поділу матеріалу, що надходить на фракції та обґрунтування (у першому наближенні) її конструктивно-технологічних параметрів [1].

Перш ніж розрахувати траєкторії руху частинок компонентів суміші в розділовій камері наведемо результати розрахунку поля швидкостей повітряного потоку в розділовій камері пневмосепаратора методом кінцевих елементів.

Представимо схему розбиття поперечного перерізу розділової камери на трикутні кінцеві елементи (рис. 1) таким чином, щоби в основній зоні руху матеріалу елементи мали меншу площу, а в решті – більшу. Це дозволить скоротити обсяг вихідної інформації, що вводиться, при забезпеченні чутливості розрахункової схеми.

За результатами розрахунків, виконаних відповідно до вищевикладеного алгоритму, були отримані величини та напрямки векторів швидкостей повітряного потоку в заданих точках – центрах трикутників перерізу розділової камери, а потім побудовані траєкторії руху частинок у повітряному потоці.

Наведемо результати розрахунку поля швидкостей повітряного потоку в розділювальній камері (рис. 2) за наступних її конструктивних параметрів: довжина розділової камери $L_{p.k.} = 0,15$ м, глибина відведення $h_{відв} = 0,3$ м, глибина відведення першої частини каналу $h_{відв1} = 0,18$ м, глибина розділової камери $h_{p.k.} = 0,8$ м, глибина вхідного патрубку пиловловлювача $h_{вх} = 0,21$ м. Швидкість повітря на виході з відводу пневмосепаруючого каналу (ПСК) визначалася експериментально, що дозволило під час розрахунку врахувати

нерівномірність повітряного потоку. В цей же час середні швидкості повітря становили: для першої частини каналу I – 8,5 м/с, для другої частини каналу II – 12,0 м/с.

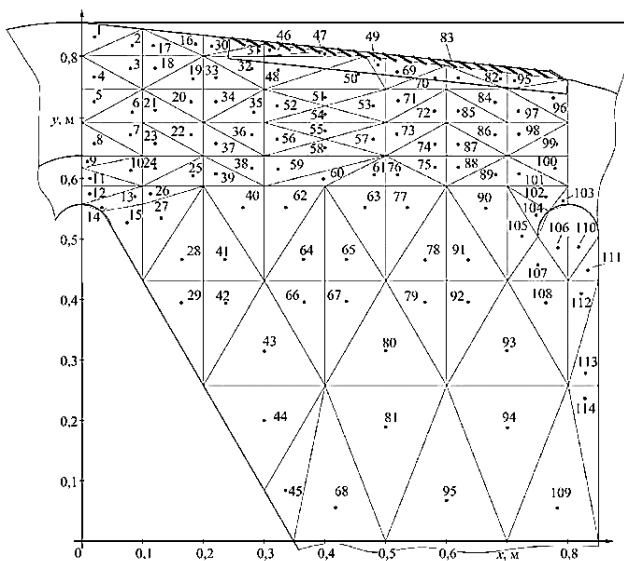


Рис. 1 – Схема розбиття розділової камери на трикутні кінцеві елементи

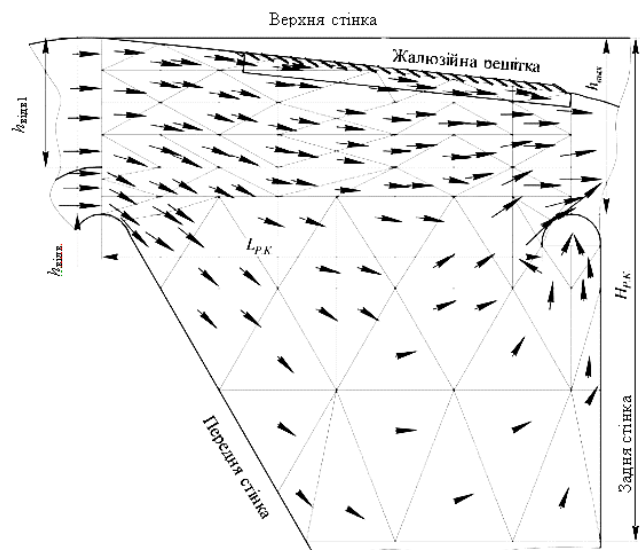


Рис. 2 – Розрахункові поля швидкостей повітряного потоку в розділовій камері при середній швидкості повітря на виході з відводу ПСК: для першої частини каналу I – 8,5 м/с, для другої II – 12,0 м/с

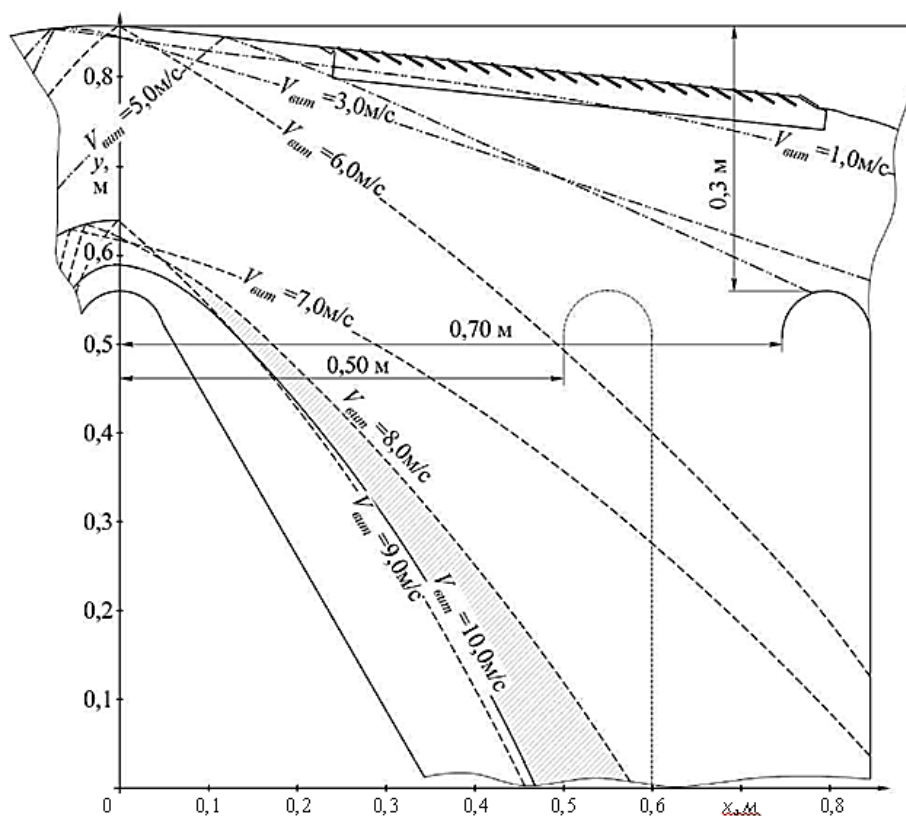
Як видно з рис. 2, найбільші швидкості повітряного потоку спостерігаються у верхній частині розділової камери; на виході з неї швидкість вище, ніж на вході. Це відбувається за рахунок звуження вихідного отвору розділової камери.

Вектори швидкості повітряного потоку на виході з першої частини ПСК практично не змінюють свого напрямку і мають близьке положення до горизонтального. З цього можна зробити висновок, що частинки, що надходять в розділову камеру з першої частини ПСК, будуть переміщатися до виходу з розділової камери зі збільшенням складової швидкості по осі x і з зменшенням складової швидкості за віссю y . Тому частинки, поміщені у верхню частину розділової камери, з великою часткою ймовірності будуть проходити її не осаджуючись і надходити в пиловловлюючий пристрій [2].

Вектори швидкості повітряного потоку на виході з другої частини ПСК мають велику негативну складову за віссю y , тим самим

спрямовуючи повітряний потік вниз розділової камери, де він, зробивши У-подібний рух, виходить з неї. З цього можна зробити висновок, що частинки, які надходять з другої частини ПСК, будуть осаджуватися в розділовій камері пневмосепаратора.

Після розрахунку поля швидкостей повітряного потоку був проведений розрахунок траєкторії руху частинок ярої пшениці (рис. 3) та її домішок в розділовій камері.



..... яра пшениця; ----- зернова домішка; ————— легкі домішки

Рис. 3 – Розрахункові траєкторії руху частинок в розділовій камері за середньої швидкості повітряного потоку на виході відводу ПСК: для першої частини каналу I – 8,5 м/с, для другої II – 12,0 м/с

За основу розрахунку (місце розташування на виході з ПСК, швидкість та напрям руху частинок) були взяті дані, отримані раніше під час розрахунку траєкторій руху частинок в ПСК і його відведення за допомогою експериментально-теоретичного методу.

Аналіз отриманих траєкторій руху дозволить у першому наближенні визначити основні параметри розділової камери: довжину $L_{р.к.}$ розділової камери, глибину $h_{р.к.}$ розділової камери і висоту $h_{вих}$ вихідний кромки задньої стінки. В цей же час слід враховувати такі критерії:

1. Зменшення габаритних розмірів розділової камери, які дозволять надалі знизити металоємність та вартість виготовлення пневмосепаратора.

2. Можливість виключення попадання легких домішок у розділову камеру, а також поділу матеріалу, що надходить з ПСК, на насіннєву і фуражну фракції, що дозволить підвищити ефективність використання машини, якість очищення зерна, знизити його травмування.

Виходячи з траєкторій руху частинок ярої пшениці та її домішок (рис. 3), можна зробити висновок про те, що за переміщення задньої стінки розділової камери, верхня кромка якої розташована на відстані 0,3 м від верхньої стінки камери, до положення, за якого її довжина $L_{p.k.}$ зміниться від 0,70 м до 0,50 м, всі легкі домішки ($V_{bit} = 1,0...5,0$ м/с) будуть поступати в пиловловлюючий пристрій.

Якщо кромку поворотного клапана розмістити в заштрихованій зоні, можна розділити осаджувальний матеріал на дві фракції. Одна міститиме більшу частину насіння пшениці, а друга – легкі зернівки основної культури та малу частину насіння пшениці.

Аналізуючи аналогічно траєкторії руху насіння козлятника східного та його домішок також можна виключити попадання легких частинок в розділову камеру шляхом переміщення її задньої стінки до довжини 0,37 м, а за розміщення кромки поворотного клапана в заштрихованій зоні можна повністю відокремити домішки від основної культури та виділити їх в окрему фракцію.

Аналізуючи траєкторії руху легких домішок у суміші райграса пасовищного можна зробити висновок, що повністю виключити їх попадання у розділову камеру не вдається. Це викликано тим, що частина легких домішок виділяється у другій частині ПСК, ударяється в його відводі об стінку, змінює свою траєкторію та осаджується на початку розділової камери. Шляхом переміщення її задньої стінки до 0,54 м можна суттєво знизити вміст легких домішок ($K_{bit} = 1,0...2,0$ м/с) у другій фракції.

Розглянувши всі траєкторії в сукупності, а також величини швидкостей повітряного потоку в нижній частині розділової камери, можна зробити висновок, що зменшення висоти розділової камери не призведе до істотної зміни характеру руху частинок та повітряного потоку у верхній частині розділової камери. Тому висоту $L_{p.k.}$ камери можна варіювати у великому діапазоні, як у меншу сторону (зменшення до 0,5 м), так і у більшу, а її величина залежатиме від

загального компонування майбутньої машини і вибиратися, виходячи з конструктивних параметрів пилевловлюючого пристрою. Довжина розділової камери $L_{р.к}$ може бути зменшена від 0,70 м до 0,50... 0,60 м шляхом переміщення задньої стінки. Вихідна кромка задньої стінки може встановлюватися на висоті $h_{вих}$ у діапазоні від 0,30 до 0,35 м. Це дозволить знизити кількість легких домішок, що надходять у розділову камеру, та зменшити габаритні розміри майбутньої машини. Розміщення в розділовій камері поворотного клапана дає в більшості випадків можливість розділити матеріал, що надходить з ПСК, на насіннєву і фуражну фракції.

Отже, шляхом аналізу траєкторій руху компонентів насіннєвого матеріалу в розділовій камері визначено, у першому наближенні, довжина розділової камери $L_{р.к} = 0,50...0,60$ м, положення її верхньої кромки щодо верхньої стінки $h_{вих} = 0,30...0,35$ м, показана можливість розділення матеріалу, що надходить з ПСК, на насіннєву і фуражну фракції за допомогою поворотного клапана.

Список в використаних джерел

1. Сенчук М. М., Демещук В. А Насіннєочисні машини : навч. посіб. Біла Церква : РВ відділ поліграфії БНАУ, 2015. 195 с.
2. Ялпанчик В. Ф., Буденко С. Ф., Ялпанчик Ф. Ю., Гвоздєв О. В. та ін. Розрахунки обладнання харчових виробництв : навч.посіб. Мелітополь : ТДАТУ, 2014. 188 с.

ВИЗНАЧЕННЯ ПОЛЯ ШВИДКОСТЕЙ ПОВІТРЯНОГО ПОТОКУ У ВЕРТИКАЛЬНОМУ ПНЕВМОСЕПАРУЮЧОМУ КАНАЛІ АЕРОСЕПАРАТОРА МКА-400

*Костенко О. М., доктор технічних наук, професор,
Дрожжана О. У., старший викладач
Загорулько О. І., здобувач вищої освіти ступеня магістра
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава*

Рівномірність повітряного потоку в пневмосепаруючому каналі є одним з основних факторів, що впливають на ефективність пневмосепарування [1, 2]. Експериментальне визначення поля швидкостей повітряного потоку у вертикальному пневмосепаруючому каналі аеросепаратора МКА-400 для контролю перевію [2] проводили на стендовій установці, схема якої представлена на рис. 1.

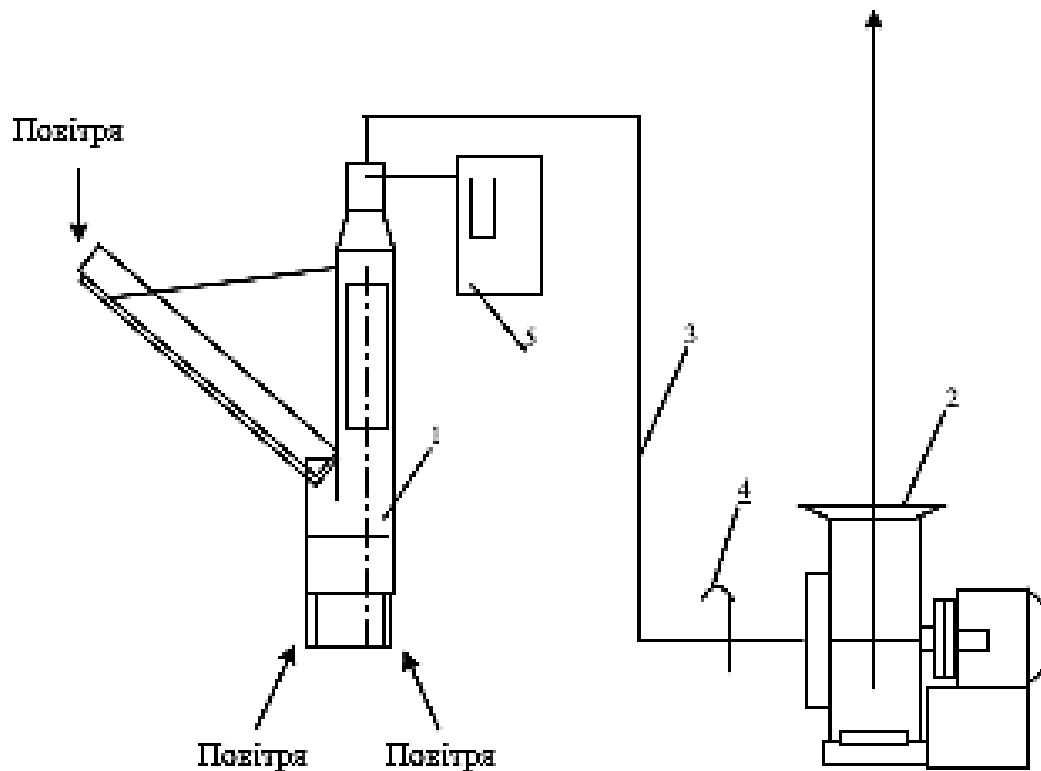


Рис. 1 – Схема стендової установки для визначення аеродинамічної характеристики аеросепаратора

Установка складається з аеросепаратора МКА-400 (1), вентилятора (2), з'єднуючих повітропроводів (3) з заслінкою (4). Швидкість потоку повітря і величини повного опору аеросепаратора визначали за допомогою диференціального електронного мікроманометра ДМЦ-10 (5).

Аеросепаратор МКА-400 (рис. 2) являє собою зварену металеву конструкцію, яка складається з вертикального аспіраційного каналу (6) і приймального пристрою (1), встановлено решето (2), в верхній частині якого розташований відбійний лист (11) з оцинкованого заліза. Нижня кромка решета (2) відігнута і являє собою горизонтальну відбортовану кромку (3). Верхня частина приймального пристрою (1) забезпечена завантажувальним патрубком (4), а нижня частина з'єднана на шарнірі (5) з вертикальним аспіраційним каналом (6), який забезпечений у верхній частини патрубком (9) для відводу лушпиння з потоком повітря, а в нижній частині перегородкою (7). Перегородка (7) розділяє аспіраційний канал (6) на два прямокутних патрубків (8) для відводу ядрової фракції, забезпечених заслінками (10) і (13). Рухома заслінка (12) призначена для регулювання повітря, що підсмоктується з

матеріалом, який надходить через приймальний пристрій (1) в вертикальний аспіраційний канал (6).

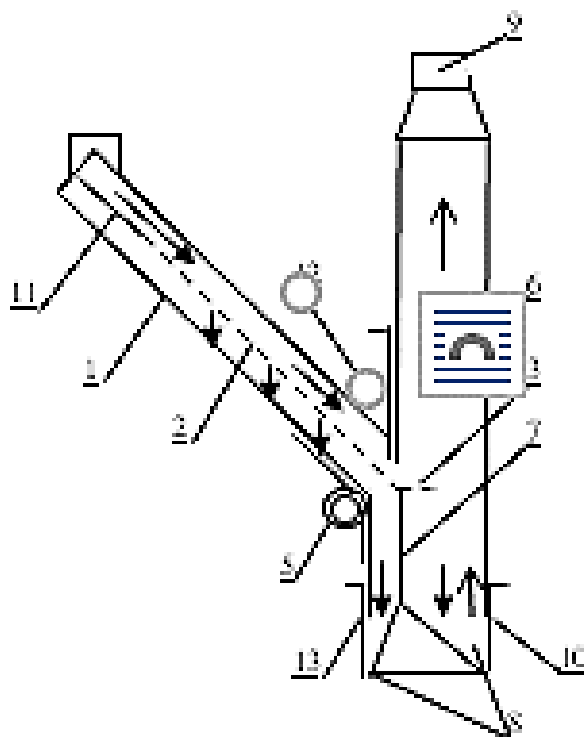


Рис. 2 – Схема аеросепаратора

Під час дослідження поля швидкостей повітряного потоку у вертикальному пневмосепаруючому каналі аеросепаратора МКА-400 була встановлена нерівномірність зміни швидкостей повітряного потоку.

Помітна нерівномірність повітряного потоку у визначальній мірі обумовлена умовами введення повітряного потоку в його нижню частину і положенням робочих заслінок, а також становищем відбортюваного решета в горизонтальній площині, за яким надходить рушанка в вертикальний пневмосепаруючий канал. В результаті випробування аеросепаратора МКА-400 на рушанці встановлено, що за робочого мінімального кута нахилу приймального пристрою в 55° [2] рушанка рухається прискорено і під час потрапляння в пневмосепаруючий канал частинки лушпиння вдаряються об протилежну стінку і падають вниз.

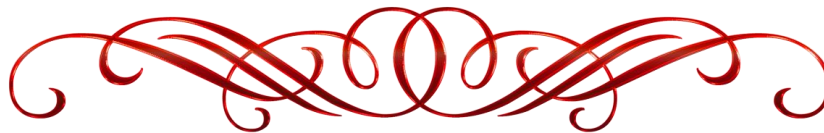
Таким чином, конструкція аеросепаратора МКА-400 під час роботи на рушанці не дозволяє здійснювати ефективне відділення лушпиння. В конструкцію аеросепаратора МКА-400 були внесені наступні технічні зміни. По-перше, з метою зменшення нерівномірності поля швидкостей повітряного потоку в

пневмосепаруючому каналі горизонтальну ділянку довжиною 30 мм перемонтували в приймальний пристрій. Так само в подальшому під час роботи аеросепаратора на рушанці положення робочої заслінки в приймальному пристрої встановлювали з мінімально допустимим зазором. По-друге, фіксатор на шарнірі (5) (рис. 2) переробили таким чином, щоб мінімальний кут приймального пристрою склав 20°.

Список використаних джерел

1. Дацишин О. В., Ткачук А. І., Гвоздєв О. В. Технологічне обладнання зернопереробних та олійних виробництв : навч. посіб. Вінниця : Нова Книга, 2008. 488с.

2. Сухенко Ю. Г, Сарана В. В., Василів В. П., Бурова З. А. Машини і обладнання для переробки сільськогосподарської продукції: навч. посіб. Київ : ЦП «Компринт», 2018. 589 с.



СЕКЦІЯ 4. СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКИ В ХАРЧОВИХ І ПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВАХ

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ТОРГІВЛІ

*Семенюк Д. П., кандидат технічних наук, доцент
Якушенко Є. М., кандидат технічних наук, доцент
Державний біотехнологічний університет, м. Харків*

Понад 50% витрат магазину посідає експлуатацію холодильного устаткування. Не дивно, що технічні рішення, які дозволяють знизити ці витрати, набувають сьогодні – за умов серйозної ринкової конкуренції – дедалі більшої актуальності. Розглянемо найефективніші технології енергозбереження в магазині, про те, яку економію вони дозволяють отримати і коли окупаються.

Сучасний рівень розвитку автоматизації надає широкі можливості для енергозбереження. Наведемо основні технології, які дадуть максимальний ефект у зниженні енергоспоживання магазину, при цьому мають низький термін окупності і можуть бути рекомендовані для повсюдного використання.

Енергозберігаюче фасадне скління. Установка фасадного скління на стелажні вітрини на сьогоднішній момент найпростіший та ефективніший спосіб зниження холодоспоживання та, у свою чергу, енергоспоживання обладнання. Принцип роботи простий: при стандартному виконанні стелажної вітрини близько 80% навантаження створює тепле повітря, що надходить у вітрину із торгового залу. Практично холодильні вітрини починають працювати на кондиціювання торгового залу. Установка скління дозволяє знизити, а в деяких випадках виключити надходження повітря робочий об'єм вітрини. Основна перевага скління – це можливість його встановлення у стандартне обладнання, тобто не лише на стадії реалізації об'єкта, а й під час експлуатації. При монтажі такого скління в торгове обладнання гарантовано суттєвий ефект зниження витрат на електроенергію, що споживається. Рішення із застосуванням гартованого скла є більш простим способом зниження холодоспоживання обладнання. У стандартну вітрину встановлюється рама, в периметрі якої розміщуються шибки. Саме

скло не оснащується несучими конструкціями і має відносно легку вагу, за рахунок чого скління практично непомітно. Таке рішення дозволяє скоротити холодопоживання вітрини на 30-40%. Використання даної технології не виключає попадання повітря у вітрину, тому що конструкція не має щільного прилягання до рами, а також гартоване скло не є ефективним утеплювачем. Рішення зі склопакетом застосовувалося в основному для низькотемпературного обладнання і віднедавна знайшло застосування на середньотемпературному. Конструкція зі склопакетом аналогічна склінню з загартованого скла з тією різницею, що склопакет максимально ізолює робочий об'єм вітрини від надходження теплих потоків повітря зовні з торгового простору, оскільки склопакет щільно прилягає до рами без зазорів і до того ж сам є ефективним утеплювачем. Використання склопакета для закриття стелажних вітрин дозволяє знизити холодопоживання від 50 до 80%, а отже, суттєво зменшити потужність холодильного агрегату, конденсатора та об'єм монтажних матеріалів. Саме тому цю технологію можна назвати найефективнішою на сьогоднішній момент.

Функція плаваючого тиску конденсації. Дана функція дозволяє електронній системі керування автоматично коригувати параметри роботи системи залежно від температури навколишнього середовища: чим нижча температура навколишнього середовища, тим навантаження на компресори менше і тим нижче енергоспоживання системи. Налаштування функції плаваючого тиску конденсації дозволяє заощаджувати до 20% енергоспоживання холодильної системи. Фактично окупність такого рішення настає протягом одного дня, оскільки для реалізації базової функції необхідні встановлення датчика зовнішнього повітря та включення функції у контролері.

Функція плаваючого тиску кипіння. Вона ґрунтується на машинному аналізі стану кожної вітрини або холодильної камери, підключеної до центральної холодильної машини. Такий аналіз проводить у автоматичному режимі система централізованого управління. На підставі отриманих даних про температуру всередині охолоджуваних об'ємів система змінює установку компресорів, підвищуючи тиск кипіння, якщо температура повітря у вітринах і камерах знаходиться на необхідному рівні. Відомо, що робота компресорів з вищим тиском набагато ефективніша в плані споживання електричної енергії.

Плавне регулювання продуктивності лідерного компресора. Суть цієї технології полягає у можливості максимально точно налаштувати продуктивність компресорів щодо потреб споживачів. У процесі роботи центральної холодильної установки навантаження на компресори постійно змінюється, адже в магазині багато споживачів, які працюють кожен на свій об'єм. Підібрати компресори так, щоб не виникало надлишків потужності при мінімальному навантаженні (наприклад, робота 5 вітрин з 60), неможливо, оскільки кількість компресорів на рамі агрегату, як правило, обмежена 4-5 шт. Стандартний супермаркет при цьому має близько 60 різних обсягів, що охолоджуються. Таким чином, при низькому навантаженні не може забезпечуватися стабільна робота компресорів, запуск компресора призводить до його відключення через нетривалий час та повторного включення на повне навантаження. Такий режим роботи призводить до надмірного споживання електричної енергії. Використання плавного регулювання із застосуванням перетворювача частоти дозволяє підлаштувати роботу компресорів щодо зміни навантаження. При мінімальному навантаженні може працювати один компресор на 50% продуктивності, а, наприклад, за середньої можлива робота одного компресора на 100%, а лідерного на 75%. Крім того, використання перетворювача частоти дозволяє форсувати двигун компресора понад 50 Гц, що, у свою чергу, збільшує продуктивність компресора за тих же встановлених потужностей. На сьогоднішній момент ця технологія дозволяє економити енергію та забезпечувати задану продуктивність холодильного агрегату [1].

Електронний терморегулюючий клапан (ETPV). Використання ETPV дозволяє підтримувати точне значення перегріву газу у випарнику за будь-яких змінних умов. У порівнянні, наприклад, з механічним терморегулюючим клапаном (TPV) електронний забезпечує постійну ефективну роботу випарника за рахунок точного заповнення його холодильним агентом, змушуючи повноцінно працювати всю теплообмінну площу. Існує два типи ETPV: імпульсний, кроковий. Кроковий ETPV за принципом дії схожий на механічний, тобто діаметр прохідного отвору для подачі холодильного агента змінюється в залежності від потреби, тільки для зміни діаметра використовується кроковий двигун. Імпульсний ETPV є більш простою конструкцією. У даному ETPV присутній дросельний отвір, який закривається та відкривається у процесі

роботи. Подача холодильного агенту регулюється тривалістю циклу. Застосування ЕТРВ на стандартному об'єкті забезпечить близько 10-12% зниження споживання електроенергії в порівнянні з механічним за умови застосування контролера зі спеціальними алгоритмами управління ЕТРВ, що дозволяють забезпечити оптимальне заповнення випарника у всьому діапазоні навантажень та в комплексі з розглянутою функцією плаваючого тиску кипіння.

Адаптивне розморожування. Спеціальний електронний алгоритм, дозволяє електронній системі управління відстежувати зниження продуктивності кожного випарника та приймати рішення щодо необхідності включення режиму відтавання. Середньотемпературні торгові меблі – зниження на 31%. Середня кількість циклів відтаювань за добу 2,8 замість 4. Низькотемпературні торгові меблі – зниження на 46%. Середня кількість циклів відтаювань за добу 2,1 замість 4. Для реалізації цієї функції необхідні імпульсний ЕТРВ та система моніторингу.

Електронно-комутовані вентилятори (ЕС-технологія). ЕС-технологія – це інтелектуальна технологія, яка використовує інтегральну електронну систему керування, що дозволяє переконатися, що двигун завжди працює з оптимальним навантаженням. Виробництво холоду засноване на теплообміні повітря з холодильним агентом, при цьому на стандартному об'єкті є велика кількість вентиляторів, які працюють у режимі нон-стоп. В даний час широке застосування знаходять енергозберігаючі вентилятори в холодильних меблях. Встановлення вентиляторів з технологією ЕС дозволяє знизити енергоспоживання у понад три рази. Ефективним рішенням також можна назвати заміну енергоємних вентиляторів конденсатора на енергоефективні вентилятори, адже саме в даному теплообміннику відбувається утилізація тепла, відібраного від продукту, що охолоджується.

Таким чином можна зазначити, що використання енергозберігаючих технологій у сукупності дозволяє знизити енергоспоживання обладнання у порядку 39%. Для формату супермаркет площею 1000 м² це дозволяє заощадити близько 135 тис. кВт/год електроенергії на рік.

Список використаних джерел

1. ДанфосС-Україна: офіційний сайт.
URL:<https://www.danfoss.com/uk-ua/> (дата звернення 15.03.2023).

ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ ПРИСТРОЇВ УЛЬТРАФІОЛЕТОВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ДЛЯ ЗНЕРАЖЕННЯ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ

*Семенов А. О., кандидат фізико-математичних наук, доцент
Харак Р. М., кандидат технічних наук, доцент
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава
Семенова Н. В., начальник відділу маркетингу
ПП «Полтавський ливарно-механічний завод», м. Полтава*

В даний час існування різних методів і способів знезараження сипучих харчових продуктів і сировини для них дозволяють повною мірою досягти позитивних результатів при знищенні мікроорганізмів будь-якого виду, не лише вегетативних, але і спорових форм бактерій та іншої мікрофлори в харчовій промисловості [1].

Використання існуючих на сьогоднішній день способів дезінфекції сипучих харчових продуктів [2] дозволяє повністю досягти позитивних результатів у знищенні вегетативних та спороутворюючих форм мікроорганізмів на оброблюваному об'єкті. Слід зазначити, що методи дезінфекції із застосуванням сильних хімічних окислювачів (озону та хлору), а також радіаційні методи при дії на даний об'єкт можуть призвести до незворотних змін у фізико-хімічних характеристиках [3]: втрачається якість продукту і біологічна цінність погіршується. Тому при дослідженні будь-якого методу дезінфекції слід враховувати його технічні особливості та можливі наслідки використання. Зокрема, було встановлено, що під час термічної обробки більшість продуктів харчування та препарати медичного призначення (активоване вугілля) органолептичні властивості погіршуються [4],

Мета дослідження полягає в необхідності розробки для сипучих харчових продуктів ефективного методу бактерицидного знезараження мікроорганізмів із збереженням біологічної цінності продукту та спрощення процесу знезараження.

Ефективним напрямком вирішення цієї проблеми є використання ультрафіолетового випромінювання з довжиною хвилі 254 нм [2], яке має сильну бактерицидну дію та забезпечує інактивацію мікроорганізмів. Так в роботі [5] досліджували вплив ультрафіолетового випромінювання в діапазоні довжин хвиль 185–256 нм на поверхневу дезактивацію різних видів мікроорганізмів:

Escherichia coli, *Saccharomyces cerevisiae*, *Trichoderma harzianum*, *Micrococcus luteus* and *Bacillus subtilis*.

Залежно від біологічних характеристик мікроорганізми мають різний рівень чутливості до знезаражуючих агентів та ультрафіолетового випромінювання. Показано, що ультрафіолетова дезінфекція в поєднанні з озонуванням може успішно використовуватись на пористих поверхнях, де озон здатний проникати в місця невидимі для світла. Таким чином, ультрафіолетовий метод простий в експлуатації і може застосовуватися для знезараження поверхні порошкових матеріалів [6], води [7], повітря [2].

Спроби створення ефективної технології дезінфекції сипучих харчових продуктів з використанням УФ-опромінення робилися неодноразово, проте помітного позитивного прогресу не спостерігалось [1].

Провівши аналіз запропонованих методів та пристроїв бактерицидного знезараження сипучих продуктів запропонована технологія та спроектовано і розроблено дослідний зразок установки для знезараження сипучих продуктів харчової промисловості (сухе молоко, білкова маса і т.д.), а також порошкових препаратів медичного призначення [8].

При проектуванні та розробці технології та установки бактерицидного знезараження сипучих продуктів враховувалися наступні параметри УФ-випромінювання: інтенсивність, спектр випромінювання, сильне УФ-поглинання частинками, необхідність всебічної обробки і т.д. Крім того враховувалася небезпека використання ультрафіолетових ламп та відбитого світла для персонала [9].

Технічний результат досягається за рахунок конструктивних особливостей установки знезараження сипучого продукту, який ділиться на два етапи: перший етап - розсівання на віброситі, а другий етап - опромінення в камері УФ-лампами з необхідною дозою опромінення при вільному падінні.

Пристрій представляє собою камеру у вигляді циліндра довжиною до 1,5 м, в якій рівномірно по периметру і відповідно по всій довжині розміщуються газорозрядні УФ-лампи низького тиску потужністю 80 Вт та довжиною 880 мм. Над камерою знаходиться завантажувальний бункер з якого подається продукт на вібросито (сита в кількості від 1 до 3-х діаметром 200 мм з розміром комірок від

1000 до 300 мкм). Вібросито, забезпечуючи попередній розсів, перешкоджає агрегованим частинкам потрапляти в камеру опромінення, де під дією УФ-випромінювання проходить процес знезараження. Після проходження камери опромінення об'єкт знезараження потрапляє відразу в ємність для пакування, щоб запобігти пересипанню та ймовірності появи спорових форм бактерій та мікрофлори.

Частинки, розмір яких не перевищує декілька десятків або сотень мікрон (розмір найменшого сита, через яке просипається маса оброблюваного об'єкта) рухаються в камері опромінення під дією сили вільного падіння. Проведені розрахунки показали, що в зоні обробки частинки порошкової маси перебувають не менше секунди. Враховуючи час падіння частинок у камері, нами були проведені розрахунки необхідної мінімальної дози опромінення виходячи з виявлених бактерій і їх стійкості до УФ-випромінювання [1].

Результати показали, що обробка УФ-опромінюванням дозволяє здійснити знезараження сипучих продуктів. Наприклад, при знезараженні білкової маси отримані наступні результати: загальна мікробіологічна кількість бактерій зменшилася на 3-4 порядки (ефективність знезараження склала 99,9%); бактерії групи кишкової палички (БКГП) не виявлені в оброблюваному продукті, відзначено також значне (більш, ніж на 2 порядки) зниження загальної ступені інактивації дріжджами та пліснявими грибами.

Проведені експериментальні результати показали, що ефективність знезараження залежить від багатьох факторів: дози опромінення, рівномірності та ефективності опромінення, а також від характеристики, що опромінюється в камері: розміру частинок, вологості, однорідності та «прозорості» для УФ-опромінювання і т.д.

Список використаних джерел

1. Семенов А., Семенова Н. Бактерицидне знезараження сипких харчових продуктів. *Міжвідомчий науково-технічний збірник «Вимірювальна техніка та метрологія»*. Львів : Видавництво Львівська політехніка, 2013. №74. С.150-154.

2. Ультрафіолет: сфери використання та джерела випромінювання: монографія / Семенов А.О., Попов С.В., Сахно Т.В., Тарасенко Д.С. Полтава: ПП «Астроя», 2023. 190 с.

3. Semenov A., Dugan O. Ultraviolet method of bactericidal disinfection of skimmed milk powder. *Österreichisches Multiscience*

Journal. Technical science. Innsbruck, Austria, 2020. Vol.1. № 33. P. 61-64.

4. Belhachemi M. and Addoun F. Effect of Heat Treatment on the Surface Properties of Activated Carbons. *E-Journal of Chemistry*. 2011. V. 8, № 3. P. 992-999.

5. Martinez A. E. de AlbaRubio, M. B., Morán-Diez M. E., Bernabéu C., Hermosa R., Monte E. Microbiological Evaluation of the Disinfecting Potential of UV-C and UV-C Plus Ozone Generating Robots. *Microorganisms*, 2021. V.9. № 1:172.

6. Semenov A., Hmel'nitska Y. Ultraviolet disinfection of activated carbon from microbiological contamination. *Archives of Materials Science and Engineering*, 2022. № 115/1. P. 34-41.

7. Semenov A, Vyzhva S., Sakhno T., Semenova N., Nikityuk O. Combined method of UV treatment and ozonation during water disinfection in swimming pools. *Conference Proceedings, 15th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment*, 2021. V.2021. P.1-5.

8. Semenov Anatolii, Sakhno Tamara, Hmel'nitska Yevgenia, Semenova Nataliia. Bactericidal Disinfection of Activated Carbon from Aerobic Microorganisms, Yeasts and Molds. *International Journal of Basic Sciences and Applied Computing (IJBSAC)*, 2022. Vol.8. № 7. P. 1-4.

9. Semenov A., Sakhno T., Sakhno Y. Photobiological safety of lamps and lamp systems in agriculture. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 2021. № 1 (106). P. 34-41.

ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ У ХАРЧОВІЙ І ПЕРЕРОБНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

*Семенов А. О., кандидат фізико-математичних наук, доцент
Супрович О.С., здобувач вищої освіти ступеня бакалавра
Леміш І.О., здобувач вищої освіти ступеня бакалавра
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава*

В харчових і переробних виробництвах в якості електроприводу для обладнання широко застосовуються асинхронні двигуни змінного струму.

Асинхронний двигун – найбільш поширена електрична машина, що забезпечує перетворення електричної енергії на механічну. Агрегати відрізняються простотою в експлуатації,

високою надійністю і досить недорогою вартістю. Завдяки цим якостям асинхронні двигуни набули великого поширення у різних сферах промислового виробництва, науці, сільському господарстві та складають майже 90 % усіх двигунів [1].

Асинхронні двигуни споживають понад половину усієї виробленої у світі електроенергії і широко застосовуються як електропривод більшості виробничих механізмів [2].

В Україні триває жорстока війна. Внаслідок обстрілів в Україні станом на 10 грудня 2022 р. серйозно пошкоджено близько 50 % енергетичної інфраструктури, частину – повністю зруйновано. Через це виникають проблеми з маневреними потужностями та подачею електроенергії у всіх регіонах країни. У багатьох містах після ракетних влучань електроенергія взагалі зникла. Але навіть після відновлення її подачі існують графіки відключення з метою обмеження споживання. Про це заявив віцепрем'єр міністр розвитку територій, громади та інфраструктури України Олександр Кубраков у коментарі CNN [3].

Через тимчасові відключення світла скорочуються обсяги виробництва, а це загрожує дефіцитом у поставках продуктів харчування та першої необхідності. Наприклад у Сумах, у жовтні 2022 р., у магазинах на хлібних полицях не було товару, причиною цього були ракетні влучання в енергетичні об'єкти, що в свою чергу привело до перебоїв зі світлом. Така ситуація призвела до зупинення хлібозаводів. Але через масовий ажіотаж підприємства згодом запустилися, хоч їм і довелося ще добу працювати з подвійним навантаженням, щоби закрити дефіцит.

Майже всю зиму всі регіони України провели без електроенергії або без достатньої потужності електросистеми (недостатня величина напруги або її постійне падіння в електромережі). Через це більшість великих харчових і переробних підприємств, яким потрібна велика кількість електроенергії, не можуть працювати в нормальному режимі. А оскільки майже всі підприємства використовують асинхронні двигуни, то обладнання не буде працювати нормально і з мінімальною продуктивністю за мінімальної напруги ($230 \pm 10\%$).

Асинхронні двигуни мають перелік недоліків:

- асинхронний безколекторний двигун має потужну робочу обмотку на статорі, яка в процесі роботи розігрівається від проходження за нею робочого струму і передає тепло на корпус

двигуна, що викликає необхідність постійного активного охолодження корпусу та обмотки двигуна [4];

- швидкість можна змінювати лише для спеціальних конструкцій зі зміною полюсів або за допомогою додаткового перетворювача частоти;

$$n = \frac{f * 60}{p} * (1 - S)$$

де n – частота обертання ротора, f – частота змінного струму джерела живлення, p – кількість пар полюсів первинної обмотки, S – ковзання ротора, $f * 60/p$ – швидкість обертання магнітного поля.

- швидкість не може бути змінена за бажанням через зміни напруги/струму [1];

На основі аналізу зазначених даних можемо стверджувати, що асинхронний двигун не може працювати нормально в таких умовах енергозабезпечення. За зниження напруги на затискачі асинхронного електродвигуна на 15 % момент знижується на 25 %. Двигун може не запуститись або зупинитися. За зниження напруги збільшується споживаний від мережі струм, що спричиняє розігрів обмоток та зниження терміну служби двигуна. На альтернативу йому можна взяти двигун постійного струму.

Двигуни постійного струму застосовуються в електроприводах, які потребують плавного регулювання частоти обертання в широких межах (відношення максимальної частоти обертання до номінальної може становити 10:1, відношення номінальної частоти обертання до мінімальної може становити 100:1). Тільки двигуни постійного струму дозволяють просто й економно регулювати частоту обертання в таких широких межах [2].

У двигунах постійного струму, з колекторно-щітковими вузлами та з багатосекційними багатовитковими обмотками на якорях, виведеними на ламелі колектора, як робочі обмотки виступають і обмотка статора, і обмотка ротора (якоря). Фактично виходить, що робоча обмотка ніби розділена на дві частини: робочий струм йде і через якірну обмотку, і через обмотку статора, тому проблема нагріву тільки статора відсутня, і вентилятор тут не потрібен.

Статор двигуна постійного струму може уявляти собою набір постійних магнітів. Більшість двигунів постійного струму, розрахованих на мережну напругу, легко працюватимуть і від змінного струму [4].

Також перевагами двигунів постійного струму є :

- простота будови та управління;
- практично лінійні механічна і регульовальна характеристики двигуна;
- легко регулювати частоту обертання;
- хороші пускові властивості (великий пусковий момент), (найбільший пусковий момент у ДПС з послідовним збудженням);
- компактніше інших двигунів (якщо використовувати сильні постійні магніти в статорі);

Отже, на основі здійснених досліджень можемо стверджувати, що в період відключень електроенергії та нестабільної роботи електричних мереж із за перепадів напруги, двигуни постійного струму характеризуються більш надійними і стабільними режимами роботи в порівнянні з асинхронними.

Список використаних джерел

1. Електропривод виробничих машин і механізмів : навчальний посіб. / О. Ю. Синявський та ін. К. : ФОП Ямчинський О. В., 2020. 444 с.
2. Осташевський М. О. Електричні машини і трансформатори: навч. посіб. / М. О. Осташевський, О. Ю. Юр'єва; за ред. В. І. Мілих. Київ : Каравела, 2018. 452 с.
3. В Україні пошкоджено близько 50% критичної енергоінфраструктури - Кубраков. URL:<https://suspilne.media/335756-v-ukraini-poskodzeno-blizko-50-kriticnoi-energoinfrastrukturi-kubrakov/> (дата звернення 19.03.2023).
4. Електропривод і автоматизація : підручник / Синявський О. Ю. та ін. ; за ред. О. Ю. Синявського. К. : Аграр Медіа Груп, 2013. 586 с.



СУЧАСНІ ВИМОГИ ЄС ДО ЕКОДИЗАЙНУ ТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО МАРКУВАННЯ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ

*Басова Ю. О., кандидат технічних наук, доцент
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава
Губа Л. М., кандидат технічних наук, доцент
Центральноукраїнського державного університету імені
Володимира Винниченка*

Проблема енергозбереження не нова, однак в умовах сьогодення тотальної необхідності збереження енергоресурсів, вона набуває особливого значення. Багато років поспіль найбільш розвинені країни світу намагаються ефективно управляти цією проблемою та послідовно її вирішувати. Так, з метою мінімізації втрат, багато країн чітко намагаються дотримуватися розробленої політики енергоефективності.

Політика енергоефективності – це інструменти, які ведуть до покращення енергетичної ефективності кінцевого енергетичного обладнання та, таким чином, гарантують енергетичну безпеку країн. Ці інструменти можна класифікувати за мінімальними стандартами енергоефективності (MEPS) і етикетками. Міжнародне енергетичне агентство підрахувало, що 50% електроенергії у світі споживається лише чотирма основними обладнаннями, а саме двигунами, кондиціонерами, холодильниками та освітленням [1].

Освітлення будівель дійсно є важливим споживачем енергії в будівельному секторі, крім того, воно пов'язане з комфортом будівлі [2]. Тож, беручи до уваги його важливість у споживанні енергії для житлового та комерційного секторів, для освітлення MEPS і програми маркування були створені в усьому світі ще з 1976 року. Як правило, параметром для встановлення мінімального стандарту енергоефективності або діапазонів маркування для обладнання внутрішнього освітлення була світлова віддача. Однак, нещодавно, Європейський Союз опублікував свої правила екологічного дизайну, в рамках яких для розрахунку максимальної потужності запалювання джерел світла враховується індекс кольоропередачі [3]

Європейський енергетичний сектор регулюється надійною законодавчою та політичною базою. Законодавча база складається з кількох актів, які регулюють різні аспекти використання енергії, такі

як енергоефективність та відновлювана енергетика. Ця нормативна база спрямована на забезпечення доступного та ефективного використання енергії, в тому числі щодо освітлювальних установок. 14 липня 2021 року Комісія прийняла пакет пропозицій під назвою «Здійснення Європейської зеленої угоди» з метою скорочення викидів принаймні на 55% до 2030 року. Цей великий пакет містить перегляд усіх чинних актів ЄС щодо клімату та енергетики, включаючи Директиву про енергоефективність. Запропоновані поправки передбачають скорочення кінцевого споживання енергії в будь-якій сфері державного сектору, включаючи громадське освітлення [3, 4].

Регулювання енергетичного сектору ЄС окремо розглядає питання, пов'язані з освітленням та освітлювальними установками. Освітлення регулюється з точки зору енергоефективності та екодизайну. Націлювання лише на енергоефективність продуктів може призвести до збільшення кількості встановлених більш ефективних продуктів. Однак це не забезпечує загального результату можливої економії енергії. Необхідно враховувати як ефективність окремого світильника, так і загальну ефективність застосування зовнішнього освітлення. Системи керування дозволяють увімкнути світло, коли це потрібно, і вимкнути або приглушити, коли ні. Через відсутність загальноєвропейських норм зовнішнього освітлення технічні стандарти, такі як Європейський стандарт вуличного освітлення, освітлення зовнішніх робочих місць або освітлення спортивних споруд, забезпечують фактичні рівні освітлення в багатьох державах-членах. Дотримання цих норм, швидше за все, призведе до швидкого освітлення європейських нічних пейзажів. Причиною цього є те, що на сьогоднішній день лише кілька муніципалітетів зі старими технологіями освітлення досягли рівнів яскравості, рекомендованих стандартами. Тому проста модернізація може загрожувати значним підвищенням рівня яскравості. Комітет зі стандартів включає найновішу інформацію та враховує національні точки зору та погляди зацікавлених сторін. Приватні асоціації розробляють свої рекомендації щодо мінімальних вимог до освітлення громадських місць. Технічні стандарти, розроблені приватними асоціаціями, не повинні породжувати юридичні зобов'язання, що застосовуються незалежно [4].

Завдяки вимогам екодизайну ЄС визначає мінімальні вимоги до продуктів, пов'язаних з енергією, які є єдиними для всієї Європи.

Підобласті цього – це енергетичне маркування та база даних продуктів EPREL (Європейський реєстр продуктів для енергетичного маркування). З енергетичним маркуванням було створено інструмент для видимого єдиного маркування енергоефективності джерел світла в ЄС. Постачальники повинні зареєструвати свою продукцію в базі даних продуктів ЄС EPREL для джерел світла. База даних продуктів EPREL містить публічну та непублічну частини. Громадська частина доступна кожному. У цій частині можна знайти інформацію про етикетку енергоефективності та параметри паспорта продукту. Посилання на запис продукту в EPREL у майбутньому можна буде легко прочитати з джерел світла за допомогою QR-коду на етикетці енергоспоживання. Також слід очікувати, що портали порівняння використовуватимуть базу даних продуктів EPREL. Окрім постачальників, доступ до непублічної частини мають лише органи ринкового нагляду та ЄС [2, 4].

Дизайн енергетичних етикеток згідно з новим делегованим регламентом буде схожий на стару версію. З нового є те, що класи енергоефективності рівномірно коливаються від А до G для всіх продуктів, які підпадають підрамковий регламент 2017/1369/ЄС. На етикетці повинен бути розміщений QR-код, який посилається безпосередньо на сторінку продукту в базі даних EPREL для всього ЄС. Є точні специфікації щодо того, які технічні дані повинні бути записані (наприклад, мінімальний світловий потік, сила струму, напруга, ефективність) і як вони мають бути визначені. Нова етикетка вже може поставлятися дилерам у вигляді наклейки за запитом [5].

Екодизайн також підтримує промислову конкурентоспроможність та інновації, сприяючи покращенню екологічних характеристик продукції на внутрішньому ринку. Запроваджуючи нові правила екодизайну, ЄС також оновив режим маркування енергетичної ефективності. Вимоги енергетичного маркування вже діють для низки продуктів, і Комісія постійно прийматиме делеговані правила енергетичного маркування паралельно з прийняттям правил екодизайну.

Таким чином, законодавство ЄС про екодизайн та енергетичне маркування освітлювальних приладів є ефективним інструментом покращення екологічних характеристик продукції шляхом встановлення обов'язкових мінімальних стандартів їх енергоефективності. Це усуває з ринку продукти з найменшими характеристиками, що значною мірою сприяє досягненню цілей ЄС у

галузі енергетики та клімату. Екодизайн також підтримує промислову конкурентоспроможність та інновації, сприяючи покращенню екологічних характеристик продукції на внутрішньому ринку.

Список використаних джерел

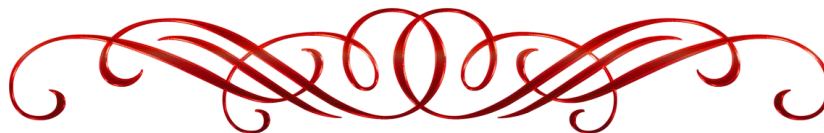
1. Koti Reddy B., Raghavaiah N. V. Smart Energy-Efficient Techniques for Large-Scale Process Industries. *Design and Development of Efficient Energy Systems* : book / Editor(s): Suman Lata Tripathi, Dushyant Kumar Singh, Sanjeevikumar Padmanaban, P. Raja. Scrivener Publishing LLC, 2021. Ch. 6. doi: 10.1002/9781119761785.ch6.

2. Tanasiev V., Necula H., Alistar A., Pătru G. C. and Badea A. Energy-Efficient Solution for Smart Lighting Through IoT. *2021 10th International Conference on ENERGY and ENVIRONMENT (CIEM)* : abstract book. Bucharest, Romania, 2021. Pp. 1-4. doi: 10.1109/CIEM52821.2021.9614714.

3. Cárdenas A., Herrera F., Prias O., Amortegui F. Aplicación de la política de MEPS y etiquetado de la Unión Europea en productos de iluminación interior del mercado colombiano. *XVI Congreso Iberoamericano de Iluminación LUXAMÉRICA 2022* : Libro de Actas. Chile, 2022. Pp. 155-161.

4. European policy brief and recommended actions : Final 20 October 2022 / Huggins B. et al. Tucson : International Dark-Sky Association, 2022. 10 p. https://www.darksky.org/wp-content/uploads/bsk-pdf-manager/2022/12/IDA-EU-policy-initiative-FINAL_20-Nov-22.pdf (Accessed 2023 March 24).

5. European Union. Directive (EU) 2018/2002 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018 amending Directive 2012/27/EU on energy efficiency. Online: https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2018.328.01.0210.01.ENG&toc=OJ:L:2018:328:TOC (Accessed 2023 Oct 24).



Наукове видання

НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ І ОБЛАДНАННЯ ХАРЧОВИХ ТА ПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ

*Матеріали
I Всеукраїнської науково-практичної
Інтернет-конференції
19-20 квітня 2023 року*

Відповідальні за випуск: В. О. Скрипник, доктор. техн. наук, професор, професор кафедри механічної та електричної інженерії ПДАУ; Ю. В. Левченко, доцент кафедри механічної та електричної інженерії ПДАУ.

Редактор: В. О. Скрипник.

Дизайн і верстка: Ю. В. Левченко, С. В. Попов.

Адреси для листування:

36003, Україна, Полтавська обл., м. Полтава, вул. Сковороди, 1/3,
Полтавський державний аграрний університет,
кафедра механічної та електричної інженерії;
e-mail: mei@pdau.edu.ua

**Редакційна колегія не несе відповідальності
за зміст представлених матеріалів**

© ПДАУ, 2023