

**IX Міжнародна спеціалізована
науково-практична конференція**

**Proceedings of the 9th International
Specialized Scientific and Practical
Conference**

**Ресурсо- та енергоощадні
технології виробництва і
пакування харчової продукції -
основні засади її
конкурентоздатності**

**Resource and Energy Saving
Technologies of Production and
Packing of Food Products as the
Main Fundamentals of Their
Competitiveness**

**Київ 2020
Kyiv 2020**

**Міністерство освіти і науки України
Національний університет харчових технологій
Інститут продовольчих ресурсів НААН України
АККО Інтернешнл**

**Ресурсо- та енергоощадні технології
виробництва і пакування харчової
продукції - основні засади її
конкурентоздатності**

**Матеріали ІХ Міжнародної спеціалізованої
науково-практичної конференції**

**10 грудня 2020 р.
м.Київ, Україна**

Ресурсо- та енергоощадні технології виробництва і пакування харчової продукції – основні засади її конкурентоздатності: Матеріали ІХ Міжнародної спеціалізованої науково-практичної конференції, 10 грудня 2020 р., м. Київ. – К. НУХТ, 2020. – 135 с.

У матеріалах конференції наведено доповіді за такими напрямками: стан та шляхи ресурсо- й енергозаощадження на підприємствах харчової промисловості; інноваційні та ресурсоощадні технології продуктів харчування; використання нетрадиційної сировини в технологіях продуктів харчування; інноваційні технології пакування харчових продуктів; енергоощадні та ресурсозберігаючі технології виготовлення тари та упаковки; інноваційні складові створення пакувального обладнання; енергоменеджмент на підприємствах харчової промисловості; шляхи підвищення ефективності виробничої логістики на підприємствах харчової промисловості.

На основі науково- дослідних робіт запропоновано шляхи вирішення прикладних задач нагальної проблеми в харчовій промисловості – ресурсо- та енергозаощадження.

Матеріали конференції будуть корисні науковим та інженерно - технічним працівникам, виробничникам, потенційним інвесторам, студентам ВНЗ та всім хто пов'язаний з харчовою та пакувальною індустрією.

ISBN 978-966-612-246-2

Програмний комітет:

Гавва О.М., д.т.н., НУХТ – голова,

Губеня О.О., к.т.н., НУХТ – заст. голови,

Кіщак Ю.П., АККО Інтернешнл,

Копилова К.В., д.с.- г.н., ІПР НААН України,

Соколенко А.І., д.т.н., НУХТ,

Мирончук В.Г., д.т.н., НУХТ,

Сімахіна Г.О., д.т.н., НУХТ,

Мікульонок І.О., д.т.н., НТУУ «КПІ» ім. І.Сікорського

**Ministry of Education and Science of Ukraine
National University of Food Technologies
Institute of Food Resources, National Academy of Agricultural
Sciences of Ukraine
AKKO International**

**Resource and Energy Saving
Technologies of Production and Packing
of Food Products as the Main
Fundamentals of Their Competitiveness**

**Proceedings of the 9th International Specialized
Scientific and Practical Conference**

**December 10, 2020
Kyiv, Ukraine**

Resource and Energy Saving Technologies of Production and Packing of Food Products as the Main Fundamentals of Their Competitiveness: Proceedings of the 9th International Specialized Scientific and Practical Conference, December 10, 2020. Kyiv, NUFT, 2020.

Proceedings of the conference contains the abstracts dedicated to the following topics: state and the headlines of resource and energy saving at the food industry enterprises; innovative and resource saving in the food technologies; using the non-traditional raw materials in the food technologies; energy and resource saving technologies of packaging; innovative components to create the packaging equipment; energetic management at the food industry enterprises; the ways of improving the efficiency of production logistic at the food industry enterprises. Based on their scientific researches, the authors have proposed the ways to solve the applied problems in the food industry – resource and energy saving.

Proceedings of the conference will be interesting for scientists and engineers, industrial managers, potential investors, students and everyone who are involved in the food and packaging industry.

ISBN 978-966-612-246-2

ЗМІСТ

1.	Сімахіна Г.О. , д. т. н., Науменко Н.В. , д. ф. н., <i>НУХТ, м. Київ, Україна</i> Харчова промисловість України в реалізації принципів здорового харчування.....	9
2.	Кохан О. О. , доц., к.т.н., Михонік Л.А. , доц., к.т.н., <i>НУХТ, м. Київ, Україна</i> Моніторинг виробництва – запорука випуску якісної харчової продукції.....	12
3.	Jasmina Lukinac, Marko Jukić <i>J. J. Strossmayer University of Osijek, Faculty of Food Technology Osijek, Osijek, Croatia</i> Computer vision application in the quality evaluation of food products.....	14
4.	Сімахіна Г.О. , д. т. н., Стеценко Н.О. , к. х. н., Гойко І.Ю. , к. т. н. <i>НУХТ, м. Київ, Україна</i> Принципи розроблення харчових продуктів, адекватних нутритивним потребам військовослужбовців.....	15
5.	Позднякова Е.В. , старший преподаватель, Нестерович В.В. студентка <i>Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск</i> <i>Республика Беларусь</i> Тенденции развития мирового экспорта мяса и мясных продуктов.....	18
6.	Пазюк В.М. , ¹ <i>ІТТ НАН України</i> , ² <i>НУХТ, м. Київ, Україна</i> Енергозберігаюча технологія сушіння насіння зернових культур.....	22
7.	Гапонюк І.І. , д.т.н., проф., <i>НУХТ, м. Київ, Україна</i> Протиріччя традиційних технологій зберігання зерна та напрямки їх усунення.....	24
8.	Пашкова Е.С. , старший преподаватель кафедры менеджмента и маркетинга УО <i>«Белорусский государственный аграрный технический университет»,</i> <i>Беларусь, г. Минск</i> Инструменты совершенствования маркетинговой деятельности и деятельности по сбыту детского питания.....	26
9.	Петік П.Ф. , к.т.н., Папченко В.Ю. , с.н.с., к.т.н., Матвєєва Т.В. , с.н.с., доц., к.т.н. <i>УкрНДІОЖ НААН, м. Харків, Україна</i> Наукове обґрунтування та практична реалізація заходів щодо виробництва олієжирової продукції високої якості.....	28
10.	Камінська С.В. , асистент, <i>НУХТ, м. Київ, Україна</i> Сучасні технології заморожування плодово-ягідної сировини: переваги та недоліки...	30
11.	Сімахіна Г.О. , професор, д.т.н., Камінська С.В. , асистент, <i>НУХТ, м. Київ, Україна</i> Методи кріозахисту структур плодів та ягід при заморожуванні.....	32
12.	Колісниченко Т.О. , к.т.н., <i>УМСФ, м. Дніпро, Україна</i> Розробка технології соусів з культивованої ягідної сировини з йодвміщуючими добавками.....	34
13.	Пашкова Е.С. , старший преподаватель кафедры менеджмента и маркетинга УО <i>«Белорусский государственный аграрный технический университет», Беларусь, г.</i> <i>Минск</i> Перспективность пищевых продуктов с добавлением наночастиц из выжимок фруктово-ягодного сырья.....	36
14.	Башута А.О. , <i>НУХТ, м. Київ, Україна</i> Якон та скорцонера – нетрадиційна інуліновмісна сировина для виробництва оздоровчих продуктів.....	38
15.	Zhivka Goranova , <i>Institute of Food Preservation and Quality, Plovdiv, Bulgaria</i> Nutritional and color evaluation of sponge cakes prepared by using beetroot (<i>beta vulgaris</i>) powder	39

16.	Горобець О.М., к.т.н., Левченко Ю.В., к.т.н., <i>ПУЕТ, м. Полтава, Україна</i> Використання продуктів переробки відходів рослинної сировини в технології десертів та оздоблювальних напівфабрикатів.....	40
17.	Рогова А.Л., к.е.н., Чоні І.В., к.т.н., <i>ПУЕТ, м. Полтава, Україна</i> Вплив керобу на органолептичні властивості пісочних виробів	42
18.	Zhivka Goranova, <i>Institute of Food Preservation and Quality, Plovdiv, Bulgaria</i> Application of watermelon rind powder in sponge cakes as functional component.....	44
19.	Стеценко Н.О., к.х.н., Галушко М.В., <i>НУХТ, м. Київ, Україна</i> Вплив шпинату та насіння пажитника на харчову і біологічну цінність пшеничного хліба.....	46
20.	Пшенична Т.В., к.т.н., Грек О.В., к.т.н., <i>НУХТ, м. Київ, Україна</i> Уточнення раціональних параметрів отримання концентратів білково-ожинових.....	48
21.	Гапонюк І.І., д.т.н., проф., <i>НУХТ, м. Київ, Україна</i> Енергія дифузії води капілярно-пористого тіла.....	49
22.	Галенко О.О., к.т.н., доц., Баран Д.І., студент, <i>НУХТ, м. Київ, Україна</i> М'ясопродукти спеціального призначення підвищеної біологічної цінності.....	50
23.	Борсолюк Л.М., Войцехівська Л.І., к.т.н., Вербицький С.Б., к.т.н., Шелкова Т.В., <i>ІПР НААН, м. Київ, Україна</i> Вплив нетрадиційної борошняної сировини на функціональні властивості м'ясних паштетів.....	52
24.	Франко О.В., к.т.н., Войцехівська Л.І., к.т.н., Вербицький С.Б., к.т.н., Гавриленко А.В., <i>ІПР НААН, м. Київ, Україна</i> Перспективи використання м'яких паковань у технології виробництва готових страв на м'ясній основі.....	55
25.	Галенко О.О., к.т.н., доцент, Безпалько В.А., магістр, <i>НУХТ, м. Київ, Україна</i> Інноваційний сурімі-подібний матеріал для технологій м'ясопродуктів.....	58
26.	Galenko O.O., PhD, assist. prof., Golovachko V.M., student, <i>NUFT, Kyiv, Ukraine</i> Herodietic products from chicken meat.....	60
27.	Бабанова О.І., Бабанов І.Г., к.т.н., <i>НУХТ, м. Київ, Україна</i> Дослідження процесів та вдосконалення обладнання для електроконтактного оброблення ковбасних виробів.....	61
28.	Гера В.М., аспірант, Соколенко А.І., д.т.н., <i>НУХТ, м. Київ, Україна</i> Аналітичне дослідження процесу технології очищення жирів.....	62
29.	Katlego Thetele¹, Vladimir Grudanov² <i>1 – Former institution from South Africa – Central University Technology, Free-State, Bloemfontein, South Africa</i> <i>2 – Belarusian State Agrarian Technical University, Minsk, Belarus</i> Improving the efficiency of the crushing process of milk's fat globules in milk on the basis of design improvement of homogenizers.....	65
30.	Гапонюк І.І., д.т.н., проф., <i>НУХТ, м. Київ, Україна</i> Інтенсифікація фракціонування сипких сумішей твердих частинок заданим коефіцієнтом зовнішнього тертя.....	67
31.	Mykola Oseyko¹, Nataliia Sova² <i>1 – National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine</i> <i>2 – Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine</i> Technological features of complex processing of industrial hemp seeds.....	69
32.	Булій Ю.В., доцент, к.т.н., Куц А.М., доцент, к.т.н., Форсюк А.В., доцент, к.т.н. <i>НУХТ, м. Київ, Україна</i> Підвищення ступеню очищення ректифікованого етилового спирту від летких домішок.....	70
33.	Тарасюк Л.А., аспірант, Олійник С.І., к.т.н., доцент, <i>НУХТ, м. Київ, Україна</i> Основні стадії фільтрування у виробництві лікєро-горілкової продукції.....	73

34.	Олійник С.І. , к.т.н., доцент, Самченко І.О. , аспірант, <i>НУХТ, м. Київ, Україна</i> Оброблення сортівки нетрадиційним тканинним матеріалом.....	74
35.	Острик О.М. , аспірант, Олійник С.І. , к.т.н., доцент, <i>НУХТ, м. Київ, Україна</i> Помутніння та обробка лікєро-горілочаних напоїв.....	75
36.	Roman Mukoid, Valentina Koshova, Anastasia Parkhomenko <i>National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine</i> Prospect of using buckwheat for low-gluten beer.....	76
37.	Лубешко А.О. , аспірант, Литвиненко О.А. , проф. д.т.н, Удодов С.О. , доц., к.т.н. <i>НУХТ, м. Київ, Україна</i> Енергоощадні технології деалкоголізації пива.....	78
38.	Ruslan Adil Akai Tegin <i>Kyrgyz-Turkish Manas University, Engineering Faculty, Food Engineering Department, Kyrgyzstan, Bishkek</i> Antibacterial activity of synthesized silver nanoparticles.....	79
39.	Marcia Vulani Rikhotso¹, Hanna Torhan² <i>1 – Central University of Technology, Free State, Bloemfontein, South Africa</i> <i>2 – Belarusian State Agrarian Technical University, Minsk, Belarus</i> Improving the process and equipment for forming pasta.....	82
40.	Удодов С.О. , доц., к.т.н., Марцинкевич Л.В. <i>НУХТ, м. Київ, Україна</i> Дослідження ефективності роботи апарату для приготування пивного сусла.....	84
41.	Лубешко А.О. , аспірант, Литвиненко О.А. , проф. д.т.н, Удодов С.О. , доц., к.т.н. <i>НУХТ, м. Київ, Україна</i> Possibility of the use of cavitation for production of non-alcoholic beer.....	87
42.	Горчакова О.М., Якимчук М.В. , проф. д.т.н., Захаров В.В. , к.т.н. <i>НУХТ, м. Київ, Україна</i> Дослідження конструкцій клапанних дозаторів для рідких харчових продуктів.....	90
43.	Олійник С.І. , к.т.н., доцент, доц., к.т.н., <i>НУХТ, м. Київ, Україна</i> Ковальчук В.П. , к.т.н., ст.н.с., <i>ДНУ «УкрНДІспиртбіопрод», м. Київ, Україна</i> Уточнення вимог до пакування лікєро-горілочаної продукції.....	93
44.	Паска М.З. – д.вет.н., професор ¹ , Маслійчук О.Б. – к.т.н. ² . <i>1 - ЛДУФК ім. Івана Боберського, м. Львів, Україна,</i> <i>2 - ВСП ЛФКХТБ НУХТ, м. Львів, Україна.</i> Інновації екоупаковки для закладів ресторанного господарства.....	94
45.	Кулик Н.В. , к.х.н., Гавва О.М. , д.т.н., проф., <i>НУХТ, м. Київ, Україна</i> Вимоги до гнучкої упаковки в умовах впровадження економіки замкненого циклу...	96
46.	Iliana Kostova¹, Veska Lasheva², Hafize Fidan³, Darina Georgieva¹, Stanka Damyanova¹, Albena Stoyanova³ <i>1 – University of Russe, Razgrad Branch, Razgrad, Bulgaria</i> <i>2 – University of Chemical Technology and Metallurgy, Sofia, Bulgaria</i> <i>3- University of Food Technologies, Plovdiv, Bulgaria</i> Develop a wrapping paper with the clary sage essential oil and to study its antimicrobial efficacy.....	99
47.	Гапонюк І.І. , д.т.н., проф., <i>НУХТ, м. Київ, Україна</i> Забруднення сушильними газами зерна в зерносушарках.....	101
48.	Копилова К.В. , д.с.-г.н., Вєрбицький С.Б. , к.т.н., Кос Т.С. , к.т.н., Козаченко О.Б., Вєрбова О.В. , <i>ІПР НААН, м. Київ, Україна</i> Особливості біорозкладних пакувань для продукції хлібобулочної та кондитерської промисловості	103
49.	Гавва О.М. , д.т.н., проф., Михайлик Б.В. , <i>НУХТ, м. Київ, Україна</i> Обґрунтування режимів роботи шнекового живильника з телескопічним патрубком..	106

50.	Грінінг К.Р. , аспірант, Теличкун Ю.С. , к.т.н., Губеня О.О. , к.т.н., <i>НУХТ, м. Київ, Україна</i> Єрмаков А.І. , к.т.н. <i>Білоруський національний технічний університет, м. Мінськ, Білорусь</i> Формування структури суспензії під час подрібнення в бісерних млинах.....	108
51.	Поздняков В.М. , к.т.н., доцент, Зеленко С.А. <i>Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск</i> <i>Республика Беларусь</i> Определение производительности прямооточного вибропневматического сепаратора сыпучей смеси.....	112
52.	Доломакін Ю.Ю. , к.т.н., доцент, Породько П.В. , <i>НУХТ, м. Київ, Україна</i> Побудова критеріального рівняння процесу змішування.....	116
53.	Литовченко О.І. , Гавва О.М. , д.т.н., Литовченко І.М. , к.т.н., <i>НУХТ, м. Київ, Україна</i> Структурно-параметричний синтез тістомісильних машин.....	119
54.	Рачок В.В. , к.т.н., Теличкун Ю.С. , к.т.н., Теличкун В.І. , к.т.н. <i>НУХТ, м. Київ, Україна</i> Підвищення енергоефективності обладнання для замішування тіста за рахунок використання кулачкових робочих органів.....	120
55.	Гавва О.М. , д.т.н., Кривопляс-Володіна Л.О. , д.т.н., Якимчук В.М. , д.т.н. <i>НУХТ, м. Київ, Україна</i> Функціонально-орієнтоване проєктування пакувальних машин із врахуванням їх життєвого циклу.....	123
56.	Ковбасенко В.В. , студ., Бабанова О.І. , ст. викл., Бабанов І.Г. , к. т. н. <i>НУХТ, м. Київ, Україна</i> Валідація та кваліфікація технологічного обладнання фармацевтичних підприємств	125
57.	Сполович М.Ю. , магістрант, Чепелюк О.О. , к.т.н. <i>Національний університет харчових технологій (НУХТ), м. Київ, Україна</i> Підвищення ефективності роботи роторної таблеткової машини.....	127
58.	Якимчук В.М. , Гавва О.М. , Якимчук М.В. , <i>НУХТ, м. Київ, Україна</i> Динамічний синтез мехатронного модуля захоплення із вакуумними елементами для тарних вантажів.	129
59.	Михайлов А.О. , <i>НУХТ, м. Київ, Україна</i> Моделювання процесу радіального видавлювання пористих заготовок.....	133

ХАРЧОВА ПРОМИСЛОВІСТЬ УКРАЇНИ В РЕАЛІЗАЦІЇ ПРИНЦИПІВ ЗДОРОВОГО ХАРЧУВАННЯ

Вступ. Біосфера є середовищем життя для людини і єдиним джерелом ресурсів, необхідних для її існування [1]. Разом з тим, матеріальні потреби людини набули таких масштабів і форм, що біосфера з часом не здатна буде забезпечити нормальне існування людської спільноти, поставивши її на межу екологічної катастрофи [2]. Тим більше, що уже в даний час обсяги і токсичність техногенних викидів переважають компенсаторні можливості біосфери, котра не зможе в повному обсязі реалізувати механізми самоочищення. Всі зазначені зміни істотним чином позначились на такій найважливішій складовій способу життя та необхідній умови існування всього живого на Землі – харчуванні. Це передусім протиріччя між об'єктивною необхідністю знижувати енергетичну цінність раціонів сучасної людини та застарілими уявленнями щодо корисності висококалорійних продуктів, а також фінансовою неспроможністю більшості населення України віддавати перевагу продуктам з екологічно чистої та органічної сировини. Тому одним із першочергових завдань харчової промисловості України має стати виробництво продуктів для здорового харчування і забезпечення ними населення.

Актуальність теми. Фахівці різних галузей сучасної медичної науки різних країн переконані в тому, що основне джерело здоров'я та довголіття сучасної людини – це правильне, здорове, оптимальне харчування. Тобто, здоров'я людини перебуває поза сферою прямого впливу медицини. І якщо синтезувати сучасні уявлення про рушійні сили життєзабезпечення організму людини, то на перший план виходить зміна способу життя (в широкому розумінні), основною складовою якого є здорове харчування. І ці зміни мають бути настільки масштабними, що з'явився навіть термін «Революція оптимального здоров'я» [3]. Основні види продуктів для здорового харчування такі: дієтичне лікувальне харчування, дієтичне профілактичне харчування, харчування для спортсменів та інших спецконтингентів, харчування дітей, людей похилого віку, вагітних жінок тощо. Харчова промисловість має орієнтуватись на випуск зазначеної продукції, основною ознакою якої є науково обґрунтований та підтверджений лікувальний або профілактичний ефекти [4].

Таким чином, пріоритетним і найбільш дієвим, перевіреним практикою способом корегування раціонів харчування у загальнодержавному масштабі України є прискорений розвиток індустрії здорового харчування, що, з точки зору медицини, звучить як «дієтологічна допомога населенню» [5].

Матеріали та методи. На основі аналізу літературних даних із питань особливостей створення харчових продуктів, адаптованих до сучасних екологічних та соціальних умов життєдіяльності людини, матеріалів Європейського регіонального комітету ВООЗ, результатів власних теоретичних та експериментальних досліджень визначено головні проблеми, що стоять перед харчовою промисловістю України, з точки зору реалізації принципів здорового харчування.

Результати та обговорення. Харчові продукти справляють постійний і щоденний вплив на організм людини протягом її життя, забезпечуючи надходження і засвоєння необхідних нутрієнтів, будучи безпосереднім виявом зв'язку людини з природою. І разом з тим, саме з цих причин продукти являють потенційну небезпеку для споживання.

Наприклад, неконтрольоване використання у харчових технологіях штучних добавок, з одного боку, надає готовим продуктам привабливих органолептичних ознак, а з другого – негативно впливає на стан здоров'я споживачів. Ігнорування медико-біологічних вимог до якості харчових продуктів розширило спектр захворювань, сприяло масштабній фальсифікації продуктів, знижуючи не лише тривалість життя населення, а й його якість. Харчові технології

пропонують усе більше продуктів і швидкої їжі з такими добавками, вплив яких на організм людини ще не вивчено. Тому необхідно змінити ряд стереотипів вітчизняних виробників, а саме: припинити використання у харчових продуктах, особливо для дітей, штучних добавок – барвників, ароматизаторів, консервантів, підсолоджувача аспартаму та інших небезпечних сполук, замінивши їх натуральними аналогами. Проведені нами теоретичні та експериментальні дослідження показали, що практично всі штучні добавки можна замінити натуральними компонентами з такими ж технологічними властивостями і, що особливо важливо, доведеними позитивними ефектами впливу на організм людини.

З точки зору продовольчої безпеки здорове харчування має вироблятися у кількостях, достатніх для забезпечення усіх громадян.

Сьогодні харчові продукти розглядаються не лише з точки зору їхньої пластичної та енергетичної функції, а й як індикатори стилю життя, чинники позитивних емоцій, краси, здоров'я та довголіття. Крім цього, змінилась мотивація у поведінці споживачів – усе більше попиту на здорові і корисні продукти зі зниженим вмістом солі, цукру, жиру, підвищеним вмістом вітамінів, поліненасичених жирних кислот, харчових волокон, інших біокомпонентів.

І тому марно основний напрям розвитку світового ринку в даний час зумовлений попитом споживачів на продукти, корисні для здоров'я, певної функціональної спрямованості, і при виробництві яких використовуються лише натуральні збагачувачі. І цей напрям стає переважним, що уже характерно для країн Західної Європи, до якого має долучитись і Україна. Тож у зв'язку з цим експерти виділяють на сучасному ринку харчових продуктів тренд **натуралізації** харчових інгредієнтів-збагачувачів і харчових продуктів.

Світова тенденція до натуралізації харчових інгредієнтів та готових продуктів поширюється також на дедалі більше залучення до сфери харчових технологій місцевої рослинної сировини, в тому числі лікарсько-технічної та дикорослої. Так, у розвинутих країнах обсяги використання місцевих сировинних ресурсів досягають 60%, а на перспективу планується підвищити їх ще на 5%.

На жаль, в Україні перероблення рослинної сировини складає менш ніж 20%. Стосовно перероблення плодів та ягід, то тут ситуація ще гірша. Наші виробники отримують із них від 5 до 10% продукції. Основна частка сировини або втрачається, або передається закордонним інвесторам, які мають надприбутки від її перероблення.

У 2017 р. в Україні було вирощено 2 500 тис. т плодово-ягідної сировини, а перероблено лише 774 тис. т. На 2025 рік планується отримати 4 333 тис. т продукції і переробити 1 300 тис. т. Нераціонально використовуються або втрачаються природні дикорослі рослини, пряно-ароматичні, лікарські, врожай яких в Україні становить до 1,5 млн. т щорічно. В результаті держава щороку недоотримує в бюджет мільярди доларів США, а населення – цінні натуральні продукти, в тому числі лікувального і профілактичного призначення, вітаміни, вітамінно-мінеральні комплекси, дієтичні добавки тощо.

Зрозуміло, що вітчизняні виробники вбачають великі фінансові переваги використання штучних добавок різного технологічного призначення у їхній порівняній дешевизні, стабільності, необмежених кількостях. Проте наведений матеріал однозначно стверджує – серйозні зміни структури харчування сучасної людини є необхідною об'єктивною реальністю [6].

Це спільне завдання медицини і харчових технологій, теоретичною базою вирішення якого стали здобутки принципово нової науки – фармаконутриціології, як узагальнення сучасних знань про роль харчових продуктів у функціонуванні організму людини. Такі зміни реально втілити лише шляхом інтенсивного розвитку індустрії здорового харчування, продукція якої реалізує давні мрії усіх попередніх поколінь про ідеальну їжу, яка водночас є ліками.

Частка оздоровчих харчових продуктів у загальному обсязі харчових продуктів провідних країн світу складає близько 50 %, а в Україні – усього близько 2...5 %.

У багатьох країнах Європи випуск таких продуктів досягає 30 % від загального обсягу. Лідерами на європейському ринку функціональних продуктів є Німеччина (36,3 %), Великобританія (21,9 %) і Франція (15,0 %).

В Україні концепція створення і впровадження оздоровчих продуктів урядом поки не затверджена, незважаючи на те, що проблема оздоровлення нації стоїть дуже гостро. Слід зазначити, що законодавство у сфері оздоровчих продуктів лише розробляється, а їхній статус – одне з найбільш обговорюваних правових питань.

Український ринок продуктів функціонального харчування в основному представлений: продуктами для дітей грудного віку (кефіру і йогурту вітчизняного виробництва); продуктами для вагітних і матерів-годувальниць; продуктами для літніх людей (знежирений біфідойогурт, збагачений вітамінами); продуктами для людей з хронічними захворюваннями (наприклад, хворих на цукровий діабет). Також українські функціональні продукти можна віднести переважно до чотирьох груп: зернові сніданки, молочні продукти, маргарини і безалкогольні напої.

Сучасний ринок оздоровчих продуктів на 65 % складається з молочних продуктів. Такі молочні продукти відрізняє від традиційних підвищена харчова цінність, профілактичні властивості по нормалізації діяльності шлунково-кишкового тракту, дієтичність. Це забезпечується наявністю вітамінів, мікроелементів, харчових волокон, мезофільних молочнокислих організмів, закваски на чистих культурах пропіоновокислих бактерій, біфідолактоацидофільних бактерій, йодованого білку, біологічно активних добавок, кальцію, фтору. 80% серед функціональних молочних продуктів займають кисломолочні напої.

Проте більшість харчових продуктів та технологій їх виробництва ще потребують удосконалення. Для збільшення кількості та якості функціональних харчових продуктів в країні необхідна активна державна, фінансова і законодавча підтримка в розробці, реалізації нових перспективних екологічних і науково обґрунтованих технологій та розробці функціональних кулінарних виробів. Виробництво таких продуктів буде сприяти поліпшенню здоров'я, працездатності і активному довголіттю нації.

Висновки. Сировина, що вирощується в Україні, при застосуванні сучасних методів її перероблення дає можливість створити широкий спектр харчових продуктів оздоровчого призначення для різних верств населення. Такі продукти спроможні забезпечити і харчові потреби, і захисні функції, і здатність до адаптації, і реабілітаційні можливості.

При розробленні спеціальних оздоровчих раціонів харчування в основу мають бути покладені принципи їх збалансованості за окремими групами нутрієнтів та адекватності для забезпечення енергетичного еквіваленту фізичних і психоемоційних навантажень, адаптаційних змін в організмі. Необхідний рівень біологічно активних речовин у раціонах може забезпечуватись лише комбінуванням різних харчових продуктів, отриманих із сільськогосподарської та лікарської сировини.

Література

1. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружение. Москва: Наука, 1987. 339 с.
2. Галимов Э.М. Феномен жизни. *Наука в России*. 2003. №5. С. 36–41.
3. Дьюк Джонсон. Революция оптимального здоровья. Киев: ООО «Эмвей Украина», 2008. 326 с.
4. Смирнова Е.А., Саркисян В.А., Кочеткова А.А. Проблемно-ориентированный персонафицированный подход к разработке новых продуктов для коррекции нарушений пищевого статуса. *Пищ. пром-сть*. 2013. № 9. С. 8–12.
5. Здоровье – 2020: основы Европейской политики в поддержку действий всего государства и общества в интересах здоровья и благополучия. Мальта, 2012 (EUR/ RCC 82/9).
6. Українець А.І., Сімахіна Г.О., Науменко Н.В. Перспективні технологічні процеси виробництва нових продуктів та дієтичних добавок. Київ: НУХТ, 2018. 335 с.

МОНІТОРИНГ ВИРОБНИЦТВА – ЗАПОРУКА ВИПУСКУ ЯКІСНОЇ ХАРЧОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

Сучасні підприємства харчової промисловості відносяться до організаційно-технічних систем [1], що являють собою складний виробничо-господарський комплекс, у розпорядженні якого є основні виробничі фонди та людські ресурси, необхідні для здійснення виробничих процесів. Під час виробництва харчової продукції необхідно організувати чітку взаємодію окремих підрозділів підприємства, координувати їх взаємодію та взаємозв'язки.

Моніторинг діяльності виробничої системи являє собою спеціально організоване спостереження, яке дозволяє перманентно відстежувати динаміку процесів функціонування і розвитку виробничої системи, оцінюючи адекватним чином значущі наслідки від реалізації будь-яких впливів у межах обраної стратегії, та ідентифікувати стійкий напрям розвитку підприємства.

Насамперед має бути раціонально організований процес виготовлення харчової продукції, обрана раціональна система управління на основі розв'язання завдань, що передбачають забезпечення виробництва матеріальними ресурсами, правильну експлуатацію обладнання і підтримання його у працездатному стані, визначення раціональних методів організації підготовки виробництва й праці робітників.

Система контролювання виробничих процесів — механізм контролю за такими елементами виробничо-господарської діяльності, як науковий пошук, проектування, розроблення технологій, підготовка виробництва, саме виробництво, реалізація продукції і маркетинговий пошук.

Вона покликана оцінювати ефективність робіт на всіх етапах циклу створення та реалізації продукції з метою забезпечення її конкурентоспроможності на внутрішньому і зовнішньому ринках. Тобто така система контролю повинна забезпечити певний рівень якості продукції, який задовольняв би споживача і гарантував організацію виробництва на належному рівні. Тому вона є одним із найдієвіших об'єктивних методів підвищення ефективності виробництва. Оскільки ця система повною мірою задіяна в процесі управління виробництвом, цілком виправдано її відносити до керуючої системи [1].

Робота щодо забезпечення ефективності системи контролю виробничих процесів на підприємстві охоплює такі етапи:

- визначення рівня якості продукції відповідно до вимог споживачів;
- створення умов для досягнення відповідного рівня якості: розроблення нової технології чи удосконалення існуючої, підбір та підготовка технологічного обладнання, придбання матеріальних ресурсів для організації виробництва, підбір і навчання працівників, організація технохімічного контролю;
- налагодження виробничого процесу з метою якісного виготовлення виробів;
- ліквідація виявлених недоліків у якості продукції і виробничого процесу;
- стабілізація досягнутого рівня якості продукції.

Система контролю виробничих процесів охоплює сукупність функцій і методів управління, управлінський апарат, а також відповідне нормативне та матеріальне забезпечення. Контроль виробничих процесів, як правило, здійснює самостійний структурний підрозділ підприємства, очолюваний заступником директора з якості. Управління системою контролю виробничих процесів починається на етапі науково-дослідницьких, проектно-конструкторських і технологічних розробок, а завершується на етапі маркетингового пошуку.

До функцій системи контролю виробничих процесів належать: аналіз конструктивних, технологічних, виробничих і експлуатаційних дефектів; виявлення помилок у кресленнях, схемах, технічних умовах, технологічних інструкціях та іншій технічній документації;

контроль якості сировини, допоміжних матеріалів, тари та пакувальних матеріалів, комплектуючих виробів, що надходять на підприємство, перевірка їх відповідності вимогам документації; контроль точності роботи технологічного та допоміжного обладнання, а також інспектування стану оснащення та обладнання відділу підприємства, що контролює якість сировини, напівфабрикатів та готової продукції.

На сьогодні залишається актуальною проблема забезпечення харчових підприємств сировиною стабільної якості. Якісний та вчасний вхідний контроль сировини є запорукою в отримання якісної готової продукції, так як технологічним відділом підприємства здійснюються відповідні технологічні заходи по корегуванню параметрів з врахуванням якості вхідної сировини. Саме завдяки моніторингу є можливість оперативного управління процесом виробництва. Контроль за дотриманням заданих параметрів кожної технологічної операції, в свою чергу, забезпечує отримання заданої якості напівфабрикатів, а згодом і готової продукції, що відповідає нормативній документації і користується попитом у споживачів.

Застосування системи контролю виробничих процесів забезпечує надійний контроль за дотриманням технологічної дисципліни на робочих місцях; ретельний аналіз партій готової продукції; перевірку правильності оформлення документів на виготовлення і передачу продукції на склад або замовнику; контроль комплектності та якості пакування готових виробів, які відвантажують замовнику; перевірку стану засобів контролю, вимірювальної техніки; виявлення, аналіз та облік браку; вивчення рекламаций; розроблення разом з іншими підрозділами підприємства заходів щодо усунення браку і поліпшення якості виробів.

Через систему контролю виробничих процесів до виробничих підрозділів підприємства надходять пропозиції щодо впровадження прогресивних засобів та методів контролю, обґрунтування доцільності контрольних операцій, підбору виконавців контролю з метою підвищення його ефективності й зниження трудомісткості. Забезпечуючи інтереси підприємства на ринку, така система запобігає виникненню збитків, пов'язаних з виправленнями і переробками, прихованим браком, усуненням дефектів у виробах. Усе це суттєво впливає на кінцеві результати діяльності підприємства.

Ефективність системи контролю виробничих процесів залежить від того, наскільки якісно реалізуються всі її функції та завдання. Для підвищення ефективності управління системою і посилення її впливу на кінцеві результати виробництва при проектуванні конструкції й технології виробів визначають методи та засоби контролю, щоб їх технічні характеристики і показники якості максимально відповідали вимогам споживачів. На стадії організації контролю основну увагу зосереджують на триступеневому контролі, від ефективності якого значною мірою залежить випуск конкурентоспроможної продукції. При цьому дбають про забезпечення тісного зв'язку з підприємствами-постачальниками сировини та допоміжних матеріалів, оптимізацію технології та управління виробництвом тощо.

Висновки. Для забезпечення ефективної роботи харчового підприємства моніторинг діяльності є невід'ємним елементом в його функціонуванні. Потрібно весь час удосконалювати методи та застосовувати сучасні засоби та методики для контролю тих чи інших виробничих процесів; зменшувати частку людського фактору при визначенні показників якості та інтерпретації і аналізі отриманих результатів моніторингу роботи харчового підприємства, з метою забезпечення його рентабельності.

Література

Організація виробництва : навч. посібник / В.В.Прохорова, О.Ю. Давидова. – Х. : Вид-во Іванченка І.С., 2018. –275с.

COMPUTER VISION APPLICATION IN THE QUALITY EVALUATION OF FOOD PRODUCTS

Introduction. The number of available technology based on imaging hardware and decision algorithms is growing in order to decrease the manual inspection. For this purpose, computer vision system (CVS) is being used increasingly in the food industry for quality assurance. Computer vision is a technology that allows the automation of visual inspection and measurement tasks using digital cameras and image analysis techniques. It is an automated process that makes use of a computer to classify data extracted from an object in the form of image. CVS technology plays a key role by giving rapid, precise, and consistent results as well as having relatively low cost.

Materials and methods. CVS may seem simple enough to understand, but below the surface it is a complex and multidisciplinary field, tied up with a variety of technologies, both old and emerging. The hardware for a typical CVS include lighting, the camera and computer with software for image analysis. Both software and hardware parts of the CVS should be customized to the specific needs of a food, including inspection goals and the type of product to analyze. CVS may use a variety of cameras to act as the machine's "eyes" depending on the imaging requirements and is possible to find existing objects and to obtain properties belonging to objects from an image. Many properties of fresh food are not visible (like dry-matter, internal damage or firmness), spectrometers and hyperspectral cameras can help in identifying these properties non-destructively. However, it is difficult to have a standard inspection method to detect all types of food, which are diverse in size, shape, appearance, and other characteristics.

Results. Beyond color, structure and shape are extremely informative features. Therefore, producers of different types of foods need to improve food quality to meet consumer demands. Computer vision deals with simple identification, measuring and counting better than human vision. This paper deals with application of CVS in food quality evaluation. Food quality research requires an improvement of the available methods for foodstuff inspection. CVS has been extensively applied for food quality assessment, including meat and meat products, fruits and vegetables, nuts, cheese as well as grains and bakery products). Automated counting and sorting system based on image analysis can grade fruits, vegetables, nuts, oysters, etc. according to their shape, size and maturity (for fruits and vegetables), increasing the sorting speed by 10 times compared to humans. Automated visual check of a filling level and package labeling is another important application of computer vision in the food industry. Besides that, a visual system can check the freshness of a packed product with the aid of a special ink changing its color with time and at a different speed depending on the temperature.

Conclusions. CVS has demonstrated to have enormous potential for quality prediction and assessment of a variety of foodstuffs. This technology is becoming increasingly cost-efficient, fast and suitable for industrial applications like automatic bulk sorting.

In today's highly competitive market, for manufacturers and retailers, the major factor is to provide high-quality products. Increased CVS capabilities along with its flexibility and non-destructive nature make this method suitable for the food safety evaluation and food quality measurement, especially for its ability in providing a detailed characterization of color uniformity at pixel-based level. CVS plays a vital role in evaluating food products, including inspection of defects, shape, size, color, maturity, and classification according to different quality levels, as well as process control. Unlike humans, computers with computer vision and excellent artificial intelligence can see details of the process and make accurate, real-time analysis. In recent years, this technology has made its way to the food industry, where accuracy and efficiency are crucial.

Key words: computer vision system, image analysis, food quality, non-destructive.

References

1. Lukinac J., Mastanjević K., Mastanjević K., Nakov G., Jukić M. (2019) Computer Vision Method in Beer Quality Evaluation—A Review, *Beverages*, 5(38), pp. 1–21.
2. Lukinac J., Jukić M., Mastanjević K., Lučan M. (2018) Application of computer vision and image analysis method in cheese-quality evaluation: a review, *Ukrainian Food Journal*, 7(2), pp. 192–214.
3. Wu D., Sun D.-W. (2013) Colour measurements by computer vision for food quality control-A review, *Trends in Food Science & Technology*, 29(1), pp. 5–20.
4. Brosnan T., Sun D.-W. (2004) Improving quality inspection of food products by computer vision- a review, *Journal of Food Engineering*, 61(1), pp. 3–16.
5. Brosnan T., Sun D.-W. (2002) Inspection and grading of agricultural and food products by computer vision systems-a review, *Computers and Electronics in Agriculture*, 36(2-3), pp.193–213.

ПРИНЦИПИ РОЗРОБЛЕННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ, АДЕКВАТНИХ НУТРИТИВНИМ ПОТРЕБАМ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ

Вступ. В умовах бойових дій харчування набуває особливого значення. В цьому разі при виборі структури та режиму харчування необхідно враховувати вплив таких негативних чинників, як підвищені нервово-емоційні та фізичні перенавантаження на тлі нестійких параметрів довкілля, що призводять до посилення катаболізму білків, вітамінів та інших життєво важливих нутрієнтів. Тому існуючий у нутриціології балансовий підхід до структури харчування, пов'язаний із нормативним забезпеченням макро- та мікронутрієнтами відповідно до фізіологічних потреб людини, вимагає істотного корегування при розробленні харчових продуктів для військовослужбовців.

Актуальність теми. Проблема вдосконалення харчового раціону військовослужбовців Збройних Сил України (ЗСУ) є сьогодні надзвичайно актуальною, особливо у зв'язку з військовим конфліктом на Сході України. На тлі останніх подій з'ясувалось, що раніше в умовах щорічного скорочення бюджету ЗСУ вчені приділяли недостатньо уваги науковому обґрунтуванню та розробленню харчових продуктів для військовиків, зокрема в екстремальних умовах життєдіяльності. Тому проблема забезпечення спецконтингентів раціонально збалансованим харчуванням на основі нових харчових продуктів набирає особливої ваги і має стати актуальним предметом досліджень як науковців, так і практиків.

Конструювання, виробництво та споживання нових харчових продуктів для військовослужбовців має здійснюватись лише на підставі науково обґрунтованих і перевірених практикою медико-біологічних принципів, нових технологій перероблення сільськогосподарської та лікарської сировини на оздоровчі продукти і гарантією абсолютної безпеки такої продукції для споживачів. Збільшення виробництва таких продуктів, підвищення їхньої якості та безпеки, поліпшення споживчих властивостей потребує подальшого детального вивчення багатьох питань фізико-хімічних впливів на біокомпоненти рослинної сировини при її переробленні та зберіганні готової продукції.

Матеріали та методи. Аналіз літературних даних, результати власних теоретичних та експериментальних досліджень, які свідчать про те, що виробництво для військовослужбовців харчових продуктів, адекватних тим внутрішнім і зовнішнім чинникам, які виникають в екстремальних умовах життєдіяльності, і які містять усі необхідні компоненти для забезпечення їхньої фізичної та психічної витривалості, дає можливість запобігти виникненню і розвитку соматичних та нервових захворювань, зберегти стан здоров'я та бойовий дух військових, а отже, гарантувати безпеку держави.

Результати та обговорення. Протягом останніх двох років життєдіяльність військовослужбовців, передусім у зоні ООС, проходить в умовах впливу цілої низки несприятливих чинників.

З цих чинників можна виокремити три основні групи: першу групу складають природні чинники, характеристика котрих пов'язана з кліматично-географічними умовами регіону, переміщеннями з одного місця дислокації на інше і необхідністю адаптації до них. До другої групи входять різноманітні впливи (газовий склад повітря, барометричний тиск, шум вибухів, вібрація, іонізуюче випромінювання, гарматні постріли тощо), можливість і повнота адаптації до яких залежать як від інтенсивності впливів, так і від тривалості їхньої дії. Третю групу чинників складають особливості професійної діяльності військовослужбовців, передусім в умовах бойових дій, які призводять до порушення функціональної діяльності органів та систем, психологічного виснаження та соматичних захворювань.

Зважаючи на доведений офіційною медициною взаємозв'язок між структурою харчування та станом здоров'я людини, зрозумілим є факт, що проблема підвищення адаптаційних

можливостей організму військовослужбовців, їхньої здатності переносити тривалі фізичні і психоемоційні перенавантаження без зниження «резервів здоров'я» привертає увагу не лише медиків, фізіологів, психологів, а й фахівців харчової промисловості, передусім тих, які спеціалізуються на проектуванні, створенні та виробництві нового покоління продукції, адекватної нутритивним потребам організму в екстремальних умовах.

Історія цілеспрямованого пошуку харчових сировинних джерел, розроблення спеціальних харчових продуктів і сформованих на їхній основі раціонів для військовослужбовців налічує всього десяток років.

У незалежній Україні проблема створення спеціальних харчових раціонів для військових ніколи не розглядалась ні у МОЗ, ні у Міністерстві оборони. Література з даного питання представлена кількома розрізненими публікаціями вітчизняних науковців [1-6], у тому числі медичного спрямування. Відомі спроби підвищити стійкість організму до екстремальних чинників ґрунтуються на використанні медичних препаратів, у тому числі адаптогенів та психостимуляторів.

Основна їхня дія полягає у подоланні нервового контролю над виснаженням, пригніченні сигнального зростання втоми. Психостимулятори значно збільшують фізичну працездатність навіть упродовж тривалого терміну. Однак найбільшим недоліком уживання певних груп медичних препаратів є підвищена небезпека для здоров'я людини, можливість передозування, що не дозволяє використовувати їх у якості засобів широкого і тривалого застосування. Це визначило необхідність постійного пошуку та розроблення нових ефективних засобів захисту організму військових.

Основою їх має стати виробництво спеціальних харчових продуктів, концептуально обґрунтованих та експериментально апробованих. Можливості використання таких продуктів практично не обмежені, оскільки вони створюються на традиційних харчових основах, а збагачуючі функціональні інгредієнти є натуральними біокомплексами сільськогосподарської та лікарської сировини з доведеними фізіологічними ефектами.

Концептуальні засади проектування харчових продуктів для військовослужбовців мають ґрунтуватись на принципах збалансованості окремих груп нутрієнтів, їхньої адекватності фізичним і психоемоційним навантаженням та здатності підвищувати адаптаційні можливості організму цього спецконтингенту в екстремальних умовах життєдіяльності.

Оптимізацію нутрієнтного складу функціональних харчових продуктів для військових доцільно здійснювати за запропонованим у проєкті алгоритмом [6], який дає можливість отримати новий харчовий продукт із заздалегідь визначеними властивостями.

Завдання оптимізації рецептур продуктів полягає в науково обґрунтованому підборі функціональних інгредієнтів та їхніх співвідношень, які забезпечують максимальне наближення масових часток нутрієнтів до персоніфікованих еталонів.

Розрахунки фактичної нутрієнтної забезпеченості організму військових України існуючими раціонами та пайками показали недостатню кількісну та якісну концентрацію харчових сполук, особливо вітамінів, мінеральних елементів, полі ненасичених жирних кислот, недостатню калорійність, майже повну відсутність харчових волокон та компонентів імунотропної дії. Це викликає порушення обмінних процесів, фізичної працездатності, психоемоційної стабільності, зниження імунного статусу тощо.

Необхідного рівня функціональних інгредієнтів у раціоні можна досягти лише комбінуванням харчових продуктів на м'ясній, молочній, зерновій основах. Тому завданням харчової промисловості України є створення нових харчових продуктів на різних основах.

Економічна ситуація в Україні зумовлює пошук дешевих рослинних джерел для виробництва поліфункціональних збагачувачів і використання їх у рецептурах продукції для військовослужбовців. Такими джерелами є надземна частина сільськогосподарських та лікарських рослин. Отримані з них низькотемпературним сушінням та дезінтеграторним подрібненням напівфабрикати відзначаються високим вмістом каротиноїдно-хлорофільних сполук, вітамінів-антиоксидантів, мінеральних елементів.

У сфері людської діяльності дикорослі плодови набувають поліфункціонального значення: водоохоронне та лісоутворююче при лісовідновленні, захисне в плодово- та лісосмугах, як вихідний матеріал у селекції; для харчових, лікувальних і дієтичних цілей, як тих, що природно ростуть, а також отриманих у результаті внутрішньовидової гібридизації.

Дикорослі плоди та ягоди – багате природне джерело вітамінів, мінеральних сполук, вуглеводів, органічних кислот, ароматичних та інших сполук. Їхня цінність визначається комплексом біологічно активних речовин, зокрема якісним та кількісним складом поліфенолів і аскорбінової кислоти, що є синергістами у живому організмі; каротиноїдами, вітамінами групи В, пектиновими речовинами. Плоди багатьох дикорослих видів, завдяки природному збалансованому співвідношенню цукрів та органічних кислот, вирізняються чудовими харчовими якостями і є важливим резервом у вирішенні проблеми забезпечення населення України здоровим харчуванням. Значна частина біологічно активних речовин мають імунomodulatory, адаптогенну, антиатеросклеротичну, антирадикальну дію.

Сьогодні, із утвердженням у провідних країнах світу концепції здорового харчування (така тенденція зароджується і в Україні), знову зростає кількість теоретичних та практичних досліджень, присвячених вивченню рослинних матеріалів, у тому числі дикорослих, з метою їх застосування у різних галузях харчової промисловості. Дикоросла сировина є особливо привабливим об'єктом досліджень, зважаючи на її здатність накопичувати в процесах синтезу значно більші концентрації біологічно активних речовин, ніж це властиво їхнім культурним аналогам.

Висновки. Харчові продукти для військових повинні посісти статус спеціальних; головною умовою їх виробництва має бути використання природної сировини та природних збагачувачів з широким спектром функціональних інгредієнтів різної спрямованості. В основі створення таких продуктів пріоритетна роль належить білковій та збалансованій жировій складовим, достатній концентрації харчової клітковини, вітамінів та мінеральних елементів (передусім антиоксидантної дії).

Для успішної реалізації результатів наведених теоретичних та експериментальних досліджень необхідна державна підтримка щодо забезпечення промислового виробництва розробленої продукції, її клінічної апробації, отримання медичних та гігієнічних висновків щодо безпеки якості і сировини, технічного переоснащення підприємств, перепрофільованих на виробництво поліфункціональних натуральних збагачувачів та функціональних харчових продуктів для військовослужбовців.

Література

1. Сайнецький О. Суть і особливості військової служби. *Публічне право*. 2013. №3(11). С. 210–216.
2. Olivera, E.A., Anjos, L.A. Antropometry and cardiorespiratory fitness of military men in active duty. *Rev. Saude Publica*. 2008. Vol.42, N2. P. 483–488.
3. Товма Л.Ф., Русанов В.О. Технологія змін норм харчування військовослужбовців внутрішніх військ МВС України. *Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил*. 2014. №2(39). С. 49–51.
4. Медичний контроль за організацією харчування військовослужбовців Збройних Сил України: метод. рек. / В.А. Баркевич, В.І. Варус, Ю.М. Депутат та ін. Харків, 2007. 64 с.
5. Військова гігієна з гігієною при надзвичайних ситуаціях: підручник / за ред. К.О. Пашка. Тернопіль: Укрмедкнига, 2005. 312 с.
6. Українець А.І., Сімахіна Г.О., Науменко Н.В. Наукові аспекти розроблення харчових раціонів для військовослужбовців. *Наукові праці НУХТ*. 2015. Т. 21, №3. С. 209–216.

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ МИРОВОГО ЭКСПОРТА МЯСА И МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ

Введение. Мировой рынок мяса и мясных продуктов функционирует и развивается в условиях жесткой конкуренции, в которых факторы хозяйственного риска побуждают к оптимизации затрат, реструктуризации и расширению ассортимента мясной промышленности, тем самым увеличивая ее важное значение среди других отраслей мировой экономики. Особенно это актуально в условиях глобальной пандемии, вызванной коронавирусной инфекцией COVID-19. В данных условиях конечные результаты производства во многом предопределяются способностью производителя выявлять факторы хозяйственного риска, сопровождающие его деятельность, и эффективно ими управлять. Поэтому анализ тенденций развития и факторов риска мирового рынка мясной продукции, является актуальной экономической задачей. Согласно выдвинутой научной гипотезе, объем экспорта мясной продукции коррелирует не только с экономическими показателями, но и во многом зависит от количества эпидемиологических вспышек инфекционных заболеваний. Для подтверждения данной гипотезы требуется проведение системных научных исследований. Анализ литературных источников показал, что в настоящее время отсутствуют адекватные математические модели, позволяющие произвести научно-обоснованную оценку влияния рискообразующих факторов мирового экспорта мясной продукции [1,2,3].

Цель настоящей работы – выявление и анализ наиболее значимых факторов хозяйственного риска и построение адекватной математической модели, описывающей их влияние на объем экспорта мясной продукции.

Материалы и методы исследования. Объектом исследования являлся мировой рынок мяса и мясопродуктов (по данным ФАО). Предметом исследования являлись факторы хозяйственного риска, возникающие в сфере экспортных отношений стран Европейского Союза. Для проведения анализа объемов и структуры производства мяса и мясопродуктов использовались статистические данные Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН, Организации экономического сотрудничества и развития. Выявление рискообразующих факторов проведено на основе анализа условий возникновения колебаний объемов экспорта мясной продукции на основе статистических данных Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН, Организации экономического сотрудничества и развития, Всемирной организации охраны здоровья животных (МЭБ). Оценка влияния факторов риска произведена на основе корреляционно-регрессионного анализа, предусматривающего выявление степени зависимости выходной функции от факторов риска, выделение наиболее значимых и построение регрессионной модели, позволяющей прогнозировать изменение объемов экспорта при варьировании анализируемых параметров.

Результаты и их обсуждение. Проведенный анализ показал, что в период с 2013 по 2017 гг. основные регионы-производители мяса существенно не изменили свои позиции. Так, за период с 2013 по 2017 гг. мировое производство мяса и мясопродуктов возросло на 6,3 %, или 19,7 млн. т, и составило 334,23 млн. т. Доля стран Азии занимает наибольший удельный вес на протяжении всего анализируемого периода, имея, однако, тенденцию к снижению – с 43 % в 2013 г. до 42,4% в 2017 г. Удельный вес стран Европы в целом за данный период увеличился на 0,3% и составил 18,8 %. Северная и Южная Америка обеспечили прирост, который составил по 0,2 % соответственно. Удельный вес стран Африки значительно не изменялся и в 2017 году составил 5,8%. Доля Океании слегка снизилась в 2013–2017 гг. и составила 1,9 %. Объем производства мяса в Республике Беларусь с 2013 по 2017 гг. возрос на 0,03 млн. т, или 3,5 %, и составил 1,21 млн. т [4].

Основными производителями в 2017 г., как и на протяжении всего анализируемого периода, являются Китай (26%), 28 стран ЕС (14,4%), США (13,7%), Бразилия (8,3%), Россия (3%), Индия (2,2%), Мексика (2%), Аргентина (1,7%), Австралия (1,3%). Производство мяса за 5 лет в странах-лидерах увеличилось на 11,5 млн. т и составило в 2017 г. 238,2 млн. т, или 71,3% от мирового объема.

Мясные продукты производятся практически во всех регионах мира и являются основным источником белков животного происхождения в рационе питания человека. Для рынка мяса и продуктов убоя характерна относительная однородность его номенклатуры (незначительное количество видов мяса убойных животных). В основном данный сегмент представлен такими видами мяса как говядина, свинина, мясо птицы и баранина (крольчатина, конина и другие виды мяса занимают незначительный удельный вес в структуре производства).

Рост объемов производства можно отметить во всех товарных группах: производство свинины выросло на 4,16% (4,79 млн. т), говядины – на 2,41% (1,65 млн. т), мяса птицы – на 10,51% (11,6 млн. т), баранины – на 8,48 % (1,2 млн. т) [2].

Лидерами производства свинины в 2017 г. стали Китай, страны ЕС-28, США, Вьетнам, Бразилия, Россия, Канада, Филиппины, Мексика. Объем выпуска продукции данными регионами составил 107,12 млн. т, или 89,4% от мирового.

Мировой рост производства говядины за период с 2013 по 2017 гг. обеспечивался в основном за счет увеличения производства в США, стран ЕС-28, Китае, Аргентине, Индии и Мексике. В то же время он сдерживался снижением объемов производства данной продукции в Бразилии и Австралии. В 2017 г. на долю крупнейших стран-производителей говядины приходилось 65,7%, или 45,71 млн. т, мирового выпуска данной мясной продукции.

Увеличение производства мяса птицы за анализируемый период происходило за счет роста объемов производства основных стран-производителей – США, Китая, ЕС-28, Бразилии, России, Индии, Мексики, Индонезии и Турции, выпуск данной продукции в которых в 2017 г. составил 86,07 млн. т или 70,34 % от общемирового.

Анализ данных показал, что в мировом производстве баранины доминирует Китай: за 2017 г. доля данного государства в выпуске продукции составила 30,89%. Также, среди основных продуцентов можно отметить страны ЕС-28, Австралию, Индию, Пакистан, Новую Зеландию и Турцию. Данные страны производят 56% данного вида мяса.

Рискообразующие факторы мирового экспорта мясной продукции

Объем мирового экспорта мяса и мясных продуктов с 2013 по 2017 гг. увеличился на 3,16 млн. т. Наращивание объемов экспорта произошло преимущественно благодаря основным регионам-экспортерам: США, Бразилии, странам ЕС, Канаде, Тайланду и Новой Зеландии. При этом за анализируемый период наблюдалось сокращение экспорта из Австралии, Индии, Китая, Аргентины.

Мировой экспорт свинины в 2017 г. составил 8,23 млн. т, что на 1,1 млн. т, или 15,59 %, выше уровня 2013 г. При этом в течение анализируемого периода в странах ЕС, США, Канаде, Бразилии и Мексике можно отметить рост продаж, в то время как в Китае произошло значительное сокращение экспортных поставок (на 35,29 %).

Основной причиной снижения экспорта из Китая стала реструктуризация свиноводческой отрасли и консолидация рынка мяса и мясoproductов, что неизбежно привело к качественным изменениям отрасли, которые связаны с перераспределением производства мяса свинины в крупные промышленные предприятия.

Необходимость данного процесса была вызвана отсутствием необходимого уровня экологической безопасности, который основные субъекты сектора – личные подсобные хозяйства, не в состоянии обеспечить. Как следствие, повсеместно на территории государства наблюдались довольно частые очаги распространения АЧС (африканской чумы свиней), бороться с которыми при существующей структуре производства было весьма затруднительно. Сектор первичной переработки скота Китая начал претерпевать процесс реструктуризации еще с 2008 года. Однако, по-прежнему концентрация отрасли остается на

низком уровне. Личные подсобные хозяйства доминируют в общем объеме производства свинины в Китае и занимают более половины рынка. Для реализации целей концентрации мясного сектора в государстве были приняты значительно более жесткие природоохранные нормы, которые привели к значительному сокращению поголовья свиноматок. В декабре 2016 г. по сравнению с аналогичным периодом прошлого года поголовье свиноматок и свиней на откорме уменьшилось на 3,6% и 4,2% соответственно. В 2017 году объем импорта в Китае составил 6% от общего объема потребляемой свинины. К сожалению, в соответствии с прогнозами ФАО, в 2020 году данный показатель составит уже 7%, так как возможности наращивания собственного производства не смогут опередить устойчивый рост потребления.

На китайском рынке свинины АЧС по-прежнему является основным фактором, вызывающим значительный дефицит белка. Во втором полугодии 2019 года цены на свинину в КНР удвоились. В апреле 2020-го они начали падать, поскольку ощущалось падение спроса, вызванное коронавирусом, но все-таки остались на историческом максимуме. Мировые аналитические агентства снизили прогноз по импорту свинины в 2020 году на 3,5% из-за сокращения спроса, но, несмотря на это, Китай должен импортировать не менее 3,5 млн т. Победителями на этом рынке, вероятно, станут США и ЕС, которые будут иметь большие объемы для экспорта по конкурентоспособным ценам. Основная неопределенность этого прогноза связана с логистическими проблемами из-за COVID-19, а также ситуацией с распространением АЧС в странах-экспортерах, особенно в Германии.

На птицеводческом рынке рост объемов импорта будет гораздо менее впечатляющим, а конкуренция со стороны крупных мировых экспортеров будет жесткой. Но не стоит забывать, что крупные поставщики, такие как США и ЕС, смогут приспособить производства бройлера к спросу быстрее, чем по другим видам. И спрос на курицу на их внутренних рынках должен пострадать меньше, чем на красное мясо, так как домашняя птица является дешевым вариантом розничной покупки и популярным продуктом для семейного питания.

В число ведущих экспортеров говядины, на которых в 2017 г. приходилось 83,7 % мировой торговли, входили Бразилия (18,2 % объема мирового экспорта говядины), США (14,6 %), Индия (16,6 %), Австралия (13,3%), Новая Зеландия (5,3 %), страны ЕС (4,8 %), Канада (4,3 %), Уругвай (3,8 %), Парагвай (3,4 %), Аргентина (3,0 %).

В процессе анализа установлен рост экспортных поставок мяса говядины за анализируемый период на 22,6 %. Наращивание объемов продаж данной продукции наблюдалось с 2013 по 2017 гг. во всех основных странах-производителях, кроме Австралии и Индии, где было отмечено снижение экспорта данного вида продукции на 6,2 % и 2,3 % соответственно.

Сокращение экспортных поставок из Австралии стало следствием двухлетнего периода засухи, частичной ликвидации стада, усиления глобальной конкуренции, а также укрепления австралийского доллара (преимущественно против доллара США). В Индии незначительное снижение экспорта было вызвано мерами государственной интервенции рынка мясопродуктов, вследствие чего было введено ограничение на продажу и покупку КРС на убой на всех рынках скота.

На протяжении длительного периода ведущим экспортером мяса птицы в мире являлись Соединенные Штаты Америки. Однако ситуация изменилась в 2015 году из-за вспышки на территории государства высокопатогенного птичьего гриппа (HPAI), что побудило импортеров искать альтернативные источники поставок и, как следствие, привело Бразилию на первое место среди экспортеров мяса птицы. Из-за ограничений, наложенных на США, в связи с распространением HPAI, Китай испытывал недостаток поставок племенного материала, что также оказало значительное влияние на объем экспортных поставок государства. По данным ФАО, из-за продолжающихся вспышек птичьего гриппа в Китае прогнозируется дальнейшее снижение объемов производства и экспорта мяса птицы.

Проанализировав основные тенденции развития экспорта мирового рынка мяса и мясных продуктов, можно сделать вывод, что его ограниченность обусловлена в основном следующими рискообразующими факторами:

- увеличение цен на корма для животных, рост затрат на производство сырья и его переработку, вспомогательные материалы, электроэнергию и т. п.;
- распространение различных заболеваний эпидемиологического характера на территории стран-экспортеров (например, африканской чумы свиней, высокопатогенного птичьего гриппа).
- государственное стимулирование роста внутреннего потребления, а также разработка и реализация целевых государственных программ, направленных на увеличение потребления мясной продукции;
- действия государственных органов в стране контрагента и изменения законодательства в сферах, затрагивающих деятельность субъектов хозяйствования;
- сложности в прогнозировании климатических условий в регионах, являющихся основными экспортерами;
- колебания валютных курсов;
- логистические проблемы из-за COVID-19.

Выводы.

Анализ тенденций развития и факторов риска мирового экспорта мясной продукции показал, что на колебания объемов экспорта оказывает влияние множество факторов, однако в 2020 году определяющими являются ограничения, вызванные коронавирусной инфекцией COVID-19.

Несмотря на общую волатильность рынка пищевая промышленность будет чувствовать себя комфортнее многих других секторов благодаря устойчивости спроса на продовольствие. Впрочем, мясной сегмент неизбежно подвергнется негативному воздействию, в основном из-за резкой остановки деятельности сектора общественного питания и снижения спроса со стороны потребителей на продукты с добавленной стоимостью. Хотя правительствами разных стран предпринимаются значительные усилия для поддержки как экономики в целом, так и мясной отрасли в частности, их эффективность, безусловно, будет зависеть от глубины и продолжительности кризиса.

В ближайшие несколько лет глобальный спрос на продукты питания, вероятно, будет сокращен в натуральном, но особенно в стоимостном выражении, а спрос на продукты питания станет более базовым и ориентированным на цены.

Литература

1. Позднякова Е.В. Управление хозяйственным риском на мясоперерабатывающих предприятиях / Позднякова Е.В. // Исследования, результаты. – 2014. – №2. – С. 306 – 316.
2. Догиль Л. Оценка уровня конкурентоспособности мясоперерабатывающей промышленности с определением элементов хозяйственного риска / Л. Догиль, Е. Позднякова, П. Абрамкин // Аграрная экономика. – 2011. – № 2. – С.44–49.
3. Позднякова Е.В. Оценка риска хозяйственной деятельности мясоперерабатывающих предприятий / Е.В. Позднякова Е.В. // Агропанорама. – 2014. – №3. – С.41–47.
4. FAO. 2019. Meat Market Review, March 2019. Rome.

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧА ТЕХНОЛОГІЯ СУШІННЯ НАСІННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

Вступ. Основні енергетичні витрати пов'язані із виробництвом і зберіганням насіннєвого зернового матеріалу - відносяться до сушильних технологій. Сушіння насіння зернових культур в основному відбувається при високотемпературних режимах і негативно впливає на якісні характеристики матеріалу. Тому виходячи із поставлених завдань необхідно комплексно вирішувати проблеми енергоефективності процесу сушки та забезпечення високої схожості насіннєвого матеріалу.

Матеріали та методи. Процес сушіння насіння зернових культур – це достатньо складний тепломасообмінний процес, який потребує детального вивчення всіх його закономірностей. Для описання процесу тепломасообміну насіннєвого матеріалу проведені дослідження кінетики сушіння на сучасному експериментальному конвективному стенді.

З метою підвищення точності, інформативності та полегшення обробки одержуваної інформації під час проведення дослідів експериментальний стенд доукомплектований допоміжним обладнанням: аналоговим цифровим перетворювачем *i-7018*, конвертором-інтерфейсом *i-7520* та персональним комп'ютером з процесором CPU AMD ATHLON XP 2200+

Експериментальні дослідження сушіння насіння зернових культур на конвективному сушильному стенді починаються із встановленням режиму сушіння на стенді і розміщення на решітці терезів насіння в сушильній камері. Встановлена комп'ютерна програма збору та обробки інформації безперервно реєструє час та зміну маси наважки, температури сушильного агента та в середині матеріалу із побудовою залежностей зміни маси та температур сушильного агента та матеріалу від часу проведення досліджень.

Також паралельно проведені лабораторні дослідження із визначення схожості насіння зернових культур.

Результати и обговорення

Дослідження процесу сушіння насіння зернових культур (пшениці, ячменю, вівса) проводились від дії трьох факторів: температури ($t = 50, 65, 80^{\circ}\text{C}$) та швидкості руху сушильного агента ($V = 0,5 - 1,5$ м/с), початкової вологості матеріалу ($Wn = 20 - 24\%$).

За результатами проведених досліджень на конвективному сушильному стенді в елементарному шарі найбільший вплив на кінетику та якість насіння відбувається від впливу температури сушильного агента. Найбільш раціональний режим сушіння із зазначених температур – температура сушильного агента 50°C із схожістю насіння зернових культур 96 – 98%.

Для підвищення енергоефективності процесу сушіння запропоновані ступеневі режими сушіння, які забезпечують високу схожість матеріалу на рівні 98 – 100% із зменшенням тривалості сушіння до 50% (рис. 1).

Розроблена технологія та сушильне обладнання для сушіння насіння зернових культур передбачає поетапну зміну технологічних параметрів сушильного агента із використанням визначених ступеневих режимів сушіння.

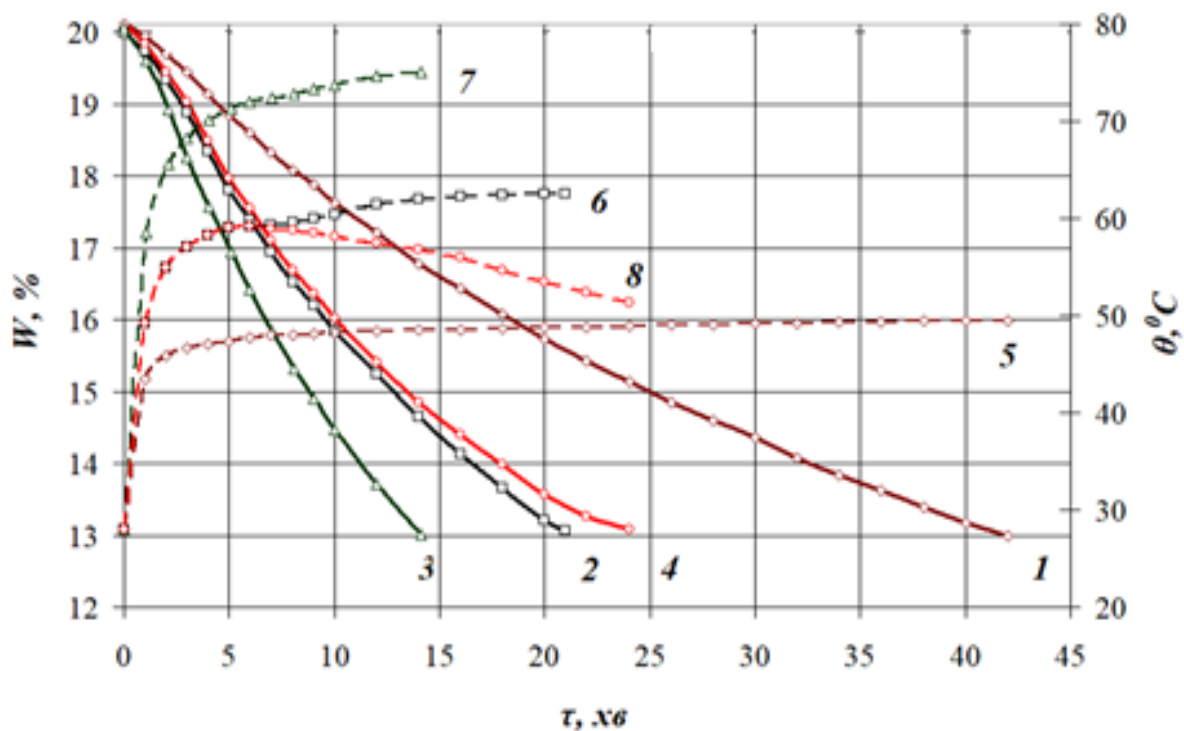


Рисунок 1 - Вплив температури сушильного агента та температури нагрівання матеріалу на тривалість сушіння насіння пшениці:

$W_n = 20\%$, $V = 1,5$ м/с, $d = 10$ г/кг с. п., $\delta = 2$ мм:

1,5 – 50°C, 2,6 – 65 °C, 3,7 – 80°C, 4,8 – 65/50°C.

Енергозберігаюча технологія сушіння насіння зернових культур складається з 5-ти етапів: підігрівання, відлежування, сушіння в 2-х зонах, охолодження. Дана енергоефективна схема реалізується за рахунок вироблення електричної і теплової енергії на двигуні генераторі та теплового насосу із встановлення утилізаторів на вході в сушильні зони.

Висновок. Рациональним режимом сушіння насіння зернових культур є температура сушильного агента 50°C при швидкості його руху $V = 1,5$ м/с. Схожість насіння при цьому становить $C = 96...98\%$.

Енергоефективність процесу досягаються введенням ступеневих режимів.

Енергозберігаюча технологія сушіння насіння зернових культур передбачає поетапну зміну температури сушильного агента із забезпеченням високої якості матеріалу. Встановлення теплового насосу і двигуна генератора з утилізаторами теплоти дозволяють реалізувати розроблену енергоефективну технологію із низькотемпературними режимами сушіння.

ПРОТИРІЧЧЯ ТРАДИЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНА ТА НАПРЯМКИ ЇХ УСУНЕННЯ

Вступ. Для доведення зерна зібраного урожаю до вимог зернопереробних технологій, експортних обмежень та довготривалого зберігання, його очищають і сушать до базисних норм. Отже очищення і сушіння зерна є основними і взаємопов'язаними технологіями післязбиральної обробки зібраного урожаю зерна.

Актуальність теми. Очищають зерноsumіш різними способами. Проте для більшості із них спільним недоліком є суттєва залежність параметрів роботи сепараторів від вологості зернової суміші і на кожен відсоток збільшення її вологості, продуктивність сепараторів зменшується на 4...5 %. За нашими експериментальними дослідженнями та аналізу діяльності зерно-заготівельних підприємств фактична продуктивність ситових сепараторів з очищення зерна перемінної вологості може зменшуватися в 5 – 6 разів, до 16 – 18 % від паспортної продуктивності сепараторів, порівняно із показниками очищення сухого зерна.

Оскільки за даними ряду вітчизняних та закордонних науковців режимні та конструктивні напрямки інтенсифікації сепарування вичерпано, тому у виробничій діяльності проблему із зменшенням їх продуктивності вирішують екстенсивним способом або, в більшості випадків виробничої діяльності зернозаготівельних підприємств, порушенням технології обробки зерна зібраного урожаю. Це спричиняє суттєве погіршення економічних показників роботи підприємства, ефективності технології, погіршення стану пожежебезпеки, екологічної безпеки та зростання невиправданих витрат енергії.

Ще в більшій мірі невиправдані витрати енергії та кілька-кратне зменшення продуктивності технологій приведення зерна в стійкий стан зберігання пов'язані із недосконалістю технології сушіння і можуть у кілька разів перевищувати розрахунково необхідні для фазових перетворень вологи, що міститься в зерні. В перерахунку на 1 пл.т ці втрати перевищують 3 кг.у.п. А в перерахунку на весь об'єм зерна зібраного урожаю для різних погодних умов *втрати енергії* можуть становити від 0,5 до 2,1 млн.т.у.п. В перерахунку на природний газ ці втрати становлять 0,5 – 2,0 млрд.м³.

З огляду на 40...50 % дефіцит потужностей вітчизняних зернозаготівельних та перенавантажувальних підприємств, щороку виникають ускладнення із техніко-технологічними та економічними аспектами післязбиральної обробки та реалізації зерна зібраного урожаю. Крім цього, таким станом успішно користуються виробники обладнання провідних іноземних компаній як Кембріа, Шмідт-Зінгер, Сюкап, Мет'юз-Компані, Фарм-Фанс, Де-Люкс, Астра, Педротті, АГ, що активізували експансію свого обладнання вітчизняним господарствам.

Матеріали та методи. Капілярно-пористі колоїдні тіла перемінного вмісту порожнин, вологовмісту й енергії зв'язку вологи з каркасом тіла зернини. Тепло-масообмін за конвективних та кондуктивних умов взаємодії. Підведення енергії зневоджуваним тілам та способи переміщення шарів по поверхням. Прикладні, емпіричні, статистичної та математичної обробки результатів досліджень й планування експериментів.

Результати та обговорення.

Удосконаленню технологій післязбиральної обробки зерна присвячено дослідження ряду вітчизняних та зарубіжних науковців. Зокрема, теоретичні основи тепловологообміну закладено в роботах Ликова (тепло-масообмін масоємних тіл), Ребіндера і Рамзіна (стані перебування вологи в тілах та енергія її зв'язку в тілі), Гінзбурга (аналіз та узагальнення матеріалів), а також в подальших працях Грішина (активна поверхня та граничне середовище міжфазових середовищ), Єгорова (розмір капілярів), Клеєвої (енергії фазових середовищ), Мельникова, Жидко, Маліна, Остапчука, Станкевича, Стародубцевої, Сорочинського (встановлення внутрішньокапілярного опору дифузії та факторів впливу), тощо [1].

Процесам сепарування і технології очищення зерна – дослідження Сергєєва, Соловійова (фактори впливу на продуктивність та енергоємність сепарування), Любімова (швидкість переміщення шару зерна по різних поверхнях), Баженова (обґрунтування кута нахилу сита за маршрутом переміщення шару зерна й домішок), Тищенко, Гросула (енергетичні та механічні методи й способи інтенсифікації фракціонування й розрихлювачі шару неоднорідної за розмірами суміші твердих тіл) [1].

Встановлення закономірностей змін якості зерна в умовах термічної його обробки присвячено науковій праці Трисвятського, Казакова, Козьміної, Самойлова, Федякова, Дрост-Хансена. Впливу температури нагрівання на якість зерна і насіння – Тонзура, Козьміної, Агафонова, Горячкіна, Ленарського, Сомена [1].

Проте традиційні способи інтенсифікації технології післязбиральної обробки зерна, що базуються на наукових положеннях 50 – 70 річної давнини, або вичерпано, як у наведеному випадку із його очищенням зерна, або перебувають у протиріччі із енергозаощадженням. Якщо перше твердження пов'язано зі зменшенням продуктивності фракціонування неоднорідних сумішей твердих тіл, то друге – з кільмакратним зростанням внутрішнього опору дифузії вологи та відповідними енерговитратами.

Зазначені проблеми технології обробки зерна зібраного урожаю, нажалі, властиві також і для устаткування іноземних виробників навіть сучасних технологій.

Тому у виробничій практиці досі залишаються невирішеними питання:
очищення і сушіння капілярно-пористих колоїдних тіл підвищеної вологості;
зменшення втрат енергії сушіння й рівня забруднення довкілля;
збільшення продуктивності технологій обробки зерна;
збільшення конкурентоспроможності вітчизняних технологій.

Для вирішення цих питань нами були обґрунтовані гіпотези, що ґрунтуються на нових наукових засадах. Зокрема:

1. Збільшити продуктивність та покращити ефективність сепарування вологих зерносумішей можна заданим зміненням градієнту пошарового вологовмісту твердих тіл зерносуміші.

2. Фізика процесів тепломасообміну для капілярно-пористих та капілярно-пористих колоїдних тіл не є тотожною.

3. Внутрішньокапілярний опір дифузії вологи в тілі капілярно-пористого-колоїдного тіла обумовлений більшою мірою величиною внутрішньокапілярного тиску (градієнт енергії)

4. Суттєво зменшити енерговитрати сушіння зерна можна зменшенням опору внутрішньокапілярної дифузії вологи.

5. Конвективний тепло-масообмін капілярно-пористих колоїдних тіл відповідає вакуумно-тепловій моделі внутрішньокапілярної дифузії вологи.

6. Управлінням внутрішньокапілярного градієнту тиску можна змінювати внутрішній опір дифузії вологи.;

7. Заданими способами і режимами сушіння зерна можна управляти швидкістю, пошаровою однорідністю, енергоємністю та якістю.

Висновки:

1. Існуючі технології післязбиральної обробки зерна зібраного урожаю досить чутливі до перемінної вологості зерна й обумовлюють кільмакратне зменшення продуктивності та втрати енергії.

2. Вітчизняні та закордонні технології обробки зерна є подібними.

3. Нівелювати недоліки сучасних технологій післязбиральної обробки зерна можна управлінням градієнту пошарового вологовмісту в тілі та змінення енергії внутрішньокапілярного тиску.

Література.

1. Флауменбаум Б.Л. Основы консервирования пищевых продуктов / Б.Л. Флауменбаум, С.С. Танчев, М.А. Гришин // М.: Агропромиздат., – 1986. – 494 с.

ИНСТРУМЕНТЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МАРКЕТИНГОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО СБЫТУ ДЕТСКОГО ПИТАНИЯ

Введение. Стратегическая цель развития агропромышленного комплекса – достижение и поддержание продовольственной безопасности страны. Это означает, что совокупные потребности в пищевой продукции должны обеспечиваться в основном за счет собственного производства. В полной мере такой подход должен быть реализован и для детского питания.

В Республике Беларусь предприятия консервной отрасли производят продукты для детского питания, фасованные в современную, удобную в использовании стеклянную тару в основном на основе плодового и овощного сырья, а также с добавлением молочных продуктов.

Однако не все потенциальные потребители продукции для детского питания (в данном случае – родители детей соответствующего возраста) имеют четкое, отражающее действительность представление о белорусском детском питании. Они зачастую заблуждаются в отношении этой продукции, считают ее не способной удовлетворить потребности их детей. Лозунг «Купляйте беларускае!» вызывает у них недоверие. Как следствие всего этого, склады предприятий-изготовителей детского питания заполнены продукцией, которая не реализуется своевременно, и это ухудшает экономические показатели производственной деятельности предприятий.

Материалы и методы. Существует два мнения о роли инструментов совершенствования деятельности предприятия:

- ✓ развитие инструментов совершенствования должно идти за развитием бизнес-методик, то есть сначала проводится реорганизация деятельности предприятия и разрабатывается системный проект инструментов совершенствования и только затем (когда предприятие работает уже по новому) осуществляются проектирование и внедрение новых методов;
- ✓ развитие инструментов совершенствования должно быть катализатором развития бизнес-методик, то есть предприятие должно подстраиваться под требования инструментов совершенствования. Здесь просматривается «слепая» реорганизация способов выполнения процессов на предприятии, осуществляемая при отсутствии тщательного анализа различных приемов выполнения процессов и нахождения наиболее эффективного.

Результаты. В деятельности подотрасли детского питания много нерешенных проблем, связанных прежде всего с неумением активно продвигать свою продукцию на рынок. К наиболее очевидным проблемам можно отнести следующие:

- ✓ отсутствуют маркетинговые исследования зарубежного рынка;
- ✓ нет собственного представительства за рубежом;
- ✓ не отлажена система представления образцов продукции, негибкая ценовая политика;
- ✓ отсутствие активной рекламы, отсутствие многоязычного Интернет-сайта;
- ✓ редкое участие в международных выставках;
- ✓ продукция не сертифицирована иностранными институтами;
- ✓ не разработаны варианты оформления этикеток на иностранных языках, нет буклетов на иностранных языках.

Предприятия подотрасли не проводят маркетинговых исследований зарубежных рынков. Возможно, в этом кроется причина небольшого экспорта детского питания. У руководства предприятия просто нет информации, чтобы принимать решение о поставках детского питания в ту или иную страну, а также объемы поставок. Кроме того, остается довольно смутное представление о том, кто является потенциальным потребителем поставляемого детского питания на рынок, например, Германии. А без такого представления невозможно точно очертить целевой сегмент и занять свою нишу. Решением этой проблемы может быть перенос акцента на работу непосредственно на зарубежном рынке, а не с помощью посредников.

Предприятия, выпускающие консервированное детское питание, не занимаются рекламой своей продукции на внешнем рынке, так как эти рынки не считаются стратегически важными, хотя это как раз неверное представление. А ведь можно использовать такие элементарные способы

разрекламировать свою продукцию, как размещение информации в каталогах YELLOW PAGES или EURO PAGES И это очень важно даже с точки зрения репутации и престижа предприятия. Любой потенциальный зарубежный покупатель для того, чтобы оценить солидность предприятия-изготовителя продукции, попробует найти его в таком каталоге. Поэтому надо начинать с этого, а не с массивных и дорогостоящих рекламных кампаний.

Сильно недооценено влияние собственного Интернет-сайта по продвижению продукции предприятия –изготовителя детского питания на внешние рынки. Наличие такого источника информации, к тому же профессионально изготовленного, может оказаться решающим доводом в пользу принятия решения о сотрудничестве. К достоинствам сайта можно отнести и то, что с его помощью о предприятии можно предоставить любую информацию – от текстовой до графической и даже видео. Там же можно разместить прайс-листы, рассказать о завоеванных медалях на престижных международных выставках за детское питание и т.д. А размещение сайта предприятия в различных поисковых системах сделало бы его легко находимым и хорошо посещаемым.

Зарубежные покупатели часто требуют оформления этикеток на иностранных языках, а процесс согласования их требований с нашими возможностями затягивается надолго. Поэтому предприятию – изготовителю следует иметь банк данных своих этикеток на иностранных языках с тем, чтобы предлагать уже готовые варианты оформления баночек с детским питанием потенциальному покупателю.

У предприятия-изготовителя консервированного детского питания обязательно должна быть рекламная продукция – буклеты, ручки, пакеты, блокноты и др., оформленная на иностранных языках. Это – большой плюс, когда такая продукция есть и огромный минус, когда такой продукции нет - особенно при участии предприятия в представительных международных выставках. Подобной продукции должно быть много, причем – не только на английском языке. Необходимо учитывать, какие страны являются нашими крупнейшими (или потенциальными) потребителями, и запастись рекламной продукцией на соответствующих языках. Также очевидна необходимость представителей предприятия-изготовителя детского питания владеть разговорным иностранным языком (английским, немецким, французским, итальянским и др.).

Выводы. Совершенствование маркетинговой деятельности предприятий – изготовителей консервированного детского питания, должно учитывать:

- ✓ необходимость изучения спроса;
- ✓ активные маркетинговые исследования отечественного и зарубежного рынка;
- ✓ разработку соответствующей рекламы,
- ✓ разработку многоязычного Интернет-сайта;
- ✓ разработку вариантов оформления этикеток, буклетов на иностранных языках;
- ✓ сертификацию своей продукции в институтах европейского сообщества;
- ✓ активное участие в работе международных выставок.

Все вышеперечисленное будет способствовать экономической эффективности работы предприятий изготовителей от успешной реализации детского питания на внутреннем и внешнем рынках.

Литература

1. Аритова, О.М. Инструменты совершенствования деятельности предприятия по продвижению товаров и услуг / О.М. Аристова, Е.И. Бачурин // Российское предпринимательство – 2014. - №7. – с. 77-81
2. Банкин, А.М. Контент-маркетинг для роста продаж / А.М. Банкин - Санкт-Петербург [и др.] : Питер Прогресс книга, 2019 – 270 с.
3. Маркетинг как инструмент повышения эффективности деятельности предприятия [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.ieay.ru/nauka-v-ieau/vestnik-ieau/publikacii-zhurnala-vestnikieau/vestnik-ieau-n-8/10.-tarasov-d.n.-marketing-kak-instrument-povysheniya-effektivnosti-deyatelnosti-predpriyatiya/>
4. Управление маркетингом [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.aup.ru/files/m736/m736.pdf>
5. Чувакова, С.Г. Стратегический маркетинг: учебное пособие / С.Г. Чувакова. - 2-е изд. - Москва : Дашков и К°, 2016. - 270 с.
6. Шкор, О.Н. Маркетинговые коммуникации: учебно-методическое пособие для специальности 1-28 01 02 "Электронный маркетинг" / О. Н. Шкор. - Минск : БГУИР, 2018. - 299 с.

НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ЗАХОДІВ ЩОДО ВИРОБНИЦТВА ОЛІЄЖИРОВОЇ ПРОДУКЦІЇ ВИСОКОЇ ЯКОСТІ

Для соціально-економічного розвитку України олійно-жирове виробництво має велике значення, оскільки відноситься до бюджетоформуючих секторів економіки, а вироблена ним продукція, яка є основою життєдіяльності людини, формує категорію незамінних продуктів харчування.

На підприємствах олієжирової галузі спостерігається тенденція розвитку виробництва продукції з високою харчовою та біологічною цінністю, з покращеними споживчими, технологічними та смаковими властивостями. При цьому особлива увага приділяється впровадженню технологій, направлених на підвищення якості, гарантування безпечності, збереження природних властивостей харчової продукції, адже кожен з нас щодня, вживаючи харчові продукти, повинен бути впевненим в тому, що вони не становлять небезпеки для здоров'я.

В цілому, зростання потреби у продовольстві в світі та позитивні прогнози світового олієжирового ринку свідчать про те, що для олієжирової галузі відкрита потенційна перспектива для нарощування обсягів виробництва олій, жирів та продуктів їх переробки.

За останні дев'ятнадцять років виробництво соняшнику збільшилось з 2,2 млн. тонн до 14,5 млн. тонн на рік, а потужності з переробки олійної сировини в Україні збільшилися з 2,5 млн. тонн в 1998 році до 22 млн. тонн, цьому сприяло будівництво нових підприємств, реконструкція і модернізація вже існуючих. Сучасне промислове виробництво високоякісної олієжирової продукції неможливе без науково-практичного обґрунтування технологічних процесів, а тому важливість олієжирової галузі потребує постійного наукового супроводу, що здійснює УкрНДІОЖ НААН.

В рамках Програми наукових досліджень Національної академії аграрних наук України УкрНДІОЖ НААН проводить наукові дослідження, зосереджені на напрямках, які продиктовані нагальною потребою підприємств олієжирової галузі України, а саме розробка технологій та елементів технологій для зберігання і переробки олієвмісної сировини; якість та безпечність олій, жирів і продуктів їх переробки; удосконалення методів технічного регулювання і нормативно-технічної бази для олієжирової галузі України.

Для вирішення проблем олієжирової галузі використано результати фундаментальних досліджень із створення основи наукової концепції, прогнозування терміну зберігання жирів залежно від хімічного складу жирів, характеристик і концентрації антиоксидантів в системі.

Одним з напрямків інноваційного розвитку є розробка технології лужної нейтралізації жирів в системі селективних розчинників яка дозволяє на 30-33 % знизити вміст вторинних продуктів окислення, покращує якість і безпеку продукції і дозволяє знизити собівартість отриманої рафінованої олії в порівнянні з традиційним методом нейтралізації на 62,3 грн / т.

Проводяться дослідження способів отримання нових природних антиоксидантів на основі вторинного продукту олієжирової галузі, який утворюється при переробці насіння соняшнику, а саме - соняшниковий шрот. Антиоксидантний потенціал шроту насіння соняшнику визначається головним чином вмістом фенольних сполук, таких як хлорогенова кислота, вміст якої у соняшниковому шроті досягає 4 %.

Вивчено принципово новий науковий підхід до вирішення проблеми створення нових жирових систем оздоровчого призначення, збагачених діацилгліцеридами і структурованими ліпідами, що мають в своєму складі ацили середньоланцюгових насичених і ω -3, ω -6 поліненасичених кислот, а саме конверсія ліпідів за допомогою біокаталізаторів.

Альтернативними шляхами зміни фізико-хімічних показників жирової сировини та отримання жирів із заданими характеристиками, що не містять транс-ізомерів жирних кислот, є процеси фракціонування, переестерифікації і купажування.

При вирішенні завдання зниження вмісту транс-ізомерів жирних кислот в жировій продукції доцільно вести розробки технології і рецептури з використанням перспективного виду сировини високостеаринової і високопальмітинової олії. З цією метою УкрНДІОЖ НААН проведені роботи по створенню раціональної технології отримання жирів спеціального призначення на основі олії насіння соняшнику насиченого типу для подальшого використання в харчових кондитерських технологіях.

Розроблено новий каталізатор процесу переестерифікування, який має позитивні характеристики щодо тривалості терміну зберігання; вибухо- та пожежонебезпечності під час одержання, використання та зберігання; високої ефективності за умов стандартних фізико-хімічних показників початкової жирової сировини без додаткової її обробки. Ефективність та доцільність використання каталізатору підтверджена процесом виробництва харчових переестерифікованих жирів, що не містять транс-ізомерів жирних кислот.

Фахівцями УкрНДІОЖ НААН розроблений ряд нових олійно-жирових основ для створення емульсійних продуктів, збагачених ω -3, ω -6 жирними кислотами і запропоновані заходи щодо запобігання їх окиснення. Розроблена нормативна і технологічна документація для виробництва емульсійних продуктів на основі купажованих олій, збалансованих за жирнокислотним складом [1], що дозволяє збільшити використання вітчизняних олій - соняшникової, соєвої, ріпакової та лляної.

Для забезпечення повноцінного харчування людини все більше уваги стали приділяти отриманню нових видів білкових і білково-ліпідних добавок і застосування їх при виготовленні різних продуктів харчування. В цьому напрямку фахівцями УкрНДІОЖ НААН проводяться дослідження з використання білоквмісних інгредієнтів переробки насіння соняшнику - харчового білкового концентрату, отриманого із безлушпинного ядра в хлібобулочних і олійно-жирових продуктах з метою підвищення їх біологічної цінності. Так само приділено увагу розробці білково-жирових основ підвищеної біологічної цінності, які можна використовувати при організації раціонального харчування спортсменів, робітників важкої фізичної праці, військовослужбовців та інших верств населення [2].

Розроблено Метод якісного та кількісного визначення сторонніх високоплавких жирових домішок у соняшниковій олії, який може зайняти важливе місце під час контролювання якості, виявлення фальсифікації, визначення компонентного складу олій та жирів на підприємствах та терміналах олієжирової галузі України.

Висновок.

Впровадження технологічних розробок УкрНДІОЖ НААН в олієжирову галузь України забезпечує підвищення виходу і термінів зберігання олієжирової продукції, поліпшення її якості та безпеки, зниження собівартості та розширення асортименту.

Подальший розвиток галузі передбачає забезпечення виробництва олій, жирів та олієжирових продуктів, які за обсягом та якістю відповідатимуть європейським стандартам, потребам вітчизняного ринку та кон'юнктурі світового ринку олієжирової продукції.

Література.

1 Матвєєва Т.В., Федякіна З.П., Філенко Л.М. Технологія виробництва купажів вітчизняних олій, збалансованих за жирнокислотним складом. К.: Каталог інноваційних розробок НААН, рекомендованих для впровадження в агропромислове виробництво Аграрна наука, 2018. 195 с.

2. Бочкарев С.В., Белинская А.П., Папченко В.Ю. Матвєєва Т. В. Розробка на основі олій та насіння олійних культур продуктів для харчування спортсменів. К.: ДВ «Аграрна наука», 2018. №11. 192-196 с.

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЗАМОРОЖУВАННЯ ПЛОДОВО-ЯГІДНОЇ СИРОВИНИ: ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ

Вступ. За даними статистики понад 50% врожаю плодів та ягід не доходить до столу вітчизняного споживача внаслідок транспортних втрат, недосконалих технологій перероблення, відсутності належних умов зберігання та достатньої кількості надійного високоефективного обладнання. Найбільш перспективним шляхом подолання усіх зазначених проблем є швидке заморожування сировини, низькотемпературне зберігання отриманих напівфабрикатів та досконалі способи дефростації.

Актуальність теми. Швидке та шокове заморожування є сьогодні пріоритетним як у світовій, так і вітчизняній економіці. Проте навіть ці способи не забезпечують максимально повного збереження біокомпонентів сировини у готових продуктах та їх належного товарного вигляду. Після повної дефростації тканини плодів та ягід стають в'ялими, втрачають свою консистенцію, зі зруйнованих при заморожуванні клітин витікає від 20 до 50% соку разом із розчиненими в ньому БАР. Тому необхідне детальне вивчення зміни властивостей компонентів харчових продуктів при заморожуванні.

Матеріали та методи. Розрізняють декілька видів швидкості заморожування біооб'єктів: дуже повільне – менше 1 м/с; повільне – 1...4 м/с; швидке – 5...50 м/с; надшвидке 50...70 м/с. Температура швидкого заморожування -30...-37°C.

Результати та обговорення. Швидке заморожування сприяє утворенню дрібних (в середньому 11x25x30 мкм), рівномірно розподілених у міжклітинному просторі кристалів льоду. При повільному заморожуванні, навпаки, утворюються великі кристали льоду (в середньому 200x400x800 мкм), розміщені у міжклітинному просторі. В результаті тиску кристалів льоду на оболонки клітин, вони частково або повністю руйнують мікроструктури об'єктів заморожування. Негативний вплив такого явища особливо проявляється при дефростації заморожених матеріалів – вологоутримуюча здатність тканин різко знижується і, відповідно, зростає вологовіддача і витікання із зруйнованих клітин соку разом з розчиненими в ньому біологічно активними речовинами. Їх втрати досягають 70-80% [1]. Тривалість заморожування безпосередньо залежить від розміру плодів і ягід, їх заморожування в цілому чи подрібненому вигляді тощо, і повинна визначатись для кожного конкретного виду сировини.

Технологію швидкого заморожування плодів та ягід здійснюють в апаратах спеціальної конструкції [2]. Наприклад, у тунельному морозильному апараті TROLL FREEZE фірми Frigoscandia; флюїдизаційних апаратах різних виробників, таких як Starfrost (Англія), Frigoscandia (Швеція) та інших. Розроблено і реалізуються апарати для заморожування контактним та безконтактним методом [3].

В цих апаратах заморожують широкий асортимент сировини – ягоди (полуниці, малина, смородина, ожина, журавлина, чорниця), плоди (вишні, черешні, сливи тощо). Незмінним залишається принцип флюїдизації – у таких апаратах кожна одиниця заморожуваного матеріалу перебуває у завислому стані, безперервно рухаючись у потоці охолодженого повітря. У більшості флюїдизаційних апаратів шар заморожуваного продукту перебуває на сітчастому конвеєрі з нержавіючої сталі [4]. І саме завдяки такій його конструкції повітря проходить крізь отвори конвеєру, піднімає частки заморожуваного матеріалу, відокремлює їх одна від одної і підтримує у завислому стані. За діючою технологією ягоди та фрукти заморожують в апаратах даного типу при температурі -30...-38°C і швидкості руху повітря 5...8 м/с. Це гарантує швидке «шокове» заморожування і дозволяє зберегти форму заморожених матеріалів при транспортуванні.

Недоліком є те, що при вході в морозильний апарат плоди та ягоди мають вологу поверхню після миття. Тому для її видалення біля конвеєру встановлюють підсушуючі вентилятори. З одного боку це запобігає грудкуванню заморожуваних матеріалів і їх налипанню на поверхню конвеєру, а з іншого – призводить до значних втрат електроенергії на роботу вентиляторів апарату, системи керування ними, та системи холодопостачання. Вентилятори також забезпечують на етапі флюїдизації необхідну для кожного продукту швидкість повітря – якщо вона буде меншою оптимального значення, то шар продукту залишається щільним, якщо більшою – часточки продукту виноситимуться в камери разом з повітрям.

До недоліків заморожування плодів та ягід в тунельних апаратах, в яких матеріали під час заморожування перебувають у стані спокою при транспортуванні стрічковим транспортером по морозильному тунелю (переважно розсипом) зазнають істотних втрат маси за рахунок усихання; недоліком є також значні втрати електроенергії на роботу вентиляторів, які можуть досягати 25% сумарних витрат на заморожування.

Особливістю технології, що використовується зараз на деяких вітчизняних підприємствах (наприклад, компанія «Агро-Сіріус», Черкаська область) є шокове заморожування сировини. На сьогодні його розглядають як інноваційний підхід у холодowych технологіях. Сутність шокового заморожування полягає в тому, що процес відбувається протягом 15...20 хв. при температурі -35...-40 °С.

Основне завдання промислової або комерційної лінії шокового заморожування ягід і фруктів - це забезпечення майже миттєвої консервації продукту, що дозволить зберегти їхню харчову цінність і смакові якості. Зазвичай вона досягається шляхом швидкого охолодження плодів і ягід до температури в центрі продукту -18°C і нижчої в спеціальних морозильних камерах шокового заморожування..

Висновок. Практичний досвід показує, що одного лише швидкого або навіть шокового заморожування матеріалів недостатньо для отримання високоякісної плодово-ягідної продукції, яка після дефростації була б максимально ідентичною за всіма показниками свіжій сировині. Тому необхідно поєднувати методи швидкого заморожування з іншими чинниками для запобігання негативного впливу низьких температур на біоб'єкти..

Література.

1. Масліков, М. М. Холодильна технологія харчових продуктів: навч. посібник. Київ: НУХТ, 2007. 335 с.
2. Ермольев А. Особенности физико-химических процессов при интенсивной заморозке пищевых продуктов. *Продукты & Ингредиенты*. 2004. № 5. С. 26-30.
3. Колодязная В. С. О системном подходе к оценке качества пищевых продуктов, консервированных холодом. *Применение искусственного холода в пищевой технологии: Международ, сб. науч. тр.* Санкт-Петербург, 2010. №1. С.5-12.
4. Финкин К.С. Новейшие разработки в области замораживания пищевых продуктов в Европе и за её пределами. *Холодильный бизнес*. 2005. №8. С.42-46.

МЕТОДИ КРІОЗАХИСТУ СТРУКТУР ПЛОДІВ ТА ЯГІД ПРИ ЗАМОРОЖУВАННІ

Вступ. На біооб'єкти в процесі заморожування негативний вплив справляють кристали льоду, надмірна дегідратація, гіперконцентрування солей, зміни рН, що призводить до руйнування клітин. Щоб запобігти цьому плоди та ягоди заморожують під захистом різних сполук, названих кріопротекторами, які сприяють модифікації структури рідкої фази і характеру її кристалоутворення.

Актуальність теми. При консервуванні холодом плодів та ягід можливо загальмувати розвиток утворення кристалів всередині клітин, заморожуючи біооб'єкти під захистом різних сполук – кріопротекторів, які поділяються на непроникаючі (екзоцелюлярні), проникаючі (ендоцелюлярні) та змішаного типу.

Матеріали та методи. Найбільш дослідженими є кріопротектори з групи одноатомних спиртів - етанол; з групи багатоатомних спиртів - гліцерин, сорбіт; з групи вуглеводів - глюкоза, фруктоза, сахароза, лактоза; з групи оксидів - диметилсульфоксид (ДМСО); з групи амінокислот – гліцин; з групи органічних кислот - лимонна; з групи полімерних сполук - декстрин, гідроксиетилкрохмаль (ГЕК); з групи білків – желатин; з групи солей - хлористий магній, сульфат натрію, цитрати натрію і калію.

Результати та обговорення. Сучасна технологія заморожування плодів та овочів є сукупністю послідовних і взаємопов'язаних етапів: після збору врожаю сировина надходить безпосередньо на підприємства або на зберігання у відповідних умовах. Залежно від виду ягід, структури покривної тканини, кінцевого призначення готового продукту тощо, в ягодах можуть видаляти плодоніжки. Після попереднього відбору за якістю плоди та ягоди висипають у вібраційну мийну машину через певні проміжки часу (наприклад, через 3, 5, 7 с) залежно від виробничої потужності лінії. Від правильної роботи на ділянці завантаження матеріалів до мийної машини залежить рівномірність роботи всієї лінії. На виході із мийної машини сировина потрапляє під сильний душ, а після нього на конвеєр, де з ягід та плодів стікає зайва вода і їх додатково контролюють для видалення неякісної сировини. Заморожені продукти направляють на зберігання та подальшу реалізацію [1].

Перевагами використання шокового заморожування продуктів є - бактеріологічна чистота, істотне скорочення втрат маси продуктів, збільшення терміну зберігання та значно вища якість заморожених продуктів порівняно із традиційним способом.

В ягодах після заморожування різко збільшується вміст антоціанів-антиоксидантів (наприклад, у чорноплідній горобині з 452,9 мг% у свіжій ягоді до 1743,4 мг% у швидкозамороженій) і цей показник зберігається протягом 6 місяців [2].

Відомо, що біологічна цінність плодів та ягід зумовлена наявністю в них вітамінів-антиоксидантів. Ефективне терапевтичне лікування багатьох захворювань досягається синергізмом взаємодії біофлавоноїдів та аскорбінової кислоти. Тому важливим є встановлений факт, що у швидкозамороженій рослинній сировині при холодильному зберіганні втрати вітаміну С складають до 25...30%, а при повільному заморожуванні – зростають до 50% [3, 4].

Однак і спосіб швидкого заморожування не гарантує високої якості отриманих продуктів, особливо після їх дефростації. Причини цього: частковий перерозподіл вологи при заморожуванні; внутрішньоклітинна кристалізація води, летальна для клітин; травмування мікроструктури об'єктів кристалами льоду. І лише використання кріопротекторів як засобів запобігання кріошкодженню клітин дає можливість захистити їх від руйнівної дії кристалів льоду, мінімізувати втрати клітинного соку при дефростації, забезпечуючи загалом високі біологічні та споживчі характеристики заморожених напівфабрикатів.

Обираючи кріопротектори для попереднього оброблення плодів та ягід перед заморожуванням, ми виходили із встановлених на основі огляду літературних джерел рекомендацій щодо необхідності підбору кріозахисних сполук для кожного предмету дослідження індивідуально. Чутливість клітин і тканин різних плодів та ягід є різною до впливу низьких температур (і пов'язаних з ними фізичних і механічних процесів), а від вдалого вибору кріопротектора, його концентрації, тривалості контакту із заморожуваними матеріалами безпосередньо залежить якість і споживчі характеристики отриманої продукції.

Часткове зневоднення та оброблення ягід суниці, малини, аргусу, смородини, чорниці перед заморожуванням 0,5% розчином натрій-карбоксиметилцелюлози [5] справляє позитивний вплив на анатомічну структуру ягід, а отже зменшення деформації тканин.

Методи кріопротекції виявилися ефективними і для захисту дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* [6]. В якості кріопротекторів обрано диметилсульфоксид та гліцерил. Підвищення життєдіяльності дріжджових клітин встановлено їх озонуванням до та після кріоконсервування.

Висновок. Швидке заморожування та попереднє оброблення плодів і ягід розчинами кріопротекторів дало можливість суттєво скоротити технологічний процес, запобігти кріоушкодженню клітин і структур біоб'єктів, внаслідок чого в клітинах та міжклітинному просторі утворюється дрібнокристалічний лід, не здатний руйнувати клітинні оболонки. Тому їхня структура мало змінюється і навіть після дефростації плоди і ягоди майже не втрачають сік, зберігаючи якісні та смакові властивості, що є основною вимогою споживачів.

Література.

1. Українець А. І., Сімахіна Г. О., Науменко Н. В., Камінська С. В. Заморожені плодово-ягідні напівфабрикати: якість, ефективність, безпека: монографія. Київ: Сталь, 2019. 324 с.
2. Стрюкова А.Д., Макарова Н.В. Замороженные ягоды – эффективный антиоксидант в течение всего года. *Пищевая промышленность*. 2013. №3. С. 28-31.
3. Эрлихман В.Н., Фатыхов Ю.А. Консервирование и переработка пищевых продуктов при отрицательных температурах. Калининград: КГТУ, 2004. 248 с.
4. Марченко В.И., Степанова Н.Ю. Значение витамина С и его сохраняемость при хранении и переработке. *Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования. Материалы международной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов*. Санкт-Петербург: ГАУ. 2013. С. 513-516.
5. Одарченко, А.М. Зміни анатомічної будови заморожених ягід при операціях попередньої підготовки. *Товари і ринки*. 2012. № 1 (13). С. 117-122.
6. Буряк І. А. Застосування озону для підвищення ефективності кріоконсервування еритроцитів людини та дріжджів *Saccharomyces cerevisiae*: автореф. дис. канд. біол. наук. Харків. 2008. 18 с.

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ СОУСІВ З КУЛЬТИВОВАНОЇ ЯГІДНОЇ СИРОВИНИ З ЙОДВМІЩУЮЧИМИ ДОБАВКАМИ

Однією з основних задач, що необхідні для безперебійного функціонування людського організму, є обов'язкова наявність в харчовому раціоні всіх макро- та мікронутрієнтів. У щоденному раціоні населення існує дефіцит мікронутрієнтів, що призводить до зниження резистентності організму до захворювань та наслідки нестачі йоду в раціонах харчування населення України підсилюються техногенним забрудненням довкілля. В сучасних умовах виробництво продуктів харчування з функціональними властивостями є актуальним завданням, так як раціон харчування людини є основним чинником формування його фізичного стану, а також імунітету. Особливу роль при цьому відіграють біоактивні харчові нутрієнти, здатні надавати регулюючу дію на організм в цілому або на його системи і органи. Введення їх в соуси - один з перспективних напрямків розширення асортименту функціональних продуктів харчування.

Основна проблема постає у тому, що традиційні технології соусів характеризуються низьким вмістом біологічно активних речовин та незбалансованим хімічним складом [1]. Ягідні соуси набувають популярності як серед споживачів, так і виробників, розробка технологій соусів з культивованих ягід є перспективним напрямом досліджень. Найбільшу увагу при виборі ягідної сировини необхідно звернути на те, що культивовані ягоди містять найактивніший комплекс флавоноїдів [2]. Вибір ягідної сировини також обумовлюється хімічним складом ягід.

Ожина, як чорниця і журавлина, багата антиоксидантами, які захищають організм від раку. Вона допомагає зміцнити нервову систему, протистояти стресам. Показана ожина і діабетикам, вуглеводів у ній небагато, і складаються вони в основному з фруктози. Ожина насичена мінеральними речовинами, в ній є мідь, марганець, магній, калій, кальцій. Регулярне вживання ягід ожини підвищує імунітет. В ожині вітамінів групи Р міститься значно більше, ніж в малині. Вона багата не тільки дуже важливими для організму людини пектиновими речовинами і біофлавоноїдами, а й органічними кислотами – лимонною, винною, саліциловою, яблучною. Крім вітамінів групи Р, ожина містить вітаміни А, В1, В2, Е, С і РР, а також залізо і дубильні речовини.

Виробництво кисло-солодких соусів характеризується використанням виключно натуральної сировини, а, саме, ягід та цукру, без додавання стабілізаторів та інших харчових добавок. Нами було розроблено технології та відпрацьовано раціональний склад декількох інноваційних соусів, а, саме: ожино-обліпиховий з соком журавлини, ожино-кизильовий з соком калини, ожино-обліпиховий з додаванням водоростевої сировини.

Технологія виробництва соусів полягає у механічній кулінарній обробці вихідної сировини, подрібненні ягід, підготовці водоростевої сировини, з'єднанні компонентів суміші, перемішуванні до рівномірного розподілення компонентів та термічній обробці.

Важливою споживчою характеристикою соусів є комплекс органолептичних показників розроблених кисло-солодких соусів з додаванням бурих морських водоростей фукусу та ундарії перистої, які містять велику кількість йоду. Проведення органолептичного аналізу дозволило визначити закономірності формування органолептичних показників. Було розроблено систему бального оцінювання якості соусів з урахуванням коефіцієнта важливості (табл. 1).

Таблиця 1 – Органолептичні показники якості солодких соусів за методом коефіцієнта важливості

Найменування показників	Коефіцієнт важливості	Бал	Множення
Соус ожино-обліпиховий			
Зовнішній вигляд	1,36	5	6,80
Консистенція	1,82	5	9,10
Колір	0,91	4,75	4,32
Запах	0,45	4,75	2,14
Смак	0,45	5	2,25
Загальна сума			4,92
Соус ожино-обліпиховий з соком журавлини			
Зовнішній вигляд	1,36	5	6,80
Консистенція	1,82	5	9,10
Колір	0,91	5	4,55
Запах	0,45	4,75	2,14
Смак	0,45	4,75	2,14
Загальна сума			4,95
Соус ожино-кизильовий з соком калини			
Зовнішній вигляд	1,36	4,75	6,46
Консистенція	1,82	5	9,10
Колір	0,91	4,75	4,32
Запах	0,45	5	2,25
Смак	0,45	5	2,25
Загальна сума			4,88

Висновки. Таким чином, розроблені рецептури соусів на основі культивованої ягідної сировини з йодвміщуючими добавками, характеризуються високими органолептичними, технологічними властивостями і містять необхідні організму функціональні інгредієнти, в тому числі флавоноїди в кількості, що дозволяють задовольнити добову потребу в них.

Література

1. Дейниченко Г.В., Листопад Т.С., Колісниченко Т.О. Вплив водоростевих добавок на масову частку мінеральних домішок у ягідних соусах // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ – 2018. – Вип. 19. – Том 1. – С.248-254
2. Дейниченко Г.В., Листопад Т.С., Колісниченко Т.О. Обґрунтування доцільності використання водоростевої сировини при виготовленні соусів із дикорослих та культивованих ягід // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ – 2018. – Вип. 18. – Том 1. – С.29-36
3. Дейниченко Г. В., Колісниченко Т. О., Листопад Т. С. Розробка технології ягідних соусів з йодвміщуючими добавками з урахуванням їх впливу на органолептичні показники // Науковий вісник Львівського Національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З.Гжицького. Львів, 2018. Т. 20, № 85. С.107–113.

ПЕРСПЕКТИВНОСТЬ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ С ДОБАВЛЕНИЕМ НАНОЧАСТИЦ ИЗ ВЫЖИМОК ФРУКТОВО-ЯГОДНОГО СЫРЬЯ

Введение. Дикорастущие и садовые ягоды – черника, голубика, ежевика, черная и красная смородина широко применяются не только в сыром виде, но и для промышленной переработки в пищевой промышленности. После переработки этих культур образуются доброкачественные отходы производства – выжимки, составляющие значительную часть массы перерабатываемого сырья. Выжимки содержат полезные для организма человека пищевые волокна, витамины и антиоксиданты – а это функциональные полезные ингредиенты для производства здоровых продуктов питания. Кроме того, промышленная переработка отходов дикорастущих и садовых ягод, яблок – экономически выгодный способ безотходной переработки этого ценного сырья.

Материалы и методы. Современные направления улучшения состава и свойств пищевых продуктов связаны со следующими рекомендациями:

- ✓ снижение содержания вредных для здоровья ингредиентов;
- ✓ компенсация (либо дополнение), то есть обогащение продуктов эссенциальными нутриентами (антоцианами, витаминами, минеральными веществами, полиненасыщенными жирными кислотами омега-3 и омега-6, пектином и др.);
- ✓ максимальное сохранение в конечном продукте полезных функциональных сырьевых ингредиентов;
- ✓ пищевая комбинаторика – создание новых видов пищевых продуктов за счет введения в рецептуру натуральных добавок.

Вышеназванные технологические аспекты существенно повышают ассортимент, конкурентоспособность и сбыт конечной продукции.

На промышленном перерабатывающем предприятии развитие инноваций связано с внедрением новейших инновационных стратегических технологий, а также передового производственного потенциала. Итоговой целью развития предприятия является формирование собственной политики по повышению активности использования нанотехнологий, способных улучшить качество и ассортимент готовой продукции.

Если предприятие функционирует эффективно, то нанотехнологии как инновации поддерживают этот уровень эффективности, и предпочтение отдается технологическим и маркетинговым приемам. Если предприятие имеет постоянные показатели, и при этом имеет место «стоячее функционирование», то вводят организационные инновации. Однако такие факторы, как сбытовые связи, инновационная активность региона, покупательская способность населения, достаточный ассортимент продукции, регулирование инновационной деятельности могут влиять на развитие предприятия, находящегося как в положительном, так и в нулевом движении.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- ✓ исследовать существующие тенденции по использованию вторичного растительного сырья;
- ✓ исследовать качественный и количественный состав, размер конгломератов выжимок из плодово-ягодного сырья;
- ✓ исследовать технологические возможности измельчения выжимок из плодово-ягодного сырья;
- ✓ разработать, систематизировать и уточнить технологические режимы на всех стадиях технологического процесса обработки выжимок, обеспечивающих наличие наночастиц в готовом продукте, его пищевую и биологическую ценность;
- ✓ разработать эффективную ресурсосберегающую технологию производства пищевых продуктов с элементами наночастиц из выжимок плодово-ягодного сырья, позволяющую максимально сохранить биологически ценные вещества в готовой продукции;

- ✓ разработать, согласовать и утвердить комплект ТНПА на пищевые продукты с элементами наночастиц из выжимок плодово-ягодного сырья;
- ✓ выработать опытно-промышленную партию сухих выжимок и исследовать по показателям качества;
- ✓ провести испытания по использованию сухих выжимок в виде наночастиц в рецептурах продукции перерабатывающих предприятий.

Результаты. Биологически активные вещества содержатся в плодовых и особенно темноокрашенных ягодных выжимках и практически мало используются в пищевых целях. Поэтому создание эффективной ресурсосберегающей технологии производства биологически ценных пищевых продуктов из вторичного сырья – плодово-ягодных выжимок представляет научно-практический интерес. Продукты переработки выжимок будут отличаться своей натуральностью, высокой пищевой и биологической ценностью и как функциональные ингредиенты могут быть использованы в рецептурах функциональных продуктов питания.

Анализ производственной деятельности предприятий республики по переработке плодово-ягодного сырья показал, что вторичное сырье – выжимки – остаются невостребованными и в лучшем случае отправляются на корм скоту. Между тем, это – 30-40% плодово-ягодного сырья, поступающего на переработку.

Планируемые к созданию пищевые продукты из выжимок местного плодово-ягодного сырья предназначены для регулярного употребления в составе обычных пищевых рационов. Особенность этих продуктов в том, что они позволят обеспечить поступление в организм веществ, сохраняющих и улучшающих здоровье, снижающих риск развития связанных с питанием заболеваний за счет наличия в их составе натуральных биологически активных функциональных ингредиентов.

Были проведены маркетинговые исследования по предварительному подбору плодово-ягодного сырья (из которого можно получить и выжимки) – это черная и красная смородина, вишня, голубика, черника; определены размеры фрагментов высушенных и измельченных в лабораторных условиях яблочных и ягодных выжимок (до 100 нм); исследованы возможности использования конечных продуктов из выжимок в производственной деятельности перерабатывающего предприятия например, в рецептурах повидла, джема, конфитюра, а также как самостоятельное «здоровое питание».

Новый продукт может быть использован также в качестве натуральной пищевой добавки в рецептуры различных зерномучных и вкусовых продовольственных товаров. Все это будет способствовать полноценному использованию ценного плодово-ягодного сырья, включая выжимки, что в свою очередь расширит ассортимент новой функциональной продукции на плодово-ягодной и зерновой основе.

Выводы. Анализ ассортимента продукции, и особенно детского питания, реализуемый в торговой сети республики показал, что на прилавках магазинов отсутствует продукция с использованием функциональных ингредиентов, полученных из выжимок дикорастущего и садового ягодного сырья и улучшающих здоровье потребителя.

Организация производства пищевых продуктов с элементами наночастиц из выжимок ягодного сырья позволит увеличить использование производственных мощностей предприятия – особенно в межсезонье, расширить ассортимент выпускаемой продукции, полностью использовать растительное сырье для переработки на продукты питания, то есть организовать безотходное производство. Все это повысит экономические показатели, конкурентоспособность предприятия за счет удовлетворения потребностей покупателей в здоровом функциональном питании.

Литература

1. Быкова, Т.О. Влияние технологии сушки на химический состав и антиоксидантные свойства фруктовых выжимок / Т.О. Быкова, Н.В. Макарова, Ф.Ф. Шевченко // Пищевая промышленность – 2015. - № 12 - с. 68-70.
2. Пашкова, Е.С. Здоровое питание и нанотехнологии / Е.С. Пашкова, Л.А. Расолько // Пищевик ВУ – 2017 - № 1(26) - с. 27-28

ЯКОН ТА СКОРЦОНЕРА – НЕТРАДИЦІЙНА ІНУЛІНОВМІСНА СИРОВИНА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ОЗДОРОВЧИХ ПРОДУКТІВ

Вступ. Останнім часом харчові волокна є дуже важливим інгредієнтом ринку здорового харчування. **Актуальним завданням** є розширення сировинної бази інуліновмісної сировини та внесення харчових волокон в харчові продукти що систематично вживаються і є ефективною профілактикою різних захворювань.

Джерелами інуліну є така рослинна сировина як топінамбур (*Helianthus tuberosus*), якон (*Polymnia sonchifolia*), кульбаба (*Taraxacum officinale*), лопух (*Arctium lappa*), цикорій (*Cichorium intybus*), скорцонера (*Scorzonera hispanica*), жоржина (*Dahlia pinnata*).

Вчені, дієтологи та ендокринологи все більше звертають свою увагу на таку інуліновмісну сировину як скорцонера та якон [1, 2].

Матеріали і методи. Для досліджень використовували корінь скорцонери перспективного сорту «Стрельнянська» та якон сорту Юдинка, які гарно пристосовані до умов вирощування в Україні та володіють цінним хімічним складом.

За традиційними методиками визначено вміст полісахаридів – інуліну, пектину, клітковини. Вміст пектинових речовин визначали ваговим методом, вміст інуліну – за методом Бертрана. Визначення масової частки клітковини ґрунтується на розкладанні всіх інших органічних речовин концентрованою азотною кислотою в суміші з оцтовою і трихлороцтовою кислотами.

Результати. Вибір вихідної сировини – скорцонери та якону, обумовлений цінністю хімічного складу, успішним культивуванням та високою врожайністю цих рослин. Хімічний склад обраної сировини представлений полісахаридами, макро- і мікроелементами, вітамінами, флавоноїдами, незамінними амінокислотами. Особливо багата обрана сировина на цінні полісахариди: інулін, пектин, клітковину.

Цінність інуліну – в його впливі на обмін речовин протягом усього часу перебування в організмі людини. Інулін сприяє розвитку бактерій, сприяючи нормальному функціонуванню шлунково-кишкового тракту, справляє імуномодуючу дію. Одним з основних ефектів терапевтичного впливу пектинових речовин є їх детоксикуюча дія щодо катіонів важких і радіоактивних металів. Клітковина покращує процес травлення, стимулює перистальтику, збільшує швидкість проходження їжі через шлунково-кишковий тракт.

Оскільки ці біологічно активні речовини мають важливе значення для нормального функціонування організму, нами було досліджено вміст основних полісахаридів скорцонери та якону. У кореневищах скорцонери вміст інуліну склав 12,5 %, клітковини – 1,8 %, пектину – 3,9 %. В кореневих бульбах якону вміст інуліну – 14,5 %, клітковини – 1,1 %, пектину – 5,2 %.

Висновок. Отримані результати дозволили припустити, що скорцонера та якон містять значну кількість полісахаридів – клітковини, пектину та інуліну, а поєднання вуглеводів різноспрямованої дії позитивно впливатиме на обмінні процеси в організмі.

Література.

1. Granica Sebastian, Zidorn Christian. Phenolic compounds from aerial parts as chemosystematic markers in the Scorzonerae (Asteraceae). *Biochemical Systematics and Ecology*. 2015. Vol. 58. P. 102-113.
2. Campos David, Betalleluz-Pallardel Indira, Chirinos Rosana, Aguilar-Galvez Ana, Noratto, Romina Pedreschi Giuliana. Prebiotic effects of Yacón (*Smallanthus sonchifolius* Poepp. & Endl), a source of fructooligosaccharides and phenolic compounds with antioxidant activity. *Food Chemistry*. 2012. Vol. 135, №. 3. P. 1592-1599.

NUTRITIONAL AND COLOR EVALUATION OF SPONGE CAKES PREPARED BY USING BEETROOT (*BETA VULGARIS*) POWDER

Introduction.

The study was aimed to development sponge cake supplemented by beetroot powder and to evaluate its quality parameter.

Materials and methods.

Materials for production of sponge cakes were wheat flour, sugar, eggs, beetroot powder from local market. Beetroot powder cakes were analyzed for obtaining nutritional composition (protein, fat, carbohydrates, dietary fiber, energy value). Sample analysis also included measurement of color properties in CIE L*a*b* color system using colorimeter.

Results and discussion.

Two samples were prepared to contain different proportions of beetroot powder (10% and 20%) in combination with wheat flour. The nutritional and color properties of cakes were also evaluated. The cake with 20% beetroot powder had significantly ($p<0.05$) improved the nutritional quality compared to control sample (without beetroot powder). For protein content, it was observed that the cakes with 10 and 20% beetroot powder protein contents (11.33-13.59%) were higher than the control sample (10.84%). In terms of moisture content, the highest moisture percentage was recorded in the cake with 10% beetroot powder (23.47), followed by control cake (22.16) and cake with 20% beetroot powder (22.92). The dietary fiber content is higher in cake with 20% beetroot powder and lower in sample control cake. Fat content and energy decreased in the sponge cakes enrichment with beetroot powder. The crumb color on the control sample were significantly different from those of the cake with beetroot powder. Observed decreased lightness value of cakes as the substitution level of wheat flour with beetroot powder into formulation was elevated. Control cake had significant difference in b* and C* values compared to other cakes. The differences in color could be due to uneven exposure of sponge cakes surface area to high baking temperature and colored compounds formed from chemical reactions such as caramelization and Maillard reaction. According to these results, cakes with 10 and 20% beetroot powder the total color difference was appreciable by the human eye.

Conclusions.

From this study it may be concluded that cake prepared with 20% beetroot powder incorporation had good color properties and it also improved the nutritional profile over control cake. It is a healthy cake which has therapeutic property.

ВИКОРИСТАННЯ ПРОДУКТІВ ПЕРЕРОБКИ ВІДХОДІВ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ В ТЕХНОЛОГІЇ ДЕСЕРТІВ ТА ОЗДОБЛЮВАЛЬНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ

Вступ. Основною проблемою сьогодення є велика кількість відходів, яка утворюється в наслідок виробництва певних груп продуктів. Найбільшою кількістю відходів характеризуються технології переробки дикорослих плодів і ягід. При виготовленні соків кількість відходів може сягати 50 %. Продукти переробки дикорослої сировини є цінним джерелом біологічно активних речовин, таких, як: фенольні та барвні сполуки, органічні кислоти, дубильні, мінеральні, пектинові речовини.

За способами переробки відходи поділяються на три основні групи: відходи, що використовуються як корм для худоби, відходи, які є сировиною для інших галузей промисловості, відходи, що служать сировиною для вторинної переробки на тому ж підприємстві, де вони отримані.

Актуальність теми. В Україні недостатньо повно використовуються вторинні сировинні ресурси плодоовочевої промисловості, переробка вторинної сировини сокового виробництва (вичавки – відходи, які не втратили харчової цінності), є перспективною і актуальною.

Цінність для досліджень мають відходи сокового виробництва хеномелесу. Плоди хеномелесу є лідерами серед плодів і ягід за вмістом вітаміну С. Наявність в його складі каротину, вітамінів РР, Е, В₁, В₂, В₆, мікроелементів: калію, магнію, міді, цинку і, зокрема, йоду та кобальту підтверджують корисні властивості сировини. Дубильні речовини, що містяться в його складі, надають плодам терпкий специфічний смак, немає йому рівних серед рослинної сировини і за кількістю пектинів [1,2].

Результати дослідження хімічного складу хеномелесу показують, що високий вміст біологічно активних речовин дозволяє вважати його цінним вітамінним і загальнозміцнюючим засобом.

Зокрема, пектини здатні підвищувати стійкість організму до алергії, впливають на загальний обмін речовин, допомагають відновленню слизової оболонки дихальних і травних шляхів після захворювань, володіють імуноукріплючими властивостями та є чудовим гелеутворювачем.

Відома за своїми антиоксидантними властивостями L-аскорбінова кислота, її вміст в плодах хеномелесу, у 6 разів вищий в порівнянні з лимонами [1,2].

Хеномелес в продуктах харчування використовується у вигляді соку або пюре [1]. При переробці хеномелесу на сік вичавки складають до 50 %. Вичавки містять у своєму складі значний вміст пектинових речовин, органічних кислот, які доцільно використати для отримання желуючих соків.

Матеріали та методи. При проведенні досліджень використовували стандартні методики з визначення фізико-хімічних та органолептичних показників якості сировини.

Результати та обговорення. Для отримання желуючого соку використовували традиційну технологію. Желуючий сік отримували з вичавок хеномелесу з насінневою камерою.

Підготовлені відходи сокового виробництва заливали водою у співвідношенні вичавки:вода (1:2) і варили до повного розм'якшення протягом 30 хв. Потім сік зливали з осаду, віджимали плодову частину і об'єднували обидві частини рідини. В отриманих зразках желуючого соку масову частку сухих речовин доводили до 12,0 %. Вміст пектинових речовин в желуючому соці 1,25 % , що становить 77,2 % від його вмісту в плодах хеномелесу. Желуючий сік доцільно використовувати як альтернативну заміну желатину в технології десертних виробів або оздоблювальних напівфабрикатів.

Кондитерські та десертні вироби мають великий попит у всіх верств населення, особливо у дітей і підлітків. Серед асортименту тортів і тістечок значну перевагу надають виробам з оздоблювальним напівфабрикатом, оскільки гарні вироби викликають естетичну насолоду,

апетит і прикрашають будь-який святковий стіл. Особливу популярність для оздоблення кондитерських виробів набула дзеркальна глазур, основним компонентом якої є желатин.

Серед асортименту солодких страв особливе місце належить стравам з гелюватою структурою та пінистим десертам, які вирізняються не тільки харчовою й біологічною цінністю, але й складністю систем: желе - це гель; креми і самбуки - складна система - емульсія-піна-гель. Особливістю цієї групи страв є складний колоїдний стан, що визначається структуроутворювачами, серед яких класичним є желатин, агар, агароїд та ін.

З метою підвищення біологічної цінності дзеркальної глазури та желюваних десертів було вирішено провести часткову заміну желатину на желуючий сік з хеномелесу.

Як експериментальні зразки використовували глазур, виготовлену за класичною технологією, та дослідні зразки з додаванням желуючого соку від 25 до 100 % від маси желатину з кроком 25 %. В якості десерту обрали найбільш популярні серед населення самбуки та пана-коти. В рецептурі самбуки проводили часткову заміну яблучного пюре на желуючий сік, а в технології пана-коти желатин на желуючий сік.

Досліджено вплив желуючого соку з хеномелесу на структурно-механічні властивості дзеркальної глазури. Важливим показником якості глазури є міцність – здатність продукту чинити опір руйнуванню. Встановлено позитивний вплив желуючого соку на міцність глазури та доцільність часткової заміни желатину на желуючий сік. Визначено, що оптимальною часткою желуючого соку в глазури є 50 % від розрахункової кількості желатину. За 100 % заміни желатину на желуючий сік глазур втрачає свої властивості та не тримає форму. В дослідних зразках глазури визначено органолептичні та фізико-хімічні показники якості. Для комплексного аналізу органолептичних показників розробленого десерту розрахованого за методом «багатокутника якості» були побудовані профілографи, які підтверджують що дослідний зразок не поступається контрольному за показником консистенції, і має кращі показники за критеріями: смак та запах. За фізико-хімічними показниками та структурно-механічними властивостями отримана глазур перебуває на рівні контрольного зразку.

При виготовленні пана-коти оптимальним була заміна 75 % желатину на желуючий сік з хеномелесу. Десерт мав ніжну структуру, приємний смак та аромат хеномелесу.

Проведеними дослідженнями було визначено раціональне співвідношення рецептурних компонентів у виготовленні самбуки, яке становить 60 % желуючого соку з хеномелесу, 40 % пюре з яблук. Використання желуючого соку з хеномелесу як джерела природного пектину і структуроутворювача, сприяє покращенню процесу збивання і підвищенню стійкості піни самбуки, скорочує тривалість збивання десерту, дозволяє зменшити кількість білку, передбаченого в рецептурі самбуки, підвищує біологічну цінність готового продукту.

Висновки. Отже, проведені дослідження підтверджують позитивний вплив желуючого соку на якісні показники глазури, її міцність та доцільність заміни 50 % желатину на желуючий сік, а також свідчать про доцільність використання желуючого соку з хеномелесу як незамінного джерела біологічно-активних речовин та природного піноутворювача в технології самбуки та пана-коти.

Література

1 Хомич Г.П., Горобець О.М. Використання хеномелесу та продуктів його переробки в технології борошняних виробів Науковий вісник Львівського Національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С. З. Гжицького. Львів, 2015. Т. 15. № 1 (55). Ч. 3. С. 174–179.

2 The study of biologically active substances of chaenomeles and the products of its processing / A. Horobets et al. // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2016. Vol. 4/11 (82). P. 29–36.

ВПЛИВ КЕРОБУ НА ОРГАНОЛЕПТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПІСОЧНИХ ВИРОБІВ

Споживачі, у першу чергу, висувають підвищені вимоги до гармонічного збалансованого зовнішнього вигляду і смаку харчових продуктів, а потім до вмісту в них корисних для здоров'я речовин. У зв'язку із цим необхідно пропонувати різні технологічні рішення, що сприяють виробництву продукції з високими споживчими властивостями, збагаченими біологічно активними речовинами. Борошняні кондитерські вироби користуються постійним попитом у населення, не зважаючи на незбалансованість хімічного складу. Тому однією з головних завдань при виробництві даної групи продукції є поліпшення якості, підвищення харчової цінності, розширення асортиментів виробів [2]. Використання нетрадиційних видів сировини, до якої відноситься керб, дозволяє не тільки урізноманітнити асортименти, але і якісно поліпшити вироби з тіста.

Керб - солодкий порошок з м'якоті плодів річкового дерева. У рецептурах борошняних кондитерських виробів його пропонують використовувати як природний заміник какао-порошку, який підвищує їх харчову й біологічну цінність [1]. Керб відноситься до функціональних харчових продуктів завдяки своїм профілактичним властивостям, які обумовлені його хімічним складом: більшу частину м'якоті складають цукри, переважно цукроза, глюкоза, целюлоза і геміцелюлоза. Вуглеводи кербу здатні поглинати воду, діяти як загущувачі. Цінність цього продукту обумовлена не тільки наявністю корисних речовин, але й відсутністю деяких хімічних елементів, які містить кава і какао [2].

У науково-дослідній роботі метою було вивчення впливу різної кількості добавки на органолептичні показники виробів. Проведено порівняльну характеристику традиційного пісочного напівфабрикату і дослідних із кербом.

У продажу можна знайти як сирий керб, так і обсмажений. Вони мають певні відмінності. Самий солодкий – порошок не обсмажений, має світлий рожево-бежевий відтінок, а за смаком далекий від шоколаду. Порошок слабого обсмаження – його часто видають за сирий – володіє легким карамельним смаком. Відрізнити його від не обсмаженого можна за більш темним кольором і невеликій кислуватості. Середньо обсмажений керб відрізняється темним шоколадним кольором і характерним запахом. У смаку з'являється гіркота, притаманна чорному шоколаду. Необхідно звертати увагу на ступінь обсмаження, оскільки вміст цукру в обсмаженому порошку нижче, ніж у сирому. Для досліджень було використано порошок кербу середнього обсмаження фірми «Manteca» (м. Львів).

Керб містить значну кількість целюлози і пектину: 100 г кербу в середньому забезпечує задоволення добової потреби організму людини в харчових волокнах - на 133 %. Біополімери харчових продуктів впливають на структуру, споживчі та технологічні властивості готової продукції, на перебіг технологічних процесів. Вони здатні проявляти певні функціонально-технологічні властивості, які визначають їх поведінку під час виробництва продукції.

Виготовлення контрольного зразку здійснювали за рецептурою пісочного напівфабрикату основного. Для приготування пісочного напівфабрикату використовували продукти, що відповідають діючим нормативним документам. Розглянули способи введення кербу: за рахунок зменшення всіх рецептурних компонентів; замість частини цукру; замість частини борошна. Результати проведених досліджень показали, що вологість кербу (10,5 %) нижча, ніж у пшеничного борошна вищого гатунку, що повинно враховуватися при складанні рецептур із добавкою. Для проведення експериментальних досліджень на першому етапі необхідно було розрахувати рецептури дослідних зразків. Керб вводили в рецептуру пісочного напівфабрикату в кількості 5; 10; 15 % від маси борошна. При розрахунках

враховано вміст цукру в кербі. За літературними даними [3] встановлено, що керб містить 42 % цукрів. Корегування рецептури за сухими речовинами проведено за рахунок борошна.

Обґрунтування вибору стадії технологічного процесу для введення добавки проведено на підставі системного аналізу. Встановлено, що доцільно вводити добавку, враховуючи структуру кербу – сипуча однорідна маса з вологістю близькою до борошна, на стадії замішування разом із борошном, що дозволяє досягти його рівномірного розподілу в системі.

Органолептичні показники - один із найважливіших показників харчової цінності продукту. Органолептичний аналіз – найбільш традиційний метод визначення якості виробів. Науково організований органолептичний аналіз по чутливості має перевагу над багатьма фізичними та хімічними методами, особливо у відношенні таких показників як смак, запах та консистенція. Швидкий розвиток сенсорних методів в багато чому пояснюється їх об'єктивністю, відносною дешевизною, комплексністю.

Проводимо порівняльну характеристику традиційного пісочного напівфабрикату і дослідних зразків з кербом (табл.).

Таблиця - Органолептична оцінка пісочного напівфабрикату з кербом

Назва показника	Характеристика показників			
	Контроль	Досліджувані зразки		
		Масова частка кербу		
		5 %	10 %	15 %
Форма	Правильна, кругла форма, без вм'ятин, краї печива рівні.			
Поверхня	Непідгоріла, без здутин, пухирців, що лопнули.			
Колір	Світло жовтий	Світло коричневий	Шоколадний	Темно коричневий
Смак та запах	Властивий печиву без сторонніх присмаків та ароматів	Властивий печиву з легким присмаком шоколаду	Посилюється присмак і запах шоколаду	Посилюється присмак і запах шоколаду, з гірчинкою
Вигляд у розломі	Пори рівномірні, без порожнин	Пори рівномірні, більш дрібні, без порожнин	Пори дрібні, без порожнин, консистенція ущільнюється	Пори дуже дрібні, консистенція щільна

За результатами органолептичних показників дослідні зразки виробів з додаванням кербу в кількості 5 і 10 % мають більш дрібні пори, ніж контроль. Консистенція ущільнюється, що можна пояснити вологоутримуючою властивістю добавки. Печиво набуває шоколадного кольору, смаку і запаху. Вироби з додаванням 15 % кербу мають щільну консистенцію, стають занадто крихкими. Крім того погіршуються смакові якості – з'являється помітний гіркуватий присмак, темно коричневий колір.

Висновки. При виготовленні пісочного печива із додаванням кербу встановлено, що його застосування дозволяє поліпшити органолептичні показники. Можна надати рекомендації щодо доцільності його використання в технології печива в кількості 10 % до маси борошна зі зменшенням частки цукру в рецептурі.

Література

1. Сычёва О.В., Скорбина Е.А., Алтунян Э.Д. Мучное кондитерское изделие с заменителем какао. *Пищевая индустрия*, №4, 2019. С.38-40.
2. Бойдуник, Р. Перспективи використання кербу в кондитерській промисловості. Вісник Львівської комерційної академії. Серія товаровознавча, № 14, 2014. С 117-121.
3. Калорийность кэрбу. Химический состав и пищевая ценность. https://health-diet.ru/table_calorie_users/457156/. (дата звернення 12.04.2020 р.)

APPLICATION OF WATERMELON RIND POWDER IN SPONGE CAKES AS FUNCTIONAL COMPONENT

Introduction.

This study had investigated the effects of the addition of watermelon rind powder on the physical, color and sensory characteristics of sponge cakes.

Watermelon (*Citrullus lanatus* var. *lanatus*, family Cucurbitaceae) is a vine-like (scrambler and trailer) flowering plant originally from southern Africa to Bangladesh. Watermelon contains about 6% sugar and 91% water by weight. As with many other fruits, it is a source of vitamin C. Watermelons contain a significant amount of amino acid citrulline. The watermelon skin is smooth, with dark green rind or sometimes pale green stripes that turn yellowish green when ripe. It is a very rich source of vitamins and also serves as a good source of phytochemicals (Perkins-Veazie and Collins, 2004). Watermelon rinds are edible and contain many hidden nutrients, but most people avoid eating them due to their unappealing flavor. They are sometimes used as a vegetable. In China, they are stir-fried, stewed or more often pickled. Pickled watermelon rind is commonly consumed in the Southern US (Rattray and Diana, 2012). Watermelon biomass can be categorized as three main components which are the flesh, seed, and rind. The flesh constitutes approximately 68% of the total weight, the rind approximately 30%, and the seeds approximately 2%. As Watermelon rind powder possess significant amount of moisture, ash, fat, protein and carbohydrates 10.61%, 13.09%, 2.44%, 11.17% and 56.00% (AlSayed and Ahmed, 2013) and rind contribute 30% of the total weight, it is essential to find out the way of using watermelon rinds (so-called „wastes“) for the formulation of different food products. Water melon rind can be converted into value added product by drying and can be used for the preparation of bakery products with the supplementation of rind powder very easily.

Materials and methods. Materials for production of sponge cakes were wheat flour, sugar, eggs, watermelon fruits from local market in Plovdiv, Bulgaria. The watermelon rind was separated from the washed fresh watermelon fruits and cut into small pieces by a sharp knife for water removing by spread in trays of air dryer, and dried at $50 \pm 5^\circ\text{C}$ till its moisture content reached to 11%, and then the dehydrated pieces were ground in a laboratory disc mill to fine powder. The fresh rinds and dried rind powder were analyzed for their moisture, protein and fat using standard method (AOAC, 2005; Ranganna, 2004) while carbohydrate content was calculated by difference. The physical characteristics of sponge cakes without and with watermelon rind powder were evaluated: specific gravity, volume, specific volume, springiness, shrinkage, water-absorbing capacity and total moisture. The descriptive test for quantitative sensory profiling was used to establish the textural sensory characteristics (shape, colour, cells size and uniformity, odour, sweetness, aftertaste, crumb tenderness) of the sponge cakes.

Results and discussion. Chemical analysis of watermelon rind powder revealed that it contains 11.55% moisture, 10.37% protein, 62.22% carbohydrates and 2.18% fat. Three samples of watermelon rind flour cakes containing 15% and 30% watermelon rind powder in combination with wheat flour were processed. Cakes were prepared as per the standard method but replacing only wheat flour with different levels of watermelon rind powder in the basic formulation of cake. The replacement of wheat flour by watermelon rind powder was 15% and 30%. The addition of watermelon rind powder in sponge cakes improves their physical characteristics. The difference in respect the specific volume between the control cake-sample and the sponge cakes with watermelon rind powder is minimal. The springiness of cakes with watermelon rind powder is smaller, the crumb tenderness is smaller, while the structure is stable at high loads expressed by a lower shrinkage in comparison with the control cake-sample. The sponge cakes containing an additive of watermelon

rind powder was very good sensory characteristics. The sensory analysis demonstrates that the structure is fine-porous in all kinds of investigated sponge cakes. The control cake-sample and the cakes with watermelon rind powder have approximately similar form. The crumb pores of cakes with watermelon rind powder in the investigated two kinds of cakes are with thicker walls, small and equal in size. The odour of the cakes with watermelon rind powder is perceived as more pleasant than the control cake-sample one. The color of the cakes with watermelon rind powder is perceived well from the testers. The intensity of the sweetness for all investigated sponge cakes is close, but when the concentration of the watermelon rind powder is greater a bitter aftertaste is read.

Conclusions. The physical and sensory characteristics of the sponge cakes with 15% and 30 % watermelon rind powder are juxtaposed with those of the control sample. On the grounds of this we consider that newly prepared products have good qualitative characteristics, and they are suitable as intermediate products in confectioneries designed for rational and functional nutrition.

References

1. Perkins-Veazie, P., Collins, J.K. 2004. Flesh quality and lycopene stability of fresh-cut watermelon. *Postharvest Biology and Technology* 31, 159–166.
2. Rattray and Diana. 2012. Southern U.S. Cuisine: Judy's Pickled Watermelon Rind. Southernfood.about.com.
3. Al-Sayed, H.M.A and Ahmed A.R. 2013. Utilization of watermelon rinds and sharlyn melon peels as a natural source of dietary fiber and antioxidants in cake. *Annals of Agricultural Science*. 58(1): 83–95.
4. AOAC. 2005. *Official Methods of Analysis*. 15th Edition. Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C.
5. Badr, S.A. 2015. Quality and Antioxidant Properties of Pan Bread Enriched with Watermelon Rind Powder. *Current Science International*, 4(1): 117-126.

Key words: watermelon rind powder, cake, functional component, sensory properties

ВПЛИВ ШПИНАТУ ТА НАСІННЯ ПАЖИТНИКА НА ХАРЧОВУ І БІОЛОГІЧНУ ЦІННІСТЬ ПШЕНИЧНОГО ХЛІБА

Вступ. Загальновідомо, що ступінь відповідності харчування потребам організму людини впливає на стан імунної системи, здатність подолання стресових ситуацій, темпи фізичного і психічного розвитку людини у ранньому віці, на рівень активності та працездатності. Крім цього, все більш агресивний вплив екологічних та соціально-економічних чинників викликає потребу створення харчових продуктів нового покоління, які повинні не тільки забезпечувати організм речовинами, необхідними для зростання та активної життєдіяльності, а й стимулювати його захисні функції [1].

Актуальність теми. Один з напрямів конструювання таких продуктів – застосування при їх виробництві рослинної сировини, багатой біологічно активними речовинами. З урахуванням наукових принципів, розроблених Всесвітньою організацією охорони здоров'я, вносити біологічно активні речовини доцільно у продукти масового споживання, які регулярно входять до раціону повсякденного харчування і доступні для всіх груп населення, [2]. До таких продуктів належать хлібобулочні вироби, зокрема пшеничний хліб.

Аналіз обсягів виробництва та споживання хліба, змін структури асортименту виробів, їх харчової та біологічної цінності свідчить про зменшення надходження до організму людини мікронутрієнтів (вітамінів і мінералів) з цим продуктом, внаслідок чого він втрачає свою роль основного джерела вітамінів групи В і ряду мінеральних речовин (кальцію, заліза, йоду). Це підкреслює необхідність спрямованого регулювання хімічного складу хлібобулочних виробів з метою отримання продуктів з високим вмістом корисних нутрієнтів і збалансованим їх співвідношенням.

Метою роботи є обґрунтування доцільності використання шпинату (*Spinacia oleracea*) та насіння пажитника (*Trigonella foenum graecum* L.) для покращення нутрієнтного складу пшеничного хліба, а також визначення показників харчової та біологічної цінності виробів.

Матеріали та методи. Для збагачення хлібобулочних виробів застосовують добавки рослинного, тваринного, мікробного походження, а також комплексні препарати біологічно активних речовин. Найбільша група – добавки рослинного походження, наприклад продукти переробки зернових, бобових, олійних, плодоовочевих культур та іншої рослинної сировини. Найбільшою біологічною цінністю володіє насіння різноманітних культур, у тому числі насіння пажитника.

З давніх часів пажитник вирощується у Індії, крім того росте та культивується у Східній Європі, на Кавказі, у гірських місцевостях Туреччини, Іраку, Ірану та Середньої Азії, зустрічається також в Єгипті та Ефіопії. Насіння містить до 30% білка, близько 30% харчових волокон, вітаміни, мінеральні речовини, поліфенольні сполуки [3]. У складі рослини знаходяться вітаміни А, С, В, РР, ефірні олії, харчові волокна, флавоноїди, макро- та мікроелементи (фосфор, цинк, мідь, залізо, калій, кальцій і манган). За смаком насіння солодкувате з гірчинкою. Клінічно доведені такі фізіологічні ефекти насіння пажитника, як гіпохолестеринемічна, гіпоглікемічна, протизапальна дії [4]. Відомі способи виробництва хліба з насінням пажитника в кількості 5...20% до маси борошна з різними способами підготовки насіння для видалення з них гіркоти [4].

Шпинат цінується за високий вміст білка у листі. Його регулярне вживання гальмує розвиток злоякісних пухлин. Крім білків, особливу цінність має велика кількість органічно зв'язаного і легкозасвоюваного організмом людини заліза. У листі міститься 0,5...1,4% вуглеводів, 2,1% мінеральних речовин, провідне місце серед яких належить калію. Шпинат є джерелом вітамінів С, А, В₁, В₂, В₆, РР, Р, Е, D₂, К. Особливо він корисний в тих областях, де відчувається нестача йоду [5]. Використання обраних поліфункціональних збагачувачів позитивно вплине на біохімічний склад пшеничного хліба.

Для розрахунку харчової та біологічної цінності традиційного та збагаченого пшеничного хліба використовували методики, описані в роботі [6].

Результати та обговорення. Порівняльний аналіз біохімічного складу пшеничного хліба та насіння пажитнику свідчить про те, що вміст білку у насінні втричі більший, ніж у хлібі. Також вищим є вміст жирів, кількість яких у хлібі є зовсім незначною. Загальний вміст вуглеводів у обох продуктах перевищує 50%, але у хлібі вони представлені переважно крохмалем, тоді як у насінні пажитнику – харчовими волокнами, які є необхідними компонентами здорового харчування. Додавання шпинату значно менше впливатиме на вміст поживних речовин у збагаченому хлібі.

Після розрахунку біохімічного складу продуктів було проведено оцінювання та порівняння співвідношення поживних речовин у традиційному та збагаченому хлібі. Встановлено, що для базового продукту співвідношення між білками, жирами та вуглеводами становить 1:0,12:6,67 при рекомендованому нормативі 1:1:4. Для збагаченого продукту відзначена тенденція до наближення показників збалансованості поживних речовин до нормативу – 1:0,2:4,6. Отже, використання обраних видів рослинних збагачувачів дозволило значно поліпшити співвідношення між білками та вуглеводами.

При визначенні енергетичної цінності традиційного і збагаченого продукту було встановлено, що цей показник практично не змінився і становив 323 ккал для пшеничного хліба та 320 ккал для хліба з добавками.

Висновок. В результаті проведених досліджень було встановлено, що пшеничний хліб, збагачений насінням пажитнику та шпинатом, має значно вищу біологічну цінність, тобто насиченість незамінними факторами харчування, ніж традиційний хліб. При цьому енергетична цінність продукту залишилася практично незмінною. Збагачений хліб належить до категорії функціональних харчових продуктів, оскільки споживання рекомендованої кількості продукту дозволяє забезпечити добові потреби у нутрієнтах на такому рівні, %: білки – 24,2; харчові волокна – 20,3; калій – 10,8; кальцій – 10,4; магній – 19,3; фосфор – 13,8; залізо – 49,1.

Література

1. Стеценко Н. О. Функціональні харчові продукти у забезпеченні здоров'я людини. *Die Relevanz und die Neuheit der modernen wissenschaftlichen Studien: der Sammlung wissenschaftlicher Arbeiten «ΛΟΓΟΣ» zu den Materialien der internationalen wissenschaftlich-praktischen Konferenz, Wien, 23 August, 2019.* Wien: NGO «Europäische Wissenschaftsplattform». 2019. В. 3. S. 56-59.
2. Паймулина А.В., Андросова Н.В., Науменко Н.В. Перспективы использования обогащающих добавок в технологии хлебобулочных изделий. *Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии».* 2016. Т. 4. № 4. С. 95-104.
3. Khorshidian N., Asli M. Y., Mirzaie A.A., et al. Fenugreek: potential applications as a functional food and nutraceutical. *Nutrition and Food Sciences Research.* 2016. V. 3. №1. P. 5-16.
4. Chaubey P.S Somani G., Kanchan D., et al. Evaluation of debittered and germinated fenugreek (*Trigonella foenum graecum* L.) seed flour on the chemical characteristics, biological activities, and sensory profile of fortified bread. *Journal of Food Processing and Preservation.* 2017. V.42. P. 1-11.
5. Сидорова Ю. С., Петров Н. А., Шипелин В. А., Мазо, В. К. Шпинат и киноа – перспективные пищевые источники биологически активных веществ. *Вопросы питания.* 2020. Т. 89. №2. С. 100-106.
6. Стеценко Н.О. Основи конструювання нових харчових продуктів: методичні рекомендації до вивчення дисципліни та виконання лабораторних робіт для здобувачів освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 181 «Харчові технології» освітньо-професійної програми «Харчові технології та інженерія». К.: НУХТ, 2020. 96 с.

УТОЧНЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ОТРИМАННЯ КОНЦЕНТРАТІВ БІЛКОВО-ОЖИНОВИХ

Вступ. Важливим фактором для збільшення обсягів виробництва білкових продуктів є переробка всіх компонентів молока за інтенсивними технологіями. Термокислотний спосіб обробки білків молока заснований на одночасній коагуляції казеїну і сироваткових білків, під дією кислоти та високої температури, дозволяє одночасно використовувати до 95...97 % білків, в той час як при кислотній коагуляції близько 90 %, а при сичужній – 85 %[1,2]

Актуальність теми. Розроблення асортименту білкових продуктів, удосконалення існуючих способів виробництва є актуальним напрямом молочної промисловості. Змінюючи технологічні фактори при коагулюванні білків молока можливо отримати концентрати із заданими органолептичними та фізико-хімічними показниками. Потребують додаткових досліджень параметри термокислотної коагуляції білків молока із застосуванням в якості коагулянту спеціально обробленої пасти із ягід ожини.

Матеріали та методи. Для обґрунтування раціональних параметрів отримання концентратів білково-ожинових використано метод математичного моделювання – Бокса-Уілсона на кубі, визначено нульовий рівень факторів та інтервал їх варіювання. Основою для термокислотної коагуляції обрано знежирене молоко з масовою часткою сухих речовин – 9,5 %, білка – 3,5 %, активною кислотністю – 6,5. Отримували концентрати білково-ожинові (КБО) термокислотним осадженням молочних білків за температури (75 ± 2 °C) з витримкою 3...5 хв, в якості коагулянту застосовували кавітаційно оброблену ожинову пасту в кількості 4...12 % від маси молока. Отримані згустки направляли на самопресування протягом 30 хв.

Результати та обговорення. Проведені дослідження показали, що зі збільшенням кількості внесення коагулянту від 4 % до 12 % та зниженням рівня рН коагулянту від 3,0 до 2,6 – вихід концентратів білково-ожинових збільшується на 25,8 %, а масова частка вологи знижується на 6,3 %, що в цілому характеризується підвищенням переходу білків молока в концентрат, як казеїнової фракції, так і сироваткової. Найменший вихід – 14,2 % спостерігався при додаванні 4 % коагулянту з активною кислотністю 3,0. В результаті аналізу активної кислотності КБО була встановлена загальна тенденція – при збільшенні кількості та зниженні рівня рН коагулянту, активна кислотність концентратів лінійно знижувалася. Встановлено, що додавання 4 % коагулянту з рН 3,0 забезпечило високе значення активної кислотності КБО на рівні 5,80, тоді як концентрат, отриманий внесенням коагулянту в кількості 12 % з рН 2,6 мав активну кислотність 4,55. Максимальним значенням вологоутримуючої здатності на рівні 82,65 % характеризувалися зразки КБО, отримані осадженням ожиновою пастою з рН 3,0 у кількості 5 %.

Висновок. Уточнено раціональні параметри отримання КБО термокислотою коагуляцією білків молока ягідним коагулянтом. Додавання спеціально обробленої ожинової пасти в кількості 4 % (рН 3,0) характеризується найменшими процесами дестабілізації, в результаті чого сироваткові білки не осідають на міцелі казеїну і переходять у сироватку, тоді як збільшення кількості внесення до 12 % і зниження активної кислотності до 2,6 підвищує ступінь переходу в концентрат білково-ожиновий казеїнових і сироваткових білків.

Література.

1. Феноменологическая модель термокислотной коагуляции белков обезжиренного молока / Л.А. Остроумов, А.М. Осинцев, И.А. Смирнова и др. // Техника и технология пищевых производств. – 2011. – № 1. – С. 133–139.
2. Исследование термокислотной коагуляции молока термографическим методом / А.М. Осинцев, В.И. Брагинский, А.Л. Чеботарев и др. // Техника и технология пищевых производств. – 2013. – № 4. – С. 69–73.

ЕНЕРГІЯ ДИФУЗІЇ ВОЛОГИ КАПІЛЯРНО-ПОРИСТОГО ТІЛА

Вступ. Загальновідомо, що з інтенсифікацією сушіння капілярно-пористих та капілярно-пористих колоїдних тіл енергія зневодення зростає в степеневій залежності порівняно зі збільшенням швидкості міжфазового вологообміну. Ці додаткові витрати енергії можуть в кілька разів перевищувати розрахунково-необхідні для фазових перетворень вологи, а для зерна кукурудзи – до 8 разів. За сучасними уявленнями більшості вітчизняних та закордонних науковців, із відомих авторам публікацій та виступів на конференціях, додаткові витрати енергії пов'язують із внутрішньокапілярним опором дифузії вологи. Однак сутність його, фактори впливу та способи управління – не розкривається. З огляду на конструкції сучасних вітчизняних та закордонних сушарок, цим опором не управляють.

Актуальність теми. Відсутність пояснень фізичного зв'язку енергії міжфазового вологообміну із опором внутрішньокапілярної дифузії, факторів впливу та способів управління останнім – все це обумовлює необґрунтовані втрати енергії зневодення, збільшення тривалості процесу вологообміну та зростання пошарової нерівномірності вологовмісту в тілі зневоджуваного матеріалу. Останнє із наведених особливо актуально для збереження якості зерна продовольчого та насіннєвого призначення.

Матеріали та методи. Вологовміст, енергія течії й енергії зв'язку вологи з тілом капілярно-пористих тіл. Конвективний тепло-масообмін за різних градієнтів температури й вологовмісту. Прикладні, емпіричні, статистичні та математичні методи обробки результатів досліджень.

Результати та обговорення.

Результатами емпіричних та стендових досліджень доведено, а у виробничих умовах перевірено справедливність того, що при конвективному міжфазовому тепловологообміні, внаслідок вивільнення внутрішніх порожнин зернини від вологи, може виникати градієнт внутрішньокапілярного тиску, що протидіє переміщенню вологи із внутрішніх до поверхневих шарів зневоджуваного тіла.

Перепади внутрішньокапілярного тиску в шарах і між шарами зневоджуваного тіла залежать від ряду факторів, найбільш значимими в нашому випадку зі зневоднення капілярно-пористих колоїдних тіл, наявності порожнин, їх частки в тілі, розмірів та розгалуженості капілярів в тілі, різниці потенціалів фазових середовищ та тепло-вологопровідності тіла. Для наглядності значимості викладено приведемо лише кілька факторів. В тілі зернини міститься до 35...45 % порожнин від її об'єму, капіляри рівномірно розміщені в перетині тіла а їх площа в сотні тисяч разів перевищує площу поверхні тіла зернини, міжфазовий тепло-вологообмін відбувається на границі всієї поверхні зневоджуваного тіла, протидія енергії течії вологи в порах зернини перепадами внутрішньокапілярного тиску, тощо.

Енергія гідростатичної течії ($q_{m\epsilon}$) в порах складається з течій рідини та газів і може зростати під дією додаткового тиску ΔH_r ($q_{m\Delta H}$), що може виникати із збільшенням об'єму защемлених газів із підвищенням їх температури. Гідростатична течія ($q_{m\epsilon}$) спрямована в бік меншого аеродинамічного опору і співпадає з напрямком течії вологи до поверхні зернини (q). Енергія цього потоку (q) також пов'язана із вмістом защемлених газів (1):

$$q = q_m + q_{m\epsilon} - q_{m\theta} - q_{m\zeta} + q_{mH} + q_{m\Delta H}; \quad (1)$$

Висновки: 1. Існуюча модель зневоднення капілярно-пористих колоїдних тіл потребує доопрацювання.

2. Фактор наявності внутрішньокапілярного тиску суттєво впливає на сушіння зерна.

Література. 1. Остапчук М.В. Наукові основи процесів зберігання зерна // Наукові праці ОНАХТ, вип. 29. т.2. – С. 58–62.

М'ЯСОПРОДУКТИ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ПІДВИЩЕНОЇ БІОЛОГІЧНОЇ ЦІННОСТІ

Задоволення потреби населення в продуктах харчування - одна з гострих сучасних проблем. Її вирішення має здійснюватися в декількох аспектах, де важливе місце повинні займати розробки і впровадження продукції з підвищеною біологічною і поживною цінністю, тобто їжа повинна бути збалансована не тільки по білках, жирах і вуглеводах, а й по таким мікрофакторам, як вітаміни, мікроелементи та інші біологічно активні сполуки.

Вирішення даного питання надвичайно важливе та актуальне не тільки для підвищення загального рівня здоров'я, але і для попередження розвитку ряду захворювань.

Рациональне харчування є потужним стимулом підвищення працездатності і активізації відновлювальних процесів в організмі після великих і інтенсивних фізичних навантажень.

Дефіцит вітамінів, мікроелементів та інших біологічно активних речовин в продуктах харчування привів до ослаблення функціональної активності органів і систем, до виснаження компенсаторних і адаптаційних механізмів, до зниження захисних сил організму. Наш час характеризується великим спрощенням хімічного складу природних продуктів, що використовуються людиною.

Однією з причин збіднення структурної інформації природних продуктів є їх переробка. У великій кількості споживаються вироби з борошна тонкого помелу, полірований рис, рафінований цукор, освітлений сік і інші продукти, збіднені біологічно активними речовинами. Структурна інформація продуктів убуває при неправильному зберіганні або недотриманні технології. Переробка не повинна приводити до істотної зміни захисних переваг сировини.

Продукти для людей, що знаходяться і працюють в екстремальних умовах, входять до складу продуктів спеціального харчування. Однак цей напрямок спеціального харчування має свої особливості. При розробці цього виду продуктів необхідно враховувати дві особливості: короткочасне застосування продуктів на період екстремальних ситуацій і реабілітаційне використання, що припадає на період відновлення організму людини після екстремальних ситуацій.

Особливе значення має достатнє надходження білка в організм. Білки тваринного походження збалансовані за амінокислотним складом, відповідають потребам організму людини в незамінних амінокислотах, мають повноцінний набір амінокислот. Колагеновмістні білки сприяють загоєнню травм, опіків і т.д.

Актуальність роботи полягає в тому, що на даний момент часу в Україні склалась така ситуація в якій стали актуальними продукти для людей в польових умовах, зокрема для військовослужбовців.

Однак повсякденне харчування цієї верстви населення не забезпечує надходження в організм достатньої кількості легкозасвоюваних білків, особливо незамінних амінокислот, а також не гарантує необхідне їх співвідношення. Одним з варіантів розв'язання проблеми є включення в раціон харчування спеціалізованих білкових продуктів, що володіють підвищеною біологічною цінністю.

При підвищених навантаженнях організму необхідно у повному обсязі забезпечити витрати енергії та поживних речовин, постійно підтримувати і підвищуючи працездатність. На сьогоднішній день розроблено спеціальні норми продовольчих пайків, які відповідають основним вимогам до харчування військовослужбовців. Згідно з такими нормами військовий пайок повинен містити 104 г жирів, 109 г білків, 654 г вуглеводів і сумарну енергетичну цінність 4246 ккал. Сніданок повинен бути висококалорійним (30-35%), невеликим за об'ємом,

легкозасвоюваним, багатим на цукри, фосфор, вітамін С та речовини, що підвищують функціональність нервової системи.

Перспективною сировиною для виробництва комбінованих м'ясопродуктів підвищеної біологічної цінності даного напрямку є ріпак. Ріпак, (або рапс, канола) – олійна культура родини хрестоцвітих - *Brassica napus var oleifera*. Ріпак вважається однією з найбільш врожайних олійних культур серед хрестоцвітих, вирощується майже у всіх регіонах. Насіння рапсу визначається високим вмістом жиру (до 52 %) і білка (до 28 %).

З одержанням сучасних безерукових низькоглюкозинолатних сортів стало можливим його використання у харчовій промисловості.

Головною цінністю насіння рапсу є олія, яка відзначається підвищеною біологічною цінністю і не поступається оливковій, високою калорійністю і значною енергоємністю. До складу ріпакової олії входять у значній кількості ненасичені жирні кислоти – олеїнова, лінолева, ліноленова, ейкозенова.

Гліцериди ненасичених жирних кислот, які є складниками ріпака, мають лікувальні властивості. На відміну від тваринних жирів вони протидіють тромбоутворенню, знижують вміст холестерину в крові, запобігаючи таким чином серцево-судинним захворюванням.

Метою роботи є розроблення м'ясного продукту, що буде мати підвищену біологічну цінність, за допомогою додавання до рецептури рослинної сировини – ріпака.

Встановлено, що насіння рапсу містить 26,5-27,5 % вологи, 37 - 40 % білка, 10 - 15 % клітковини, що також обумовлює доцільність їх використання для розширення сировинної бази харчової промисловості, в тому числі для підвищення рівня харчових волокон в раціоні харчування.

Крім того наявність у складі ліноленової кислоти дасть змогу збагатити готовий продукт есенціальними жирними кислотами.

Досліджено, що білок ріпака містить практично всі замінні та незамінні амінокислоти, які беруть участь у побудові білків, а саме: валін, лейцин, ізолейцин, лізин, метіонін, треонін, фенілаланін, аланін, аргінін, гістидин, гліцин, аспаргінову та глютамінову кислоти, пролін, серин, тирозин, цистин. Незамінні амінокислоти, які не синтезуються в організмі, становлять від 30,4 до 30,81 % амінокислотного складу ріпака в залежності від його сорту.

Частка водо та солерозчинних фракцій складає 72-79%, коефіцієнт перетравлювання (in vitro) – 71-75%, що свідчить про високу якість білків даної сировини. Доступність кальцію – 68%, фосфору – 75%, магнію – 62%, марганцю -54%, міді – 74%, цинку – 45%.

Таким чином перспективність та ефективність використання даної сировини для виготовлення харчових продуктів підвищеної біологічної цінності однозначна.

В подальшому заплановано розроблення харчової добавки з ріпаку та її подальші дослідження та вплив на текстуру м'ясопродуктів, органолептичні, фізико-хімічні, функціонально-технологічні, реологічні, мікробіологічні показники якості вже готових комбінованих м'ясних виробів.

Література.

1. Borisova O. O. Nutrition of athletes: foreign experience and practical recommendations: An educational and methodical grant for students of sports higher education institutions, athletes, trainers, sports doctors / O. O. Borisova. — Moscow: Soviet sports, 2014. — 132 p.
2. Melnyk O., Radzievska I., Galenko O., Peshuk L. (2018) Investigation of vegetable oils to oxidative degradation of varying degrees of saturation with tocopherol, Carpathian journal of food science and technology, 10 (3), p. 164-171.
3. Манжесов В.И. Перспективы использования продуктов переработки рапса в технологии получения обогащенных продуктов питания/ В.И. Манжесов, СВ. Трухман// Хранение и переработка зерна. - №8. - 2010. - с.48-49.

**ВПЛИВ НЕТРАДИЦІЙНОЇ БОРОШНЯНОЇ СИРОВИНИ НА ФУНКЦІОНАЛЬНІ
ВЛАСТИВОСТІ М'ЯСНИХ ПАШТЕТІВ**

Серед різноманіття харчових продуктів особливу групу складають функціональні продукти, вживання яких забезпечує можливість активного та здорового життя особливих груп споживачів (дітей, осіб похилого віку, представників певних професій та ін.). Зазначені продукти, призначені для систематичного вживання у складі харчових раціонів, сприяють збереженню та покращенню стану здоров'я, зниженню ризику розвитку захворювань, пов'язаних з харчуванням тощо. Така дія функціональних харчових продуктів є можливою завдяки наявності в їх складі фізіологічно функціональних харчових інгредієнтів [1, 2]. Наразі активно розвивається розроблення та впровадження у виробництво численних функціональних м'ясних продуктів із залученням біоактивних сполук, що можуть позитивно впливати на здоров'я людини [3]. Зокрема, цінним джерелом енергії, харчових волокон, білків, мінералів і вітамінів є борошно з насіння бобових, зернових та інших рослин [4].

Таблиця 1 – Хімічний склад та функціонально-технологічні властивості борошна

Параметри		Лляне борошно	Кукурудзяне борошно	Соняшниково борошно	Суміш кукурудзяного та лляного борошна 1 : 1
Вміст, % (за масою)	Волога	6,93	7,85	5,69	8,57
	Білок	26,1	7,27	31,97	19,15
	Жир	14,62	2,38	9,89	8,19
	Вуглеводи	46,48	81,52	45,62	60,97
	Зола	5,86	0,98	6,83	3,12
Значення рН		6,51	6,18	6,54	6,63
Набухаємість, см ³ /г		12,2	0,54	1,0	7,4
Рівень гідратації		1:6	1:6	1:3	1:7
Вологоутримувальна здатність (ВУЗ), %		622,5	220,0	300,0	220,0
Жироутримувальна здатність (ЖУЗ), %		192,5	137,0	170,0	132,5
Вміст незамінних амінокислот, % до білка (за масою)	Валін	5,7	4,7	5,4	5,3
	Ізолейцин	5,1	3,8	4,9	4,9
	Лейцин	6,1	10,9	6,8	12,2
	Лізин	4,8	2,9	2,6	3,6
	Метіонін	2,2	2,6	0,5	2,4
	Треонін	1,8	2,9	3,8	2,1
	Фенілаланін	5,2	6,2	5,3	6,1

Виконані дослідження хімічного складу та функціонально-технологічних властивостей різних видів борошна (ляного, кукурудзяного, соняшникового), а також суміші з 50% кукурудзяного та 50% ляного борошна показали наступне (табл. 1). За вмістом білків та жирів кукурудзяне борошно суттєво поступається ляному та соняшниковому, проте вміст у ньому вуглеводів є більшим. Суміш кукурудзяного та ляного борошна, завдяки кукурудзяному компонентові, дозволяє збільшити загальний вміст полісахаридів, та вміст білка завдяки наявності борошна ляного. Найбільше білка містить соняшникове борошно, воно дозволяє отримати продукт, належним чином збалансований за хімічним складом. Підвищенню ВУЗ сприяє взаємодія білок : вуглеводи : вода, до того ж підвищується ЖУЗ, яку визначає взаємодія білок : ліпіди. Останнє явище спричиняється руйнуванням вторинних зв'язків білкових молекул, яке супроводжується вивільненням гідрофобних груп, що зв'язують жир у досить ефективний спосіб. З табл. 1 бачимо, що всі зразки борошна характеризувалися досить високими значеннями ВУЗ і ЖУЗ. Зазначене дозволяє, без погіршення споживчої якості готових виробів, замінити до 15% м'ясної сировини у складі паштетів. Хроматографічне визначання амінокислотного складу досліджуваних зразків показало, що всі види борошна містили всі незамінні амінокислоти, зокрема їх лімітуючі: різновиди, як от: лізин, треонін і метіонін. Це сприяє ефективному долученню досліджених видів борошна до функціональних харчових продуктів на м'ясній основі, оскільки білки м'яса, маючи повний набір незамінних амінокислот, значно підвищують амінокислотний скор зернових та насінневих культур і, відповідно, засвоюваність цих матеріалів рослинного походження [5].

У табл. 2 перелічено сировинні компоненти експериментальних паштетів, призначених для функціонального оздоровчого харчування [6]. Разом з кукурудзяним, соняшниковим борошном, а також з їх сумішшю, які долучали до складу паштетів з метою збагачення їх рослинним білком, вуглеводною складовою, створення потрібної мазкої консистенції та для попередження відділення рідкої фази (бульйону), у якості основної сировини використовували м'ясо свинини та яловичини. Зазначені види м'ясної сировини широко використовують для виготовлення харчових продуктів, призначених для функціонального здорового харчування дітей дошкільного та шкільного віку. У ній є необхідні біологічно активні речовини широкого спектру фізіологічної дії, що визначають специфічні властивості харчових продуктів, які дозволяють віднести їх до категорії функціональних: Згідно з [7], для продуктів дитячого харчування тваринний білок повинен складати 55 % від загальної кількості білка, рослинний жир – до 30 % жирового компоненту продукту, співвідношення поліненасичених і мононенасичених жирних кислот повинно складати 1:1, співвідношення білок:жир – 1,00:0,87. У печінці, що також входить до складу розроблених рецептур паштетів на м'ясній основі, міститься набагато більше залізовмісних сполук, таких як гемоглобін і міоглобін, ніж у м'ясі, печінка багата на вітаміни групи В, РР, фолієву кислоту, вона містить важливі мінеральні речовини – калій, фосфор, залізо, марганець, мідь, цинк. Маючи форму гема, залізо з печінки добре засвоюється організмом. Долучена до складу паштетів морква використовувалася у якості джерела пектинових речовин, клітковини, вітамінів А, В, Е, К, каротиноїдів, макро- та мікроелементів, а ще один різновид рослинної сировини, купажі рослинних олій: соняшnikової та ляної (90:10) та кукурудзяної та ляної (85:15), послуговували для збагачення рецептурних композицій паштетів жирними кислотами омега-3 та омега-6. Використання борошна соняшnikового, кукурудзяного та їх суміші збільшило вміст білка в готових виробах на (0,65-1,68) %. У розроблених композиціях м'ясних паштетів знижений вміст жиру був (21,99-22,17) % проти 24,11 % у контрольному зразку. Максимальне значення рН було у контрольному зразку, введення до рецептурних композицій додаткових компонентів (борошна, борошняної суміші, моркви) спричиняло зсув значень рН у лужний бік [6]. Вміст поліненасичених жирних кислот у дослідних зразках м'ясних паштетів збільшився у (1,5-1,6) рази порівняно з контрольними зразками, що вплинуло і на співвідношення ω -6/ ω -3 кислот, яке сягнуло значень, відповідним нормам фізіологічних потреб організму людини [6].

Таблиця 2 – Склад розроблених паштетів на м'ясній основі із залученням борошняної сировини, г / 100 г

Назва сировини, прянощів та матеріалів	Контроль	Рецептура 1	Рецептура 2	Рецептура 3
Свинина напівжирна бланшована	33,0	20,0	30,0	30,0
Яловичина вищого сорту бланшована	15,0	16,5	12,0	12,0
Печінка куряча сира	24,0	20,0	18,0	18,0
Серце куряче варене	-	10,0	-	-
Бульйон від бланшування або варіння	10,0	10,0	15,0	15,0
Борошно соняшникове	-	1,5	-	-
Борошно кукурудзяне	-	-	2,0	-
Борошняна суміш 1 (кукурудзяне та лляне 1:1)	-	-	-	2,0
Купаж рослинних олій 2 (соняшникова та лляна 90:10)	-	5,0	-	-
Купаж рослинних олій (кукурудзяна та лляна 85:15)	-	-	5,0	5,0
Масло вершкове	5,0	4,0	5,0	5,0
Морква пасерована	8,0	8,0	8,0	8,0
Цибуля ріпчаста пасерована	3,4	3,4	3,4	3,4
Сіль кухонна	1,2	1,2	1,2	1,2
Цукор-пісок	0,3	0,3	0,3	0,3
Перець духмянний мелений	0,1	0,1	0,1	0,1
Загалом	100	100	100	100

Висновки. Наведені вище результати виконаних досліджень дають підстави стверджувати, що належним чином підібраний якісний та кількісний склад дозволив паштетним продуктам досягти необхідних властивостей, притаманних групі функціональних харчових продуктів, прийнятних для залучення до раціонів харчування особливих груп споживачів м'ясної продукції, насамперед дітей дошкільного та шкільного віку.

Література

1. Premkumar, J., & Ranganathan, T. V. (2018). Bioingredients: Functional properties and health impacts. *Current Opinion in Food Science*. p. 120-126.
2. Борсолюк, Л. М., Войцехівська, Л. І., Вербицький, С. Б., та Лизова, В. Ю. (2017). Дослідження фізико-хімічних і технологічних властивостей рослинної сировини у складі паштетних продуктів. *Продовольчі ресурси*, 9, 79-86.
3. Sánchez-Muniz, F. J., & Olmedilla-Alonso, B. (2004). *La carne y productos cárnicos como alimentos funcionales*. F. J. Colmenero (Ed.). Editec@ Red.
4. Argel, N., Ranalli, N., Califano, A. N., & Andrés, S. C. (2017). Incorporación de harinas de legumbres en medallones de carne porcina. *La Industria Cárnica Latinoamericana*, 206, 36-40.
5. Лебедева, Л. И. (2004). Применение растительных ингредиентов при производстве мясных продуктов. *Все о мясе*, 2, 14-16.
6. Борсолюк, Л. М., Войцехівська, Л. І., Франко, О. В., Шелкова, Т. В., та Вербицький, С. Б. (2018). Обґрунтування рецептур функціональних паштетних продуктів, призначених для харчування дітей дошкільного та шкільного віку. *Продовольчі ресурси*, 10, 49-62.
7. Устинова, А. В. и Беякина, Н. Е. (2010). Функциональные продукты питания на мясной основе. *Все о мясе*, 3, 4-7.

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ М'ЯКИХ ПАКОВАНЬ У ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ГОТОВИХ СТРАВ НА М'ЯСНІЙ ОСНОВІ

Гнучкі (м'які) пакетні пакування, або «реторт-пакування», виконують з багатошарових матеріалів, які мають різну конструкцію, форму та розміри і витримують умови термічної стерилізації упакованих харчових продуктів за температури понад 100 °С [1]. Першими зразками таких пакувань були реторт-пакети (рис. 1), назва яких походить від англійського терміна «retort pouches» або, вірніше, «retorted pouches», тобто пакети, здатні витримати кип'ятіння у хімічній реторті. Спочатку їжу в реторт-пакетах використовували у складі армійських та інших спеціальних пайків, після чого цей різновид пакування, завдяки своїм цінним споживацьким і технологічним властивостям, проторував собі шлях і на загальний ринок харчової продукції. Ще у 1978 р. у Японії частка реторт-пакувань складала 8,7% всіх пакувань консервованих харчових продуктів [2]. І сьогодні Японія є світовим лідером у виробництві продуктів у реторт-пакетах. Насамперед, це варений рис, а також пасти, соуси, січене м'ясо, бобові, супи, гамбургери, стейки, фрикадельки тощо. Для того, щоб виконати стерилізацію подібного пакету не потрібно багато часу, тому продукти при такому пакуванні мають органолептичні властивості набагато кращі, ніж аналогічні властивості продукції, консервованої із залученням традиційної металічної або скляної споживчої тари.

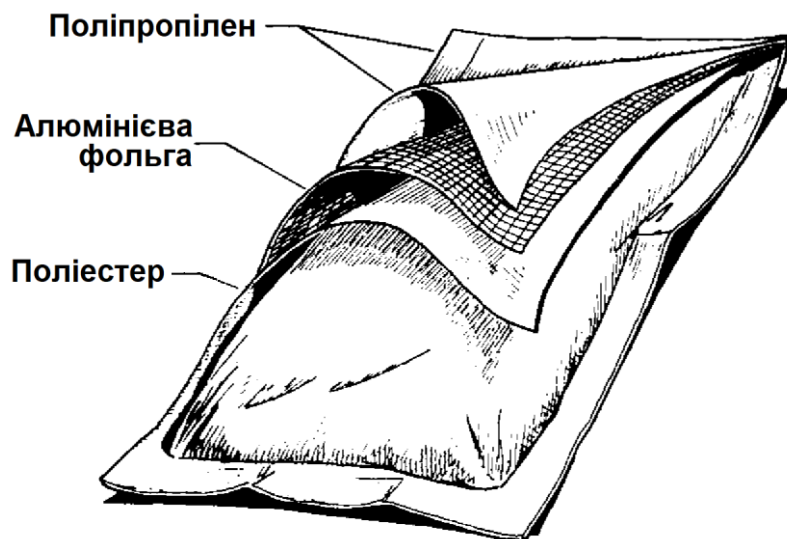


Рисунок 1 – Реторт-пакет зразка 1980 р. — адаптовано з [2]

М'які пакування відповідають усім вимогам до консервної тари, вони є безпечними, міцними, герметичними, термостійкими, не піддаються корозії тощо. Натомість, зазначені пакування забезпечують низку переваг порівняно з металевою і скляною тарою, що робить їх використання ефективним і комерційно привабливим. До зазначених переваг належать:

- відносно низька ціна;
- варіабельність видів і об'ємів пакетів, які можуть бути запаковані на одній і тій самій машині;
- легкість пакування;
- рівномірність прогрівання за рахунок великої питомої поверхні тари і малої товщини матеріалу;
- економія приміщень для зберігання порожньої тари – 95% і готової продукції – 25%;
- економія місця під час перевезення;
- швидкий розігрів, легкість і безпечність відкривання пакетів [1-4].

Наразі, крім зазначеної на рис. 1 комбінації шарів багатшарових плівок для виготовлення реторт-пакування, використовують різноманітні пакувальні матеріали такого призначення. Наприклад, кожен з шарів широко використовуваного на практиці матеріалу поліетилентерефталат (ПЕТФ) – алюмінієва фольга – термостійкий поліетилен (ПЕ) відіграє свою особливу роль: зовнішній шар із ПЕТФ надає пакету жорсткості, міцності, забезпечує стабільну форму, алюмінієва фольга гарантує необхідні бар'єрні властивості, а внутрішній шар із ПЕ з термостійкими добавками, з одного боку, ізолює фольгу від упакованого продукту, з іншого – забезпечує міцність зварних швів пакета. За необхідності нагрівання пакувань з продуктом до температури 125 °С, до структури матеріалу долучають термостійкий двуснорієнтований поліамід, а внутрішній шар виготовляють з неорієнтованого поліпропілену (каст-ПП), який витримує нагрівання до 140 °С упродовж 4 год без зміни розмірів та властивостей. Структура такого матеріалу має вигляд: ПЕТФ – алюмінієва фольга – каст-ПП. Також використовують прозорі багатшарові матеріали, в яких замість алюмінієвої фольги залучають спеціальні плівки на основі оксиду кремнію (SiO_x), вінілового спирту (ЕVОН), полівініліденхлориду (ПВДХ), наприклад, ПЕТФ – ПВДХ – ПП або ПП – SiO_x – ПП. Якщо пакування здійснюють у заздалегідь сформовані пакети (рис. 2), цей спосіб називають FS-пакуванням (fill/seal – наповнення/замикання). Інший можливий спосіб, формування пакетів з рулону з наступним заповненням і замиканням, називають FSS-пакуванням (form/fill/seal – формування/наповнення/замикання) [1,5,6].

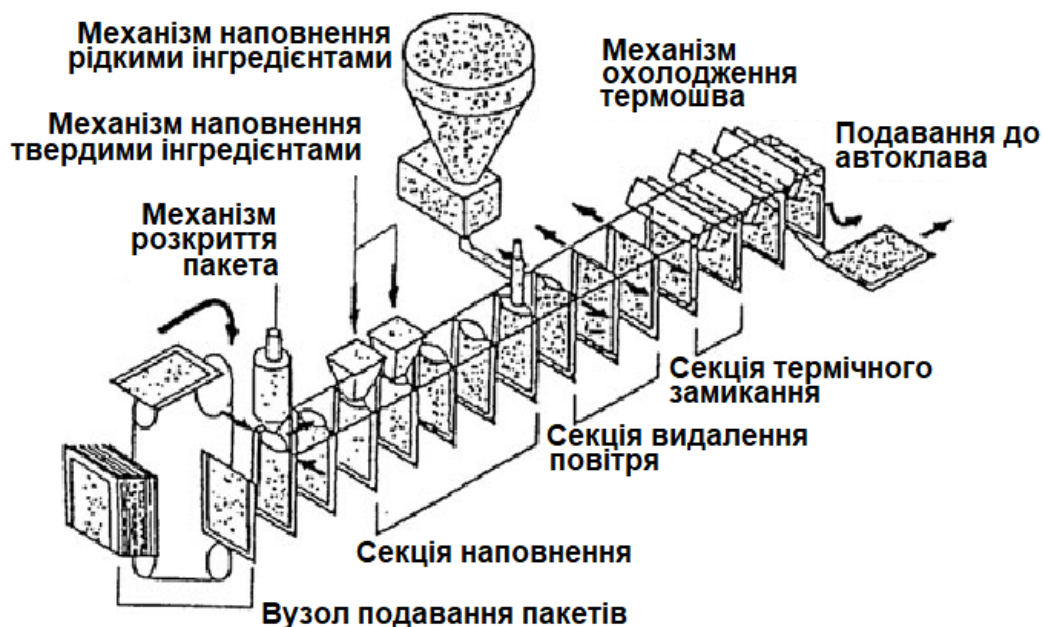


Рисунок 2 – Дільниця наповнення та замикання реторт-пакетів (FS-пакування) — адаптовано з [6]

Наповнення реторт-пакетів є критичним етапом процесу, оскільки важливо, щоб пакет був наповнений продуктом до належного рівня, і щоб продукт ніколи не стикався з зоною замикання. Слід уникати надмірного наповнення пакета, оскільки це не тільки збільшує потенційний ризик забруднення або надмірного ущільнення, але також може спричинити недосягнення потрібних параметрів процесу термообробки через більші габарити продукту в гнучкому пакуванні. Під час обробки та / або процесу стерилізації можуть виникнути такі критичні, істотні та дрібні дефекти.

- Критичним дефектом є втрата пакуванням герметичності або ріст мікробів у продукті. Це вважається потенційною загрозою для здоров'я людини. Ознаками зазначеного дефекту є наявність проколів, тріщин, витоків продукту та ін.

- Істотним вважають дефект, коли нема ознак втрати стану герметичності, проте стан пакування свідчить про її ймовірність. Навіть якщо істотний дефект сам не може вважатися

загрозою для здоров'я людини, перед реалізацією пакувань із зазначеним дефектом слід дослідити достатньо велику кількість проб.

- Дрібним є дефект, що не спричиняє, і не може спричинити, порушення герметичності пакування. Цей дефект лише негативним чином впливає на товарний вигляд продукту [7].

Зазначене вище, у повній мірі стосується м'ясних консервів і консервів на м'ясній основі. Зокрема, консерви м'ясо-рослинні «Плов по-домашньому», «Яловичина з квасолею по-домашньому», «Яловичина з горохом по-домашньому», «Яловичина з капустою по-домашньому» розроблено ВНДІ м'ясної промисловості ім. В.М.Горбатова. Процес стерилізації при пакуванні до реторт-пакетів номінальною місткістю 250 г продукту, здійснюють в автоклавах за температури 120 °С і тиску 0,22-0,25 МПа протягом 80 хв., у т.ч. 20 хв. – підвищення температури в автоклаві, 40 хв – стерилізація, 20 хв – охолодження [6].

М'ясні та м'ясомісткі продукти у реторт-пакуваннях почали зв'язуватися і на вітчизняному ринку [1]. Серед підприємств, що виробляють таку інноваційну продукцію, ТОВ «Дніпрова хвиля» (м. Канів Черкаської обл.). Зокрема, канівські переробники у реторт-пакетах випускають м'ясні консерви з додаванням крупів і овочів, а саме: «Каша рисова з м'ясом свинини», «Каша ячна з м'ясом курки», «Квасоля з овочами та м'ясом яловичини». Ці консерви мають збалансований склад, високу поживну цінність і добрі смакові властивості.

В умовах, коли забезпечення надійності, технологічності та економічності пакування продукції харчової, зокрема м'ясної промисловості, набуває все більшого значення – і в сенсі харчової безпечності, і у сенсі ресурсозбереження – реторт-пакування, значною мірою, відповідає цим тенденціям і має величезні перспективи. Нарощування обсягів відповідної продукції, збільшення її асортименту сприятиме задоволенню потреб споживачів у безпечній якісній харчовій продукції у сучасній, естетично привабливій тарі.

Література

1. Кривошей, В. М. (2015). Реторт-пакети чи банки з жерсті. Що обрати? *Упаковка*, 1, 41-45.
2. Lampi, R. A. (1980). Retort pouch: the development of a basic packaging concept in today' high technology era. *Journal of Food Process Engineering*, 4(1), 1-18. <http://doi.org/10.11/j.1745-4530.1980.tb024.x>.
3. Капитанова А. В. (2007). Инновационная технология производства консервов из рыбы и нерыбных объектов в мягкой (пакетной) упаковке. *Производство рыбной продукции: проблемы, новые технологии, качество: материалы VI Международной научно-практической конференции*. Калининград: Изд-во АтлантНИРО, 151-154.
4. Пасека Б. А., Катусов Д. Н. (2018). Перспектива применения реторт-пакетов в пищевой промышленности. *Роль и место информационных технологий в современной науке: Сборник статей международной научно-практической конференции*, 10 апреля 2018 г. Челябинск: НИЦ «АЭТЕРНА», 103-106.
5. Рябцев, Г. Л., Мікульонок, І. О. (2010). Реторт-пакети: мода чи необхідність. *Упаковка*, 2, 31-38.
6. Рошко, Е. (2004). Упакуйте все меню! Пакеты, допускаемые к стерилизации вместе с пищевыми продуктами. *Пакет*, 6. Режим доступу: http://kursiv.ru/kursivnew/paket_magazine/archive/29/index.php — Дата перегляду: 16.08.2020.
7. Bedón Ruiz, C. (2007). Aplicación del sistema de peligros y puntos críticos de control (HACCP) en las líneas de procesamiento de la empresa olimar bajo metodología Instituto Nacional de Pesca (Tesis de Grado de Magister en Ciencia y Tecnología de Alimentos).

ІННОВАЦІЙНИЙ СУРІМІ-ПОДІБНИЙ МАТЕРІАЛ ДЛЯ ТЕХНОЛОГІЙ М'ЯСОПРОДУКТІВ

Птахівництво в Україні є традиційною галуззю сільського господарства чому сприяють кліматичні умови та розвинуте зернове господарство. Так як птахівництво є скороспілою галуззю, то воно менш капіталомістке та більш мобільне в нестійких умовах трансформаційної економіки. Птахівництво належить до тих галузей сільського господарства, розвиток яких дозволяє прискореними темпами поліпшити забезпечення зростаючого попиту населення на високоякісні продовольчі товари тваринного походження.

Впродовж останніх років в результаті реалізації заходів щодо стабілізації та нарощування обсягів виробництва продукції птахівництва галузь стабільно та динамічно розвивається. Серед основних факторів, які забезпечили зростання обсягів виробництва, необхідно відмітити державну підтримку галузі, приватні інвестиції нових власників в технічне переоснащення та розширення виробничих потужностей підприємств птахівництва, якісне поліпшення племінних ресурсів, сучасний менеджмент та маркетинг. На сьогодні в Україні спостерігається стабільний розвиток ринку продукції птахівництва, однак, окремі важливі аспекти ефективного розвитку птахівництва ще й досі перебувають на стадії розробки та вдосконалення.

Найбільшими виробниками м'яса птиці в Україні є зони степу і лісостепу, де зосереджено найбільша частка птахофабрик. Лідерами з вирощування сільськогосподарської птиці є Київська, Вінницька та Черкаська області. Саме в цих регіонах зосереджена найбільша кількість птахівничих підприємств. У цілому структура розподілу поголів'я птиці по регіонах України досить стабільна. Птахівництво переважно сконцентровано навколо великих міських мегаполісів. Дана система розподілу враховує специфіка виробництва продукції птахівництва та орієнтованість на великі ринки збуту.

Загальна чисельність поголів'я сільськогосподарської птиці в усіх сільськогосподарських підприємствах України становила 204,8 млн. голів. Складна економічна ситуація останніх років стала причиною зниження платоспроможності населення та зменшення споживання окремих категорій продуктів харчування. У той же час, курячі яйця та м'ясо продовжують користуватися попитом.

Птахівництво в Україні та у світі є економічно вигідною галуззю тваринництва, про що свідчить динаміка кількості птиці на сільськогосподарських підприємствах України. Галузь також має значний експортний потенціал та перспективи його нарощування, що є однією зі стратегічних цілей підвищення ефективності розвитку агропромислового комплексу України в майбутньому.

Сучасний рівень соціально-економічного стану нашої країни, дефіцит вітчизняної м'ясної сировини (в першу чергу – яловичини та свинини), а також скороспілість, інтенсивний ріст, висока відтворна здатність, продуктивність і життєздатність сільськогосподарської птиці зумовлюють необхідність розробки і застосування прогресивних науково обґрунтованих технологій її переробки та виготовлення готової продукції з цієї сировини.

М'ясо птиці - цінний продукт харчування. Воно містить повноцінні білки, всі незамінні амінокислоти, жир, макро- і мікроелементи, вітаміни. Більше 85 % білкових речовин м'язової тканини птиці відноситься до повноцінних. Вони містять всі незамінні амінокислоти.

Ресурсозберігаючі технології птахопереробної промисловості передбачають комплексну переробку птиці і максимально повне використання всіх її продуктів. Збереження і раціональне залучення м'яса птиці у харчові технології за рахунок запровадження методів глибокої промислової переробки з метою одержання широкого асортименту продукції різного призначення є актуальною загальнодержавною проблемою.

Технологія переробки птиці за останні роки набула суттєвих змін. Раніше технологія виробництва м'яса птиці передбачала лише забій птиці, патрання, мийку, сортування та охолодження тушок. При цьому головна увага приділялася питанням механізації виробничих процесів і росту продуктивності праці. На даний час при вирішенні цього питання на перше місце висувається вимога повного зібрання сировини, перероблення птиці за безвідходною технологією. Основні принципи останньої полягають в оптимальному використанні м'яса і продуктів патрання, максимальному зібранні побічної сировини (субпродуктів, голів, лап, ший, крил, каркасів тушок) і мінімальних, при цьому, витрат на здійснення технологічного процесу перероблення птиці. Одним із видів сировини для м'ясопереробної промисловості, що досить широко використовується завдяки високій технологічності, значній кількості білку, низькій собівартості, є м'ясо механічного обвалювання індика (ММО). М'ясо птиці механічного обвалювання помітно відрізняється від фаршів, виготовлених з м'яса птиці, обваленого вручну, за рахунок своєї пастоподібної консистенції, що зумовлюється принципом дії обладнання, яке застосовують у його виробництві (сепаратори, преси).

Сурімі - оригінальний японський термін, що відноситься до білого, несмачного і без запаху міофібрильного препарату, отриманого з механічно обваленого м'яса риби, промитого водою окремо і змішаного з кріопротекторами (Stangierski, Zabielski, & Grześ, 2013). Коли концентрацію білка отримують шляхом промивання м'яса, відмінного від риби, продукт називається - сурімі-подібний матеріал (Tina, Nurul, & Ruzita, 2010).

Сурімі-подібний продукт виготовляли шляхом використання різних видів м'яса, таких як яловичина (Park, Brewer, Novakofski, Bechtel, McKeith, 1996), свинина (Янг, 2009), ягнята (McCormick, Bugren, Field, Rule, & Busboom, 1993), вівці (Antonomanolaki, Vareltzis, Georgakis, & Kaldrymidou, 1999), кури несучки (Nowsad, Kanoh & Niwa, 2000), качка (Ismail, Huda, Ariffin, & Ismail, 2010).

Виявлено, що сурімі – подібний матеріал володіє дуже хорошими технологічними властивостями, насамперед високою вологоутримуючою здатністю і термічним гелеутворенням. Однак кінцева якість сурімі – подібного матеріалу, отриманого від промитого м'яса, не завжди ідентична, залежно від сировини та параметрів відновлення, таких як кількість циклів промивання, тип миючих розчинів та співвідношення м'ясо / вода. Крім води, в якості корисних промивних розчинів для обробки сурімі – подібного матеріалу були запропоновані хлорид натрію, бікарбонат натрію і натрій фосфатний буфер.

Щодо використання сурімі – подібного матеріалу з м'яса перспективним є виробництво сосисок зі свинини чи яловичини, крабових паличок з сурімі – подібного матеріалу з курки, м'ясо для гамбургерів з сурімі – подібного матеріалу з качки. Обробка м'яса індика в сурімі – подібний матеріал сприятиме більш повному використанню побічного продукту з менш дорогіших частин індика для виробництва високоякісних м'ясопродуктів, а також запобігання неприємному запаху, потемнінню під час тривалого зберігання. Таким чином, метою даної роботи є дослідження можливості використання розробленого сурімі – подібного матеріалу з ММО індика в технологіях готових продуктів.

Література.

1. Фізико – хімічні показники м'яса птиці механічного обвалювання, промитого різними органічними кислотами. Л.В. Пешук, О.О. Заболотня, Т.М. Іванова// Наукові праці НУХТ 2017. Том 23, № 5, Частина 2.
2. Cortez-Vega W.R., Fonseca, G.G., & Prentice, C. (2013). Optimization of parameters for obtaining surimi-like material from mechanically separated chicken meat using response surface methodology. *Journal of Food Science and Technology*, 52(2), 763–772.
3. Peshuk L., Galenko O., Androsova A., Bogun V. (2016) Meat products for the nutrition of people with the overweight of body - pandemic of XXI century, *Ukrainian Journal of Food Science*, 4(1), 6-17.

HERODIETIC PRODUCTS FROM CHICKEN MEAT

Many scientists have proven that nutrition is the most important factor in our health, especially for children and the elderly. As early as the 5th c. B.C. Hippocrates said, "The best medicine is the right diet." Humanity has learned to continue life, but can not maintain health throughout its life. World medicine has achieved phenomenal successes in surgery, the development of treatment courses, systems of care for patients. The solution to this problem is as our food.

Herodietics - an important factor in the prevention of pathological disorders of physiologically regular aging. The scientific strategy and practice of creation of products of the hereditary purpose includes medical and biological recommendations, which determine the choice of a dietary supplement for correction of the chemical composition of products, technological aspects, which consider the issues of product quality, safety and interaction between individual components of the food composition.

Wellness foods for the elderly should be designed with the basic principles of gerodietics:

- the energy value of foodstuffs must be balanced with the actual needs of the aging organism; excessive energy value of foodstuffs in connection with disturbance of metabolic processes and excretion of products of metabolism, increases the risk of development and progression of visceral pathology (obesity, atherosclerosis, hypertension, oncologic pathology, second-class diabetes);

- food for the elderly should have an inherent health (therapeutic and prophylactic) orientation. According to WHO experts, premature mortality (under 65 years of age) is caused by diseases caused by malnutrition in half of the cases. A sensible diet can prevent many diseases (stroke, hypertension, obesity, anemia, goiter, cirrhosis, cholelithiasis, diabetes, musculoskeletal disorders).

Poultry meat is a valuable food with good nutritional properties. An average of 100 grams of poultry meat contains 16 to 19 grams of protein and about 20 grams of fat. This is almost the perfect ratio for our body, so the meat of the bird is very well absorbed by the human body.

According to the basic periods of development of mankind changed ideas about proper nutrition. There was always the dream of a perfect meal that would contain only useful compounds and help the person to perfect it. At the present stage of knowledge of medicine, biology, physiology, the concept of the ideal food has been transformed into a completely real diet - wellness, which, along with the necessary nutritional components, contains compounds that determine human health.

For the full, rational and safe nutrition of the elderly it is necessary to develop innovative products of therapeutic and prophylactic action, which have anti-stress, adaptogenic, tonic, stimulating and radioprotective properties.

At present, the range of hereditary products, especially meat from poultry and other animals, is very limited and may not fully meet the needs of the elderly and the elderly for such nutrition.

At the Department of technology of meat and meat products, a group of pasty products with extended shelf life for herodietic nutrition of high biological value is being developed. The finished product allows to expand the range of domestic herodietic products, to enrich the daily diet with useful nutrients and dietary fiber that meet the physiological needs of the body and contribute to the preservation of health, efficiency and active creative longevity of man.

Literature.

4. Peshuk L., Galenko O., Radzievska I., Bogun V. (2016) Development of technology of gerontologic food pastes, *Ukrainian Journal of Food Science*, 4(1), 229-236.

5. Putro L. M. (2010) Features feeds of sportsmen, which are specialized in the cyclic types of sport / L. M. Putro // *Sport. medicine.* — N. 1—2. — P. 101—106.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ТА ВДОСКОНАЛЕННЯ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЕЛЕКТРОКОНТАКТНОГО ОБРОБЛЕННЯ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ

Серед великої кількості проблемних питань у м'ясопереробній галузі одне з провідних місць посідає зниження витрат енергетичних і матеріальних ресурсів під час виробництва ковбасних виробів. Подальший розвиток галузі потребує підвищення технічного рівня підприємств шляхом впровадження результатів наукових досліджень, виконаних у напрямку енерго- і ресурсозбереження. Одним із способів вирішення цих завдань є застосування в технологічному процесі фізичних методів оброблення ковбасних виробів. Для застосування цих методів характерна інтенсифікація технологічного процесу, зменшення енерговитрат і високий ступінь механізації і автоматизації виробництва.

Тривалість термооброблення в більшості випадків є відносно значною, питомі витрати теплоти можуть становити 1000 кДж/кг і вище. Внаслідок вищевикладеного такі процеси і апарати є малоефективними і потребують удосконалення. Рішення даного завдання можливо шляхом розширення застосування комбінованих процесів, розроблених з урахуванням особливостей як традиційних, так і інноваційних методів оброблення, наприклад, використання електроконтактного нагріву. Застосування струму промислової частоти (50 Гц) є технічно простішим і економічно доцільним в порівнянні з методами контактного і безконтактного нагрівання струмами підвищених, високих частот та НВЧ.

Електроконтактний нагрів, який переважно, знайшов застосування на м'ясопереробних підприємствах, обмежується досягненням температури всередині продукту 100 °С, і тому отримані вироби мають властивості вареної продукції. Виробництво ковбасних виробів з властивостями смаженої продукції потребують подальшого оброблення з застосуванням додаткових високотемпературних методів нагрівання. Існуюче обладнання з електроконтактним нагріванням в більшості випадків має досить великі габарити, що не дозволяє його застосовувати на підприємствах малої та середньої потужності. В зв'язку з цим набуває актуальність науково-прикладне дослідження, пов'язане з інтенсифікацією процесів термооброблення і зниження енергозатрат під час виробництва ковбасних виробів.

Технологічний процес з використанням обладнання такого типу ведеться наступним чином: ковбасним фаршем заповнюють спеціальні форми, в яких відбувається коагуляція білків шляхом нагрівання способом електроконтактного нагріву. При цьому відбувається перехід від «рідкої» консистенції фаршу до готового виробу, який має здатність зберігати і утримувати форму при подальшому переміщенні. Потім ковбасні вироби звільняють від форми і направляють на остаточне термооброблення.

Висновки. Використання пристрою для обсмажування із застосуванням електронагрівачів та удосконалена конструкція фаршеровподільного блоку електрокоагулятора доцільно застосувати в лініях виробництва м'ясопродуктів, зокрема виготовлення ковбасних виробів без оболонки. Це спростить технологічний процес, призведе до зменшення тривалості виготовлення ковбасних виробів, підвищить економічну ефективність обладнання, а також підвищить якісні і органолептичні показники ковбас.

Література

1. Патент на корисну модель № 100892, 2015 Україна МПК А22С 11/00 – u2015 02435. Пристрій для теплової обробки ковбасних виробів / І.Г. Бабанов, С.Д. Бесіда, О.І. Бабанова. – Заявл. 18.03.15, Опубл. 10.08.2015, Бюл. № 15.

2. Усовершенствование производства колбасных изделий с применением электрофизических методов обработки / І.Г. Бабанов, О.І. Бабанова, В.М. Михайлов, А.О. Шевченко // Scientific Works of University of Food Technologies. – Plovdiv, 2015. – V. LXII. – P. 763–766.

АНАЛІТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ ЖИРІВ

Вступ. Проведено аналітичний огляд процесу очищення жирів з метою визначення можливостей енергозбереження шляхом рекуперації.

Матеріали та методи. Аналітичні дослідження проведені на основі аналізу сучасних наукових літературних джерел.

Результати та обговорення. Жиропереробна промисловість об'єднує підприємства, що випускають різноманітний асортимент продукції. Спільним для усіх цих виробництв являється використання в якості сировини рослинних та тваринних жирів, а також синтетичних жирних кислот. Жиропереробна промисловість випускає жири і олії різного призначення: для прямого використання як харчового продукту; для виготовлення гідрогенізованих жирів, маргарину та майонезу; для виробництва мила, гліцерину, жирних кислот, олій.

У залежності від призначення олій і вимоги до їх якості різні. Нерафіновані олії характеризуються смаком, кольором, запахом, кислотним та йодним числом, масовою долею фосфоліпідів та ін. В оліях, залежно від їх природи, способу видобування та умов зберігання, крім тригліцеридів знаходяться супроводжуючі речовини. Деякі з них небезпечні для здоров'я людини і підлягають обов'язковому вилученню. Особливу увагу слід звернути на те, що крім небажаних домішок під час очищення, з олій вилучаються і біологічно-активні речовини, що суттєво знижує харчову цінність.

Первинна очистка. Первинною очисткою прийнято називати процес вилучення механічних домішок із рослинних олій після пресування. Вміст твердої фази в неочищеній олії коливається в межах від 2 до 10%. Після первинної очистки олія повинна містити не більше 0,05% твердої фази. В нерафінованих оліях містяться домішки і супутні речовини в твердому або рідкому стані, у вигляді частинок різної дисперсності, великих конгломератів або тонкодисперсних суспензій. Відстоюванням називається процес осадження домішок в гравітаційному полі, за рахунок різниці густини. Для підвищення швидкості відстоювання процес здійснюють при підвищеній температурі, що спричиняє часткове розчинення дисперсної фази. Для розподілу фаз відстоюванням використовують уловлювачі гущі, тарілчасті відстійники, тонкошарові пластинчасті відстійники. Процес низько ефективний, можливості його інтенсифікації обмежені. Ефективніше відбувається розділення фаз у відцентрованому полі, яке створюється в центрифугах (сепараторах). Порівняти швидкості осідання частинок у відцентрованому і гравітаційному полях можна проаналізувавши рівняння сил, які діють на частинки. Відцентрові машини по призначенню ділять на:

- Кларифікатори, які використовують для розділення суспензій;
- Пурифікатори для розділення рідин з незначними відмінностями густини.

До переваг відцентрових машин можна віднести високу їх продуктивність, легкість регулювання процесу та незначну його тривалість.

Фільтрування жирів. Цей спосіб базується на транспортуванні рідкої фази (олії) через пористу перегородку в результаті перепаду тиску до перегородки і після неї. На фільтрі залишаються частинки, розмір яких більший пор перегородки. Фактично фільтрування здійснюється через шар осаду, який з часом накопичується на перегородці. Підвищити швидкість фільтрування можна було б за рахунок збільшення тиску, але при цьому буде зменшуватися пористість осаду і збільшуватися його гідравлічний опір потоку рідкої фази, а це призведе до зменшення швидкості фільтрування.

Гідратація олій. До складу харчових жирів входить група складних ліпідів – фосфоліпіди. Це складні ефіри гліцерину, жирних кислот і фосфорної кислоти, яка в свою чергу сполучена з азотистою основою або амінокислотою. До складу харчових жирів з фосфатидів входять

лецетин і кефалін. Вони підвищують харчову цінність олій, але під час зберігання останніх на холоді, в присутності вологи, значна частина фосфоліпідів коагулює і випадає в осад, чим погіршує якість олії. Присутні в олії фосфоліпіди негативно впливають і на процес подальшої переробки, особливо – на гідрогенізацію. Вилучають фосфоліпіди з олій гідратацією, шляхом обробки їх водою, або слабкими розчинами електролітів. Як правило, лецитин і кефалін зустрічаються разом. Кефалін на відміну від лецитину, погано розчиняється у спирті, і цю властивість використовують, щоб їх розділити.

Рекомендується проводити попередній підігрів олії до температури 55-80 °С, в кожухотрубних теплообмінниках. Вміст фузи в необробленій олії призводить до швидкого забруднення теплообмінних поверхонь.

Існують дві основні теорії процесу гідратації. Згідно першої теорії фосфоліпіди, які знаходяться в олії, поглинаючи гідратуючий агент, переходять в колоїдно-розчинений стан, набухають, втрачають розчинність в олії, і за певних умов у вигляді пластівців випадають в осад. Друга теорія пропонує інший механізм процесу гідратації, який полягає в тому, що при внесенні в олію крапель гідратуючого агента (води), на їх поверхні виникає ліпідний шар, який складається з тригліцеридів і невеликої кількості фосфоліпідів. Молекули фосфоліпідів, які характеризуються більшою ніж тригліцериди гідрофільністю, поступово витісняють з ліпідного шару молекули тригліцеридів. Таким чином, фосфоліпіди насичують міжфазний шар, знижуючи міжфазну енергію настільки, що стає можливим диспергування води і утворення термічно стійкої мікрогенної системи. Коли співвідношення фосфоліпідів і тригліцеридів сягає 70:30 спостерігається зниження термодинамічної і агрегативної стійкості системи. Одночасно з цим відбувається збільшення об'єму молекул фосфоліпідів за рахунок орієнтації диполів води навколо тієї частини молекул фосфоліпідів, яка проявляє полярні властивості. Наступає коагуляція, і вся система ділиться на дві фази. До складу олій входять і негідратовані фосфоліпіди, які можна вилучити обробкою олій мінеральними і органічними кислотами, буферними розчинами, розчинами ПАР, адсорбентами та шляхом поляризації. Технологія вилучення фосфатидів із рослинних олій включає наступні основні стадії: змішування олії з гідратуючим агентом; експозиція суміші олія/гідратуючий агент; розділення фаз олія/фосфоліпідна емульсія; вилучення негідратованих форм фосфоліпідів; висушування гідратованої олії. В залежності від потужності і режиму роботи підприємств на них використовуються установки для гідратації невеликої продуктивності і оригінальні високопотужні технологічні схеми з раціональним компонованням обладнання ("Альфа-Лаваль", "Вестфалія", "Кемтек" та ін.).

Методи нейтралізації жирів відрізняються в основному за принципом розподілу фаз. В періодичному методі розподіл фаз частіше відбувається в гравітаційному полі, а в безперервному – у відцентровому полі. Основним недоліком періодичного способу є необхідність тривалого відстоювання олії з метою максимального вилучення з неї соапстоку. При безперервному методі нейтралізації незважаючи на те, що використовуються досить висококонцентровані розчини лугу, омилення недостатнє, тому що процес короткостроковий. Соапстоки, які утворюються в результаті лужної нейтралізації олій мають складний і непостійний склад. Одним із чинників, які впливають на величину жирності, є спосіб лужної нейтралізації, про що свідчать дані таблиці 1.

Табл. 1

Спосіб нейтралізації	Жирність соапстоку (Жс), % до маси соапстоку
Періодичний	35 – 45
Періодичний з водно-солевою підкладкою	8 – 10
В мильно-лужному середовищі (безперервний)	12 – 20
З розподілом фаз на сепараторі (безперервний)	15 – 25
Емульсійний (бавовняна олія) (безперервний)	35 – 45

Відбілювання олій. Необхідність вилучення забарвлюючих речовин виникає у разі подальшої гідрогенізації олій та використання їх у виробництві майонезу та маргаринової продукції. Процес вилучення забарвлюючих речовин з олій називають адсорбційною рафінацією або відбілюванням. Адсорбція в широкому розумінні – це процес концентрування речовини із розчину або газу на поверхні твердого тіла або рідини. Для відбілювання олій використовують активовані відбільні глини, які одержують в результаті термічної та кислотної обробки природних бентонітових глин (алюмосилікатів). У зв'язку з тим, що процес адсорбції проходить на поверхні глин, необхідно щоб сорбенти (глини) мали більш розгалуджену і активну поверхню. За допомогою процесу адсорбційної рафінації жирів крім забарвлюючих речовин вилучаються також фосфоліпіди, мила, продукти первинного та вторинного окислення, метали.

Технологія адсорбційної рафінації жирів включає наступні основні стадії: приготування концентрованої масляної суспензії адсорбенту, підготовка олії до відбілювання (деаерація), попереднє відбілювання, остаточне відбілювання, відділення адсорбенту від відбіленої олії, знежирення, сушка і відвантаження відпрацьованого адсорбенту.

Дезодорація жирів. В жирах містяться речовини, які обумовлюють їх запах і смак. Це – леткі низькомолекулярні жирні кислоти, альдегіди, кетони, ефіри та інші сполуки, які характеризуються низькими граничними концентраціями смаку і запаху. Процес вилучення з жирів цих речовин називається дезодорацією. Процес дезодорації здійснюється періодичним або безперервним методом і полягає в обробці жирів гострим паром при високій температурі під вакуумом і складається з трьох основних стадій: дифузії молекул летких речовин з шару жиру до поверхні випаровування, випаровування молекул летких речовин, вилучення речовин, які випарувалися, з зони випаровування.

Ефективність процесу дезодорації залежить від, складу, леткості і пружності парів летких одоруючих речовин; параметрів процесу (температури, тиску, тривалості), кількості і якості гострої пари та інтенсивності процесу змішування пари з жиром, конструкції і характеристик основного обладнання.

Температура жирів в процесі дезодорації повинна бути досить високою (понад 180 °C) для підвищення пружності парів одоруючих летких речовин, але не перевищувати температуру полімеризації або термічного розпаду тригліцеридів жиру. Олії з високим вмістом низькомолекулярних жирних кислот (кокосова, пальмоядрова) задовільно дезодоруються при порівняно низьких температурах (170 – 185 °C). Олії зі значним вмістом ненасичених жирних кислот вимагають більш високої температури дезодорації (210–230 °C).

Технологія дезодорації жирів включає наступні основні стадії: деаерацію жирів, попереднє нагрівання жиру, остаточне нагрівання жиру до температури дезодорації, дезодорація жиру, охолодження дезодорованого жиру, поліровочне фільтрування.

Висновок. Процес очищення жирів вимагає високих енергетичних затрат у зв'язку з нагріванням та охолодженням сировини у процесі обробки, що дає простір для використання рекуперації теплової енергії, без порушення технологічних умов.

Література.

1. Sánchez-Muniz F.J. Sunflower Oil / J. Sánchez-Muniz, S.Bastida, J.Benedí. – Madrid.: Universidad Complutense de Madrid, 2015.
2. Cakaloglu Busra, Ozyurt Vasfiye Hazal, Otles Semih. Cold press in oil extraction. A review / Cakaloglu Busra, Ozyurt Vasfiye Hazal, Otles Semih // Ukrainian Food Journal. - Vol. 7, Is. 4. – pp. 640-654
3. Інноваційні технології та безпечність олійножирової продукції / М. Осейко, В. Кіщенко, І. Левчук // Харчова і переробна промисловість. – 2008. – № 3(343). – С. 22–24.
4. Технологія рослинних олій [Текст] : Підруч. / М. І. Осейко ; – К. : Варта, 2006. – 280 с.
5. Олії та жири: склад, методи одержання, якість [Текст] / М. Осейко, А. Українець, С. Усатюк та ін. // Харчова і переробна промисловість. – 2004. – № 5(297). – С. 17-19.

Katlego Thetele¹, Vladimir Grudanov²

1 – Former institution from South Africa – Central University Technology, Free-State, Bloemfontein, South Africa

2 – Belarusian State Agrarian Technical University, Minsk, Belarus

IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE CRUSHING PROCESS OF MILK'S FAT GLOBULES IN MILK ON THE BASIS OF DESIGN IMPROVEMENT OF HOMOGENIZERS

Introduction Fat in milk is in the form of the smallest droplets (balls) with a size of 0.5-18 microns. In terms of its density, fat differs significantly from the plasma (skimmed part) of milk, and as a result, fat globules float to the surface. When storing milk, as well as prolonged ripening without mixing, a layer of cream is allocated on its surface. There is a need to prevent sluggish cream. In order to reduce the delamination of dairy raw materials in the dairy industry, the process of homogenization is used. Homogenization of milk is a mechanical treatment of milk (cream), which consists in grinding fat globules by influencing significant external forces on the milk. Reduction in size and uniform distribution in milk is achieved by exposing the milk to a significant external force (pressure, ultrasound, high-frequency electrical treatment, etc.) in special machines – homogenizers.

The aim of research is to improve the efficiency of the crushing process of milk's fat globules in milk on the basis of design improvement of homogenizers.

Materials the physical state and concentration of the fat fraction during homogenization affect the size of the fat globules. Homogenization of cold milk, in which fat is mainly present in the hardened state, is practically unworkable. Processing milk at a temperature of 30-35 °C leads to an incomplete dispersion of the fat fraction. Homogenization is truly effective when the entire fat phase is in a liquid state. Products with increased mass fraction of fat tend to form large accumulations of fat globules. Creams with a fat content higher than 12% can not be successfully homogenized at standard excess pressure, as the fat balls stick together in the bunches.

Methods. The homogenization is carried out at a temperature of 55 to 80 °C, at a pressure of 10 to 25 MPa (100-250 bar), depending on the type of product being treated. When a stream passes through a narrow channel, its velocity increases. The velocity will increase until the static pressure drops to a level at which the liquid boils. The maximum speed depends mainly on the inlet pressure. When the liquid leaves slit, the speed decreases, and the pressure begins to rise. The boiling of the liquid stops, and the vapor bubbles explode. In the process of homogenization, milk is pushed through a narrow gap in which fat globules are destroyed.

There are two basic theories of crushing fat globules. The first theory of the destruction of balls by turbulent eddies ("micro vortexes") is based on the fact that a fluid flowing at a high velocity generates a large number of turbulent micro flows. If the turbulent micro current collides with a fat droplet, then it collapses. This theory makes it possible to foresee changes in the results of homogenization when the applied pressure is changed. This relationship was found in many studies.

The second theory of cavitation states that droplets of fat are destroyed by shock waves that occur during explosions of vapor bubbles. According to this theory, homogenization occurs when the liquid leaves the gap. This was confirmed in practice. However, homogenization is possible without cavitation, but in this case it is less effective.

Results. Milk under high pressure penetrates between the seat and the valve. The width of the gap is approximately 0.1 mm, which is 100 times the diameter of the fat globules in homogenized milk. The velocity of the liquid passing through a narrow annular gap is usually in the range of 100-400 m / s, and its homogenization occurs in 10–15 microseconds.

During this time, all the energy of pressure is converted into kinetic energy. A portion of this energy, once passed through the mechanism, is again converted to pressure; the other is released as heat (every 40 bars of pressure drop after passing through the mechanism, the temperature is raised by 1 °C). Homogenization hides less than 1% of all this energy, and yet homogenization with high pressure is still the most effective method of all available today.

If in a traditional valve homogenizer the passage of the product through two valve slots gives a completely satisfactory quality of homogenization, then it would be logical to assume that an increase in the number of slots, as in the figure, will have a positive effect.

The productivity of the homogenizer V is calculated from the formula

$$V = z \cdot \left(\pi \cdot \frac{D^2}{4} \right) \cdot s \cdot n \cdot 60 \cdot \eta_{ef}$$

Where, z – number of plungers;

D – Diameter of the plunger, m;

s – Plunger stroke, m;

n – Crankshaft rotation speed, min^{-1} ;

η_{ef} – Volumetric efficiency.

Discussion. Valve-type homogenizers can be installed in a full homogenization line and in a line for separate homogenization of dairy raw materials. Full homogenization is the most common way of homogenization of drinking milk and milk, intended for the production of fermented milk products. The fat content of milk, and sometimes the content of dry fat-free residue (in the production of yogurt, for example) is normalized to homogenization.

Separate homogenization means that the bulk of the skimmed milk is not exposed to it. Cream and a small amount of skim milk are homogenized. This method of homogenization is usually used for pasteurized drinking milk. The main advantage of separate homogenization is its relative profitability. The total energy consumption is reduced to about 65% due to the smaller amount of milk passing through the homogenizer.

Conclusion. The purpose of homogenization is to disintegrate or finely distribute the fat globules in the milk in order to reduce creaming. The milk is forced through a narrow gap between the valve seat and the valve member. Homogenization may be total or partial. Partial homogenization is a more economical solution, because a smaller homogenizer can be used. Homogenization must always be sufficiently efficient to prevent creaming. The size of the milk fat globules in the homogenized milk determines the speed at which creaming occurs.

The degree of homogenization is a function of the difference between pressure of the emulsion at the inlet of the valve and the pressure at the outlet. Homogenization valve yields improved homogenization efficiency. For a constant flow rate pump, a desired homogenizing pressure is maintained by adjusting the gap between the valve member and the valve seat. Plunger homogenizer solves the problem of increasing the degree of homogeneity and stability of the emulsions obtained, in particular, during the process of homogenization of milk and dairy products. The effects of high pressure homogenization were studied.

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ФРАКЦІОНУВАННЯ СИПКИХ СУМІШЕЙ ТВЕРДИХ ЧАСТИНОК ЗАДАНИМ КОЕФІЦІЄНТОМ ЗОВНІШНЬОГО ТЕРТЯ

Вступ. Із підвищенням вмісту води поверхні сипких тіл послаблюється ступінь механічної свободи складових шару сипких тіл, що спричиняє погіршення показників роботи сито-повітряних сепараторів з очищення сипких сумішей перемінної вологості. Обґрунтовано гіпотезу та експериментально доведено можливість управляти показниками продуктивності й ефективності сепарування вологих сипких сумішей зміненням коефіцієнту зовнішнього тертя. Нашими дослідженнями обґрунтовано спосіб та режими управління коефіцієнтом зовнішнього тертя, отримано математичну модель для сумішей зерна різних структурно-механічних властивостей для заданої тривалості фракціонування. Також отримано математичні залежності продуктивності й ефективності сепарування від значень коефіцієнту зовнішнього тертя та витрат енергії.

Актуальність теми. Домішки зерна, як правило, погіршують його харчову цінність, а біологічні – й безпечність довготривалого зберігання. В зерно домішки потрапляють з поля, зібраним урожаєм, при транспортуванні, зберіганні, переробці, тощо. Тому зернові суміші та суміші продуктів подрібнення зерна фракціонують впродовж усього періоду їх зберігання та переробки на зернопереробних підприємствах. Нестабільність параметрів функціонування ситових сепараторів пов'язують із перемінними значеннями сипкості та поведінки твердих частинок в рухомому середовищі та дією струменю газів заданої енергії. Технологічно пов'язані процеси сепарування в технології післязбиральної обробки зерна та подальшої його переробки впливають на роботу інших, технологічно взаємопов'язаних, процесів. Тому показники роботи сепараторів та стабільність процесів фракціонування важливо забезпечувати в заданих діапазонах перемінних значень, що не перевищують допустимі.

Матеріали та методи. Сипкі матеріали різних структурно-механічних властивостей, течії струменів газів різної енергії та вологовмісту, моделі з управління процесами фракціонування. Методи прикладних та емпіричних досліджень процесів фракціонування, а також математичної обробки результатів досліджень.

Результати та обговорення.

Наявність механічно-зв'язаної води на поверхні сипких частинок суттєво погіршує їх сипкість. Це суттєво ускладнює застосування ситових і повітряних сепараторів для очищення зерна від сміттєвих домішок. З цієї причини таку суміш у виробничих умовах частіше всього зневоднюють без попереднього її очищення від сміттєвих домішок, що є порушенням нормативних вимог технології післязбиральної обробки та спричиняє додаткові витрати енергії на сушіння й погіршення стану пожежовибухобезпеки [1, 3, 4].

Нашими дослідженнями встановлено, що для різних компонентів зернової суміші однакових розмірів і форми залежність їх сипкості від вологості є неоднакова і простежується така закономірність. За однакової вологості сипкість частинок меншої об'ємної маси погіршується більшою мірою.

На наше переконання результати наших досліджень з питань управління сипкістю сумішей твердих частинок можна застосовувати для більшості сипких капілярно-пористих тіл перемінної вологості 10 – 45%, розміром частинок до 0,015 м, об'ємною масою до 900 кг/м³ за нормальних умов (природних) параметрів довкілля.

Для частинок з натурною масою значно меншої від зерна ($N < 250$ кг/м³) (легких домішок) ця залежність від води проявляється кількакратно більшою мірою від твердих частинок з $N > 650$ кг/м³.

За результатами виконаних досліджень отримано залежність кута зовнішнього тертя від вологості поверхневих шарів легких домішок (Ψ_d) в діапазоні вологості $W_d = 6 - 80\%$ (1) та зерна пшениці (Ψ_z), в діапазоні вологості $W_0 = 13 - 38\%$ (2):

$$\Psi_D = 38,38 + 0,198 \cdot W_D, \quad (1)$$

$$\Psi_3 = 27,5 + 0,039 W_3, \quad (2)$$

де Ψ_D і Ψ_3 – кути зовнішнього тертя домішок об'ємною масою 110...130 кг/м³ в діапазоні їх вологості $W_D = 6...55\%$ та зернинок пшениці в діапазоні вологості $W_3 = 13...38\%$; W_D і W_3 – вологість домішок та зернинок пшениці відповідно.

Як бачимо із наведених виразів (1) і (2) ці залежності носять лінійних характер для різних по густині твердих частинок.

Економічні показники доцільності (E) застосування технології підвищення ефективності та збільшення продуктивності сепарування вологої зернової суміші а також вибору раціональних режимів і тривалості, або кількості підведеної теплоти робочих газів до вологих зернових сумішей представлено виразами 3...5:

$$E_{\text{сепар}} = 45,56 + 0,216 \cdot q_{n.c}, \quad (3)$$

$$E_{\text{суш}} = 253,59 + 2,619 \cdot q_{n.c}, \quad (4)$$

$$E_{\text{узагаль}} = 190,48 + 1,997 \cdot q_{n.c}, \quad (5)$$

де $E_{\text{сепар}}$, $E_{\text{суш}}$ і $E_{\text{узагаль}}$ – відповідно доходи зернозаготівельного підприємства з підвищення ефективності і збільшення продуктивності роботи зерноочисного сепаратора типу БСХ-100 з очищення вологої суміші зерна та домішок від енерговитрат технології покращення сипкості зернової суміші, грн; дохід від зменшення вологовмісту вологої зернової суміші завдяки технології покращення її сипкості, грн.; узагальнений дохід підприємства від витрат $q_{n.c}$ на технологічну обробку вологої зернової суміші, грн.

Результати експериментальних даних дозволили підтвердити гіпотезу щодо впливу на коефіцієнт зовнішнього тертя частинок компонентів зернової суміші лише вологовмісту поверхневих шарів цих частинок і пов'язаного із ним показника ефективності подільності (сепарування) зернової суміші та сипкості, або продуктивності процесу сепарування. Подібна залежність властива для суміші інших зернових культур, з подібними зерну пшениці структурно-механічними властивостями і домішок зерна.

Висновки:

1. Домішки зерна суттєво погіршують харчову цінність та безпечність довготривалого зберігання.

2. Нестабільність роботи сепаратора негативно відображається на роботі технологічно взаємопов'язаних із ним устаткуванням зернозаготівельних та зернопереробних підприємств.

3. Із збільшенням вологовмісту (вологості) капілярно-пористих тіл їх сипкість погіршується і відповідно погіршуються показники роботи ситових й повітряних сепараторів з фракціонування компонентів суміші цих тіл;

4. Управляти показниками роботи сепараторів можна заданим змінням коефіцієнта зовнішнього тертя компонентів суміші зерна й домішок. Затрати розробленої технології для базової технології зернозаготівельного підприємства можуть становити 0,18 – 0,30 грн/ф.т. ;

5. Отримані напівемпіричні вирази управління сипкістю сумішей та економічної ефективності доводять технологічну можливість і економічну доцільність застосування вказаної технології. Затрати із застосуванням розробленої технології в 6 – 8 разів менші від доходів підприємства.

6. Розроблена технологія покращення показників роботи сепараторів змінням коефіцієнта зовнішнього тертя є технологічно доцільною й економічно виправданою.

Література:

1. Інструкція по сушінню продовольчого, кормового зерна, насіння олійних культур та експлуатації зерносушарок. – Одеса–Київ, 1997. – 72 с.
2. Гончаров Е.С. Механико-технологическое оборудование и разработка универсальных вибрационных зерновых сепараторов. Автореф. дис. д.т.н.// – М.: – 1986. – 34 с.
3. Непомыцкий Е.А. Кинетика сепарирования зерновых смесей.// – М.: Колос, –1982–175с.
4. Тастанбеков С.Т. Основы расчета траектории движения зерновок в процессе гидросепарирования /Тезисы докл.У Всесоюзной науч.конф. Механика сыпучих материалов. – Одесса. 1991. – С.168..

TECHNOLOGICAL FEATURES OF COMPLEX PROCESSING OF INDUSTRIAL HEMP SEEDS

Introduction. Our work's aim is theoretical and experimental studies of the aspects of industrial hemp seeds' complex processing.

Materials and methods. Research materials are the seeds of industrial hemp of the Ukrainian selection of the Hliana variety, cold press hemp oil and hemp kernel. A distinctive feature of this variety is the absence of the psychotropic substance tetrahydrocannabinol.

To study the physical, chemical and technological indicators of the quality of industrial hemp seeds during long-term storage (12 months), we prepared 12 polypropylene containers with the original hemp seeds after their cleaning and drying processing.

Samples of hemp oil were obtained using a PCI 250 screw press, and examples of hemp seed kernels were obtained using an experimental centrifugal device to isolate the kernel.

Results and discussion. It was detected that the moisture content in the industrial hemp seeds was 8.2–10.0%; seed purity was 97.5–99.8%; oil content was 31.9–34.3%; the weight of 1000 seeds was 17.7–19.2 g; bulk density of sources was 503,8–530 g/l. It was found that the reduction of the industrial hemp seeds' oil content in the second half of the shelf life, which is explained by the course of biochemical processes in it during long-term storage. The yield of pressurized filtered oil increased at the end of the shelf life.

It was detected that the increase of the oil acid value during the seeds' entire shelf life (0.91–1.46 mg KOH/g). The peroxide value in the first half of the shelf life of industrial hemp seeds did not exceed 5 ½ O mmol/kg, and in the second half, it increased to 10 ½ O mmol/kg. This is due to the increased storage temperatures of hemp seeds from May to August.

In the fatty acid composition of hemp oil of the first cold pressing the primary unsaturated fatty acids in the studied hemp oil are oleic (14.9–19.4%), linoleic (53.4–56.6%), α -linolenic (11.3–16.2%). The ratio of essential acids ω -6 and ω -3 in the studied hemp oil samples is close to ideal – 3.4:1–5.0:1. Today, the exceptional importance of ω -3 polyunsaturated fatty acids for maintaining physical and mental health and preventing some diseases.

The yield of press cake was 67.1–70.0% at the humidity of 6.6–9.0% and at the oil content of 9.5–12.3%. The filter sludge result was 4.6–8.6% at 4.4–16.8% moisture and 49.2–64.4% oil content.

The hemp kernel yield was 33.2–41.4%; content in hemp kernel: moisture – 6.9–7.8%, impurities – 0.01–0.04%. It was established that the oil content in the hemp kernel obtained from the seeds of the Ukrainian selection of the Hliana variety increased by 5.9–8.5% in comparison with the hemp kernel obtained from the seeds of the Ukrainian selection of the Hlesiia variety.

Conclusions. The expediency of using the industrial hemp seeds of the Ukrainian selection of the Hliana variety for analytical processing at standardization of storage conditions within a year is proved.

Keywords: Hemp, Seed, Storage, Oil, Kernel, Functionality, Health.

References

1. Oseyko M., Sova N., Lutsenko M., Kalyna V. (2019), Chemical aspects of the composition of industrial hemp seed products, *Ukrainian Food Journal*, 8 (3), pp. 544–559.
2. Oseyko M., Sova N., Petrachenko D., Mykolenko S. (2020), Technological and chemical aspects of storage and complex processing of industrial hemp seeds, *Ukrainian Food Journal*, 9 (3), pp. 545–560.
3. Oseyko M., Shevchyk V. (2020), Chemical and microbiological aspects of scientific fundamentals ecologies oils, compositions, bioditudents and preparations in the KTIOL[®] system, *Book of abstracts «Food chemistry. Modern methods for production of food, food additives and packaging materials»*, Lviv, October 7-9, Lviv Polytechnic National University, pp. 34.
4. Oseyko M., Sova N. (2020), Aspects of the chemical composition of pressed oil from industrial hemp seeds, *Book of abstracts «Food chemistry. Modern methods for production of food, food additives and packaging materials»*, Lviv, October 7-9, Lviv Polytechnic National University, pp. 71.

ПІДВИЩЕННЯ СТУПЕНЮ ОЧИЩЕННЯ РЕКТИФІКОВАНОГО ЕТИЛОВОГО СПИРТУ ВІД ЛЕТКИХ ДОМІШОК

Вступ. Отримання ректифікованого етилового спирту високої якості можливе при умові більш глибокого вилучення та концентрування летких домішок спирту на тарілках брагоректифікаційних установок. Для цього процеси перегонки бражки і очищення спирту проводять в автоматизованому режимі, використовують закритий обігрів колонного обладнання, збільшують кількість контактних пристроїв: в бражній колоні від 25 до 28-30, епюраційній – від 40 до 51-57, ректифікаційній – від 78 до 88-90, сивушній – від 60 до 80, розгінній – від 40 до 60 тарілок, проводять гідроселекцію домішок в розгінній та епюраційній колонах, збільшують зону пастеризації спирту в ректифікаційній колоні від 3-5 до 10-15 тарілок, брагоректифікаційну установку оснащують додатково колоною кінцевого очищення, дія якої відбувається в режимі повторної епюрації, масообмінні колонні апарати оснащують барботажно-провальними тарілками циклічної дії та ін. Разом з тим підвищення ступеню вилучення та кратності концентрування домішок потребує збільшених витрат гріючої пари та гарячої пом'якшеної води для проведення гідроселекції.

Теоретичні розробки П.С. Циганкова і П.Л. Шияна доводять, що ступінь розділення органічних домішок та етилового спирту залежить від різниці значень їх коефіцієнтів випаровування. Для головних домішок (естерів та альдегідів) ця різниця приймає максимальні значення за низької концентрації спирту у розчинах - 6...8 % об. Для ефективного видалення проміжних домішок (вищих спиртів) концентрацію етилового спирту у розчинах зменшують до 4...5 % об. Для збільшення коефіцієнтів випаровування кінцевих домішок (метилового спирту) доцільно здійснювати помірну гідроселекцію та забезпечити концентрацію етанолу на тарілках в межах 60 % мол. і вище. Із практичного досвіду сумісної переробки головних та сивушних фракцій відомо, що для підвищення ступеню видалення головних та частини проміжних домішок в розгінній колоні збільшують витрати гріючої пари на 28,7 % (від 2,56 до 3,59 кг/кг а.а.) [1]. З метою отримання більш очищеного від головних та частини проміжних домішок епюрату в останні роки використовують спосіб екстрактивної ректифікації бражного дистиляту. Проведення гідроселекції в епюраційній колоні дозволяє створити умови для підвищення коефіцієнтів ректифікації летких домішок, супровідних спирту, та забезпечити їх максимальне видалення з головною фракцією спирту етилового. За умови отримання спирту «Люкс» або «Пшенична сльоза» мінімальний відбір головної фракції із конденсатора епюраційної колони становить 5 % від кількості ректифікованого спирту. При включенні в схему брагоректифікації розгінної колони її відбір збільшують до 8-10 %. Для підвищення ступеню вилучення летких домішок спирту з головною фракцією проводять гідроселекцію домішок в епюраційній колоні. Для цього на верхню її тарілку безперервно подають гарячу воду в кількості, що забезпечує концентрацію етилового спирту в епюраті 22-29 % об. Для проведення гідроселекції зазвичай використовують пом'якшену воду або конденсат пари з температурою 90...92 °С. Лютерну воду використовують в меншій мірі через значний вміст в ній органічних кислот, які сприяють новоутворенню органічних домішок. З метою зменшення витрат пом'якшеної води або конденсату пари та енерговитрат на нагрівання води до вищевказаної температури за умови високого ступеню очистки кубової водно-спиртової рідини від домішок для проведення гідроселекції останню подають у верхню зону концентраційної частини епюраційної колони.

В умовах високої конкурентоздатності товарного ректифікованого спирту як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках збуту в умовах сьогодення визначальними показниками його якості є концентрація в готовому продукті альдегідів, естерів, сивушного масла, а саме ізопропілового спирту, і метанолу.

Актуальність теми обумовлена визначенням оптимальних технологічних режимів розгонки спиртовмісних напівпродуктів і побічних продуктів брагоректифікації в розгінній колоні, епюрації бражного дистиляту в епюраційній колоні, концентрування ректифікованого спирту в спиртовій колоні та його повторної епюрації в колоні кінцевого очищення, за яких вміст органічних домішок в готовій продукції буде найменшим.

Матеріали та методи. Методи досліджень — аналітичні, хімічні, фізико-хімічні з використанням приладів та методики досліджень, що застосовуються у виробництві ректифікованого етилового спирту. Концентрацію летких домішок спирту визначали на газовому хроматографі з колонкою HP FFAP 50 m×0,32 m. Аналіз дослідних проб виконували згідно ДСТУ 4222:2003 «Горілки, спирт етиловий та водно-спиртові розчини. Газохроматографічний метод визначення вмісту мікрокомпонентів».

Результати та обговорення. Дослідження проводили у виробничих умовах Чуднівської філії ДП «Житомирський лікєро-горілочний завод». Діюча брагоректифікаційна установка непрямої дії включала типові бражну, епюраційну, спиртову колони, а також розгінну колону циклічної дії, оснащену барботажно-провальними тарілками. Періодичний перелив рідини з тарілки на тарілку відбувався завдяки примусовій роботі переливних пристроїв, що містили рухомі елементи, зв'язані з приводними механізмами (пневмоциліндрами двобічної дії типу DNT 63-100-PPV-N3), які рухались по чергово відповідно до програми контролера M340 фірми «Schneider Electric». Управління мехатронними підсистемами відбувалося сучасними комп'ютерно-інтегрованими засобами [2]. В розгінну колону подавали головну фракцію (ГФ) в кількості 46,5 дм³ абсолютного алкоголю (а.а) на годину із конденсатора епюраційної колони, погони із конденсатора сепаратора CO₂ в кількості 16,7 дм³ а.а/год, із конденсатора бражної колони в кількості 29,2 дм³ а.а/год і сивушний спирт в кількості 7,8 дм³ а.а/год. Загальні витрати погонів живлення становили 125,4 дм³/год або 100,2 дм³/год в перерахунку на а.а. Для гідроселекції головних та частини проміжних домішок на верхню тарілку розгінної колони безперервно подавали конденсат пари. Естеро-сивушний концентрат відбирали з верхньої частини декантатора, альдегідно-метанольний концентрат – із конденсатора колони. Загальна кількість сивушно-естеро-альдегідного концентрату (СЕАК) становила 2,5 дм³/год. Водно-спиртову суміш із нижньої частини декантатора подавали у вигляді флегми на верхню тарілку колони.

Встановлено, що найбільш ефективно звільнення кубової рідини від летких домішок спирту відбувалося за концентрації етилового спирту в рідині 4 % об. При цьому в повній мірі видалялися естери, а ступінь видалення альдегідів і вищих спиртів сивушного масла була максимальною. Фізико-хімічні показники бражного дистиляту (БД), кубової водно-спиртової рідини (КВСП) і СЕАК приведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Фізико-хімічні показники бражного дистиляту, кубової водно-спиртової рідини розгінної колони, концентрату домішок і епюрату

Група домішок	Концентрація, мг/дм ³				
	БД	КВСП	СЕАК	Е1	Е2
етанол, % об.	48,8	4,0	72,5	40,0	26,0
альдегіди	61,4	2,7	90886,9	4,5	1,8
естери	186,4	-	82370,4	1,6	-
метанол, %	0,044	0,13	16,72	0,027	0,010
сивушне масло	18820,0	1212,7	766063,2	7786,3	4492,1
ізопропіловий спирт	4,9	0,07	607,8	4,6	1,2

Для максимального звільнення епюрату від естерів, альдегідів і верхніх проміжних домішок (вищих спиртів сивушного масла) проводили гідроселекцію в епюраційній колоні. Враховуючи ефективну ступінь очищення кубової рідини розгінної колони від домішок з метою зменшення витрат гарячого конденсату на верхню тарілку епюраційної колони безперервно подавали кубову рідину в кількості, що забезпечувала концентрацію етилового спирту в епюраті 26 % об. За таких умов зростала ступінь вилучення і кратність

концентрування цих домішок, в тому числі ізопропілового спирту – домішки, яка є визначальною при оцінці якості готової продукції. Відомо, що концентрація ізопропанолу в ній не повинна перевищувати 1,5 мг/дм³. В ході досліджень встановлено, що проведення подвійної гідроселекції дозволяє зменшити концентрацію ізопропілового і метилового спиртів в епюраті (Е2) на 74 %, сивушного масла на 42,3 % в порівнянні з епюратом (Е1), отриманого без проведення гідроселекції в епюраційній колоні (таблиця 1).

Для визначення оптимального режиму очищення етилового спирту від домішок в процесі його концентрування в спиртовій колоні збільшували зону пастеризації від 5 до 10 тарілок. В ході досліджень відбирали дослідні проби з 3, 5, 7 і 10-ї тарілок, рахуючи зверху, і визначали фізико-хімічні показники ректифікованого спирту хроматографічним методом для встановлення їх відповідності вимогам ДСТУ 4221:2003 для спирту «Люкс» [3].

Встановлено, що кращі показники мав зразок спирту, пробу якого відбирали з 10-ї тарілки, рахуючи зверху. Для підвищення органолептичних показників ректифікованого спирту і зменшення концентрації в ньому метилового спирту в брагоректифікаційну установку була включена додаткова колона кінцевого очищення, дія якої відбувалася в режимі повторної епюрації. Результати хроматографічного аналізу дослідних проб 1 і 2 ректифікованого спирту, що відбирались з 5 і 10-ї тарілок спиртової колоні і проби 3, що відбиралась з 4-ї тарілки колоні кінцевого очищення, приведені в таблиці 2.

Таблиця 2 – Фізико-хімічні показники ректифікованого спирту, отриманого шляхом відбору з 5, 10-ї тарілок спиртової колоні і 4-ї тарілки колоні кінцевого очищення

Домішки	Концентрація, мг/дм ³		
	Проба 1	Проба 2	Проба 3
альдегіди	0,31	0,21	0,18
метиловий спирт	0,001	0,0007	0,0003
сивушне масло (ізопропіловий спирт)	1,94	1,65	0,93

Із даних таблиці 2 видно, що показники дослідних проб 1, 2 і 3 відповідали вимогам стандарту [3]. Збільшення зони пастеризації в спиртовій колоні до 10 тарілок за рахунок збільшення загальної їх кількості дозволяє зменшити в товарному спирті концентрацію альдегідів на 32,3 %, метанолу на 30 %, сивушного масла на 15 %. Більш якісний ректифікований етиловий спирт можливо отримати після його додаткового очищення від домішок в колоні кінцевого очищення (проба 3).

Висновок. Для підвищення ступеню очищення ректифікованого етилового спирту від домішок доцільно використовувати колонне обладнання циклічної дії, в кубовій частині розгінної колоні забезпечити концентрацію етилового спирту, яка не перевищує 4 % об., останню використовувати для проведення гідроселекції в епюраційній колоні, в спиртовій колоні збільшити зону пастеризації до 10 тарілок. При цьому якісні показники ректифікованого спирту відповідають вимогам стандарту для спирту «Люкс». Для отримання більш очищеного спирту, наприклад, «Пшенична сльоза», в технологічну схему доцільно включати колону кінцевого очищення, дія якої відбувається в режимі повторної епюрації. У всіх випадках необхідно забезпечити контроль технологічних параметрів і роботу технологічного обладнання в заданому автоматизованому режимі.

Література.

1. Шиян П.Л. Інноваційні технології спиртової промисловості. Теорія і практика: монографія / П.Л. Шиян, В.В. Сосницький, С.Т. Олійнічук. – К.: Видавничий дім «Асканія», 2009. – 424 с.
2. Патент України 137555 B01D 3/00. Спосіб вилучення етилового спирту із головних та сивушних фракцій / Булій Ю.В., Дмитрук А.П., Дмитрук П.А. – Заявлено 17.04.19; Опубл. 25.10.19. Бюл. № 20/2019. – 8 с.
3. ДСТУ 4221:2003. Спирт етиловий ректифікований. Технічні умови.

ОСНОВНІ СТАДІЇ ФІЛЬТРУВАННЯ У ВИРОБНИЦТВІ ЛІКЕРО-ГОРІЛЧАНОЇ ПРОДУКЦІЇ

Виробництво горілок та горілок особливих, напоїв лікєро-горілчаних є системою технологічних процесів при цьому одним з основних є фільтрування. На сьогодні обов'язково контролюють перебіг фільтрування за технічними параметрами: тиском, температурою, протоком в одиницю часу тощо. Застосовують фільтри різних типів під час виробництва горілок і горілок особливих на стадіях фільтрування [1]:

- спирту етилового ректифікованого під час приймання з транспортних цистерн або із спиртосховища;
- води підготовленої та що використовується під час підготовки основних матеріалів до роботи у вугільно-очисній батареї;
- повітря з компресора, що використовується для приготування сортівки та автоматизації пневмосистем з метою видалення з нього механічних домішок, аерозолів масла і вологи;
- сортівок, які додатково обробляють перед вугільно-очисною батареєю порошкоподібним активним вугіллям за Полтавською схемою;
- сортівок перед вугільною колоною для захисту активного вугілля у колонах вугільно-очисної батареї від потрапляння механічних і колоїдних домішок;
- очищених сортівок для видалення частинок активного вугілля, що могли мігрувати з вугільної колони вугільно-очисної батареї або установок додаткового оброблення імпрегнованим активним вугіллям шляхом картриджного фільтрування;
- видалення залишкової кількості білкових речовин після додаткової обробки приготованої сортівки знежиреним сухим молоком та білком перепелиного яйця;
- інгредієнтів перед задаванням у довідні ємкості;
- чистого браку;
- водно-спиртової суміші, яку використовують для споліскування нових пляшок що надходять на автомат розливу;
- попереднє фільтрування перед внесенням у купажну (доводну) ємність для горілок особливих деяких видів настоїв спиртових,
- попереднє фільтрування для освітлення спиртованих соків, екстрактів, морсів на основі плодово-ягідної сировини та настоїв на основі рослинної сировини під час виробництва лікєро-горілчаних напоїв;
- купажів лікєро-горілчаних напоїв, приготованих на основі плодово-ягідної та рослинної сировини для збільшення їх колоїдної стабільності та стійкості до утворення осадів під час зберігання;
- перед розливом із застосуванням систем контрольного фінішного полірувального каскадного фільтрування;
- пари, що використовують для регенерації активного вугілля та з іншою технологічною метою;
- води питної та підготовленої для миття основних фільтрів та ємкостей.

Висновок. Під час виробництва лікєро-горілчаної продукції необхідно послідовно урахувати операції та обладнання застосування та контролювання стадії фільтрування для одержання якісного готового продукту.

Література

1. Інноваційні технології продуктів бродіння і виноробства: підруч. / С.В. Іванов, В.А. Домарецький, В.Л. Прибильський та ін. — К.: НУХТ, 2012. — 487 с.

ОБРОБЛЕННЯ СОРТІВКИ НЕТРАДИЦІЙНИМ ТКАНИННИМ МАТЕРІАЛОМ

Відповідно до виробничого технологічного регламенту на виробництво горілок та горілок особливих є традиційні та нетрадиційні способи очищення сортівки.

До традиційного способу відносять обробку сортівки у нерухомому шарі активного вугілля динамічним методом у вугільно-очисній батареї, яка складається з пісочних фільтрів попередньої та остаточної фільтрації та вугільних (однієї або двох) колонок, з'єднаних послідовно або паралельно. Цей спосіб є обов'язковим в Україні під час очищення сортівки.

Окрім класичного способу додатково використовують нетрадиційні способи [1]:

- оброблення сортівки із застосуванням порошкоподібного вугілля за Полтавською схемою з наступним доочищенням у вугільно-очисній батареї активним вугіллям та установках «Ручей» та «АЛПО» (Росія), «ДІВЕ» (Україна);

- додаткового очищення імпрегнованим активним вугіллям після вугільно-очисної батареї системою фільтрувальних елементів «Срібної фільтрації»[©], «Золотої фільтрації»[©], «Платинової фільтрації» іноземного виробництва.

Оскільки для додаткового очищення, в основному використовують установки іноземного виробництва нами було досліджено очищення сортівки активованим вуглецевим волокном (АВВ) та активованим модифікованим вуглецевим волокном (АМВВ).

Активоване вуглецеве волокно має розвинуту мікропористу структуру та різні функціональні групи, а продуктивність адсорбції краща, ніж у гранульованого активованого вугілля. Швидкість адсорбції є ефективнішою, а питома площа поверхні більшою. Падіння адсорбційних властивостей незначне, навіть при повторюванні процесів адсорбції та десорбції.

Активоване вуглецеве волокно - хімічно стійкий матеріал, не викликає розсіювання пилу і вугільного порошку, запобігаючи забрудненню навколишнього повітря.

Встановлено, що очищення водно-спиртової суміші АВВ можна здійснювати за широкого діапазону швидкостей від 20 до 120 дал/год, при цьому фізико-хімічні та органолептичні показники горілки відповідають вимогам стандарту.

Встановлено, що зміна масової концентрації аніонів до та після фільтрування сортівки тканиною є незначною, а масова концентрація катіонів є незмінною.

Прозорість становить 100%, масова концентрація альдегідів становить 75 % від допустимої вимоги.

Після модифікації АВВ питома поверхня сорбції збільшилась на 15 – 25%. У обробленій сортівці зменшується у перерахунку на безводний спирт масова концентрація сивушного масла та естерів – на 20-30 % та масова концентрація альдегідів на 10 % за рахунок збільшення сорбційних властивостей.

Результати дегустаційного оцінювання свідчать, що у сортівці, яку було очищено АМВВ, загальна дегустаційна оцінка підвищується на 0,1-0,2 бали, у порівнянні з вихідною сортівкою, а середній ефект очищення збільшується до 10 %

Висновки. Використання АМВВ дає змогу покращити якість та строк зберігання готової продукції.

Література

1. Производство водок и ликеро-водочных изделий: учебное пособие /И.И. Бурачевский, Р.А. Зайнуллин, Р.В. Кунакова, В.А. Поляков, В.И.Федоренко. - М.: ДеЛипринт, 2009. - 324 с.

ПОМУТНІННЯ ТА ОБРОБКА ЛІКЕРО-ГОРІЛЧАНИХ НАПОЇВ

Лікєро-горілчані напої, до складу яких входять соки спиртовані плодово-ягідні і морси спиртові є складною колоїдною системою, рівновага якої може порушуватись зі зміною зовнішніх умов таких як: вплив сонячного світла, змін температури, інтенсивного струшування.

Оскільки на сьогодні ринок алкогольних напоїв є насиченим, тому проблема збереження їх стабільної забарвленості та прозорості протягом тривалого часу є актуальною проблемою.

Для одержання стабільних та стійких до помутніння напівфабрикатів: соків спиртованих, морсів та настоїв спиртових не завжди є недостатнім видалення каламуті. Також необхідно знизити вміст тих речовин, які в майбутньому можуть призвести до утворення нових помутнінь.

Помутніння у лікєро-горілчаних напоях з рослинної та плодово-ягідної сировини виникають внаслідок наявності заряду і великої молекулярної маси основних полімерів напою - білкових, поліфенольних і полісахаридних речовин. Високомолекулярні конденсовані фенольні сполуки легко взаємодіють з білками з утворенням осадів важкорозчинних сполук, які потім випадають в осад [1].

В напоях утворення осадів відбувається в декілька етапів: спочатку фенольні речовини за рахунок переокислення окиснюються і конденсуються, а потім взаємодіють з білками і утворюють помутніння. Внаслідок цього прозорі напівфабрикати або напої під час зберігання мутнішають. При цьому виникають зміни у забарвленні напоїв з утворенням коричневих відтінків продуктами окислення фенолокіслот, лейкоантоціанів, антоціанів, катехінів і інших фенольних речовин. Активними каталізаторами окислення є залізо, мідь, вміст яких іноді перевищує нормативні значення.

В залежності від якості напівфабрикату або купажу лікєро-горілчаного напої, технології їх приготування процес оброблення проводять різними способами, що визначається особливостями вихідної сировини, технічними характеристиками обладнання, вимогами до якості готового продукту. На їх основі визначають послідовність та технологічні режими використання допоміжних матеріалів для обробки. Їх дозують в напівфабрикат, а після закінчення процесу видаляють з рідини після осадження, в основному декантуванням з наступним фільтруванням. Відповідно до Виробничого технологічного регламенту на виробництво горілок та лікєро-горілчаних напоїв використовують: бентоніт, желатин, полівінілпіролідон.

Умовами для проведення якісного оброблення напівфабрикатів та купажів напоїв є: температура, значення водневого показника, в'язкість, черговість проведення етапів обробки, спосіб дозування, тривалість та застосовувані пристрої перемішування, використання спеціально обладнаних ємностей для відстоювання та декантування.

Висновки. Правильний вибір способу та умов обробки напівфабрикатів із використанням допоміжних матеріалів дає змогу отримати стабільні та стійкі до помутнінь лікєро-горілчані напої на основі рослинної та плодово-ягідної сировини.

Література

1. Стабильность ликероводочных изделий из плодово-ягодного сырья в процессе хранения / Е.И. Курбатова, Л.В. Римарева, В.В. Трифонова, И.И. Бурачевский // Производство спирта и ликероводочных изделий. – 2006. – № 2. – С. 28–29.

PROSPECT OF USING BUCKWHEAT FOR LOW-GLUTEN BEER

Introduction. The prospects of using buckwheat malt for the production of low-gluten beer are shown.

The purpose of research is to establish the effect of buckwheat malt on physicochemical parameters for the production of low-gluten beer.

Materials and methods. Beer wort and beer were made from buckwheat malt in the ratio of 85, 90, 95 percent barley malt and 15, 10, 5 percent buckwheat malt. To determine the content of amine nitrogen iodometric method was used, to determine the content of reducing substances the method of Wilshteter – Schudl was used, the protein content was determined by the method of Keldal, the starch content was determined by the method of Evers.

Results and discussion. In samples of different cereals their fractional composition of proteins were studied [1], the data are given in table. 1.

Table 1 - Fractional composition of buckwheat proteins and some cereals (as a percentage of total protein content)

Factions	Grain products				
	Buckwheat	Barley	Wheat	Rice	Corn
Albumins	21-24	2,8-6,4	0,5-5,2	5,8-11,2	0-10,0
Globulins	42-45	7,5-18,1	0,6-12,6	4,8-9,2	4,5-6,0
Prolamines	1,1-1,2	37,2-41,6	35,6-99	4,4-14,0	29,9-55,0
Glutelins	10-12	26,6-41,9	0-28,2	63,0-70	30,0-45,0

According to the obtained results (Table 1), buckwheat and rice are classified as gluten-free cultures and are recommended for use in dietary nutrition for patients with celiac disease [2] (other names - intestinal enteropathy, gluten intolerance, gluten atoxia). This autoimmune disease, according to the World Association of Gastroenterologists, affects about one percent of the world's population [1].

Therefore, for the preparation of low-gluten beer, crushed white buckwheat, buckwheat malt and barley malt are recommended.

The sample with the replacement of 5% barley malt on buckwheat has the highest content of reducing substances, namely 91.0 g per 100 g of extract and amine nitrogen 167.1 mg per 100 g of extract, the content of ethyl alcohol in the finished beer 3.5% by weight at mass fraction of the actual extract of 4.83% by mass.

The finished beer, prepared with partial replacement of barley malt with crushed white buckwheat and with partial replacement with buckwheat malt, had physicochemical parameters, which are presented in tables 2.

Table 2 - **Physicochemical parameters of finished beer with partial replacement of barley malt with buckwheat malt**

Beer samples	The content of dry substance in initial wort, %	Color, cm ³ 0.1 mmol of iodine solution per 100 cm ³ of wort	pH	Titrated acidity, mol / dm ³ NaOH		The content of ethyl alcohol, % wt	Mass fraction of the actual extract, % wt
				per 100 cm ³ of beer	per 100 g of extract		
Pure malt beer	14	1,55	4,25	2,3	5,74	2,9	5,51
95% barley malt + 5% buckwheat malt	14	1,75	4,29	2,65	6,1	3,5	4,83
90% barley malt + 10% buckwheat malt	14	1,80	4,35	2,60	5,98	3,7	4,91
85% barley malt + 15% buckwheat malt	14	1,82	4,26	2,75	6,23	3,8	5,58

With an increase in the content of buckwheat malt increases the amount of alcohol and increases the mass fraction of the actual extract. The best results showed a sample made from 95% barley malt and 5% buckwheat malt, as it had optimal results in alcohol content and the best results in mass fraction of real extract, because the smaller the mass fraction of real extract, the better the yeast fermented the wort [3].

Conclusions. The choice and quantity of buckwheat malt for the production of low-gluten are substantiated.

The best crop for the production of low-gluten beer is crushed white buckwheat and buckwheat malt in a ratio of 95:5.

For the production of low-gluten beer, it is recommended to use 5% buckwheat malt as a low-gluten raw material.

Key words: gluten, buckwheat, barley, malt, wort, beer.

References

1. Karpilenko G., Vitol S., Akimova O. (2004), Actes du siminarise. Madriseet question de la qualite dans lindustrie alimentaire, Tehnical NFO, Moldavie.
2. Novikova I.V., Korotki Y.A., Chusova A.Y., Pruakova V.Y. (2014), Assessment of the balance of malt extract when designing drinks special medical and biological properties, Hranenie i pererabotka selhoz syrja, 12, pp. 28-32.
3. Wolfgang Kunze (2009), Technology brewing and malting, VLB, Berlin.

ЕНЕРГООЩАДНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЕАЛКОГОЛІЗАЦІЇ ПИВА

Вступ. Ринок безалкогольного пива за сучасних умов має значні перспективи розвитку. Зокрема, для окремих споживачів, які потребують вживання поширених та якісних пивних напоїв важливою умовою є відсутність спиртової складової. Традиційно технології виробництва пива та напоїв на основі різних сортів (світлого, темного, змішаного тощо) орієнтуються на відомі способи.

Матеріали та методи. Однак, з врахуванням сучасних науково-технічних досягнень, традиційна технологія виробництва безалкогольного пива може бути суттєво вдосконалена. Зокрема, модулі деалкоголізації LAB (слабоалкогольного) та NAB (безалкогольного) пива виробництва «Alfa Laval» нижче 0,05% спиртової складової передбачає її виділення при низькій температурі та тиску[1]. Але, така технологічна схема достатньо громізка, її потужність та апаратурне забезпечення суттєво залежить від об'єму спиртової складової (5...100 г/год), тиску розділення і від температури.

Результати. Однією з таких інноваційних технологій є використання кавітаційної дії на кінцевій продукт фізико-механічних явищ, які супроводжують кавітацію. Зокрема відомо, про ефективність застосовування ультразвукового (УЗ) розділення водо-спиртової суміші за нормальних умов[2]. На відміну від УЗ дії кавітації використання гідродинамічної (ГД) кавітації є більш перспективним. За умов однакових наслідків та механізму дії ГД кавітація забезпечує більшу продуктивність та суттєве спрощення технологічної схеми [3]. Для реалізації запропонованого способу розроблено пристрої, основною складовою яких є труба Вентурі [4], в яких кавітація утворюється внаслідок зміни течії потоку. Відомі також і більш ефективні пристрої для дегазації рідини, загальною складовою яких є розміщення в проточній робочій камері тіл обтікання – кавітаторів, за якими утворюється приєднана вакуумна каверна. За рахунок різниці тисків в каверну дифундуються леткі компоненти, що дає можливість вилучати їх з технологічного потоку [4,5].

Висновки. Таким чином перспектива застосовування ГД кавітації для деалкоголізації пива є обґрунтованою, а спосіб її реалізації дозволить спростити технологічну схему та забезпечити достатню продуктивність. Крім того, проведення технологічного процесу розділення фаз за нормальних температурних умов сприяє забезпеченню природніх властивостей пива і його якісних споживних показників. Водночас, таке обладнання потребує дослідження та адаптації до діючих технологічних умов.

Література

1. Alfa Laval De-alcoholization Module 2/4 // www.alfalaval.com.
2. Зимин А. И. Кавитационная ректификация двухкомпонентных смесей / А.И. Зимин // Теоретические основы химической технологии. – М., 1996, –Т. 30, №4. – С. 392.
3. Сухенко Ю.Г., Литвиненко О.А., Муштрук М.М., Слободянюк Н.М., Кавітація в харчових і переробних виробництвах. [Монографія]/ За ред., д.т.н, Литвиненка О.А. – К.: Фірма «ІНКОС», 2018. – С. 29-69.
4. Пилипенко В.В. Кавитационные автоколебания / В.В. Пилипенко. – К.: Наук. думка, 1989. – 316 с.
5. А.с. 1258460 СССР, МКИ В01 D 19/00 Аппарат для дегазации жидкости / И.М. Федоткин и [др.] – заявл. 22.04.85; опубл. 23.09.86, Бюл. № 35.

ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF SYNTHESIZED SILVER NANOPARTICLES

Introduction. Nano-sized silver particles are vastly studied because of growing demands in various fields including sensing, catalysis, electronics and optoelectronics due to their special physical and chemical properties. [1, 2] One of the most important applications of silver (Ag) nanoparticles is as antimicrobial agent against bacteria, fungi, and viruses [3]. Because Ag nanoparticles are safe and non-toxic to human and animal cells at low concentrations, their toxicity to the environment is considered extremely low compared to other materials [4].

Methods. Before testing the synthesized Ag/Ag₂O nanoparticles, the antibacterial activities of the pure surfactant materials without any additives were measured to annul their effects. The agar well diffusion method was used with slight adjustments. The assay is the most frequently used method for assessing the antibacterial potency of samples because of its ease, low cost and rapidity it does not discriminate between individual antibacterial factors and their relative contributions to overall antibacterial activity [5]. This was performed by using two modified methods: i) dip filter paper in the sample solutions and place on Petri dish with *E.coli* bacteria; ii) make a hole in the bacteria grown zone and drop 0.1 mL sample solution inside the hole. Fig. 1 shows the obtained results for the CTAB (a, b), SDS and PVP (c, d) and summarized in Table 1. Among all the three surfactant materials and one as positive control just gelatin (indicated as “жел” on the Petri dish), SDS and PVP showed no antibacterial effects to *E.coli* bacteria. Whereas CTAB inhibited suppression zone when tested in pure state without any other particles. Thus, SDS and PVP surfactant materials can be the best stabilizing agents to illustrate nanoparticle antibacterial activities without introducing other effects. It should be noted that when determining the antibacterial activities, the size of inhibition zone was measured. [6]

Results. Surfactant material CTAB, after incubation around papers, the inhibition zones were measured to be 1.0 ± 0.29 mm, 0.5 ± 0.07 mm and 0.98 ± 0.04 mm, respectively. Whereas around the holes, the average inhibition zones with nanoparticles were measured to be 8.5 ± 1.12 mm, 4.8 ± 1.92 mm and 4.0 ± 0.79 mm respectively. These indicated that CTAB has antibacterial activity against *E.coli*. For the cases of PVP and SDS, without nanoparticles no inhibition zones were observed.

After clarifying the antibacterial activities from the surfactants, the synthesized Ag/Ag₂O samples were also tested using the same methods (filter paper and holes methods) on the different two agars, one medium is with simple and other is with complex ingredients, as seen in Figure 2. The size of inhibition zones was measured and summarized in Table 1. It can be seen that both filter paper method and hole method displayed that the sample of nano Ag/Ag₂O + SDS has the most active antibacterial properties against *E. coli* bacteria. Some growth suppression zones were clearly observed on the filter paper, which indicates the sample is antibacterial active, thus bacteria cannot grow. Also, in the holes where nano Ag/Ag₂O + SDS sample was dropped, no bacteria colonies were observed indicating almost all the bacteria were killed.

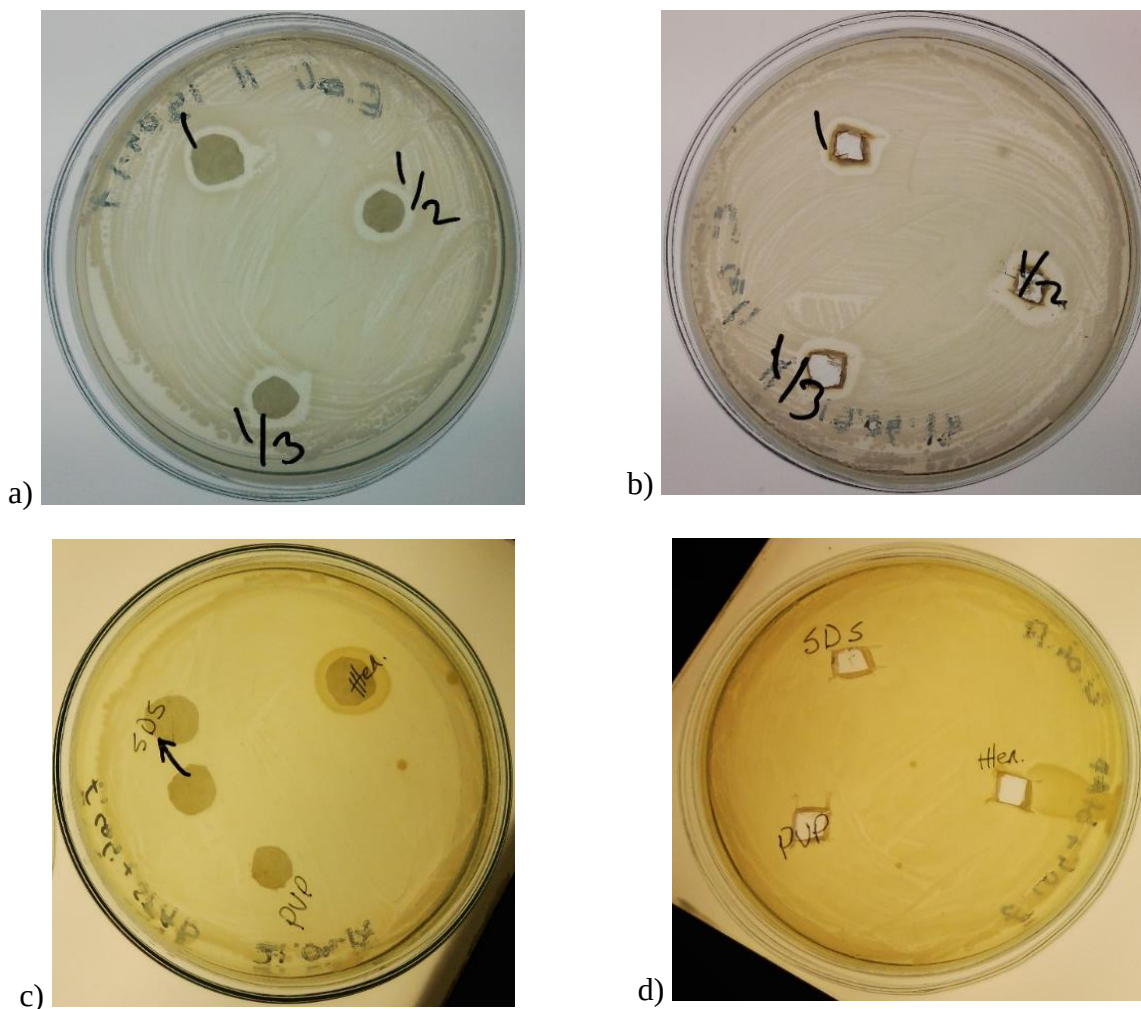


Figure 1. Antibacterial activities against *E.coli* of the four surfactants by filter paper and hole methods on PCA medium: CTAB, it diluted two (1/2) and three (1/3) times (a, b), positive control gelatin (жел), PVP (c, d) and SDS (c, d).

Table 1 - Summary of the antibacterial activities of surfactant CTAB and Ag/Ag₂O+CTAB

	Inhibition zone(mm)					
	Filter paper			Hole		
		Dilution 1/2	Dilution 1/3		Dilution 1/2	Dilution 1/3
CTAB	1.0±0.29	0.5±0.07	0.98±0.04	8.5±1.12	4.8±1.92	4.0±0.79
Ag/Ag₂O + CTAB	1.6±0.39	1.6±0.39	1.6±0.39	3.8±2.59	2.4±0.63	1.6±0.39
Ag/Ag₂O	0	0.98±0.04	1.6±0.39	-	-	-
PVP	0	0	0	0	0	0
SDS	0	0	0	0	0	0
Positive control gelatin	0	0	0	0	0	0

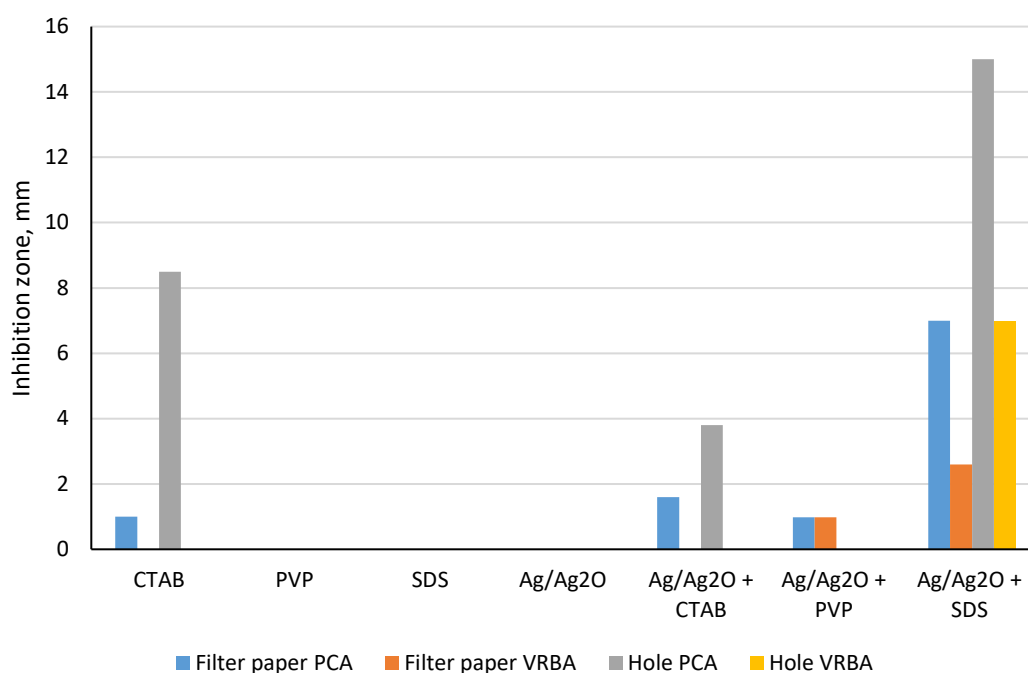


Fig. 2. Comparison graph of antibacterial activities of the samples

1. N.G. Bastus, F. Merkoci, J. Piella, V. Puentes. Synthesis of highly monodisperse citrate-stabilized silver nanoparticles of up to 200 nm: Kinetic control and catalytic properties. *Chem. Mater.*, 26 (2014), 2836–2846.
2. S. Iravani, H. Korbekandi, S.V. Mirmohammadi, B. Zolfaghari. Synthesis of silver nanoparticles: Chemical, physical and biological methods. *Res. Pharm. Sci.*, 9 (2014), 385–406.
3. S. Galdiero, A. Falanga, M. Vitiello, M. Cantisani, V. Marra, M. Galdiero. Silver Nanoparticles as Potential Antiviral Agents. *Molecules*, 16 (2011), 8894–8918.
4. N. Duran, P.D. Marcato, G.I.H. De Souza, O.L. Alves, E. Esposito, Antibacter. effect of silver nanoparticles produc. by fungal process on textile fabrics and their effluent treatment. *J. Biomed. Nanotechnol.*, 3(2007), 203-208.
5. Irish J, Blair S, Carter DA (2011) The Antibacterial Activity of Honey Derived from Australian Flora. *PLoS ONE* 6(3): e18229. doi:10.1371/journal.pone.0018229
6. Barry, A., Thorsberry, C., 1985. Susceptibility test: Diffusion Tests Procedures In: Lennette, E.H., Balows, A., Hausler, W.J., Shadomy, H.J., 1985. *Manual of Clinical Microbiology*, 978–987.

IMPROVING THE PROCESS AND EQUIPMENT FOR FORMING PASTA

Introduction modern equipment has a number of significant shortcomings in terms of energy saving, product quality and performance. For example, the Italian matrix company Landucci do not withstand the planned service life (2000 hours), and their forming mechanisms (insert die) do not meet the technological requirements for the quality of compaction and molding of pasta. Uneven speed of pressing products causes deformation of semi-finished products, their adhesion and destruction at different lengths, which leads to an increase in the amount of waste and reduce the efficiency of the press as a whole. Disclosure of the nature of the processes taking place in the molding of pasta and the above shortcomings serve as the basis for improving the existing equipment and the creation of new working bodies of pressing units.

The quality of pasta and semi-finished products for their production has a number of requirements. Dough for pasta should have good physical and mechanical properties, be viscous and dense, at the same time easy to be molded, but not deformation in the process of cutting and drying. In the dried form pasta should have a nice yellow-amber colour, glass-like fracture, high strength. Cooked products must maintain their shape and not stick together. All these properties of semi-finished and finished products depend on the characteristics of the raw materials used for production of products

Further development of the theoretical foundations of the process of forming pasta, aimed at a more complete study of the physical nature of the process, and the practical use of research results in the processing industry can improve the efficiency of the nodes of pressing pasta presses and improve the quality of the finished product.

The aim of research – is to improve the efficiency of the process of forming pasta on the basis of improving the working bodies of the screw type press

Materials and methods. The method of calculation estimation of the minimum pressure of forming, necessary for the beginning of pasta dough flow in circular, ring, rectangular and arbitrary cross-sections channels is proposed. The calculation model of the matrix is constructed, which allows, due to the original location of the holes and the use of a channel of variable-step cross-section, to evenly and gradually compress the dough in the channels of the matrix (by its height) and align the hydraulic resistance of the matrix on all its working surface and in each stage.

The analysis of rheological aspects of pasta dough flow in the channels of step-variable cross-section was performed using the linear Shvedov-Bingham model. The dependences allowing to determine the maximum speed of pasta pressing and volumetric performance of the channel of step-variable cross-section are obtained;

Results and discussion. The forming mechanisms of the new design have an increased quality of compaction and plasticization, reduced by 3 MPa pressure, compared with Italian analogues, by creating a direct flow internal channel with a gradual and uniform compaction of the test, with the total (total) area of the inlet increased by 25% (from 86.51 m² to 107, 97 m²). Increasing the total (total) area of the inlet holes will change the minimum molding pressure. For the Italian design (basic model), the minimum pressure will be equal to the pressure to overcome the resistance of the circular channel with a diameter of 4 mm and a length of 20 mm, which is calculated by the expression for the new design, the minimum pressure is calculated as the ratio of pressure for the Italian and the new Drit designs will be:

$$\frac{\Delta P_{It}}{\Delta P_{new}} = \frac{4s}{du}.$$

where s and u – respectively, the cross-sectional area and the perimeter of the channel of the new forming mechanism, m² and mm; d – diameter of the channel of the Italian forming mechanism, mm.

For the created design $s=31,42 \text{ mm}^2$, $u=6,03 \text{ mm}$. with the diameter of the Italian design $d=4 \text{ mm}$, the pressure ratio is:

$$\frac{\Delta P_{|It}}{\Delta P_{new}} = \frac{4 \cdot 31,42}{4 \cdot 6,03} = 5,2.$$

The calculation results show that the forming mechanism of the new design is much more efficient, since it allows to reduce the minimum pressure in the molding zone by 5 times, and in the whole channel of the matrix of step-variable cross-section from 11 MPa to 8 9 MPa.

The experimental stand on the basis of the industrial press-machine MIT-2, equipped with modern control and measuring devices and a computer system of control of the main parameters of the molding process is developed

A multi-factorial experiment was planned and carried out according to the Box-Wilson plan 23 with a star in two repetitions, a matrix of the planning of the experiment with the results of experimental studies was obtained Based on the theoretical and experimental studies, a set of design documentation for the matrix and the forming mechanism was developed.

Conclusion. The analysis of the literature data on the operation of domestic and foreign equipment for the production of pasta, which showed the presence of a significant number of technical solutions aimed at improving the molding process of pasta. It is established that the design of compression units of different manufacturers need a significant upgrade in terms of improving their hydraulic, technological and energy performance.

Reference

1. Torgan A.B. (2015), Analysis of the rheological aspects of the course of pasta dough in the channels of stepwise variable section using the non-linear Balkley-Herschel model, *Food Industry: science and technology*, 3, 64–71.
2. Rachok V., Telychkun V., Damyanova S., Telychkun Yu. (2020) Improving the process of kneading yeast dough with cam working elements, *Ukrainian Food Journal*, 9(2), 437–451.
3. Fabrode M.O., Callaghan J.R. (1989), A rheological model for the compaction of fibrous agricultural materials, *J.Agric.Eng.Res.* 42(5), 165–178.
4. Grudanov V., Torgan A. (2015), *Modelling of process of pressing the dough in matrix with screw inserts*, Booklet of the 59th Science Conference of Ruse University “New industries, digital economy, society - projections of the future”, dedicated to the 75th anniversary of the University of Ruse, Bulgaria, 2020, p.515

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ АПАРАТУ ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА

Нагрів та кип'ятіння пивного сусла – невід'ємні складові одного технологічного процесу, а саме – приготування пивного сусла. Останній є важливою, і в той же час, затратною технологічною операцією в практиці сучасного пивоваріння. Тому, потребує постійної оптимізації для забезпечення найкращих економічних показників для зменшення тепло-енерговитрат, собівартості продукції, але водночас і збереження високої якості пива.

У вітчизняному пивоварному виробництві в основному використовуються апарати для приготування пивного сусла із зовнішньо розташованою системою нагріву - паровими сорочками. В них одночасно відбувається процес нагріву та кип'ятіння пивного сусла із хмелем. Останні, на відміну від закордонних апаратів, значно тепло-енерговитратні при експлуатації і тому потребують удосконалення. Одним із доступних і ефективних в цьому напрямку методів є моделювання технологічного процесу, яке дозволяє виявити «вузькі» та проблемні місця в конструкції апарату та проведенні процесу, а таким чином – здійснити подальшу його модернізацію або удосконалення процесу в цілому.

Типова конструкція промислового апарату /апарат сусловарильний/ для приготування пивного сусла представляє собою циліндричний апарат /співвідношення висоти циліндричної частини до діаметру 1:2/ із верхнім еліптичним та нижнім днищем виконаним у вигляді полу сфери, на якому розташована розвинута поверхня нагріву у вигляді парової сорочки із деяким заходом на бічну циліндричну поверхню апарату /на висоту до 250-300мм/. Обмеження висоти регламентується запобіганням википання продукту за його межі при кип'ятінні при внесенні хмелю. Необхідність розвинутої поверхні нагріву, а відповідно і виготовлення складного полу сферичного днища апарату регламентується підведенням значної кількості теплоти для створення умов кип'ятіння. По центру апарату біля нижнього днища встановлений робочий орган – лопатева або якірна мішалка. Така конструкція апарату обумовлюється створенням необхідної площі дзеркала випаровування, облаштування розвинутої поверхні нагріву для досягнення необхідних умов проведення процесу, а відповідно і технологічних показників, що висуваються технологією пивоваріння.

Для останнього була розроблена тривимірна модель у пакеті КОМПАС 3D та за допомоги програмного комплексу Flow Vision досліджений процес приготування пивного сусла, а саме стадія його нагріву /від 72⁰C/ до температури кип'ятіння /104-106⁰C/ при прийнятих у виробництві технологічних режимах та параметрів роботи перемішуючого пристрою. Ця стадія є у виробництві найбільш «вузьким місцем», оскільки супроводжується значними витратами теплоти та часу на нагрів сусла до температури кипіння. Метою дослідження було виявлення ефективності роботи традиційного апарату для приготування пивного сусла, впливу перемішуючого органу – мішалки, як основного фактору, та зовнішньої поверхні нагріву на інтенсивність та ефективність проведення процесу.

Моделювання процесу перемішування пивного сусла під час його нагріву до температури кип'ятіння засвідчило наступне:

- найбільша інтенсивність та перемішування продукту відбувається в нижніх прошарках рідини по центру апарату біля його днища та по ходу перемішуючого пристрою /рис.1/, що об'єктивно пояснюється роботою робочого органу та безпосереднім контактом із нагрівальною поверхнею. Перемішування у верхніх прошарках та біля стінок апарату, внаслідок віддаленості, значно менш інтенсивніше. Можна допустити також, що

перемішуванню в цих зонах додатково сприяє різниця температур прошарків рідини біля днища та вище розташованих.

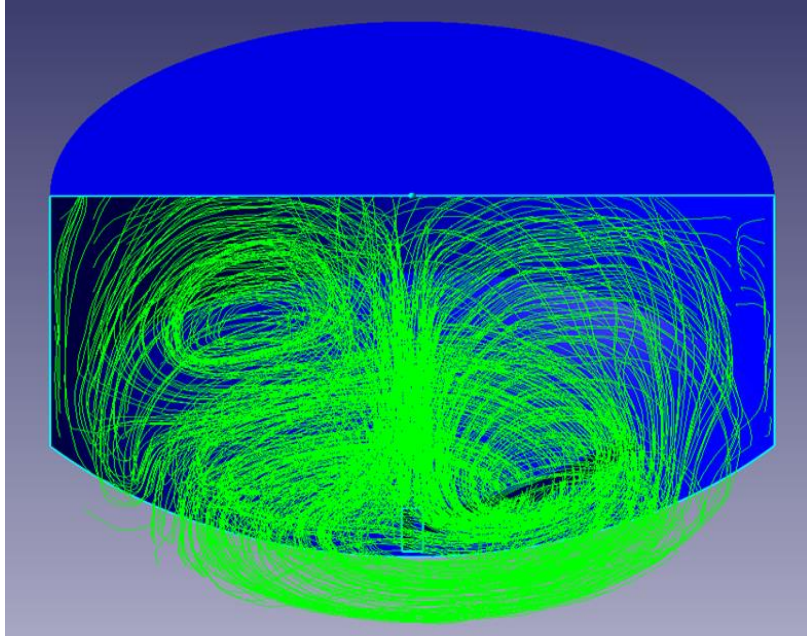


Рисунок 1 - Інтенсивність перемішування пивного сусла по об'єму апарату

Графік розподілу швидкості /рис.2/ перемішування пивного сусла по його об'єму є підтвердженням даного припущення.

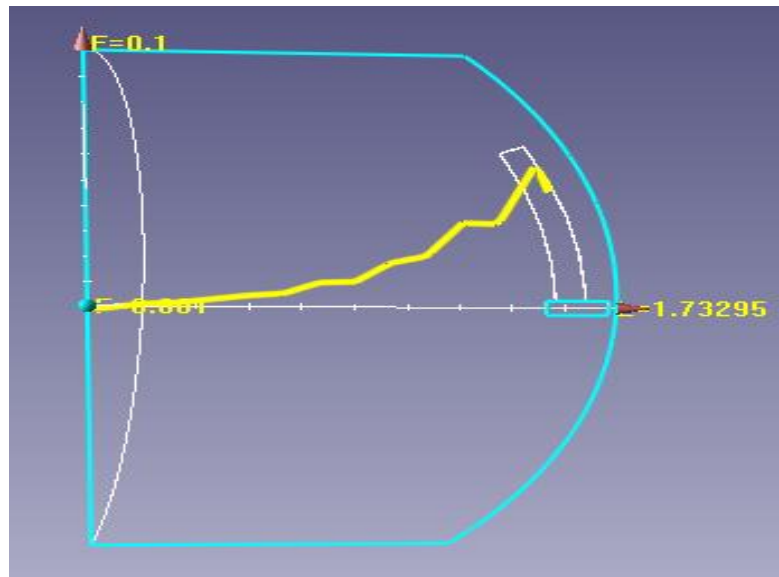


Рисунок 2 – Графік розподілу швидкості сусла при перемішуванні по його об'єму

Із графіку /рис.2/ наочно спостерігаємо, що швидкість руху сусла при перемішуванні по його об'єму зменшується в напрямку від днища апарату ($V=1.73$ м/с) до дзеркала поверхні ($V=0.1$ м/с) майже в 17 разів. Починаючи із середини об'ємного простору до дзеркала поверхні спостерігається суттєве сповільнення швидкості руху рідини практично до нуля.

Отже, інтенсивність та ефективність перемішування по усьому об'єму апарату не є достатніми, а тому можна допустити, що і нагрів пивного сусла по його об'єму відбувається також досить нерівномірно.

Дослідження температурного поля нагріву пивного сусла по об'єму апарату /рис.3/ в початковій стадії нагріву є підтвердженням цьому припущенню.

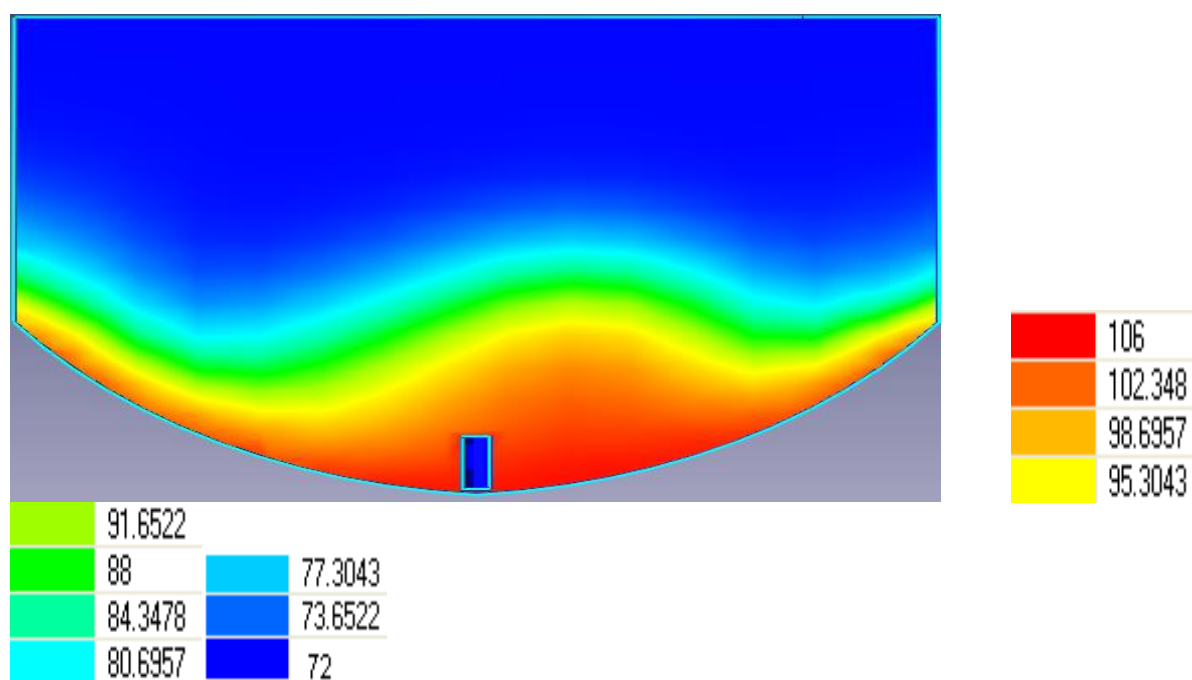


Рисунок 3 – Розподіл температурного поля нагріву пивного сусла по об'єму апарату в початковий період

Наочно можна бачити, що найбільший нагрів ($T=106^{\circ}\text{C}$), а відповідно і кипіння пивного сусла, припадає на прошарки рідини, що прилягають до поверхні нагріву полусферичного днища, поступово зменшуючись до $73-77^{\circ}\text{C}$ на висоту прошарків, що характеризуються інтенсивним перемішуванням та перебувають в зоні роботи перемішуючого пристрою. Тобто, інтенсивний нагрів спостерігається тільки в нижній зоні апарату, в той же час як більша частина продукту, об'єм пивного сусла залишається досить тривалий час в зоні початкового ($T=72^{\circ}\text{C}$) температурного поля нагріву. Лише із часом, завдяки внутрішньому теплообміну прошарків рідини, що перемішуються та переміщуються, досягається кінцева мета – вирівнювання температури пивного сусла по усьому об'єму апарату. В цьому випадку можна також допустити, що на це витрачається багато часу та теплової енергії, що не характеризує використання парової сорочки високоефективною системою нагріву.

Висновки

1. Типові конструкції вітчизняних апаратів для приготування пивного сусла не відповідають сучасним вимогам і є недосконалими з точки зору тепло-енерговитрат та потребують нових інноваційних рішень в облаштуванні системи нагріву.

2. Процес перемішування пивного сусла під час його нагріву до температури кипіння при приготуванні пивного сусла не є ефективним заходом та потребує подальшого удосконалення.

3. Застосування зовнішньої поверхні нагріву у вигляді парової сорочки для апаратів приготування пивного сусла є малоефективною системою нагріву, яка характеризується високими витратами теплоти та потребує значної модернізації.

Література

1. Бемфорт У. Новое в пивоварении. С-Пб.: Профессия, 2007. 520 с.
2. Kunze, W. Technology Brewing and Malting. VLB, Berlin. 2009. 949 с.

UDC 663.47

Lubeshko A.O., PhD student, **Litvinenko A.A.**, Prof., Doctor of Technical Sciences,
Udodov S.A., Associate Professor, Candidate of Technical Sciences
*National University of Food Technologies (NUFT),
Kyiv, Ukraine*

POSSIBILITY OF USING OF CAVITATION FOR PRODUCTION OF THE NON-ALCOHOLIC BEER

One of the promising methods of degassing (removal of dissolved gases) is the use of the effects accompanying cavitation, which is created as a result of a decrease in pressure in the liquid. If the pressure decrease is due to the passage of acoustic waves of the sound or ultrasonic spectrum of vibration frequencies, cavitation is considered acoustic (ultrasonic). With a decrease in pressure due to an increase in local velocities of the liquid flow, cavitation occurs, which is called hydrodynamic. They are of the same nature, but different ways of generating.

However, hydrodynamic cavitation is more promising for handling large volumes of fluids. It is implemented in flow-type hydrodynamic cavitation apparatus (HCA), in which cavitators (flow bodies) are stationary.

When flowing around cavitators in a flow chamber, attached cavitation vacuum cavities appear. The gases dissolved in the liquid diffuse into the cavity due to the pressure difference. Cavitation cavities or bubbles appear in those places where the pressure in the liquid falls below a certain critical value.

Cavitation devices have the following advantages: high productivity, reduced energy consumption for processing due to local concentration of energy in the flow, increased reaction rate due to an increase in the area of interphase surfaces, etc.

In beer production technologies, the issue of dealcoholization is a promising area, given the powerful consumer market.

It is known that it is possible to remove alcohol from beer by various methods, which can be divided into three groups: membrane, thermal, interruption of fermentation or prevention of alcohol formation during fermentation. In production, all three groups are used, which have certain advantages and disadvantages. For example, in membrane separation methods, beer is pumped through a cellulose or polymer membrane, thereby removing the alcohol. Membranes need to be regenerated frequently [1].

The known method of rectification of a mixture of water-alcohol, which consists in the fact that the mixture is subjected to evaporation in a gravity field when cavitation is applied to its entire volume with the formation of cavitation bubbles. In this case, the process is carried out at a temperature lower than the lowest of the boiling points of the mixture components or at the boiling point of the mixture, the alcohol vapor is removed and condensed [2].

This suggests the possibility of using hydrodynamic cavitation for treating beer for dealcoholization. As a result, the alcohol present in the product can diffuse into the vacuum cavity and be extracted using a vacuum pump with subsequent condensation.

There are many technical solutions for degassing liquids, which can be used in water treatment systems, in the chemical, food and other industries to increase productivity and reduce specific energy consumption [3,4].

For example, a known apparatus consisting of a working chamber with a cavitation element installed in it, made in the form of a cone with a central hole, and a gas outlet pipe, the pipe is connected to a vacuum pump. An auxiliary chamber with a cavitation element mounted on a fixed axis is installed in front of the working chamber.

Liquid with gases dissolved in it enters the chamber and flows onto the cavitation element, behind which a cavity is formed. A reduced pressure is established in its cavity, which causes a partial release of the dissolved gas from the liquid into the cavity. When the gas-filled cavity is closed, a "field" of cavitation microbubbles is formed. In the zone of increased pressure, they continue to fill

with dissolved gas. At the same time, gas diffusion into the bubble continues from the liquid, since the confuser provides a further increase in the flow rate, causes a decrease in pressure in it. Dissolved gas from the two-phase flow is released into the cavity of the cavity and removed through the branch pipe using a vacuum pump [5].

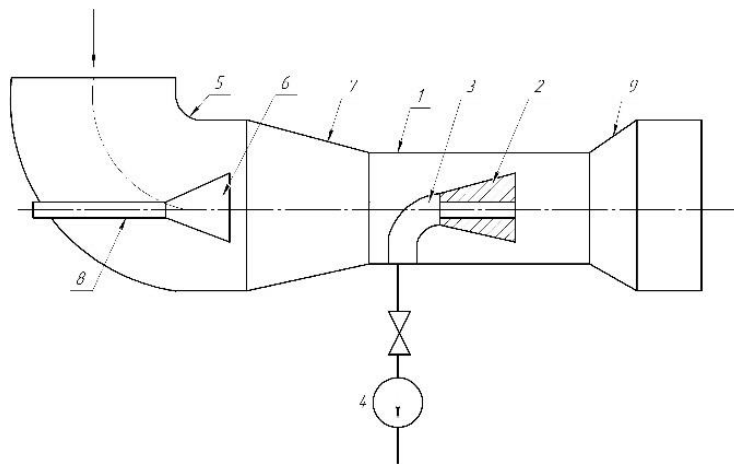


Figure 1 – Degassing device:

- 1.) working chamber; 2.) cavitation element; 3.) branch pipe; 4.) vacuum pump; 5.) auxiliary chamber; 6.) cavitation element; 7.) confuser; 8.) fixed axis; 9.) diffuser.

The productivity in the proposed device increases due to the formation of a two-phase system of liquid - gas-filled bubbles behind the first cavitation element. Due to a decrease in pressure in the confuser zone and a developed interface, they are intensively enriched with gas from the liquid flow. The final gas removal takes place behind the second cavitation element. Thus, in one pass of the liquid through the apparatus, it is possible to practically all the dissolved gas, that is, to reduce the rate of circulation of the processed liquid to a minimum and, accordingly, to reduce energy consumption.

Such a device can be used as part of an experimental system, for example [3].

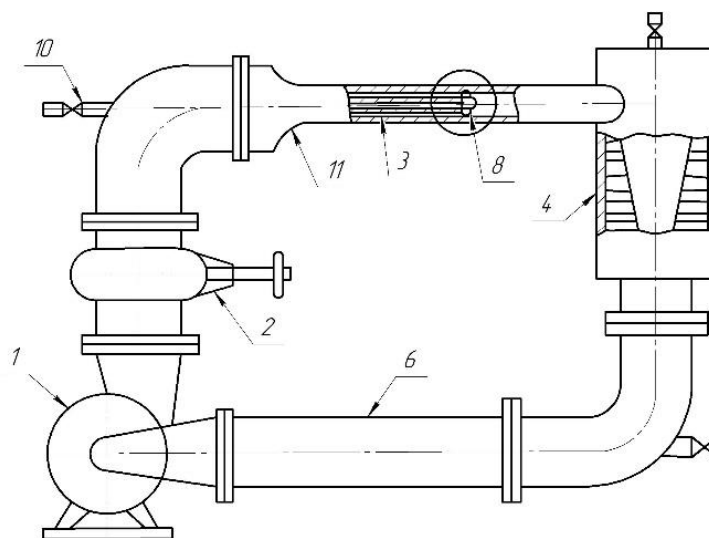


Figure 2 – Degassing device:

- 1.) circulation pump; 2.) the valve; 3.) working capacity; 4.) intermediate capacity; 5.) valve for draining liquid; 6.) cylindrical tube.

Its application will simplify the installation scheme by removing the intermediate tank 4 from it.

There is a known method for removing alcohol vapors from beer by the Alfa Laval module. The Alfa Laval Dealcoholization Module enables breweries to produce non-alcoholic or very low alcohol beer without the cost of a large capital investment. The economy and energy efficiency concept ensures chilled low alcohol beer with up to 0.05% alcohol.

This is achieved through an innovative combination of various degassing and vapor removal technologies through vacuum and alcohol condensation working in tandem as an integrated system.

The system also produces a condensate stream of water, purified alcohol and other volatiles that can be reused to produce ethanol and concentrate volatiles.

The module integrates processes for the efficient simultaneous removal of alcohol from beer at low temperature and pressure. The principle of dealcoholization uses non-recycling processing. The process is specially designed with an emphasis on a high degree of energy recovery, minimizing heat energy consumption.

The alcohol that is present in the beer wort is removed in a special vertical column. This column allows a high degree of desorption to be achieved. By supplying clean gas to the column under conditions close to vacuum.

The production capacity is set by adjusting the beer inlet before routing to the liquid distributor at the top of the column. This distributor then feeds the beer into the column, where it percolates downward against the stream of clean gas introduced into the base of the column and rises through it.

The mixture evaporated from beer consists of steam, alcohol and other volatile substances. It is removed through an opening from the top of the column, fed to a plate heat exchanger, then used to cool the steam in an alcohol condensate stream. The final vacuum phase removes all other volatiles.

One of the main advantages of this separation principle is the extremely efficient alcohol removal at low temperature and pressure. This eliminates the need for recirculation to achieve standard non-alcoholic beers.

If any additional processing is needed for any reason, the system includes a recirculation cycle to send the selected beer back to the column. Efficiency can also be increased by adjusting the temperature of the beer as it enters the column, or by changing the pressure in the system.

However, in our opinion, from the point of view of energy costs and hardware, the choice of HCA is more promising. The development and selection of HCA for the dealcoholization of beer requires more in-depth research.

Literature:

1. Калакуток М.Н. Мембранные методы производства безалкогольного пива / М.Н. Калакуток – // Молодой ученый. – 2014. №17(76) – Ч.І. – С. 65-66.
2. А.с. 1699478, МКИ В 01 D 3/00 Способ ректификации жидкой смеси / Юдаев А.И. и [др] – заявл. 05.05.89; опубл. 23.12.91. Бюл. №47.
3. Федоткин И.М. Кавитация, кавитационная техника и технология, их использование в промышленности / И.М. Федоткин, И.С. Гулый. – К.: Полиграфкнига. – , 2000. – Часть I. – С. 633-704, 716-720.
4. Вітенько Т.М. Гідродинамічна кавітація у масообмінних, хімічних і біологічних процесах: монографія / Т.М. Вітенько – Тернопіль, (видавництво Тернопільського державного технічного університету імені Івана Пулюя). 2009. – 224 с.
5. А.с. 1258460, кл. В 01 D 19/00 Апарат дегазації жидкості / Козюк О.В., Федоткин И.М. и [др] – заявл. 22.04.85; опубл. 23.09.86. Бюл. № 35.
6. Alfa Laval De-alcoholization Module 2/4 // www.alfalaval.com.

ДОСЛІДЖЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ КЛАПАННИХ ДОЗАТОРІВ ДЛЯ РІДКИХ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Постановка проблеми. Обладнання для дозування залишається важливою частиною виробництва рідких продуктів. Особливу увагу до операцій дозування приділяють у харчовій та фармацевтичній промисловостях, оскільки для цих галузей окрім високої продуктивності надзвичайно важливим фактором є точність дозування. Традиційно процес дозування забезпечується двома ключовими способами: об'ємним та ваговим.

В обладнанні харчової промисловості вагові дозатори мають ряд переваг:

- висока точність дозування (похибка становить в межах 0,2%);
- можливість дозування одночасно кількох компонентів (двокомпонентні рідини, пінні рідини, рідини із завислими частками);
- процес дозування не залежить від фізичного стану продукту (температури, тиску щільності або в'язкості).

Окрім того, вагове дозування можна забезпечити без додаткових насосів, рідкий продукт може подаватись самотією з ємності, яка розташована вище за рівнем упаковки або знаходиться під тиском. Враховуючи переваги вагового дозування рідких харчових продуктів, удосконалення конструкцій дозаторів залишається актуальною темою наукових пошуків.

Мета роботи. Визначення вплив конструкцій сідла клапанних дозаторів на технологічні характеристики дозування рідких харчових продуктів шляхом математичного моделювання процесу дозування.

Методи та обладнання. Під час дослідження використовувалися методи математичного моделювання, метод кінцевих елементів та програмне забезпечення Autodesk CFD 2015. На першому етапі дослідження було створено геометричні моделі типових клапанних дозаторів у програмі Autodesk Inventor 2019, рис. 1.

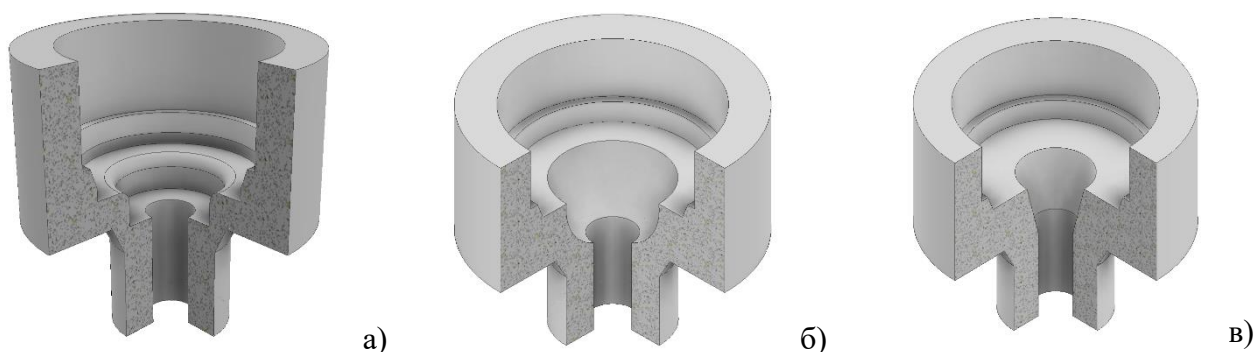


Рисунок 1 - Геометричні моделі типових сідел клапанних дозаторів.

а) – циліндричне сідло; б) – сферичне сідло; в) – конусне сідло

Розроблені геометричні моделі сідла імпортувались у Autodesk CFD, задавалися технологічні параметри дозуючої рідини та визначалися граничні умови процесу дозування.

Дослідження проводились для технологічного процесу вагового дозування без надлишкового тиску. Далі, моделі розбивались на комірки за допомогою створеної сітки та проводились розрахунки для кожного сектору.

Результати та їх обговорення. Результати аналітичного дослідження швидкостей та потоків рідкого харчового продукту через сідла клапанних дозаторів представлено на рис. 2. За результатами проведеного аналізу було встановлено, що оптимальні характеристики потоків рідкого харчового продукту були отримані при використанні конічного (конусного) сідла. Найгірший результат щодо характеристик потоку рідкого харчового продукту через

клапанний дозатор має циліндричне сідло. При використанні такої конструкції в клапанному дозаторі спостерігається утворення великих завихрень та застійних зон.

За результатами аналізу розподілення швидкостей потоку рідкого харчового продукту в каналах дозуючого пристрою (рис. 2) можна зробити висновок, що найбільшу швидкість дозування має конічне сідло, середню – сферичне, найменшу – циліндричне.

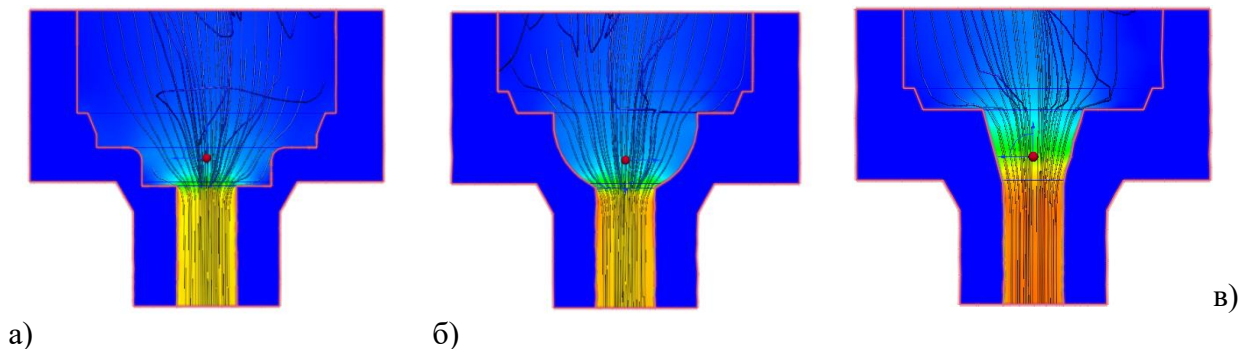


Рисунок 2 - Розподілення швидкостей потоку рідкого харчового продукту в каналах дозуючого пристрою при використанні:

а) – циліндричного сідла; б) – сферичного сідла; в) – конусного сідла.

Встановлено, що незалежно від конструкції сідла (рис. 2), кожне з них створює зони завихрення потоку рідкого харчового продукту. Проте, у конічного сідла спостерігається лише невелике відхилення потоку, тоді як у сферичного і циліндричного відбувається змішування потоків у переддозаторному просторі та, навіть, протитечія. Для більш детального дослідження цього явища було використано та проаналізовано вектори швидкостей потоків в каналах дозування, рис. 3 - 5.

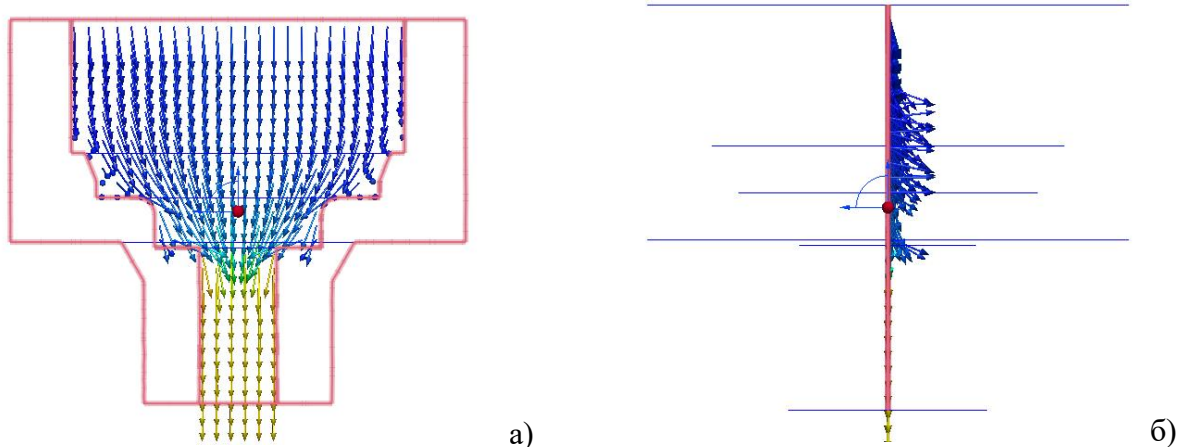


Рисунок 3 - Вектори швидкостей потоків рідкого харчового продукту в каналі циліндричного сідла: а) – характеристика по передній площині; б) – характеристика по перерізу потоку

Аналіз векторів швидкостей потоків рідкого харчового продукту дозволив зробити наступні висновки: у сферичного і циліндричного сідла спостерігаються вектори протитечії та змішування, які формуються знаходяться біля твірних стінок. Можна зробити припущення, що такий ефект отримується за рахунок різких переходів геометричних форм сідел. В свою чергу для конічного сідла такий ефект є мінімальним.

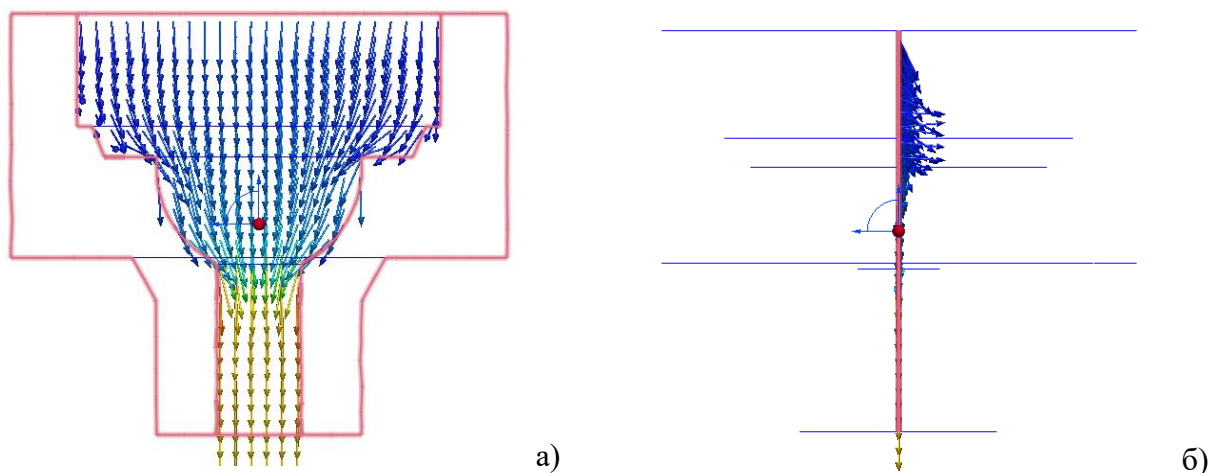


Рисунок 4 - Вектори швидкостей потоків рідкого харчового продукту в каналі сферичного сідла: а) – характеристика по передній площині; б) – характеристика по перерізу потоку

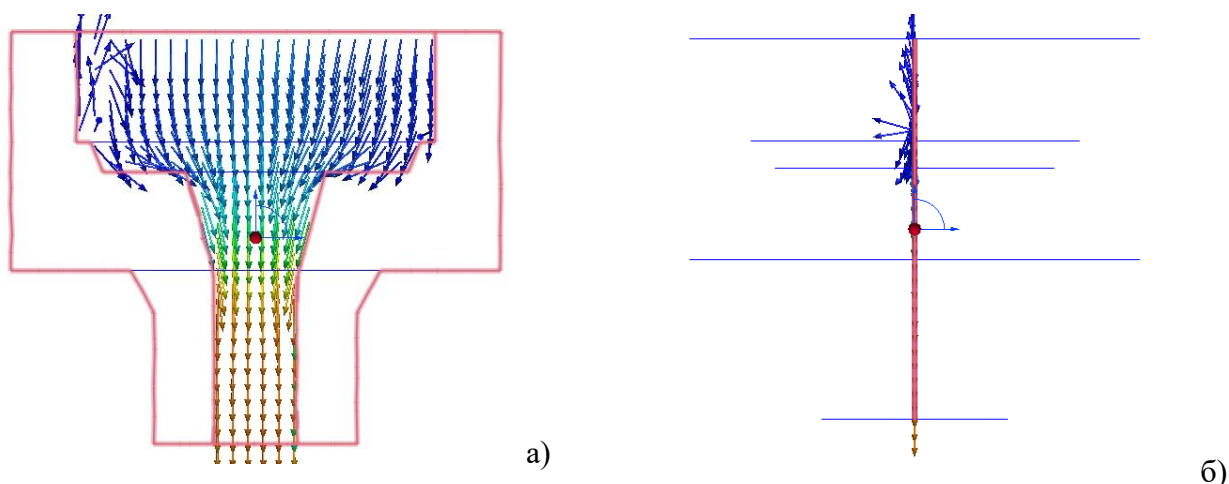


Рисунок 5 - Вектори швидкостей потоків рідкого харчового продукту в каналі конічного сідла: а) – характеристика по передній площині; б) – характеристика по перерізу потоку

Висновки. За результатами математичного моделювання процесу дозування рідких харчових продуктів в каналах клапанних дозаторів при різних конструкціях сідла було встановлено:

- оптимальні характеристики потоків рідкого харчового продукту були отримані при використанні конічного (конусного) сідла.
- найбільшу швидкість потоку дозування рідкого харчового продукту має конічне сідло; при використанні сферичного - швидкість зменшується; найменша швидкість при використанні циліндричного сідла.
- конструктивні переходи геометричних форм сферичного і циліндричного сідла можуть призводити до хаотичного руху потоків з утворенням протитечій та змішуванням. Для конічного сідла такий ефект є мінімальним.

Література

1. О.М. Гавва, А.П. Беспалько, А.І. Волчко Пакувальне обладнання в 3 кн. – 1 кн. Обладнання для пакування продукції в споживчу тару / за ред. О.М. Гавва. – К. : ІАЦ «Упаковка», 2008. – 436 с.
2. Мусійчук В.М., Гавва О.М. Обладнання для дозування в'язкої продукції // Упаковка. – 2002. – № 2. – с. 36-38.
3. Ваги, вагові дозатори, системи зважування та дозування. Довідник / Під редакцією М.П. Нікітінського. – Одеса: Астропринт, 2001. – 583 с.

УДК 663.8, 664.782

Олійник С.І., к.т.н., доцент

Національний університет харчових технологій (НУХТ), м. Київ, Україна

Ковальчук В.П., к.т.н., ст.н.с.

Державна наукова установа «Український науково-дослідний інститут спирту і біотехнології продовольчих продуктів» (ДНУ «УкрНДІспиртбіопрод»), м. Київ, Україна

УТОЧНЕННЯ ВИМОГ ДО ПАКУВАННЯ ЛІКЕРО-ГОРІЛЧАНОЇ ПРОДУКЦІЇ

У лікero-горілчаному виробництві ураховують загальні та специфічні вимоги, яких необхідно дотримуватися під час розливу готової продукції. Згідно з ДСТУ 4256:2003 «Горілки і горілки особливі. Технічні умови» та ДСТУ 4257:2003 «Напої лікero-горілчані. Технічні умови» розлив горілок, горілок особливих та напоїв лікero-горілчаних передбачений в скляні пляшки та в інший посуд для харчових рідин: скляний, порцеляновий, фаянсовий, із глазурованої кераміки. Тоді як світові виробники алкогольних напоїв для підвищення конкурентоспроможності своєї продукції використовують також посуд, виготовлений з інших безпечних матеріалів, в тому числі полімерно-пластикових.

Для забезпечення захисту вмісту спожиткового пакування від дії комплексу руйнуючих факторів - упаковка повинна мати високу механічну міцність, герметичність, хімічну стійкість тощо. Хімічна стійкість пакування до розлитого в неї продукту передбачає відсутність набухання пакувального матеріалу, що контактує з середовищем, відсутність втрат продукції через стінки тари, а також стабільність властивостей матеріалу під дією середовища. Зміна фізико-хімічних і механічних властивостей матеріалу під дією агресивного середовища може привести до руйнування тари: розтріскування, втрати формостійкості та герметичності, тобто до передчасного зносу. Таким чином, якщо для розливу лікero-горілчаної продукції буде використовуватись тара з полімерно-пластикового матеріалу є необхідним під час контролювання хімічної стійкості визначання стійкості до пластифікаторів, наповнювачів, барвників, антиоксидантів, світлостабілізаторів і інших добавок, що вводяться в полімерно-пластикову композицію [1].

Необхідним є контролювання герметичності та проникності пакування з полімерних і комбінованих матеріалів на відсутність обміну між вмістом тари і зовнішнім середовищем, міцність і щільність зварного шва, відсутність міграції мікроорганізмів і продуктів їх життєдіяльності тощо. Під час застосування для розливу полімерно-пластикових пакувань слід забезпечити необхідний рівень санітарно-гігієнічних характеристик, тобто:

- до складу пакувального матеріалу не повинні входити високотоксичні речовини, що мають кумулятивні властивості і специфічну дію на організм (канцерогенність, мутагенність, алергенність і ін.);

- пакувальний матеріал не повинен змінювати органолептичні та фізико-хімічні властивості продукції, а також виділяти шкідливі речовини в кількостях, що перевищують допустимі з гігієнічної точки зору рівні міграції.

Висновки. Впровадження уточнених вимог до розливу готової продукції до ДСТУ 4256:2003 та ДСТУ 4257:2003 дасть змогу виробникам розливати горілки, горілки особливі, напої лікero-горілчані у пляшки або інші одиниці упаковки, які відповідають затвердженому у встановленому порядку показникам безпеки, забезпечують вимоги щодо безпечності та якості готової продукції, згідно з чинним законодавством та чинними нормативними документами.

Література

1. Товарознавство пакувальних матеріалів і тари : навч. посібник / Т. М. Летута, А. Е. Радченко, Л. А. Прибилович, О. С. Круглова. – Х. : ХДУХТ, 2017. 180 с.

ІННОВАЦІЇ ЕКОУПАКОВКИ ДЛЯ ЗАКЛАДІВ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА

Вступ. Найбільш перспективною галуззю для розвитку інноваційною діяльності є галузь ресторанного господарства. Інноваційні процеси в сфері ресторанного господарства в нашій країні, пов'язані з нововведеннями в системі товароруху, інноваціями у сфері послуг, зокрема кейтерингових, а також інноваціями екоупаковки для закладів ресторанного господарства. На кожному часовому етапі якість продукції повинна бути оптимальною, тобто максимально задовольняти потреби споживачів за відносно мінімальних затрат для її досягнення. На цьому шляху конкуренція виступає як стимул удосконалення якості продукції. Завдяки цьому можливо визначати інноваційні чинники харчової безпеки у сфері функціонування закладів ресторанного господарства [1]. Масштаби забруднення пластиком продовжують набирати обертів і, за прогнозами фахівців, якщо все триватиме так і далі, то до 2050 року людство стоятиме на межі екологічної катастрофи. Глобальність проблеми полягає в тому, що приблизно 33 % всього пластику використовується одноразово, після чого викидається, а цей матеріал органічно не розкладається [2]. І, на жаль, готельно-ресторанний бізнес також причетний до цього. У всьому світі 73 % сміття – це пластик: пляшки та кришечки, одноразовий посуд, харчові обгортки та контейнери з полістиролу [3]. Єдиний вихід із цієї ситуації, що дозволяє зменшити забруднення планети пластиком, – це перехід до використання екологічно чистих та органічних матеріалів. Такі вироби самостійно розкладаються і переробляються в природі, при цьому не виділяючи токсичні речовини.

Актуальність теми. Вже сьогодні на ринку є достатньо пропозицій екологічного посуду, які можуть замінити одноразовий пластик. Найпоширенішими видами рослинної сировини, що використовуються для виробництва біопосуду є [3]:

1. Кукурудзяний крохмаль. Властивості матеріалу: повна біорозчинність, відсутність токсинів, стійкість до дуже низьких і високих температур, жир- і водонепроникливість.

2. Бамбукова фібра. Бамбуковий посуд відрізняється яскравим дизайном, легкий, міцний, безпечний для природи і здоров'я людини, як в процесі використання, так і після утилізації.

3. Кавова гуща. Чашки та склянки з кавової гущі – багаторазові та повністю розкладаються.

4. Кокос. Кокосовий посуд роблять з шкаралупи горіхів кокосової пальми. Це натуральний біорозкладний матеріал, посуд з якого не завдає шкоди організму людини і навколишньому середовищу.

Проте, термін біорозкладаний нічого не говорить про часові терміни розкладання. Біорозкладання – це процес, під час якого під дією бактерій або інших природних процесів органічний матеріал розпадається на безпечні речовини, не забруднюючи навколишнє середовище [3]. Тому альтернативою є компостований екопосуд Vegware, який піддається промисловому (8-12 тижнів) та природньому компостуванню. Найбільш широко використовувані стандарти компостування – європейські EN13432 та американські ASTM D6400. Компанія Vegware заснована 2006 року в Британії. Екологічна продукція компанії доступна по всьому світу через офіційних представників Vegware в США, Південній Африці, країнах Європи, Австралії, Новій Зеландії, ОАЕ, а тепер і в Україні. Виготовляє широкий асортимент продукції з PLA, CPLA, багасса [4].

Метою даної роботи є моніторинг компостованого одноразового посуду та пакувальних матеріалів для їжі Vegware компанії Naturpack та впровадження у заклади ресторанного бізнесу, зокрема і для кейтерингових послуг.

Матеріали та методи. PLA – це компостований матеріал, який отримують з рослинного цукру. PLA розшифровується як «полімолочна кислота» (ще одна назва – «полілактид»). Його можна отримати з будь-якого цукру: кукурудзяного крохмалю, маніока, цукрової тростини чи цукрового буряку. Легкий, міцний, прозорий і безпечний. Нижчі викиди вуглекислого газу при

виробництві, ніж у пластмас на нафтовій основі. Розкладається при промисловому компостуванні. PLA має низьку температуру плавлення, тому найкраще підходить для низькотемпературного застосування при температурі до 40°C. Там, де потрібна висока термостійкість, наприклад, в столових приборах або кришках для кави чи супу, використовують кристалізовану форму (CPLA) – це передбачає додавання в PLA крейди, яка виступає в якості каталізатора. В результаті виходить продукт, стійкий до нагрівання при 90°C [5].

Технологія виготовлення PLA: кукурудзу подрібнюють для отримання крохмалю у формі глюкози. Потім глюкозу зброджують, щоб отримати молочну кислоту. На наступному етапі хімічний процес перетворює молочну кислоту в полімер, з якого можна виготовити гранули, які професіонали галузі називають «смолою». Як і звичайну пластикову «смолу», гранули PLA можуть переробляти різними способами – екструдувати в лист чи плівку, відливати в прес-формах під тиском, відливати в листи чи прости у волокна [5].

Багасса – це сухий волокнистий залишок після вичавлення цукрового очерету для отримання соку. Це волокно спресовується в форми при високій температурі та під тиском [5].

Результати та обговорення. Компанія Naturpack – офіційний дилер бренду Vegware в Україні. Реалізує повний асортимент рослинного компостового пакування для закладів HoReCa. Сертифікат, підписаний CEO Vegware Джо Френкелем, підтверджує це [4]. Одноразовий посуд зроблений з рослинної, поновлюваної сировини з низьким вмістом вуглецю або з вторинної рослинної сировини. Асортимент продукції налічує понад 250 позицій повністю екологічного компостованого посуду та пакування. Безліч інновацій, такі як кришки до стаканів для гарячих напоїв, стакани з подвійними стінками, столові прибори для використання при високих температурах, контейнери для супу та позиції лінійки «Гурме» відзначені нагородами в сфері інновацій [5]. Після використання все пакування разом з залишками їжі придатне для промислового компостування.

PLA замінює звичайний пластик у внутрішніх стінках паперових стаканів, використовується для прозорих частин пакування для сендвічів, також з цього матеріалу виробляють прозорі стакани для холодних напоїв, соломинки, контейнери та соусники. Кришки для напоїв та столові прибори виготовляють з CPLA. Асортимент продукції з багасси включає в себе асортимент посуду і боксів для їжі з собою різних форм і розмірів. Натуральний матеріал не накопичує конденсат, а їжа всередині залишається свіжою і хрусткою. Багасса – блискуча екологічна альтернатива полістиролу! Компостується в промислових умовах разом з харчовими відходами [5].

У тих випадках, коли немає доступу до компостування, використану продукцію слід утилізувати як звичайні відходи. Загальні відходи відправляються на спалювання або на звалище. Дослідження спалювання, проведені компанією Nature Works, показують, що їх PLA виробляє більше тепла, ніж газети, деревина або харчові відходи; а також, що він не виробляє летючих газів. Дослідження показали, що на звалищах компостована упаковка інертна і не виділяє метан. Відповідно постійне впровадження інновацій пакувальної продукції у ресторанних закладах, зокрема для кейтерингових послуг, допоможе вивести підприємства цього типу на новий рівень розвитку в умовах мінливості, трансформації і глобалізації у суспільстві.

Висновок. Здійснено моніторинг компостованого одноразового посуду та пакувальних матеріалів для їжі Vegware компанії Naturpack та впровадження у заклади ресторанного бізнесу, зокрема і для кейтерингових послуг. Таким чином, виходячи із проведеного теоретико-практичного аналізу компостованого одноразового посуду та пакувальних матеріалів для їжі Vegware компанії Naturpack є чудовим рішенням ідеї піклування про навколишнє середовище, а заклади ресторанного господарства використовуючи даний посуд завжди будуть іти попереду інших і здобувати більше лояльних клієнтів.

Література:

1. Paska M. Express method of hygienic quality control of the improved technological process of preparation of meat chopped semi-finished products with plant raw materials M.Paska, O. Masliichuk / Scientific works of national university of food technologies. – NUFT, 2019. - 25(5). - p.181-187
2. Ганоцька О.В. Дизайн упаковки майбутнього: прогностичні тенденції розвитку. Вісник Харківської державної академії дизайну і мистецтв. - 2018. - С. 14-21.
3. Павлюк В.М. Біорозкладний посуд: мода чи необхідність? Стратегії інноваційного розвитку туризму та готельно-ресторанної справи: проблеми та перспективи. - 2020 р. - С. 919.
4. www.vegware.com
5. www.naturpack.com.ua

ВИМОГИ ДО ГНУЧКОЇ УПАКОВКИ В УМОВАХ ВПРОВАДЖЕННЯ ЕКОНОМІКИ ЗАМКНЕНОГО ЦИКЛУ

Анотація: На підставі аналізу переваг та особливостей гнучкої упаковки наведено вимоги до неї в умовах впровадження економіки замкненого циклу. Ці вимоги складаються з основних вимог, до яких відносяться такі: надійний захист пакованого продукту, функціональність та зручність для споживання, надання необхідної інформації, виконання маркетингової функції. А також вимог до упаковки після її використання - це забезпечення збору, сортування та повторної переробки. Для відповідності вимогам економіки замкненого циклу повинні розроблятися та впроваджуватися нові структури гнучких полімерних матеріалів, упаковка з яких буде виконувати свої основні функції, але поряд з цим буде збиратися, сортуватися та перероблятися економічно доцільним шляхом. Наведено приклади таких структур.

Вступ. Гнучкому пакуванню притаманні різноманіття структур, видів, форматів, функціональних можливостей та сфер застосування. Матеріали, з яких виготовляється гнучка упаковка – це полімерні плівки, папір, алюмінієва фольга, а також комбіновані матеріали, що складаються із кількох шарів паперу, фольги, полімерів та інших листових або рулонних матеріалів. Гнучкі пакувальні матеріали переважають майже всі пакувальні матеріали, оскільки для їх виготовлення витрачається найменша кількість сировини, енергії, людської праці. Сучасні гнучкі пакувальні матеріали стійкі до ударних навантажень, корозійно стійкі, непроникні до водяної пари і газів, ароматонепроникні, за вимогою прозорі або непроникні до світла, забезпечують прекрасний захист пакованого продукту. Можливість комбінувати різні матеріали дозволяє гнучкій упаковці задовольнити вимоги до пакування практично всіх харчових продуктів та промислових товарів. Крім цього гнучка упаковка має переваги у порівнянні з жорсткою упаковкою, це: мала товщина, мала маса, віднесена до одиниці площі, що обумовлює високу ефективність її використання у перерахунку на масу пакованого продукту. Гнучка упаковка має велику поверхню, яка використовується для нанесення поліграфічного оформлення, надання інформації відповідно до вимог законодавства, комунікації зі споживачем. Перелік переваг гнучкої упаковки можна продовжувати. Але, з іншої сторони різноманіття структур та матеріалів, які входять до складу гнучкого пакування обумовлюють проблему поводження з упаковкою після її використання та утруднюють її повторну переробку економічно доцільним шляхом.

Актуальність. В умовах впровадження економіки замкненого циклу питання поводження з упаковкою після її використання є надзвичайно актуальним. Для забезпечення одного з трьох можливих сценаріїв, а саме, повторне використання, повторна переробка або біодеградація, для гнучкого пакування найбільш реалістичними є останні два. Але для можливості їх реалізації необхідно чітко уявляти, якій саме сценарій та яким чином буде втілюватися у життя. Для цього необхідно правильно визначити вимоги щодо майбутнього пакування.

Основна частина.

Основною метою упаковки є захист продуктів і товарів, що у випадку продуктів харчування є критично важливим для забезпечення безпеки споживача. Ця вимога залишається основною для розробки або вибору гнучкої упаковки, яка має відповідати засадам економіки замкненого циклу.

У майбутньому упаковка продовжуватиме забезпечувати надійний захист, функціональність упаковки, яка має бути зручною для споживання пакованого продукту, надання необхідної інформації, а також виконувати маркетингову функцію. Але крім цих

основних вимог додаються не менш важливі умови, виконання яких є необхідним для впровадження економіки замкнутого циклу. Нові пакувальні рішення повинні забезпечити мінімальний вплив на навколишнє середовище та вплив на глобальне потепління. Відходи, що утворюються після використання упаковки, повинні повторно перероблятися не забруднюючи природне середовище.

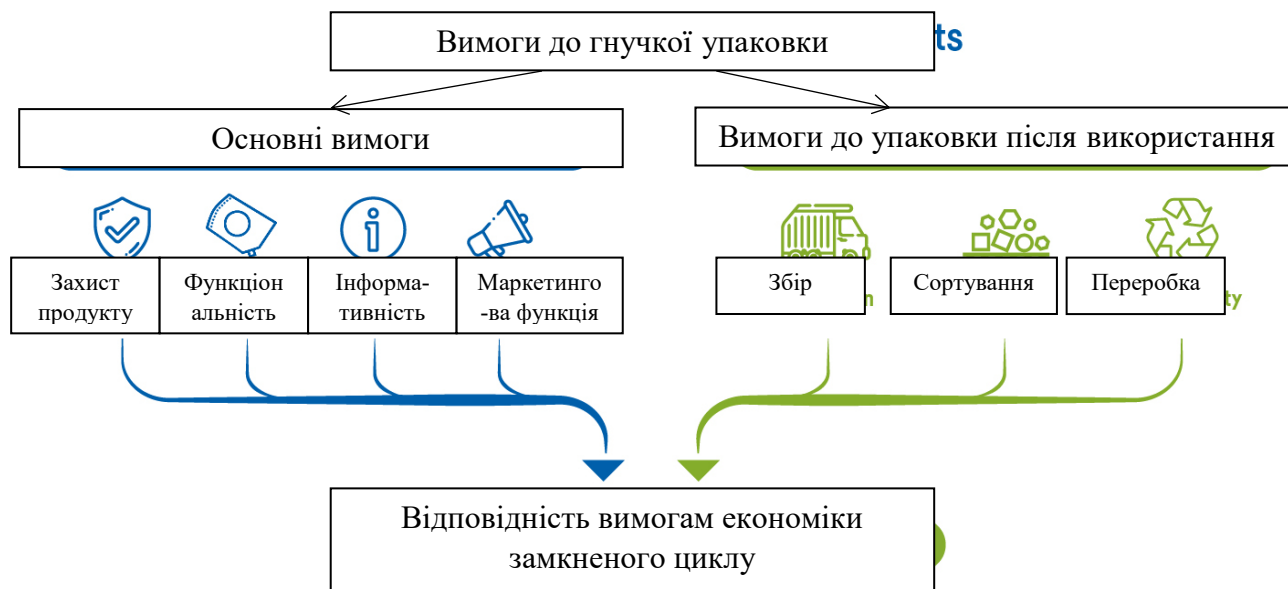


Схема 1 - Вимоги до гнучкої упаковки в умовах економіки замкнутого циклу.

Для того щоб гнучка упаковка відповідала вимогам до упаковки після її використання, тобто щоб можна було забезпечити належним чином процеси збору, сортування та повторної переробки, необхідно розробляти відповідні структури гнучких пакувальних матеріалів. Послідовність одного з можливих напрямків пріоритетного складу гнучких пакувальних матеріалів можна зобразити таким чином:

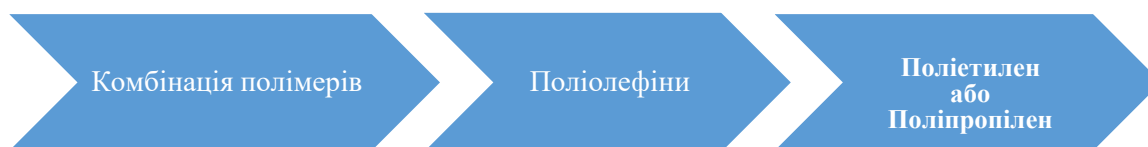


Схема 2 - Напрямок пріоритету використання полімерів в одній структурі пакувального матеріалу

Монополімерна гнучка упаковка – це найкращий варіант для збору, сортування та повторної переробки після використання такої упаковки. Але не для всіх продуктів така упаковка може забезпечити надійний захист впродовж терміну зберігання. Деякі продукти, наприклад, кофе, соуси, кетчупи, сири, м'ясні продукти та інші, потребують використання так званих бар'єрних матеріалів. Безумовно надійний захист забезпечують комбіновані матеріали, які містять шар алюмінієвої фольги у комбінації з шарами полімерів. Але такі структури не відповідають вимогам економіки замкнутого циклу, тому що їх повторна переробка доволі складна та економічно недоцільна. На сьогодні для заміни таких структур все більше використовують комбіновані матеріали, які поєднують шари різних, в тому числі бар'єрних полімерів. Прикладом таких структур можуть бути наступні:

ламінований матеріал, якій складається з поліпропіленової плівки з бар'єрним покриттям з оксиду алюмінію та поліетиленової плівки (PP, AlOx, ink//PE) ламінований матеріал, якій складається з поліетиленової плівки та коекстурованої плівки з шаром сополімеру етилену та вінілового спирту (PE,ink//PE/EVOH/PE) та інші подібні структури, які можуть повторно перероблятися економічно доцільним шляхом.

Висновки:

1. Гнучка упаковка належним чином забезпечує захист продуктів харчування, фармацевтичних препаратів та інших товарів в продовж терміну зберігання, а також ефективно виконує всі основні функції сучасної упаковки.

2. Важливою перевагою гнучкої упаковки у порівнянні з іншими видами є обмежена кількість матеріалів для її виготовлення, що обумовлює мінімальний вплив на навколишнє середовище.

3. Для впровадження економіки замкненого циклу необхідною вимогою до гнучкої упаковки є забезпечення її збору, сортування та повторної переробки. Для цього необхідна розробка та впровадження нових структур гнучких полімерних матеріалів, які відповідають цим вимогам. Такі структури мають складатися або з монополімерів, або з полімерів, які можуть бути повторно перероблені без розділення технологічно та економічно ефективним шляхом.

Література

1. Р. Коулз, Д. МакДауелл, М. Дж. Кірван. Упаковка пищевых продуктов. пер. с англ. яз. С-Петербург, 2012, 408 с.
2. Ханлон Дж.Ф., Келси Р.Дж., Форсинио Х.Е. Упаковка и тара: проектирование, технологии, применение. пер. с англ. яз. С-Петербург, 2004, 632 с.
3. <https://www.flexpack-europe.org/en/>
4. https://www.flexpack-europe.org/files/FPE/sustainability/FPE-Sustainability_Vision_June2020.pdf
5. <https://guidelines.ceflex.eu/>

Iliana Kostova¹, Veska Lasheva², Hafize Fidan³, Darina Georgieva¹,
Stanka Damyanova¹, Albena Stoyanova³

1 – University of Russe, Razgrad Branch, Razgrad, Bulgaria

2 – University of Chemical Technology and Metallurgy, Sofia, Bulgaria

3- University of Food Technologies, Plovdiv, Bulgaria

DEVELOP A WRAPPING PAPER WITH THE CLARY SAGE ESSENTIAL OIL AND TO STUDY ITS ANTIMICROBIAL EFFICACY

Introduction. The aim of research – to determine the effect of clary sage (*Salvia sclarea* L.) essential oil on paper packaging materials.

Materials and methods. Three packaging materials have been studied based on paper coated with clary sage essential oil. The chemical composition of the clary sage essential oil is determined chromatographically. Antimicrobial effect of essential oil was determined against Gram-positive, Gram-negative bacteria, yeasts, and fungi using the agar diffusion method.

Results and discussion. The physico-mechanical parameters (length of the tear in the longitudinal direction and relative longitudinal extension) of three different types of papers were presented in Table 1.

Table 1

Length of packing paper cuts

Paper kind	Bleached cellulose				Unbleached cellulose				Recycled paper			
	Length of tear in the longitudinal direction	Relative longitudinal extension	Length of transverse rupture	Relative extension in the transverse direction	Length of tear in the longitudinal direction	Relative longitudinal extension	Length of transverse rupture	Relative extension in the transverse direction	Length of tear in the longitudinal direction	Relative longitudinal extension	Length of transverse rupture	Relative extension in the transverse direction
	m	%	m	%	m	%	m	%	m	%	m	%
Untreated with clary sage essential oil	2500	1.4	2200	1.6	5800	1.0	1800	1.5	2800	0.8	1900	2.0
Treated with clary sage essential oil	2200	1.2	2000	1.4	5600	0.8	1600	1.2	2600	0.6	1600	1.8

The chemical composition of the clary sage essential oil showed a predominant amount of oxygenated monoterpenes (83.43%), followed by monoterpene hydrocarbons (7.86%), and

sesquiterpene hydrocarbons (5.16%). The major components of the clary sage essential oil were linalyl acetate, β -linalool, α -terpineol, limonene, and geranyl acetate that determined the antimicrobial action of the oil.

The essential oil exhibited a fungicidal action against the tested molds and yeasts. Its high antimicrobial properties could be probably due to the high content of linalyl acetate (40.31%) and β -linalool (22.72%).

Our results showed high fungicidal efficacy for the three types of packaging materials. The suppressive action against *C. albicans* during the investigated shelf life period was about 100%. It was found a high efficiency of the recycled paper against *A. brasiliensis* (99.2% - 81.9%). It was determined that the bactericidal effect of the tested packaging materials was lower than the Gram-negative bacterium *S. abony*.

Conclusions. Clary sage essential oil could be used as an antimicrobial agent in the food industry due to its antimicrobial properties, in order to improve the quality of the products and extend their shelf life.

References

1. Wyrwa J., Barska A. (2017), Innovations in the food packaging market: active packaging, *European Food Research Technology*, 243, pp. 1681–1692.
2. Yildirim S., Röcker B., Pettersen M. K., Nilsen-Nygaard J., Ayhan Z., Rutkaite R., Radusin T., Suminska P., Marcos B., Coma V. (2018), Active packaging *Applications for Food, Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 17, pp. 165–199.
3. Rodríguez A., Batlle R., Nerín C. (2007), The use of natural essential oils as antimicrobial solutions in paper packaging. Part II, *Progress in Organic Coatings* 60, pp. 33–38.
4. Hristova Y., Gochev V., Wanner J., Jirovetz L., Schmidt E., Girova T., Kuzmanov A. (2013), Chemical composition and antifungal activity of essential oil of *Salvia sclarea* L. from Bulgaria against clinical isolates of *Candida* species, *Journal of BioScience and Biotechnology*, 2(1), pp. 39–44.
5. Carruba A., Torre R., Piccaglia R., Marotti M. (2002), Characterization of an Italian biotype of clary sage (*Salvia sclarea* L.) grown in a semi-arid Mediterranean environment, *Flavour and Fragrance Journal*, 17 (3) pp. 191–194.
6. Iliana Kostova, Veska Lasheva, Hafize Fidan, Darina Georgieva, Stanka Damyanova, Albena Stoyanova (2020), Effect of clary sage (*Salvia sclarea* L.) essential oil on paper packaging materials, *Ukrainian Food Journal*, 9(2), pp. 287-297.

ЗАБРУДНЕННЯ СУШИЛЬНИМИ ГАЗАМИ ЗЕРНА В ЗЕРНОСУШАРКАХ

Вступ. Майже все зерно зібраного урожаю, за виключенням сухого, сушать до критичного вологовмісту [1–5]. Для зневодення зерна й насіння застосовують сушильні гази, що являють собою задану суміш продуктів спалювання теплоносія та повітря довкілля. Отже хімічний склад теплоносія та витрати сушильних газів є основною складовою ризиків забруднення зерна в тепловологообмінних камерах сушарок. В нижче наведених аналітичних матеріалах розглянемо фактори впливу, ймовірність та способи зменшення ризиків забруднення зерна в зерносушарках.

Актуальність теми. Зерно зібраного урожаю є чи не найбільш вагомим чинником продовольчої безпеки, валютних надходжень в бюджет країни та зовнішньоекономічного впливу на споживачів експортованого зерна. Однак, як продукт харчування, зерно мусить бути безпечним і, відповідно до діючих вітчизняних стандартів та закордонних контрактних вимог, вміст канцерогених речовин в ньому строго регламентується. Тому застосування технологій обробки зерна із використанням канцерогеноємних складових, до яких відносять технології зневодення, підвищує ризик погіршення якості зерна та його продовольчої придатності. З огляду на це нами були виконані дослідження ризиків забруднення зерна в зерносушарках.

Матеріали та методи. Енергоносії, параметри газів довкілля та сушильних газів, процеси сорбції – десорбції, технологічні способи та режими тепло-масообміну, тепловологообмінні камери. Методи прикладних, емпіричних досліджень, статистичної та математичної обробки результатів досліджень й планування експериментів.

Результати та обговорення.

Серед усіх технологій післязбиральної обробки зерна та виробництва продуктів харчування із нього, найбільший ризик забруднення зернопродуктів канцерогенами містять технології зневоднення зерна [2, 5, 6]. На зневоднення однієї фізичної тони зерна використовують від 5,2 до 7,9 тис.м³ сушильних газів у вітчизняних зерносушарок, або від 3,6 до 5,7 тис.м³, сучасних іноземних [1–3].

Зневоднення зерна супроводжується значним забрудненням зернини продуктами спалювання теплоносія, а забруднення довкілля – легкими домішками (рис.1).

Складність розв'язання проблеми із забрудненням зернини полягає в особливостях конвективного способу сушіння та міжфазового тепловологообміну.

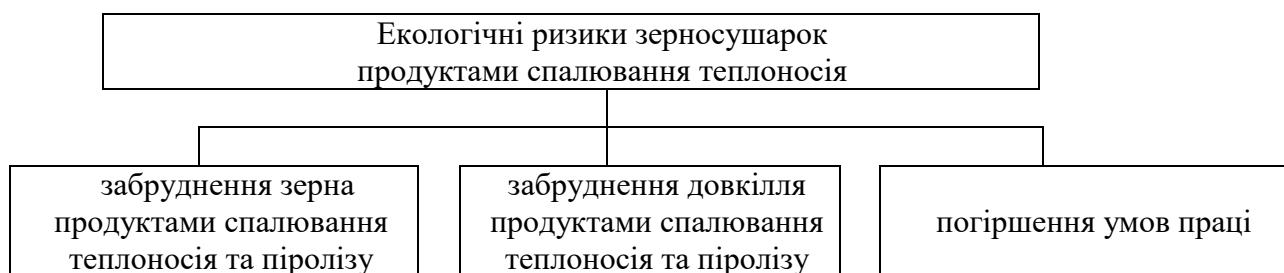


Рисунок 1 – Фактори забруднення зерна в зерносушарках

Конструкції сучасних іноземних зерносушарок, із застосуванням м'якших режимів сушіння, застосування часткової рециркуляції газів та відмінних способів підведення робочих газів і використання укріттів, – також не вирішують відмічених проблем. Більше того, ареал забруднення легкими частинками таких конструкцій зерносушарок в 3 –4 разів більший вітчизняних.

Забруднення зерна продуктами спалювання палива може відбуватися з причин вмісту канцерогенних речовин в складі палива. За умов недостатньої кількості кисню може мати

місце також і неповне спалювання палива, що додатково підвищує вміст канцерогенних речовин в газоповітряних сумішах продуктами неповного згоряння палива та парниковими газами.

Послабити вказаний ризик можна:

а) зменшенням вмісту токсичних речовин в паливі, тобто переведенням зерносушарки з рідких видів палива на газоподібні чи навіть електричні;

б) зміненням конвективного способу сушіння на кондуктивний, або заміною існуючої зерносушарки на нову модель з кондуктивними теплообмінниками;

в) удосконаленням режимів сушіння.

Оскільки для практичного застосування перші два способи для вітчизняних умов господарювання можуть розглядатися лише у далеко віддаленому майбутньому, тому детальніше розглянемо третій спосіб послаблення ризиків забруднення зерна.

Для топкового пристрою зерносушарки найбільш поширеної конструкції ДСП-32от-2 при спалюванні дизельного газу загальні викиди оксидів азоту NO_x в атмосферу становлять:

$$E_{NO_x} = 0,000001 \cdot K_{NO_x} \cdot Q_{np} \cdot B, \text{ т/рік}, \quad (1)$$

де Q_{np} – нижня межа теплоти згоряння палива, МДж/кг, $Q_{np}=42,9$ МДж/кг; B – витрати палива за сезон роботи сушарки, кг $B \approx 3,7 \cdot 10^6$ кг /сез.

Зі зміненням режимів сушіння із висхідних на спадні, зазначені в попередньому абзаці фактори ризику травмування й забруднення зернини зменшуються на стільки, на скільки виважено збалансовано кількість підведеної теплоти сушильних газів тілу зернини різного стану вологості та місця розташування вологи в тілі зернини.

Нами розроблені й успішно апробовані у виробничих умовах на зерносушильних агрегатах ДСП-32от спадні режими сушіння.

Кількість теплоти робочих газів ми змінювали їх температурою, яку встановлювали розрахунковим шляхом за балансом теплоти нагрівання зерна $Q_{\delta\theta}$ (2) й випаровування вологи з поверхневих шарів тіла зернини $Q_{\delta W}$ (3):

$$Q_{\delta\theta} = G \cdot c_0 \cdot (\theta_1 - \theta_0), \quad (2)$$

$$Q_{\delta W} = \delta W \cdot (r + \Delta r), \quad (3)$$

де r – схована теплота пароутворення при температурі зерна θ_1 , кДж/кг_{вол.}; Δr – питома теплота на подолання внутрішнього опору дифузії вологи, кДж/кг_{вол.}, δW – частка вилученої вологи із зерна, кг.

Висновки:

1. Найпоширеніші технології зневодення зерна зібраного урожаю можуть забруднювати зерно продуктами спалювання теплоносія.

2. Токсичні речовини можуть потрапляти в сушильні гази із продуктів спалювання теплоносіїв, хімічних сполук взаємодії продуктів спалювання із газами тепловологообмінної камери, особливо вологи, та піролізу зернової суміші.

3. Заданими режимами сушіння можна управляти градієнтом вологи фазових середовищ і, відповідно, ризиком забруднення зерна сушильними газами.

Література.

1. Остапчук М.В. Наукові основи процесів зберігання зерна // Наукові праці ОНАХТ, вип. 29. т.2. – С. 58–62.

2. Гапонюк. Вплив параметрів довкілля на сушіння зерна // Ukrainian Food Journal. – К.- 2013 - Volume 2, Issue 3 – С.337-346.

3. Гапонюк І.І. Вітчизняні зерносушарки: стан та перспектива // Хранение и переработка зерна. – 2014. – № 2 (179) – С.25–29.

4. Magdalena Zielinska. Superheated steam drying characteristic and moisture diffusivity of distillers' wet grains and condensed distillers' solubles Original Research / Magdalena Zielinska, Stefan Cenkowski // Journal of Food Engineering, Volume 109, Issue 3, April 2012, Pages 627-634.

ОСОБЛИВОСТІ БІОРОЗКЛАДНИХ ПАКОВАНЬ ДЛЯ ПРОДУКЦІЇ ХЛІБОБУЛОЧНОЇ ТА КОНДИТЕРСЬКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Серед численних функцій, які виконують пакування харчової продукції, найголовнішою, без сумніву, є гарантування її безпечності, оскільки зазначена продукція дуже часто є швидкопсувною та потенційно небезпечною для життя та здоров'я споживачів [1]. Антропогенне навантаження на довкілля, що має сталу тенденцію до зростання, вимагає від фахівців шукати можливі шляхи для зменшення кількості використовуваних полімерних пакувань та/або мінімізацію їхнього шкідливого впливу. Одним з реальних способів розв'язання зазначеного завдання є застосування різних біологічних пакувань – насамперед, біопластмас.

Відрізняють дві групи біопластмас: перша – це біорозкладні матеріали, що піддаються компостуванню, друга – біопластмаси, вироблені на основі відновлюваних природних ресурсів [2]. Щодо матеріалів першої групи, є низка нормативів (наприклад, стандарти ДСТУ EN 13432:2015 [3] та ASTM D6400-12 [4]), яким повинні відповідати їхні характеристики – незалежно від джерела сировини для виготовлення цих матеріалів (поновлюваного або нафтохімічного). На основі відновлюваних ресурсів виготовляють біопластмаси другої групи. Сировина для їхнього виготовлення може бути на 100% натуральною, але отриманий біополімер не обов'язково піддається біологічному розкладу [2]. Питання віднесення матеріалу до категорії біорозкладних продовжує залишатися дискусійним. Якщо автори [5] рекомендують спосіб отримання біорозкладного матеріалу шляхом поєднання поліетилену низького тиску (ПЕНТ) з крохмалем, то у [6] наголошується, що подібні матеріали належать до групи оксирозкладних – таких, що лише реструктуруються під впливом чинників довкілля, проте залучені до їхнього складу частинки полімерів біорозкладення не зазнають.

У світовій практиці, зазвичай, застосовують біорозкладні матеріали трьох типів [7]:

- рослинні полімери, використовувані самостійно або у суміші з біорозкладними синтетичними полімерами (рис. 1);
- мікробні полімери, отримувані шляхом ферментування сільськогосподарської сировини, використовуваної у якості субстрату. Серед цих полімерів також відрізняють полігідроксикарбонати (ПГА), найвідомішим представником яких є ПГБВ (полігідроксикарбонат співвалеріат);
- мономери або олігомери, полімеризовані шляхом звичайних хімічних процесів та отримані ферментуванням сільськогосподарської сировини, використовуваної у якості субстрату (найвідомішим є полілактид ПЛА).

У цілому, загальні принципи пакування хлібопекарських і кондитерських продуктів не відрізняються від наукових засад пакування харчових продуктів інших груп, втім продукція хлібобулочної та кондитерської промисловості має певні особливості, пов'язані з техніко-технологічними характеристиками використовуваних для їх виготовлення харчових мас [1]. Низка хлібобулочних і кондитерських виробів містить швидкопсувні компоненти, які впливають на загальний допустимий термін придатності зазначеної продукції. Це, у повній мірі, стосується й застосовуваних у зазначених галузях харчової промисловості біорозкладних пластиків. Виходячи із зазначеного, для швидкопсувної хлібопекарської та кондитерської продукції можна рекомендувати біополімерні пакувальні матеріали на основі ПЛА (найбільш практичний матеріал), ПГА та полігліколіду (ПГЛ), багат шарові плівки із залученням зазначених матеріалів, паперово-полімерні пакування, транспортну тару із залученням хітозану. До зазначеної групи належать такі продукти, як вироби хлібобулочні, нетривалого зберігання – загального призначення та продукуювані для спеціального харчування (дієтичні,

оздоровчі, профілактичні). Серед кондитерських продуктів до продукції нетривалого зберігання належить низка кондитерських і кулінарних борошняних виробів, а також кондитерських виробів з кремом і начинками, їхні напівфабрикати тощо. Іншу групу кондитерських виробів нетривалого зберігання складають кондитерські та кулінарні борошняні вироби високого ступеня готовності та тістові, зокрема швидкозаморожені напівфабрикати.

Типовою рекомендацією щодо біопакування хлібобулочних виробів зниженої вологості та тривалого зберігання є застосування плівок з ПГА – для тривалішого зберігання (кращі бар'єрні властивості), в економічно та технічно виправданих випадках – натуральних матеріалів транспортної тари із залученням хітозану. Зазначену групу хлібобулочних виробів складають хлібці хрусткі, сухарі, грінки й подібні вироби; маца; хлібці прісні для причастя; облатки, придатні для фармацевтичного використання; облатки для запечатування; папір рисовий і подібні вироби.

Для таких груп кондитерських борошняних виробів, як пряники; печиво здобне та вафлі, цілком чи частково покриті шоколадом чи іншими сумішами, з умістом какао; печиво здобне (зокрема печиво з начинкою), крім цілком чи частково покритого шоколадом чи іншими сумішами, з умістом какао; вафлі та вафельні облатки з умістом води більше ніж 10 мас. % від готового продукту (крім ріжків для морозива, вафлів з прошарком, інших подібних продуктів); вафлі та вафельні облатки, крім цілком чи частково покритих шоколадом або іншими сумішами, з умістом какао, можна рекомендувати біопакування на основі плівок з ПГА – для тривалішого зберігання (кращі бар'єрні властивості), в економічно та технічно виправданих випадках – натуральні матеріали, їстівні покриття на основі білків, жирів і полісахаридів, а також транспортну тару із залученням хітозану. Зазначені біопакування прийнятні (у певних випадках крім їстівних пакувань-покриттів) також для таких груп продуктів, як печиво (крім цілком чи частково покритого шоколадом чи іншими сумішами, з умістом какао, здобного печива, вафлів і вафельних облаток); вироби екструдовані чи здуті, пряні чи підсолені; вироби хлібобулочні (зокрема млинці, пироги, запіканки, піца), крім канапок, хлібців хрустких, вафельних облаток, вафель, сухарів, тостів, прямих або підсолених екструдованих або здутих виробів.

Велика група кондитерських виробів, до складу якої входить шоколад і подібні продукти, з умістом какао-продуктів, у блоках, плитках, брусках масою більше ніж 2 кг чи в рідинних, пастоподібних формах, у порошку, у гранулах, в інших нетарних формах, у контейнерах чи в первинному пакуванні масою більше ніж 2 кг, з умістом какао-продуктів не менше ніж 18 мас. %; крихта молочного шоколаду з умістом какао-масла не менше ніж 18 мас. % та в пакуваннях масою більше ніж 2 кг; глазур шоколадна, з умістом какао-масла не менше ніж 18 мас. % та в пакуваннях масою більше ніж 2 кг; продукти харчові готові, з умістом какао-масла не менше ніж 18 мас. % та в пакуваннях масою більше ніж 2 кг (крім шоколадної глазури, крихти молочного шоколаду) допускають біопакування із залученням паперу з шарами біополімерних плівок, багатошарові плівки з ПЛА, ПГА, а також транспортної тари на основі хітозану. Зазначені типи біопакувань застосовують також для шоколаду та готових харчових продуктів, з умістом какао-продуктів (крім какао-порошку підсолодженого), крім безтарних. Зазначена група охоплює шоколад, у блоках, плитках чи брусках з начинкою (зокрема з вершками, лікером або плодовою пастою), крім шоколадного печива; шоколад, у блоках, плитках чи брусках з доданням зерна зернових культур, плодів або горіхів (крім шоколаду з начинкою, шоколадного печива); шоколад, у блоках, плитках чи брусках (крім шоколаду з начинкою, з доданням зерна зернових культур, плодів або горіхів, шоколадного печива); вироби шоколадні, з умістом алкоголю (крім виробів у блоках, плитках чи брусках); вироби шоколадні (крім виробів з умістом алкоголю, виробів у блоках, плитках чи брусках); вироби кондитерські шоколадні, з начинкою (крім виробів у блоках, плитках чи брусках, шоколадного печива, шоколадок); вироби кондитерські шоколадні (крім виробів з начинкою, у блоках, плитках чи брусках, шоколадного печива, шоколадок); вироби кондитерські цукрові та їх замітники, виготовлені з продуктів-замінників цукру з умістом какао-продуктів (зокрема

шоколадна нуга), крім білого шоколаду; пасти шоколадні; вироби готові, з умістом какао-продуктів, для приготування напоїв; продукти харчові, з умістом какао-продуктів (крім тертого какао, какао-масла, какао-порошку, виробів у блоках, плитках, брусках, рідинних, пастоподібних, у порошку, у гранулах, в інших нетарних формах, у пакуваннях не менше ніж 2 кг, виробів для приготування напоїв, шоколадних паст).

Вироби кондитерські цукрові (зокрема білий шоколад), без умісту какао-порошку й тертого какао, охоплюють такі групи продукції, як гумка жуйна/жуйка; тістечка, з екстрактом лакриці; блоки, палички та пастилки з умістом сахарози більше ніж 10 мас. %; але без умісту жодних інших речовин; шоколад білий; пасти кондитерські, цукрові, у первинних пакуваннях, масою нетто не менше ніж 1 кг (зокрема марципан, помадка, нуга та мигдальна паста); пастилки від болю в горлі та краплі від кашлю, до складу яких входить в основному цукор і ароматизатори (крім пастилок і крапель з умістом ароматизаторів з лікувальними властивостями); вироби зацукровані (драже), включно із зацукрованим мигдалем; цукерки жуйні; плодове желе та плодові пасти як цукрові кондитерські вироби (крім жуйної гумки/жуйки); карамель льодяникова; ірис; карамелі й подібні цукерки; таблетки пресовані з цукрових кондитерських виробів (зокрема таблетки для освіження подиху). Для тих продуктів зазначених груп, що належать до швидкопсувних, можна рекомендувати біополімерні пакувальні матеріали на основі ПЛА (найбільш практичний матеріал), ПГА та ПГЛ, багатошарові плівки із залученням зазначених матеріалів, паперово-полімерні пакування, а для продуктів тривалого зберігання – папір з шарами біополімерних плівок, багатошарові плівки з ПЛА, ПГА. Для всіх кондитерських цукрових (зокрема, білого шоколаду), без умісту какао-порошку й тертого какао продуктів прийнятним є використання транспортної тари на основі хітозану.

Висновки. Наведені вище відомості та міркування дають підстави для висновку про можливість і доцільність використання біорозкладних матеріалів, зокрема біопластиків, як ефективних матеріалів для пакування продукції хлібобулочної та кондитерської промисловості. Зазначені матеріали, насамперед ПЛА, суттєвим чином не відрізняються, за механічними та іншими технологічними властивостями, від традиційних пластиків з вуглеводневої сировини.

Література

1. Халайджі В. В., Кривошей В. М. Упаковка для харчових продуктів та напоїв. Київ : ІАЦ «Упаковка», 2018. 216 с.
2. Энгельс Д., Марта Д., Лор С., Циммерманн П. Пластмассы, созданные природой: от мечты к реальности. Упаковка. – 2012. - № 6. – С. 14,15.
3. ДСТУ EN 13432:2015 Упаковка. Вимоги до упаковки, утилізованої способом компостування і біодеградації. Тестові схеми та критерії оцінювання для остаточного прийняття упаковки (EN 13432:2000, IDT). – Чинний від 2016–01–01. – К.: ДП “УкрНДНЦ”, 2015.
4. ASTM D6400-12. Standard Specification for Labeling of Plastics Designed to be Aerobically Composted in Municipal or Industrial Facilities. ASTM International. – In force from 2012. - 3 p.
5. Ухарцева И. Ю., Цветкова Е. А., Гольдаде В. А. Полимерные упаковочные материалы для пищевой промышленности: классификация, функции, требования (обзор). Пластические массы. – 2019. – № 9-10. – С. 56-64.
6. Biodegradable plastics. (2019). European Bioplastics. Retrieved from: <https://www.european-bioplastics.org/bioplastics/materials/biodegradable/>
7. Копилова К. В., Вербицкий С. Б., Козаченко О. Б., Вербова, О. В., Кос, Т. С. Основні засади сучасного біологічного пакування молочних продуктів. Продовольчі ресурси. – 2019. – № 13. – С. 69-86.

ОБҐРУНТУВАННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ ШНЕКОВОГО ЖИВИЛЬНИКА З ТЕЛЕСКОПІЧНИМ ПАТРУБКОМ

Постійна зміна споживчої тари при виготовленні невеликих партій продукції – поширена практика на виробництвах. У випадку рідкої та сипкої продукції використання вагових дозаторів значно спрощує та пришвидшує перехід на інший розмір упаковки. В свою чергу реологічні властивості в'язко-пластичної продукції становлять перепону для впровадження способу вагового формування дози для таких продуктів як фарш, вершкове масло, морозиво [1].

Для переміщення в'язко-пластичної продукції поширеним рішенням є шнековий живильник (рис. 1).

Вихідним параметром розрахунку вважаємо об'ємні витрати продукції (Q). Швидкість процесу дозування контролюється величиною тиску в камері нагнітання (P_2). Величина тиску повинна бути достатньо високою для того щоб деформувати та переміщувати продукцію, але не перевищувати допустиму межу напруження (перевищення негативно впливає на якісні показники продукції).

$$P_2 = \tau + \Delta p_1 + \Delta p_2$$

При розгляді процесу вважаємо, що продукт, який подається в тару, однорідний та деформується рівномірно, заповнюючи тару суцільним шаром.

На виході з патрубку живильника продукція чинить опір, що дорівнює межі текучості τ , відповідно до реологічних характеристик. Використовуючи відомий розрахунок [2] було визначено тиск в камері нагнітання.

Зміна тиску при проходженні патрубку (Δp_2):

$$\Delta p_2 = \frac{8 \cdot Q \cdot \eta_{ef} \cdot l_2}{\pi \cdot (d/2)^4},$$

де η_e – ефективна в'язкість; l_2 – довжина патрубку; d – діаметр патрубку.

Зміна тиску при проходженні конфузору:

$$\Delta p_1 = \frac{128 \cdot Q \cdot \eta_{ef} \cdot l_1 (D^3 - d^3)}{3 \cdot \pi \cdot D^3 \cdot d^3 (D - d)},$$

де l_1 – довжина конфзору; D, d – початковий та кінцевий діаметр конфузору

$$n = \left(\frac{\pi \cdot D \cdot H^3 \cdot \sin^2 \varphi}{12 \cdot \eta_{ef}} \cdot \left(\frac{P_2 - P_1}{L} \right) \cdot F_p + Q \right) \cdot \frac{2}{F_d \cdot \psi \cdot \pi^2 \cdot D^2 \cdot H \cdot \sin \varphi \cdot \cos \varphi},$$

де H – глибина гвинтової поверхні; φ – кут нахилу різьби; F_p – коефіцієнт форми нарізки

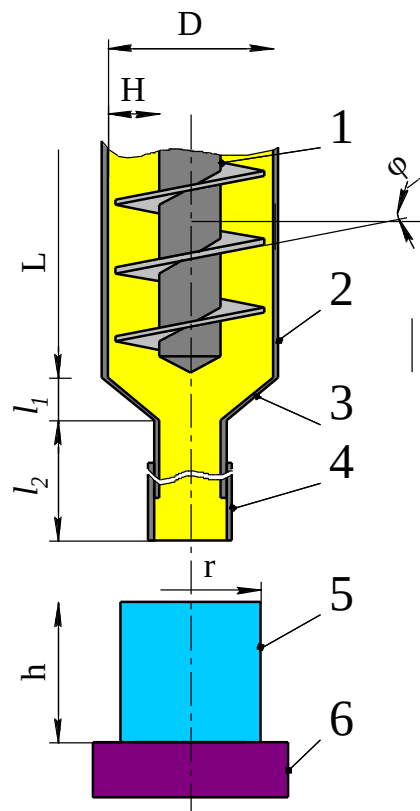


Рисунок 1 - Розрахункова схема. 1 – шнек; 2 – корпус; 3 – конфузур; 4 – патрубок; 5 – тара; 6 – система зважування

шнеку для змушеного потоку; F_d – коефіцієнт форми потоку під тиском; P_1 – тиск в зонні завантаження

Варто зауважити, що в даному розрахунку не враховується випадок коли патрубок нерухомий. У випадку використання телескопічного патрубку його положення в процесі формування дози можна представити функцією від часу. У початковому положенні (після подання порожньої тари) патрубок розташований на певній висоті від дна тари (Δh) і починає свій рух через певний проміжок часу після початку процесу дозування:

$$l_2 = l_b - \frac{Q \cdot t_i}{\pi \cdot r^2} + \Delta h,$$

де l_b – початкова довжина патрубку; t_i – поточний час формування дози; r – радіус споживчої тари.

Зусилля, яке сприймає тензометрична система включає в себе вагу продукції в тарі, тиск, що виникає при падінні продукції в тару і зусилля опору, що відповідає реологічним властивостям властивостей продукції:

$$P = m \cdot g + Q \cdot \rho \cdot v + \tau,$$

де m - маса продукту в тарі; ρ - об'ємна маса продукції; v - швидкість продукції в точці контакту з продукцією в тарі; Q - об'ємна продуктивність живильника.

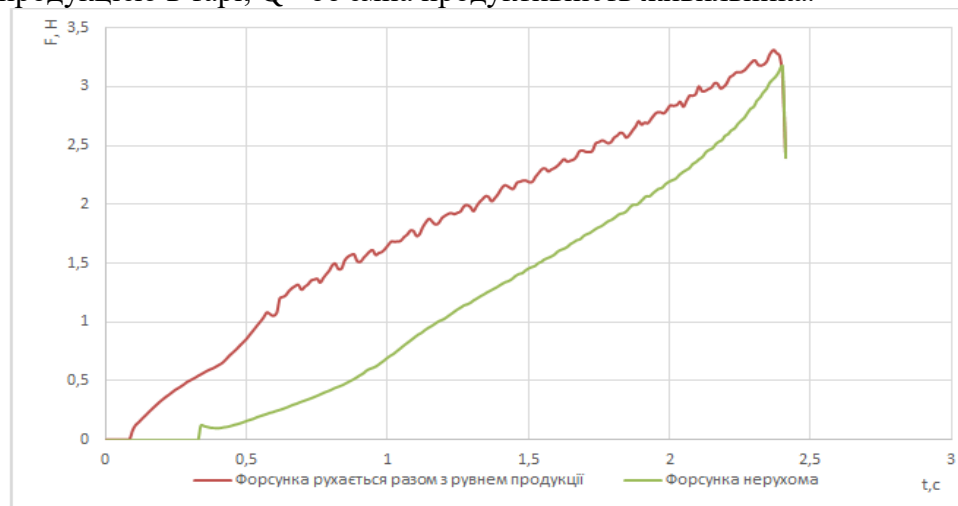


Рисунок 2 - Величина зусилля, що сприймає тензометрична система в процесі формування дози

У проведеному імітаційному моделюванні розглядалося два випадки процесу наповнення тари продукцією, з нерухомим патрубком та з телескопічним патрубком, з метою визначення поведінки продукції в процесі дозування та зміни показників тензометричної системи. В імітаційній моделі було зроблено наступні припущення: динамічні параметри шнеку не впливають на швидкість виходу продукції; процес вважається ізотермічним; в середині патрубку відсутні зони засвоювання матеріалу.

Було встановлено, що при використанні телескопічного патрубку зусилля що діють на тензометричну систему мають майже лінійний характер, в той час як схема з нерухомим патрубком не може бути апроксимована прямою з достатньою точністю.

Висновки. Проведено аналіз режимів руху в'язко-пластичної продукції в шнековим живильнику, створена імітаційна модель для дослідження впливу течії продукту на показники тензометричної системи. Отримані дані використані для забезпечення закону зміни швидкості обертання шнека нагнітача, для забезпечення точності формування дози ваговим методом, швидкості переміщення і геометричних параметрів патрубку.

Література.

1. Пакувальне обладнання: підручник / О.М. Гавва, А.П. Беспалько, А.І. Волчко, О.О. Кохан.–К.: ІАЦ Упаковка, 2010. – 746 с.
2. Левіт І.Б., Сукманов В.О., Афенченко Д.С. Реологія харчових продуктів. Полтава, ПУЕТ. 2015. 540с.

ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРИ СУСПЕНЗІЇ ПІД ЧАС ПОДРІБНЕННЯ В БІСЕРНИХ МЛИНАХ

Вступ. Рідкі та м'які гетерогенні лікарські форми та косметичні засоби широко використовують різного роду суспензії високих концентрацій на основі рослинних жирів. Застосування останніх вимагає забезпечення таких показників як стабільність, зручність застосування та дозування і реологічних властивостей дисперсії, які відповідають вимогам їх конкретного застосування, а саме: володіти протягом тривалого часу стійкістю до розшарування і агрегації частинок [1, 3].

У науковій літературі недостатньо даних про зміну реологічних властивостей суспензій на базі рослинних жирів під час їх оброблення у бісерному млині. Зазначимо, що значення реологічних показників суспензій потрібні для моделювання і розрахунку процесів, що відбуваються у бісерному млині та подальших процесах виготовлення фармацевтичних і косметичних препаратів [2].

Мета дослідження – встановити вплив режимних параметрів оброблення суспензій на основі рослинних жирів в бісерному млині на їх реологічні властивості.

Матеріали та методи. Дослідження надтонкого подрібнення суспензій проводили в лабораторному бісерному млині [3] періодичної дії.

Суспензію готували за рецептурою: пігмент залізоокисний червоний 120 – 40% та рицинова олія – 60%. Тривалість подрібнення – 45 хвилин (2700 с). Під час подрібнення з камери бісерного млина кожні 5 хвилин (300 с) відбирали проби для вимірювання напруження зсуву за різних значень швидкості зсуву.

Дослідження реологічних характеристик проводили на ротаційному віскозиметрі Реотест 2 (рис. 1) [4]. Основними елементами віскозиметра є привід і вимірювальний механізм з циліндричним вимірювальним пристроєм. Привід віскозиметра здійснюється через 12-ступінчасту реверсивну коробку передач від синхронного двигуна з перемиканням полюсів і можливістю вибору 24 різних швидкості обертання валу циліндра або швидкості зсуву.

Дослідження матеріалу за певної температури досягається безпосереднім підтриманням температури шляхом живлення рідиною циркуляційного термостату.

Для дослідження суспензійної маси використовуємо циліндричний вимірювальний пристрій H , в якому матеріал поміщається в зазор, який створюється між нерухомою пластиною і циліндром радіусом R , що обертається з постійною ω .

Зразок суспензії поміщали у вимірювальну ємність циліндричного пристрою, який встановлювався на віскозиметр і закріплювався за допомогою натяжного кільця.

Для вимірювання значень реологічних параметрів на ротаційному віскозиметрі дійсні такі співвідношення:

– напруження зсуву:

$$\tau = c \cdot \alpha, \text{ Па,}$$

де c – стала величина циліндру, 10^{-1} Па/поділок шкали; α – величина показників індикаторному приладі /поділок шкали/.

– ефективна в'язкість:

$$\eta = \frac{\tau}{\gamma}, \text{ Па} \cdot \text{с,}$$

де γ – швидкість зсуву, с^{-1} .

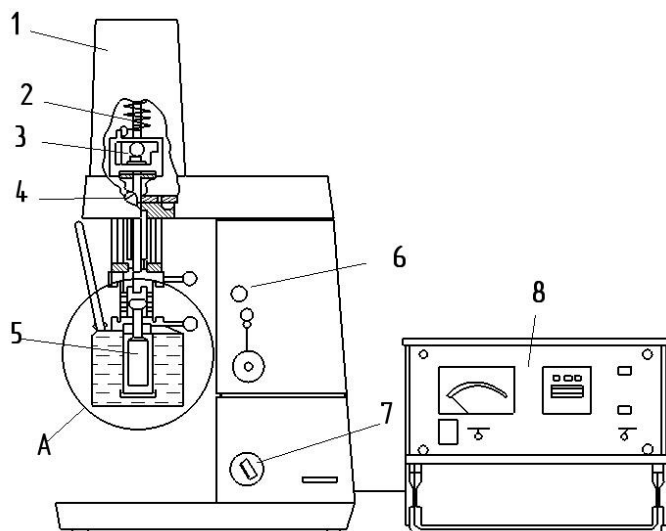


Рисунок 1а - Схема ротаційного віскозиметра РЕОТЕСТ 2: 1 – корпус віскозиметра; 2 – динамометр; 3 – потенціометр; 4 – вимірювальний механізм; 5 – циліндричний пристрій; 6 - шкала числа обертів, 7 - перемикач числа обертів (а - б), 8 – блок вимірювань

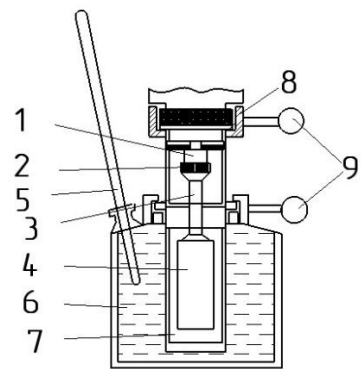


Рисунок 1б - Циліндричний вимірювальний пристрій: 1 – муфта; 2 – втулка; 3 – вал; 4 – циліндр; 5 – термометр; 6 – термостатична камера; 7 – вимірювальна ємкість; 8 – натяжне кільце; 9 – важіль.

Результати та обговорення. Отримані результати дають змогу побудувати криву течії фарбувальної суспензії під час подрібнення [4]. Дослідженнями встановлено, в межах дослідженого діапазону суспензія не змінює характер плинності залежно від часового проміжку подрібнення та від зміни температури.

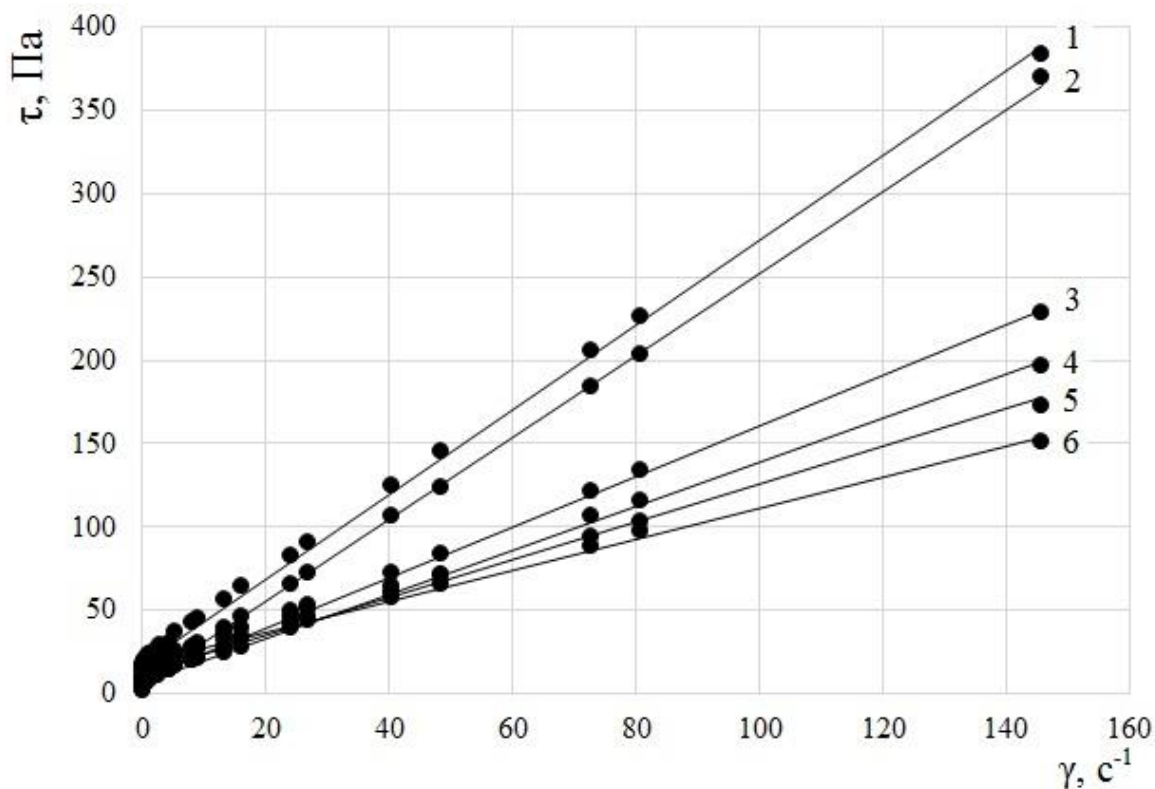


Рисунок 2 - Експериментальна крива течії суспензії в залежності від зміни температури в робочій камері: 1 – 0 хв (20 °C); 2- 5 хв (24 °C); 3 – 10 хв (26 °C); 4 – 15 хв (28 °C); 5 – 35 хв (32 °C); 6 – 45 хв (34 °C).

Отримано сімейство прямих ліній з різними кутами нахилу, які описуються рівнянням залежності ефективної в'язкості від швидкості зсуву під час подрібнення суспензії:

$$\eta = 0,0008\gamma^3 - 0,0402\gamma^2 + 1,1624\gamma + 16,301$$

Ця залежність має поліноміальний характер.

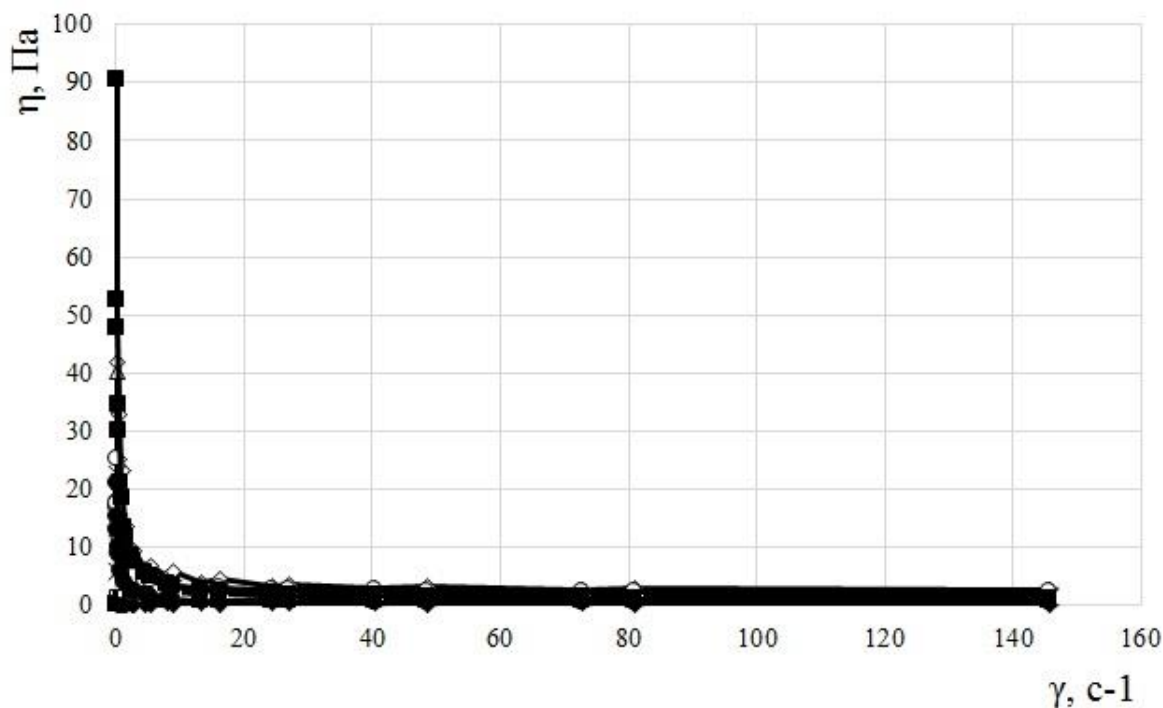


Рисунок 3 - Залежність ефективної в'язкості від швидкості зсуву під час подрібнення в залежності від зміни температури в робочій камері

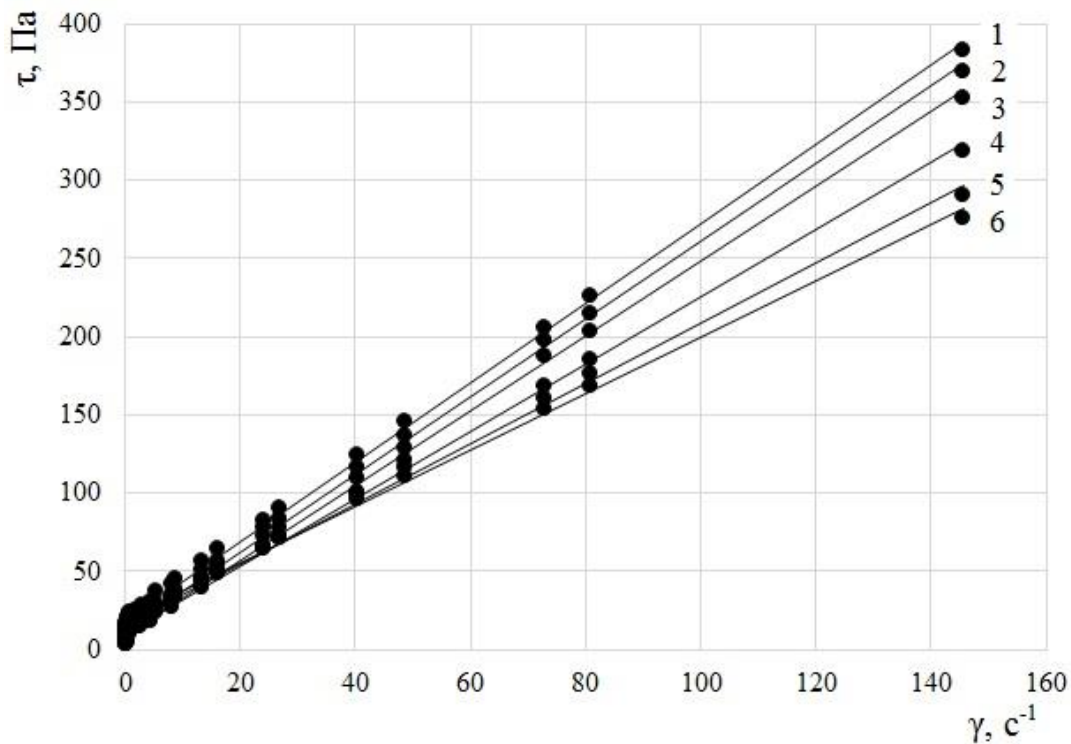


Рисунок 4 - Експериментальна крива течії суспензії при стандартних умовах (20 °С) в робочій камері: 1 – 0 хв; 2- 5 хв; 3 – 10 хв; 4 – 15 хв; 5 – 35 хв; 6 – 45 хв.

Отримано сімейство прямих ліній з різними кутами нахилу, які описуються рівнянням залежності ефективної в'язкості від швидкості зсуву під час подрібнення суспензії:

$$\eta = -0,0005\gamma^3 - 0,0353\gamma^2 + 1,2395\gamma + 17,7820$$

Крива течії суспензії (рис. 2 та 4) під час подрібнення має особливості, що пояснюється утворенням і формуванням структури. Стала величина в формулі є граничним напруженням зсуву утвореної структури суспензії, яка досягається за швидкості зсуву в межах 150 c^{-1} .

Досліджений готовий продукт по відношенню до чистої рицинової олії має у 6,5 разів більшу в'язкість, що пояснюється великим вмістом сухих речовин (40%) та збільшенням новоутвореної площі.

В'язкість суспензії змінюється в залежності від температури: охолоджений до 20°C готовий продукт має в'язкість на 22,5% більшу, ніж одразу після процесу подрібнення з температурою 34°C .

В'язкість суспензії змінюється в залежності від концентрації сухої речовини: чим вища концентрація сухої речовини в суспензії, тим вище в'язкість останньої.

Зміною температури та концентрації сухих речовин в суспензії на основі рицинової олії можна збільшити в'язкість продукту і забезпечити її стабільність від розшарування та коагуляції, не використовуючи поверхнево-активні речовини в якості стабілізаторів, але збільшення в'язкості призводить до погіршення споживчих властивостей: утруднюється дозування, реемульгування або ресуспензування, тому такий підхід можливий для оптимального зберігання продукту як напівфабрикату.

Підвищення температури подрібнення та зменшення концентрації сухих речовин у суспензії, хоча і зменшує моментальні затрати енергії, але збільшує час знаходження продукту в розмельній камері, і, відповідно, збільшує загальну енергоємність процесу.

Висновки.

1. Суспензія в межах дослідженого діапазону не змінює характер плинності залежно від часового проміжку вимірювань та від зміни температури.
2. Стала величина у формулі є ймовірно граничним напруженням зсуву утвореної структури, що пояснюється утворенням і формуванням структури.
3. Ефективна в'язкість під час подрібнення та її залежність від швидкості зсуву підтверджує неньютонівський характер суспензії та визначається як лінійне пластичне тіло.
4. Готовий продукт по відношенню до чистої рицинової олії має у 6,5 разів більшу в'язкість, що пояснюється великим вмістом сухих речовин (40%) та збільшенням новоутвореної площі.
5. В'язкість суспензії змінюється в залежності від температури: охолоджений до 20°C готовий продукт має в'язкість на 22,5% більшу, ніж одразу після процесу подрібнення з температурою 34°C . В'язкість змінюється в залежності від концентрації сухої речовини: чим вища концентрація сухої речовини в суспензії, тим вище в'язкість останньої.

Література

1. Ahmed J., Ptaszek P., Basu S. Food Rheology. Scientific Development and Importance to Food Industry / J. Ahmed, P. Ptaszek, S. Basu // In book: *Advances in Food Rheology and Its Applications*. – Chapter 1. – Elsevier. – 2016. – pp. 1–4.
2. Ancey C. *Introduction to Fluid Rheology* / C. Ancey. – Laboratoire hydraulique environnementale (LHE), 2005.
3. Hrininh K., Hordeichuk R., Gubenia O. Comparative analysis of equipment and research the superfine grinding process of titanium dioxide and quinacridone red suspensions in the bead mill / K. Hrininh, R. Hordeichuk, O. Gubenia // *Ukrainian Journal of Food Science*. – 2018. – Vol.6, Issue 1. – pp. 82–94.
4. Формування структури пшеничного тіста в процесі замішування / В.В. Рачок, В.С. Гудзенко, Ю.С. Телечкун, В.І. Телечкун // *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. – 2018. – Том 24. – №2. – С. 154-162.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПРЯМОТОЧНОГО ВИБРОПНЕВМАТИЧЕСКОГО СЕПАРАТОРА СЫПУЧЕЙ СМЕСИ

Введение. В современных условиях эффективность производства продукции растениеводства зависит от соблюдения технологии возделывания культуры и качества используемых для посева семян. Повышение качества семенного материала является одним из ключевых вопросов в семеноводстве. Проведенные исследования [1, 2] показали, что посевные качества семян во многом определяется их удельным весом: чем он выше, тем выше содержание в семени протеина, который влияет на энергию прорастания, а также крахмала, расщепление которого обеспечивает питание зародыша в процессе прорастания семени [3,4].

Одним из перспективных способов повышения качества семенного материала путем сортирования по удельному весу является вибропневмосортирование в псевдооживленном слое. Сортирование сыпучих материалов по удельному весу посредством воздействия вибрации и восходящих потоков воздуха на обрабатываемый продукт является предметом изучения многих отечественных и зарубежных исследователей [4,5].

Математическое описание процессов, протекающих при сортировании компонентов сыпучей зерновой смеси на вибропневматическом сепараторе, требует учета большого количества факторов, а также стохастического характера перемещения отдельных частиц в псевдооживленном слое.

Существующие математические модели не позволяют адекватно описать процесс сортирования и перемещения семян с незначительным различием удельного веса на рабочей деке вибропневматического сепаратора с прямоточным разделением фракций. Следовательно, для получения адекватных математических моделей необходимо провести дополнительные теоретические исследования с проверкой адекватности полученных уравнений реальному процессу на основе экспериментальных данных.

Цель настоящей работы – исследование процесса сортирования семян в псевдооживленном слое с разработкой математической модели для определения производительности вибропневматического оборудования с прямоточным разделением фракций.

Материалы и методы исследования. Для достижения поставленной цели на базе лаборатории послеуборочной обработке зерна и семян БГАТУ разработан и изготовлен экспериментальный стенд, позволяющий проводить исследования процессов сортирования семян сельскохозяйственных культур по удельному весу под действием вибрации и восходящих потоков воздуха. Схема экспериментального стенда представлена на рис. 1.

Основным элементом экспериментального стенда является разработанный прямоточный вибропневматический сепаратор для сортирования смеси семян по удельному весу [6,7,8].

Принцип действия разработанного вибропневматического сепаратора с прямоточным разделением фракций для сортирования семян сельскохозяйственных культур основан на избирательном транспортировании отличающихся удельным весом семян в псевдооживленном слое. Исходя из теоретических предпосылок вибропневмосепарирования семян, а также визуального контроля за поведением семян в рабочей камере лабораторного вибропневмосепаратора с использованием средств видеосъемки была разработана схема движения семян рапса в прямоточном вибропневматическом сепараторе (рис. 2).

Результаты и их обсуждение. Для описания процесса вибропневмосортирования целесообразно заменить реальный процесс соответствующей математической моделью, которая, после экспериментальной проверки, может служить средством получения

достоверной информации о ходе протекания процесса и существенно упростить проведение инженерных расчетов при проектировании данного вида оборудования.

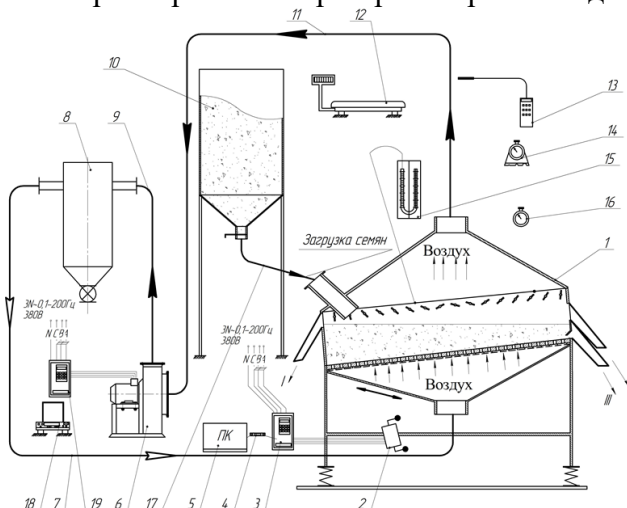


Рисунок 1 - Схема экспериментального стенда: 1 – вибропневматический сепаратор; 2 – электровибратор ИВ-99Б; 3 – частотный преобразователь PROSTAR PR 6100; 4 – преобразователь интерфейса AC4; 5 – персональный переносной компьютер ASUS X550C; 6 – вентилятор ВЦП-3; 7 – нагнетающий воздуховод; 8 – осадочная камера; 9 – воздуховод; 10 – бункер; 11 – всасывающий воздуховод; 12 – весы; 13 – анемометр ТКА-ПКМ50; 14 – угломер маятниковый ЗУРИ-М; 15 – виброанализатор серии СД-21; 16 – секундомер; 17 – патрубок для подачи семян; 18 – анализатор влажности; 19 – частотный преобразователь ВЕСПЕР E2-8300-007H

Схема сил, действующих на частицу при вибропневматическом сортировании в псевдоожиженном слое, представлена на рис. 3.

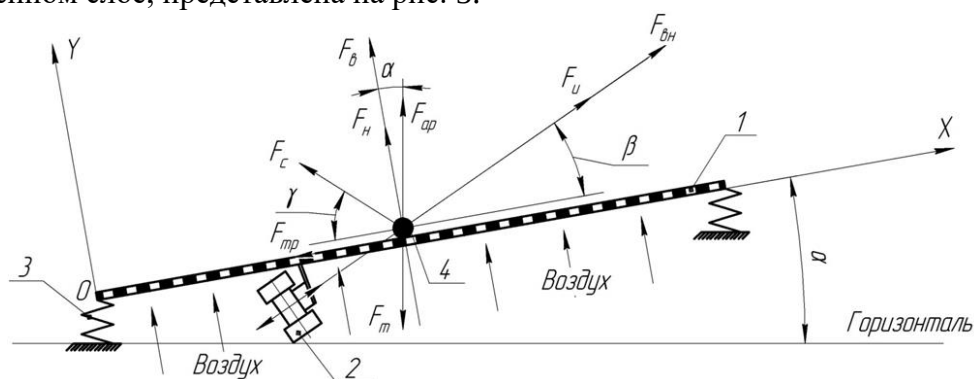


Рисунок 3 - Схема действующих на частицу сил при вибропневматическом сортировании в псевдоожиженном слое: 1 – сетчатая дека; 2 – электровибратор; 3 – виброопора; 4 – материальная частица

В системе координат, связанной с сетчатой декой вибропневмосепаратора, на частицу в общем случае действуют силы тяжести F_T , трения о поверхность сетчатой деки $F_{тр}$, нормальной реакции поверхности на частицу F_n , инерции F_u , аэродинамического воздействия воздушного потока на частицу F_v , Архимеда $F_{ар}$, сопротивления F_c , вынуждающая сила $F_{вн}$,

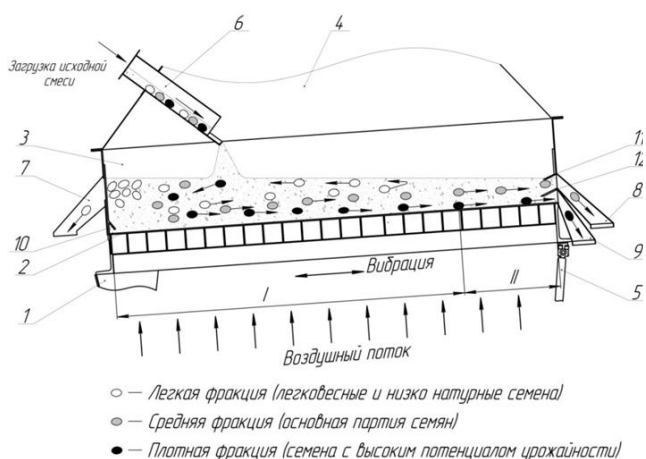


Рисунок 2 - Схема движения семян в рабочей камере прямооточного вибропневматического сепаратора: I – зона расслоения семян по плотности; II – зона перемещения плотной фракции семян; 1 – виброопоры; 2 – сетчатая дека; 3 – рабочая камера; 4 – конфузор; 5 – регулировочный винт; 6 – патрубок загрузки исходного продукта; 7 – патрубок для легкой фракции; 8 – патрубок для средней фракции; 9 – патрубок для плотной фракции; 10 – отражающая пластина; 11 – отбойная пластина; 12 – пластина регулировки уровня выходного продукта

которая меняется по синусоидальному гармоническому закону $A \sin \omega t$ и образует угол β с сетчатой декой.

На основании экспериментальных и расчетных данных получена математическая зависимость (1), позволяющая определить производительность сепаратора от режимно-технологических параметров

$$Q = B \cdot (h_1 + h_2) \cdot k \cdot \rho_n \times \left[\frac{\frac{A\omega(1 - \cos \omega t) \cos(\varphi_m - \beta)}{\cos \varphi_m} - \frac{k_1 A \sin \omega t \cos(\varphi_m + \gamma)}{m \cos \varphi_m}}{-\frac{gt \sin(\varphi_m + \alpha)}{\cos \varphi_m} + \frac{F_{ap} t \sin(\varphi_m + \alpha)}{m \cos \varphi_m} + \frac{F_6 t}{m} \operatorname{tg} \varphi_m} \right] \quad (1)$$

где Q – производительность вибропневматического сепаратора, кг/с; B – ширина сетчатой деки, м; h_1 – высота зазора между сетчатой декой и выходным патрубком для плотной фракции, м; h_2 – высота зазора между выходным патрубком для плотной и средней фракций, м; k – поправочный коэффициент, ρ_n – насыпная плотность семян, поступивших на вибропневмосортирование, кг/м³; A – амплитуда колебания наклонной поверхности (сетчатой деки), мм; ω – частота колебания сетчатой деки, рад/с; α – угол наклона сетчатой деки, рад; t – время, с; φ_m – угол трения частиц о наклонную плоскость, рад; β – угол действия вынуждающей силы, рад; m – масса частицы, кг; γ – угол приложения силы сопротивления, рад; g – ускорение свободного падения м/с²; F_{ap} – сила Архимеда, Н; F_6 – сила аэродинамического воздействия воздушного потока на частицу, Н; k_1 – коэффициент сопротивления, зависящий от свойств сыпучего материала, геометрических размеров и состояния вибрирующей ситовой поверхности и других параметров.

На основании экспериментальных и расчетных данных построена графическая зависимость, показывающая изменение производительности вибропневматического сепаратора от угла наклона деки. Графическая зависимость представлена на рис. 4.

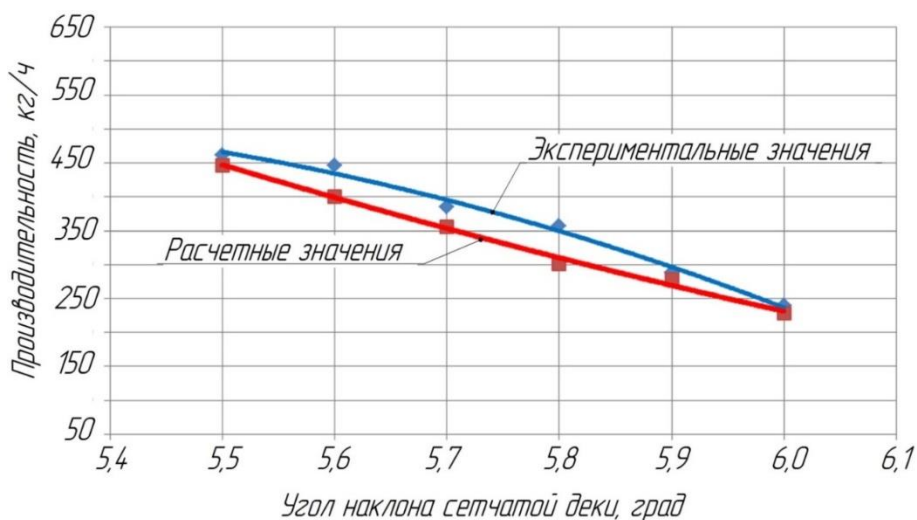


Рисунок 4 - Зависимость расчетной и экспериментальной производительности вибропневмосепаратора от угла наклона деки

Анализ графической зависимости, представленной на рис. 4, показывает высокую сходимость расчетных и экспериментальных данных производительности при одинаковых значениях режимно-конструктивных параметров работы вибропневматического сепаратора.

Таким образом, на основании проведенных теоретических исследований получено уравнение (1) для определения производительности вибропневматического сепаратора, учитывающее физико-механические свойства обрабатываемых семян и конструктивные особенности оборудования.

Анализ полученного уравнения (1) показал, что производительность вибропневматического сепаратора с прямоточным разделением фракций зависит от угла наклона, амплитуды и частоты колебания сетчатой деки, а также параметров скорости воздушного потока в рабочей камере.

Выводы.

Вибропневматическое сортирование семян в псевдоожиженном слое по удельному весу является необходимым условием обеспечения высоких посевных качеств семенного материала.

В результате проведенных теоретических и экспериментальных исследований получена математическая модель (1), описывающая изменение производительности разработанного вибропневмосепаратора с прямоточным разделением фракций в зависимости от частоты колебаний и угла наклона сетчатой деки, угла действия вынуждающей силы, силы аэродинамического воздействия воздушного потока на частицу и массы частицы. Анализ полученной математической модели позволил определить основные направления повышения производительности вибропневматического оборудования: уменьшение угла наклона сетчатой деки, повышение амплитуды и частоты колебаний сетчатой деки, снижение скорости воздушного потока в рабочей камере.

Полученные математические зависимости могут быть использованы при обосновании рациональных режимно-конструктивных параметров работы вибропневматического оборудования для сортирования семян по удельному весу.

Результаты исследований представляют интерес для сельскохозяйственных предприятий и научных организаций, связанных с подготовкой семян. Важность и значимость изложенных материалов заключается в достижении социального и экономического эффекта за счет обеспечения сельскохозяйственных предприятий Республики Беларусь высококачественными посевными и товарными семенами, что позволит повысить урожайность возделываемых культур и, соответственно, экономические показатели.

Литература

1. Шпаар, Д. Зерновые культуры: выращивание, уборка, хранение и использование / Д. Шпаар. – К. : Издательский дом «Зерно», 2012. – 704 с.
2. Каленської, С.М. Насіннєзнавство та методи визначення якості насіння сільськогосподарських культур / С.М. Каленської. – Вінниця : ФОП Данилюк, 2011. – 320 с.
3. Фадеев, Л.В. Отборные семена - на каждое поле. Первый этап получения отборных семян / Л.В. Фадеев // Хлебопродукты. – 2014. – № 5. – С. 31–33.
4. Moshatati, A., Effect of grain weight on germination and seed vigor of wheat / A. Moshatati, M. H. Gharineh // Intl J Agri Crop Sci. – 2012. – Vol. 4. – No. 8. – P. 458-460.
5. Оценка работы вибропневмосепараторов усовершенствованной конструкции при очистке семян от низконатурных примесей / В.Д. Галкин [и др.] // Пермский аграрный вестник. – 2017. – № 1. – С. 65-72.
6. Поздняков, В.М. Повышение эффективности подготовки семенного материала на основе совершенствования конструкции сепаратора вибропневматического принципа действия / Поздняков В.М., Зеленко С.А, Ермаков А.И. // Вестник БГСХА – 2014. – № 1. – С. 163-167.
7. Поздняков, В.М. Экспериментальное исследование скорости воздушного потока и частоты колебаний сетчатой деки вибропневматического оборудования / В.М. Поздняков, С.А. Зеленко // Исследования и результаты. – 2014. – № 4. – С. 253–260.
8. The experimental research sorting canola on gravity separator's / V.M. Pozdniakov [et. al] // The journal of Almaty technological university. – 2017. – No. 2. – P. 76–83.

ПОБУДОВА КРИТЕРІАЛЬНОГО РІВНЯННЯ ПРОЦЕСУ ЗМІШУВАННЯ

Вступ. Теоретичний (аналітичний) метод дослідження дозволяє запропонувати деяку гіпотезу щодо досліджуваного процесу, на основі гіпотези і основних законів природи скласти систему рівнянь, що описують процес (тобто створити математичне відображення окремих стадій та процесу в цілому), а згодом розв'язувати систему рівнянь відносно шуканих величин.

Актуальність. Для досягнення значних успіхів у фармацевтичній технології необхідно розробити наукові основи та створити більш перспективні технології при отриманні лікарських засобів, що у певній ступені може бути реалізовано впровадженням у виробництво сучасного технологічного обладнання і є актуальним для вітчизняних фармацевтичних виробників.

Основна частина. Розглянемо змішування компонентів суміші в об'ємі, обмеженому циліндричною областю діаметром D (діаметр чаші) ротором із висотою каналу h . Будемо вважати, що вплив дрібнодисперсної твердої фази на процес змішування мішалкою діаметром d буде зводитися лише до збільшення густини та в'язкості суміші по відношенню до рідкої фази.

Згідно з другою теоремою подібності, залежність між цими параметрами в безрозмірній формі може бути представлена у вигляді критеріального рівняння. Для його побудови задаються параметрами, що характеризують процес змішування компонентів суміші. Такими параметрами є: потужність двигуна приводу P , об'ємні витрати суміші через ротор Q , консистенція суміші K , густина суміші ρ , частота обертання ω , а також діаметр ротора d та час змішування t [1].

Побудуємо математичну модель за методом аналізу розмірностей що базується на застосуванні другої теореми подібності (яку ще називають теоремою Бекінгема або першою теоремою розмірності), і наслідків з неї.

Критеріальне рівняння, що описує витрату потужності роторного змішувача буде мати вигляд [2]:

$$f(P, Q, \omega, K, \rho, d, t) = 0 \quad (1)$$

Друга теорема подібності дозволяє визначити критерії подібності навіть в тих випадках, коли математична модель процесу у вигляді рівняння невідома; процес заданий лише переліком суттєвих параметрів. Методика визначення критеріїв подібності базується на другій теоремі.

Для фізичного процесу (1), який повністю характеризується m розмірними параметрами, серед яких k параметрів є незалежними, існує $(m-k)$ критеріїв подібності $\pi_1, \dots, \pi_{m-k}$. Число k при цьому дорівнює рангу матриці, утвореної показниками степенів при основних одиницях вимірювання в формулах розмірності параметрів процесу.

Наведемо формули розмірності для параметрів якими ми задалися:

$$[P] = [M^1 L^2 T^{-3}]; [Q] = [M^0 L^3 T^{-1}]; [\omega] = [M^0 L^0 T^{-1}]; [K] = [M^1 L^{-1} T^{n-2}];$$

$$[\rho] = [M^1 L^{-3} T^0]; [d] = [M^0 L^1 T^0]; [t] = [M^0 L^0 T^1].$$

Складемо повну матрицю розмірностей утворену показниками степенів:

$$|M| = \begin{vmatrix} 1 & 2 & -3 \\ 0 & 3 & -1 \\ 0 & 0 & -1 \\ 1 & -1 & -1,5 \\ 1 & -3 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

Кількість k незалежних параметрів дорівнює рангу повної матриці розмірностей $|M|$. Ранг матриці $k = 3$, тоді кількість критеріїв подібності дорівнюватиме $\pi = m - k = 7 - 3 = 4$.

Визначимо конкретний склад групи незалежних параметрів. Групу незалежних параметрів виявляють за детермінантом матриці розмірностей, відмінним від 0.

Для визначення групи незалежних параметрів розглянемо частину матриці розмірностей $|M|$:

$$|M| = \begin{vmatrix} 1 & -3 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & 0 \end{vmatrix} = 3$$

Цей детермінант складений із розмірностей частоти обертання ω , густини ρ і діаметра ротора d .

Далі визначаємо критерії подібності $\pi_1 \dots \pi_4$ у загальному вигляді.

$$f(\omega, \rho, d, P, Q, K, t)$$

$$\pi_1 = P / (\omega^{x_1} \cdot \rho^{y_1} \cdot d^{z_1});$$

$$\pi_2 = Q / (\omega^{x_2} \cdot \rho^{y_2} \cdot d^{z_2});$$

$$\pi_3 = K / (\omega^{x_3} \cdot \rho^{y_3} \cdot d^{z_3});$$

$$\pi_4 = t / (\omega^{x_4} \cdot \rho^{y_4} \cdot d^{z_4});$$

Для визначення критеріїв подібності необхідно і достатньо знайти невідомі показники степенів $x_1 \dots z_4$. Враховуючи, що критерії розмірності є безрозмірними величинами, можна прирівняти розмірності чисельника і знаменника в формулах $\pi_1 \dots \pi_4$:

$$[Q] = [\omega]^{x_2} \cdot [\rho]^{y_2} \cdot [d]^{z_2} \text{ або}$$

$$[M^0 L^3 T^{-1}] = [M^0 L^0 T^{-1}]^{x_2} \cdot [M^1 L^{-3} T^0]^{y_2} \cdot [M^0 L^1 T^0]^{z_2}.$$

$$\begin{cases} 0 = y_2 \\ 3 = -3y_2 + z_2 \\ -1 = -x_2 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} x_2 = 1 \\ y_2 = 0 \\ z_2 = 3 \end{cases}, \text{ звідки } \pi_2 = \frac{Q}{\omega d^3} - \text{критерій подачі (насосний ефект)}.$$

За такою ж методикою отримуємо інші критерії:

$$\pi_1 = \frac{P}{\rho \omega^3 d^5} = \frac{P}{\rho \omega^3 d^4 h} - \text{критерій Ейлера};$$

$$\pi_3 = \frac{K}{\rho \omega^{2-n} d^2} - \text{модифікований критерій Рейнольдса};$$

$$\pi_4 = \frac{t}{\omega^{-1}} = t\omega - \text{безрозмірний час змішування}.$$

Представимо модель досліджуваного процесу у вигляді критеріального рівняння:

$$\pi_1 = f(\pi_2, \pi_3, \pi_4).$$

Останній вираз можна записати як:

$$Eu = A(Re)^x (K_Q)^y (K_t)^z, \text{ або}$$

$$P = A \left(\frac{K}{\rho \omega^{2-n} d^2} \right)^x \left(\frac{Q}{\omega d^3} \right)^y (t\omega)^z \rho \omega^3 d^4 h.$$

Для отримання значень коефіцієнта A та показників степенів x , y та z використаємо дані, отримані у ході експериментів та занесемо їх до таблиці 1.

Таблиця 1 – Емпіричні значення критеріїв рівняння

Re	K_Q	K_t	Eu
$8,813 \times 10^{-4}$	0,073	$1,5 \times 10^4$	3,482
$1,256 \times 10^{-3}$	0,063	$5,539 \times 10^3$	0,97
$1,63 \times 10^{-3}$	0,046	$5,027 \times 10^3$	0,18
$1,772 \times 10^{-4}$	0,024	$4,5 \times 10^4$	0,151
$2,639 \times 10^{-4}$	0,021	$1,107 \times 10^4$	0,043
$3,501 \times 10^{-4}$	0,015	$5,267 \times 10^3$	$7,428 \times 10^{-3}$
$8,406 \times 10^{-5}$	0,015	$7,5 \times 10^4$	0,033
$1,278 \times 10^{-4}$	0,013	$1,528 \times 10^4$	$9,627 \times 10^{-3}$
$1,712 \times 10^{-4}$	$9,103 \times 10^{-3}$	$3,366 \times 10^3$	$2,097 \times 10^{-3}$

Позначивши $x = \ln Re$; $y = \ln K_Q$; $z = \ln K_t$; $W = \ln Eu$ напишемо рівняння у загальному вигляді:

$$m \cdot x + k \cdot y + i \cdot z + a = W.$$

Після всіх перетворень отримаємо систему рівнянь:

$$\begin{cases} -7,034m + 9,616k - 2,619i + a = 1,247 \\ -6,68m + 8,619k - 2,766i + a = -0,0303; \\ -6,419m + 8,522k - 3,089i + a = -1,7138; \\ -8,638m + 10,714k - 3,718i + a = -1,89; \\ -8,24m + 9,312k - 3,865i + a = -3,146; \\ -7,957m + 8,569k - 4,188i + a = -4,902; \\ -9,384m + 11,225k - 4,229i + a = -3,403; \\ -8,965m + 9,634k - 4,376i + a = -4,643; \\ -8,672m + 8,121k - 4,699i + a = -6,167. \end{cases} \quad (2)$$

Щоб розв'язати цю систему за методом найменших квадратів, складають нову систему рівнянь, кількість яких дорівнює кількості невідомих, і які потім вирішуються за звичайними правилами алгебри. Ці нові, або так звані нормальні, рівняння складаються за наступним правилом: множать спершу всі дані рівняння на коефіцієнти біля першого невідомого x і, склавши почленно, отримують перше нормальне рівняння, множать всі дані рівняння на коефіцієнти біля другого невідомого y і, склавши почленно, отримують друге нормальне рівняння і т. д. У результаті отримаємо систему чотирьох рівнянь з чотирма невідомими:

$$\begin{cases} 584,76m - 679,51k + 273,68i - 71,99A - 210,72 = 0; \\ -679,51m + 799,08k - 314,85i + 84,33A + 227,44 = 0; \\ 273,68m - 314,85k + 129,47i - 33,55A - 105,52 = 0; \\ -71,99m + 84,332k - 33,55i + 9A + 24,648 = 0. \end{cases}$$

Вирішивши отриману систему рівнянь, знаходимо чисельні значення невідомих коефіцієнтів: $m = -1,369$; $k = -0,11$; $i = 4,739$ та $a = 5,007$.

За умови $A = \exp^a$ остаточно отримаємо критеріальне рівняння для визначення витрат потужності змішування суміші:

$$\begin{aligned} P &= 149,4 \left(\frac{K}{\rho \omega^{2-n} d^2} \right)^{-1,369} \left(\frac{Q}{\omega d^3} \right)^{-0,11} (t\omega)^{4,739} \rho \omega^3 d^4 h = \\ &= 149,4 Re^{-1,369} K_Q^{-0,11} K_t^{4,739} \rho \omega^3 d^4 h. \end{aligned} \quad (3)$$

де K_Q – критерій подачі (насосний ефект); K_t – критерій безрозмірного часу змішування; t – час, с.; d – зовнішній діаметр ротора, м.

Висновки

На основі експериментальних досліджень отримано критеріальне рівняння, що описує залежність енергетичних витрат привода змішувача від його основних параметрів. Рівняння є адекватним реальному процесу.

Література

1. Доломакін, Ю.Ю. Вплив конструктивних та кінематичних параметрів змішувача на витрати потужності при приготуванні рідкої пшеничної опари // Хранение и переработка зерна. – 2016. – № 3. – С. 47-52.
2. Процеси і апарати харчових виробництв: Підручник / за ред. проф. І.Ф. Малєжика. – К.: НУХТ, 2003. – 400 с.

СТРУКТУРНО-ПАРАМЕТРИЧНИЙ СИНТЕЗ ТІСТОМІСИЛЬНИХ МАШИН

Вступ. Вироблення хлібобулочної продукції високої якості залежить від будови та надійної роботи технологічного обладнання. Тому завдання створення сучасного високоефективного устаткування технологічних ліній актуальне в наш час.

Актуальність теми. Серед обладнання хлібопекарської галузі машини для замішування тіста виділяються найбільшою різноманітністю конструкцій [1]. Це пояснюється складністю процесу первинного змішування сипких та рідких компонентів, поступового утворення суцільної маси тіста, розвитком його просторової структури. Конструктори різних країн пропонують оригінальні конструкції, будова яких ґрунтується на власних теоріях та технічних традиціях. Завданням цього дослідження є аналіз роботи існуючих тістомісильних машин, дослідження особливостей впливу їх робочих органів на компоненти сировини та визначення найбільш раціональних параметрів протікання процесу замішування.

Матеріали та методи. У сучасних умовах якісне повноцінне дослідження складних гідродинамічних процесів, які відбуваються під час руху робочих органів змішувача обладнання, неможливе без використання обчислювальної техніки. Отримати кількісні та якісні характеристики кінематичних та динамічних процесів дають можливість методики та програми тривимірного імітаційного комп'ютерного моделювання. При накопиченні достатнього об'єму інформації можна провести синтез конструкції тістомісильної машини, яка буде містити в собі технічні рішення, що дозволяють створити оптимальну на сьогодні промислову конструкцію.

Результати та обговорення. Процес дослідження поділено на три окремі етапи. Це етапи утворення хлібного тіста, які відбуваються послідовно: створення суцільної маси, безпосередньо замішування, розвиток пружної структури – пластифікація. Всі вони вимагають різного механічного впливу, так як продукт, що утворюється та обробляється, значно різняться по структурі та властивостям. Тому дослідження необхідно розділити на окремі етапи моделювання, які мають свої часові, реологічні та кінематичні показники процесу.

Запропонована методика дала можливість отримати чисельні дані про такі процеси, які відбуваються в масі неньютонівської рідини, якою є хлібне тісто, під час проходження крізь нього робочого органа:

- розподіл швидкостей по масі продукту та градієнти швидкостей в межовому шарі;
- характер руху рідин із визначенням критеріїв Рейнольдса в різних її ділянках;
- розподіл тисків, які виникають при впливі робочих органів на продукт;
- витрати енергії в межовому шарі, які надають тривимірну картину дисипаційних процесів, аналіз яких в свою чергу дає можливість визначити місця нераціонального (недостатнього або надмірного) механічного впливу робочих органів на продукт.

Наступна стадія дослідження - структурний аналіз та синтез конструкцій, що враховує існуючі критерії та підходи до отримання хлібного тіста із заданими технологічними параметрами. До уваги також прийняти техніко-економічні показники процесу замішування: витрати енергії та тривалість процесу.

Результати моделювання потрібно підтвердити фізичними експериментами, які дозволяють впевнитись у вірності запропонованих технічних рішень.

Висновки. Аналіз конструкцій тістомісильних машин та методика дослідження їх роботи дає можливість визначати напрямки як покращення роботи існуючих, так і створювати нові варіанти будови.

Література. 1. Лісовенко О.Т., Руденко-Грицюк О.А., Литовченко І.М. та ін. Технологічне обладнання хлібопекарських і макаронних виробництв «Наукова думка», Київ, 2000. – 284 с.

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЗАМІШУВАННЯ ТІСТА ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ КУЛАЧКОВИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ

Вступ. Під час проектування тістомісильних машин виникає ряд питань у прийнятті рішення щодо використання того чи іншого робочого органу. На основі проведених теоретичних пошуків та отриманих дослідних результатів, після порівняльного аналізу робочих органів, було прийнято рішення моделювання процесу замішування дріжджового пшеничного тіста з використанням кулачкових робочих органів.

Дріжджове тісто розглядаємо як складну колоїдну систему, яка складається з декількох безперервних і періодичних фаз. Тверде тіло і рідина (клейковина і вода) в тісті є безперервними фазами, зерна крохмалю і газ, що утворюється при бродінні тіста - періодична фаза. Внаслідок цього, фізичні властивості тіста характеризуються параметрами твердих тіл, рідин, газів і показниками, що впливають із взаємодії цих фаз. Даний процес проходить за допомогою механічної обробки тіста, і полягає в набуханні крохмалю і білкового комплексу з утворенням пружно-еластично-в'язкої однорідної маси, що містить активно-діючі мікроорганізми та ферменти.

Методика досліджень заснована на інформаційних технологіях проектування процесів пружно-в'язко-пластичного деформування тиксотропних дисперсних матеріалів з використанням сучасних комп'ютерних технологій.

Матеріали і методи. Для створення енергоефективної та високопродуктивної тістомісильної машини безперервної дії потрібна експериментальна перевірка працездатності нового технічного рішення та математичне моделювання процесу замішування дріжджового тіста. Для визначення завдання розрахунку руху рідин потрібно скласти і вирішити систему диференціальних рівнянь: енергії, нерозривності, руху, зміни густини та реологічних властивостей.

Система рівнянь закладена для подальшого розрахунку у обраний програмний комплекс та встановлено граничні умови (Рис.1).

Моделювання процесу замішування дріжджового тіста потрібне для подальшого розрахунку, конструктивних, технологічних параметрів та рекомендацій по проектуванню робочого органу та тістомісильної машини в цілому.

За допомогою імітаційного моделювання визначатимемо діапазон зміни параметрів швидкості перемішування та тиску в камері замішування.

Метою якого є встановлення раціонального значення вибраних параметрів для досягнення максимального ефекту від їх впливу на процес замішування.

Результати і обговорення. Проведені дослідження по впливу відстані між кулачками та частоти обертання робочого органу на процес замішування дріжджового тіста. Відстань між кулачковими робочими органами змінювали в межах від 2 мм до 10 мм (2-4-6-8-10 мм),

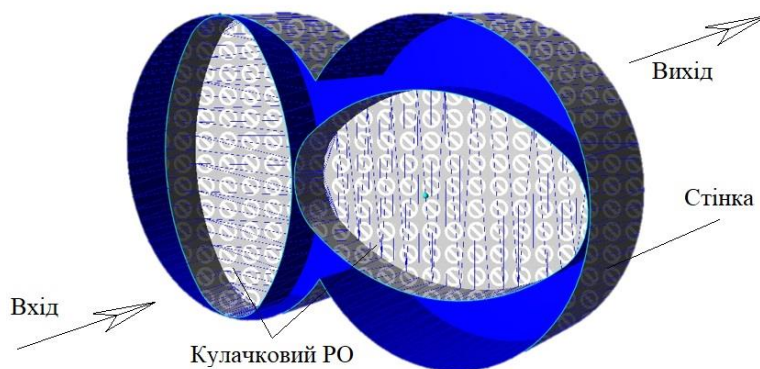


Рисунок 1 - Схема задання граничних умов для імітаційного моделювання в програмному комплексі Flow Vision.

швидкість обертання змінювали в діапазоні від 20 об/хв до 100 об/хв (20-40-60-80-100 об/хв). Імітаційне моделювання процесу замішування проводили в програмному комплексі Flow Vision. Результати імітаційного моделювання отримували у вигляді графічних зображень з кольоровою шкалою розподілення змінних величин з числовими значеннями (рис.2, 3).

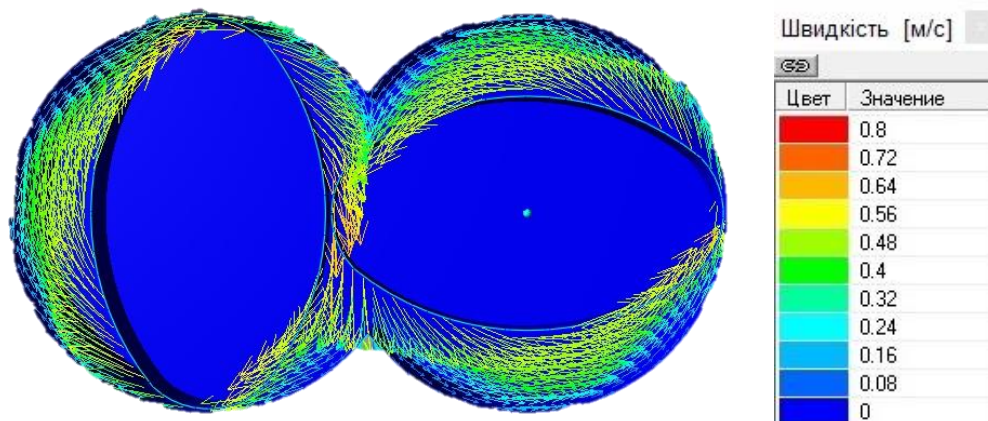


Рисунок 2 - Візуалізація швидкості переміщення тіста в камері замішування під час імітаційного параметричного моделювання кулачкових робочих органів в програмному комплексі Flow Vision.

Досліджено, що зі збільшенням частоти обертання робочого органу, збільшується швидкість переміщення тіста в камері замішування, за даних умов процесу замішування відстань між кулачковими робочими органами не впливає на швидкість перемішування.

Зміна швидкості перемішування $[V=\text{м/с}]$, в залежності від відстані між кулачками та швидкості обертання робочого органу, визначається математичною формулою:

$$V=0,005n+0,03$$

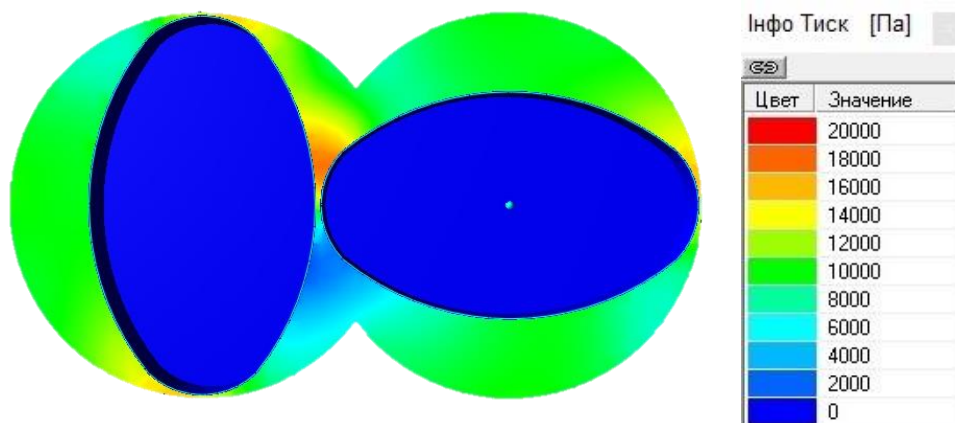


Рисунок 3 - Візуалізація тиску в камері замішування під час імітаційного параметричного моделювання кулачкових робочих органів в програмному комплексі Flow Vision.

Проаналізовані дані імітаційного моделювання по зміні тиску в камері замішування (рис. 3), дали змогу отримати залежність тиску від частоти обертання робочого органу та різної відстані між кулачками. Встановлено, що зі збільшення частоти обертання робочого органу, збільшується тиск в камері замішування. На тиск в камері також впливає відстань між кулачковими робочими органами, чим менша відстань тим більше тиск в камері. Максимальні значення тиску сягають 16560 Па за відстані між кулачковими робочими органами 2 мм та частоти обертання 100 об/хв, мінімальні 555 Па за відстані між кулачковими робочими органами 10 мм та частоти обертання

20 об/хв. В камері змішування найбільші показники тиску утворюються в зоні контакту кулачкових робочих органів зі стінкою камери змішування та в зоні контакту двох кулачків.

Зміна тиску [$P=Па$] в камері змішування, в залежності від відстані між кулачками та швидкості обертання робочого органу носить степеневий характер та описується формулою:

$$P=(73-6,9S) n^{(0,03S + 1,14)}$$

де, S – відстань між кулачковими робочими органами, мм; n – частота обертання робочого органу, об/хв.

У кулачкових робочих органах раціонально використовувати зазор між кулачками та стінкою місильної камери, це допоможе під час виробництва компенсувати виробничі допустимі відхилення і нерівності, компенсує нерівномірне розподілення тепла та зменшиться надмірне навантаження тиску на напівфабрикат.

Для підвищення транспортуючої здатності кулачкових робочих органів, покращення змішування та зменшення витрат теплоти (підвищення температури тіста), раціонально використовувати кулачкові робочі органи зі змінним кроком та змінним положенням кулачків на $\alpha=45^\circ$ (рис.4), таким чином розташування кулачків можна змінювати на валу робочого органу в

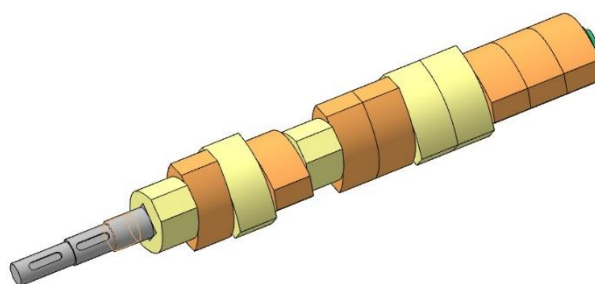


Рисунок 4 - Кулачковий робочий орган зі змінним кроком.

залежності до потреб технологічного процесу.

Зміна кроку кулачків також впливає на інтенсивність процесу змішування та на тривалість стадій змішування.

Висновки.

Для підвищення транспортуючої здатності кулачкових робочих органів, збільшення продуктивності, покращення змішування і зменшення витрат теплоти, раціонально використовувати кулачкові робочі органи зі змінним кроком і змінним положенням кулачків на $\alpha=45^\circ$. Розроблена математична модель процесу змішування дозволяє ефективно виконувати проектувальні розрахунки під час вибору раціональних конструктивних і технологічних параметрів.

Література

1. Struck S., Straube D., Zahn S., Rohm H. (2018), Interaction of wheat macromolecules and berry pomace in model dough: Rheology and microstructure, *Journal of Food Engineering*, 223, pp. 109-115.
2. Nawrocka A., Krekora M., Niewiadomski Z., Miś A. (2018), Characteristics of the chemical processes induced by celluloses in the model and gluten dough studied with application of FTIR spectroscopy, *Food Hydrocolloids*, 85, pp. 176-184.
3. Brandner S., Becker T., Jekle M. (2018), Wheat dough imitating artificial dough system based on hydrocolloids and glass beads, *Journal of Food Engineering*, 223, pp. 144-151.
4. Zhang D., Mu T., Sun H. (2017), Comparative study of the effect of starches from five different sources on the rheological properties of gluten-free model doughs, *Carbohydrate Polymers*, 176, pp. 345-355.

ФУНКЦІОНАЛЬНО-ОРІЄНТОВАНЕ ПРОЄКТУВАННЯ ПАКУВАЛЬНИХ МАШИН ІЗ ВРАХУВАННЯМ ЇХ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ

Функціонально-орієнтований підхід до створення новітніх пакувальних машин передбачає виявлення сукупності корисних, шкідливих та нейтральних функцій машини на її життєвому циклі та оптимізація її структури й параметрів із можливістю реалізації тільки корисних функцій і унеможливлення появи функцій шкідливих та нейтральних. Цей підхід відкриває значні перспективи в сучасному машинобудуванні.

Проблема комплексного забезпечення конкурентоздатності пакувальних машин є першочерговою для вітчизняного машинобудування. Конкурентоздатність визначається такими факторами: співвідношення «ціна-якість», запланований термін служби; витрати на експлуатацію; витрати на профілактичне обслуговування; ремонтпридатність; характеристики ресурсозбереження; екологічні характеристики і можливість утилізації тощо.

Традиційний підхід до забезпечення терміну служби пакувальної машини базується на «статичному» уявленні цього періоду. Сучасні умови характеризуються високим рівнем динамічності, а тому традиційний підхід до визначення і забезпечення терміну служби пакувальних машин є некоректним. Ефективність пошуку алгоритмів розв'язку такої задачі забезпечується можливістю осмисленої й цілеспрямованої оперативної зміни вимог до кожного етапу життєвого циклу пакувальної машини.

В загальному вигляді життєвий цикл машини можна навести сукупністю трьох етапів, на яких формуються і реалізуються функції.

На першому етапі аналізується сукупність функцій, що має реалізувати пакувальна машина, визначається головна функція, з'єднані з нею корисні, нейтральні та шкідливі функції, а також здійснюється встановлення матеріальних, інформаційних та енергетичних носіїв функцій.

На цьому етапі доречно використовувати морфологічний аналіз та синтез структури машини й проведення багатопараметричної оптимізації.

На другому етапі визначається реалізація закладених технічних рішень, направлених на матеріалізацію потрібних функцій пакувальної машини.

На останньому етапі пакувальна машина виявляє свої корисні функції (головні та другорядні), нейтральні та шкідливі. Протягом роботи машини рівні функції змінюються. Пошкодження деталей машин відбувається тоді, коли корисні функції вже не проявляються на рівні, обумовленому технічними або технологічними вимогами, або навпаки, шкідливі функції неподолані під час проєктування та виробництва, починають набувати характеру превалюючих, що також може призвести до виходу із ладу.

Тобто параметрична відмова машини проявляється як зниження рівня корисних функцій, а функціональна – як раптова подія, що призвела до зміни сукупності функцій, закладених під час проєктування та виготовлення.

Встановлено, що формування конкретної корисної функції F_k буде пов'язане із появою нейтральних F_n функцій. В ідеальному варіанті пакувальна машина виконує тільки корисні функції:

$$F_k = F_{k.3}; \quad F_{ш} = 0; \quad F_n \rightarrow \min, \quad (1)$$

де $F_{k.3}$ – задані корисні властивості машини.

Тоді споживчі властивості машини (технічна характеристика) можна визначити:

$$B = \sum_{i=1}^l F_{k i} + \sum_{j=1}^m F_{n j} + \sum_{k=1}^p F_{ш k}. \quad (1)$$

Таким чином маємо обмеження (1) та оптимізаційне рівняння (2), за допомогою яких можна знайти раціональну структуру та методи її отримання.

Успішне вирішення задач функціонально-орієнтованого проектування пакувальної машини можливе лише на основі різностороннього цілісного розгляду системи та її розвитку в процесі взаємодії із зовнішнім середовищем та іншими технічними системами. Лише системний підхід може привести до істинно творчих, новаторських проектних рішень.

В основі системного підходу покладено такі принципи:

- врахування всіх етапів життєвого циклу машин, що розробляється;
 - врахування історії й особливо перспектив розвитку машин даного та близьких класів пакувальних машин;
 - різносторонній розгляд взаємодії машини з навколишнім середовищем;
 - врахування основних видів взаємодії елементів самої системи (функціональна, конструктивна, енергетична, інформаційна, динамічна);
 - врахування взаємодії між розвитком елементної бази та системотехніки;
 - врахування можливості зміни вихідних даних і навіть вирішуваної задачі під час проектування, виготовлення та експлуатації машини;
 - виділення головних показників якості машини, що повинні враховуватися та покращуватися під час проектування;
 - поєднання принципів композиції, декомпозиції та ієрархічності при створенні функціональних модулів, пристроїв, складальних одиниць, деталей;
 - розкриття основних технічних протиріч, що перешкоджають покращенню основних показників якості машини, та пошук шляхів їх усунення;
 - правильне поєднання різних методів проектування: математичних, евристичних, експериментальних;
 - забезпечення відповідної взаємодії спеціалістів різного профілю в процесі проектування.
- Принцип функціонально-модульного проектування передбачає застосування паралельної методології формування структури і конструкції машини.

Література

Функціонально-модульне проектування пакувальних машин / О.М.Гавва, Л.В. Кривопляс-Володіна, С.В.Токарчук та ін. Київ: Сталь. 2015. 547 с.

Михайлов А.Н. Разработка технологий на основе функционально-ориентированного подхода. Донецк, ДонНТУ. 2008. 480 с.

Функціонально-орієнтований підхід до удосконалення процесів гідроабразивного перфорування стільників із композиційних матеріалів./ О.Ф. Саленко, О.М.Мана В.А. Нікітін та ін. Промислова гідраліка і неوماتика. № 4. 2014. С.24 – 36.

ВАЛІДАЦІЯ ТА КВАЛІФІКАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ФАРМАЦЕВТИЧНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Валідація технологічних процесів є одним з найважливіших елементів системи забезпечення якості при виробництві лікарських засобів (ЛЗ) і фармацевтичних активних субстанцій (ФАС). Настанови з GMP вимагають проводити валідацію виробничих процесів. Метою є отримання задокументованих доказів того, що виробничий процес дозволяє стабільно отримувати продукцію заданої якості. Затвердження процесів починається з кваліфікації обладнання, що використовується. Обидва процеси дуже трудомісткі, тривалі і вартісні. Валідація процесу починається з кваліфікації технологічного обладнання. З цією метою фармацевтичні підприємства вважають за краще не економити на обладнанні, а купують їх у кращих виробників обладнання. При цьому намагаються придбати обладнання у тих фірм, які в максимальній мірі пристосовують його до потреб замовника і пропонують найбільш повний пакет валідаційних послуг.

Чим досконаліше і якісніше обладнання, тим більшою мірою воно відповідає вимогам GMP. На такому обладнанні простіше забезпечити гарантований випуск якісних і безпечних лікарських засобів. Таке обладнання простіше кваліфікувати, а потім і затверджувати для виконання на ньому технологічного процесу. Ці послуги включають в себе кваліфікацію монтажу й налагодження та операційну кваліфікацію, а також валідацію програмного забезпечення.

Рівень перший. Згідно з правилами GMP обладнання, що використовується для виробництва лікарських засобів має відповідати певним вимогам. Відповідність цим вимогам в обов'язковому порядку підтверджується документально. Без наявності цієї документації не можна проводити подальшу кваліфікацію обладнання. Вимоги до документації найбільш детально викладені в правилах GMP, розроблених US FDA. Вони вимагають наявності певного переліку документів, що підтверджують фармацевтичне виконання обладнання і дозволяють успішно його експлуатувати. Цей перелік включає в себе наступні документи:

- сертифікати (Форма 3.1 В) на всі металеві деталі обладнання, що контактують з продуктом, що свідчать про їх відповідність фармацевтичному виконання (зокрема, допускається тільки нержавіюча сталь AISI 316L) та сертифікати на всі гумові та пластикові деталі, що контактують з продуктом, що свідчать про їх фармацевтичному виконанні (FDA conformity certificate) та сертифікати на всі зварні шви деталей обладнання, що контактують з продуктом (Weld certificate);
- кваліфікаційні сертифікати на всіх зварників, які проводили зварювання зазначених деталей обладнання (Qualification certificate of the welders);
- принципову схему обладнання із зазначенням трубопроводів, контрольно-вимірювальних приладів та запірно-регулювальної арматури (P & I Diagram);
- креслення обладнання (Vessel drawings) та електричні схеми (Wiring drawings) та схеми конфігурації системи управління обладнання (configuration listing of the control system) та інструкцію з експлуатації обладнання (Operator manual);
- декларацію про відповідність обладнання вимогам, чинним в Європейському Співтоваристві та інструкцію щодо його безпечної експлуатації (CE conformity declaration and safety instructions);
- список запасних частин і витратних матеріалів (spare parts list) та список запірно-регулювальної арматури, комплектуючих вузлів і контрольно-вимірювальних приладів (bill of materials - Valves, Components, Instruments);
- документацію (інструкції, креслення, сертифікати) на всі куплені вироби, (documentation of integrated systems of sub suppliers).

На практиці, дані документи складають багато томів. Однак їх наявність є обов'язковою. Найчастіше, інспектори FDA або ЄС, перевіряючи підприємство на відповідність вимогам GMP, починають перевірку кваліфікації обладнання з запиту цих документів. Якщо їх немає, то кваліфікація обладнання та валідація процесів можуть далі не розглядатися.

Другий рівень валідаційної підтримки представляє собою розроблення документації, по якій проводяться кваліфікаційні випробування обладнання, що постачається. Вона включає в себе стандартні операційні процедури (СОПи) на всі тести IQ/OQ і форми кваліфікаційних протоколів і звітів. СОПи містять критерії прийнятності та послідовні кроки проведення тестів. Ця документація розробляється тільки при наявності базової документації, відповідної першого рівня.

Рівень третій. Кваліфікація обладнання, тести FAT. Третім рівнем валідаційної підтримки є проведення кваліфікації IQ/OQ. Кваліфікаційні випробування апаратів і обладнання необхідно проводити досвідченим фахівцям на випробувальному майданчику заводу-виробника. Вони називаються заводськими приймальними випробуваннями (Factory Acceptance Test) і виконуються за розробленими планами. Для тестування і калібрування обладнання використовуються новітні вимірювальні прилади кращих світових виробників.

Валідація програмного забезпечення проводиться за спеціальною методикою, викладеної в багатосторінковому документі, званому Validation Work Book. Обсяг валідаційних досліджень залежить від конкретного виконання програмного забезпечення відповідно до вимог замовника. Зокрема, від числа одночасно керованих однотипних апаратів, яких може бути від 1 до 16, конфігурації програми, числа персональних комп'ютерів, що використовуються в мережі, організаційної ієрархії користувачів і ін. При виконанні валідації програмного забезпечення заповнюються валідаційні протоколи і оформляється звіт з валідації.

Рівень четвертий Тести SAT. Четвертим рівнем валідаційної підтримки є кваліфікаційні випробування, що виконуються фахівцями обладнання на виробничому майданчику замовника. Дані випробування називаються On Site Acceptance Test (SAT) і проводяться після постачання обладнання замовнику, завершення його монтажу та підключення до технологічних середовищ. Є два варіанти проведення тестів SAT. За першим варіантом вони проводяться без попереднього проведення тестів FAT. В цьому випадку кваліфікацію IQ/OQ проводить група фахівців, яка виїжджає до замовника для виконання тестів SAT. План тестів SAT повністю повторює тести FAT. За другим варіантом, спочатку проводяться тести FAT на заводі-виробника. Потім обладнання упаковується і транспортується на підприємство замовника. Після проведення монтажних і пусконаладжувальних робіт проводяться тести SAT. Вони виконуються тільки за тими позиціями, на які могло вплинути часткове розбирання і транспортування обладнання. Зазвичай кваліфікація проводиться за другим варіантом.

Висновки. Валідація та кваліфікація є складними, тривалими та вартісними процесами.. Належна організація проведення цих робіт вимагає залучення висококваліфікованих фахівців, а також вартісного приладового та апаратного оснащення. Розроблення валідаційної і кваліфікаційної документації передбачає детальне знання процесів і використовуваного обладнання. Заповнення валідаційних протоколів потрібно здійснювати відповідно до міжнародної практики оформлення валідаційної документації. Перераховані вище обставини можуть поставити в глухий кут служби валідації фармацевтичних підприємств. У цих умовах виникає завдання пошуку рішення, яке дозволило б вирішити проблему валідації швидко і з найменшими витратами.

Література

1.Motzkau P. and Okhio L. Validation. The importance of Vendor Validation Services: Experience and Economics. Bio-Process International, Vol.3, No. 9, 2005.

2.Эрмер Йоахим, Миллер Джон. Валидация методик в фармацевтическом анализе. Примеры наилучшей практики. Пер. с англ. — М.: Группа компаний Виалек, 2013. - 512 с.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ РОТОРНОЇ ТАБЛЕТКОВОЇ МАШИНИ

Вступ. На стадії отримання лікарської форми (таблетування) використовують обладнання для пресування маси, найчастіше роторного типу [1]. Для запобігання утворення грудочок і покращення плинності в ньому передбачені спеціальні механізми. В машині таблетковій роторній РТМ41М3, призначеній для виробництва твердих лікарських форм із гранульованих матеріалів, таким вузлом є живильний пристрій, в якому, окрім вібрацій, використовують вплив лопатей та регулюють кількість матеріалу, який подається, живильним пристроєм [2].

Актуальність теми. Внаслідок відмінностей у густині вихідної сировини і часткового або неповного наповнення матриць таблетувальних пресів існують відхилення маси готових твердих лікарських форм, допустимі рівні яких встановлені Фармакопесю. Проблема стає особливо актуальною, коли здійснюється пресування маси з низькими дозами діючих речовин [3, 4], тому завдання збільшення точності дозування потребує нагального вирішення.

Матеріали та методи. Для виявлення проблем, які виникають при пресуванні таблетмас та пошуків шляхів їх вирішення, а також обґрунтування конструкції відповідного обладнання, проаналізована наукова, науково-технічна література і патентна документація.

Результати та обговорення. Регулювання кількості матеріалу, який подається живильним пристроєм машини РТМ41М3, здійснюється за рахунок відкриття шторок на певну величину з допомогою важільного механізму. Однак він є складним як у виготовленні, так і в монтажі й експлуатації, а неможливість забезпечення точності дозування безпосередньо впливає на якість готової продукції і здоров'я споживачів.

Проаналізувавши патенту інформацію, з'ясовано що спроби удосконалити конструкцію окремих механізмів машини, яка розглядається, стосувалися насамперед механізму дозування [5]. Зокрема, було запропоновано регулювати розмір сполучного отвору між приймальним стаканом і живильником шляхом повороту стакану на необхідний кут з отриманням потрібного розміру вікна подачі матеріалу, який таблетується [6]. Такий спосіб регулювання дози має ряд недоліків: спосіб регулювання є незручним і ненадійним, витрачається багато часу для всієї процедури регулювання; поворот стакану вручну не дає візуального розуміння, наскільки дійсно відкрите вікно; періодичне відкручування болтів призводить до зношування різьбового з'єднання і потребує витрат праці; стакан має похилу площину, яка спрямовує потік грануляту до зворушувальної камери, тому повертання стакану змінює напрям потоку, що тягне за собою його гальмування. Наслідком цього є похибка в дозуванні вхідної сировини, збільшення відсотку браку готової продукції.

Для усунення цих недоліків із одночасним збереженням раціональної ідеї запропоновано забезпечити зміну взаємного розташування вікон 1 живильника і 2 в донній частині приймального стакану, які сполучаються, шляхом повороту не стакану 3, а заслінки 4 (рис. 1 а), розміщеної у кільці 5 між стаканом 3 і корпусом 6 живильника.

Такий механізм набагато легше, швидше і точніше дає можливість регулювати швидкість потоку грануляту. Положення язичка заслінки дає чітку інформацію про те, наскільки відкрите вікно 1. Запропонована конструкція простіша і надійніша, оскільки не потребує додаткових операцій для налаштування. Похила площина залишається в статичному положенні, тому похибка на гальмування потоку набагато менша, ніж при її повороті.

Деталь «Заслінка» (рис. 1 б), виготовлена зі сталі AISI 316, відноситься до класу ASTM A240, масою $m = 0,104$ кг та габаритними розмірами $78 \times 118 \times 3$ мм. Деталь «Заслінка» являє собою плоску поверхню з внутрішньою наскрізною проріззю із заданими параметрами форми.

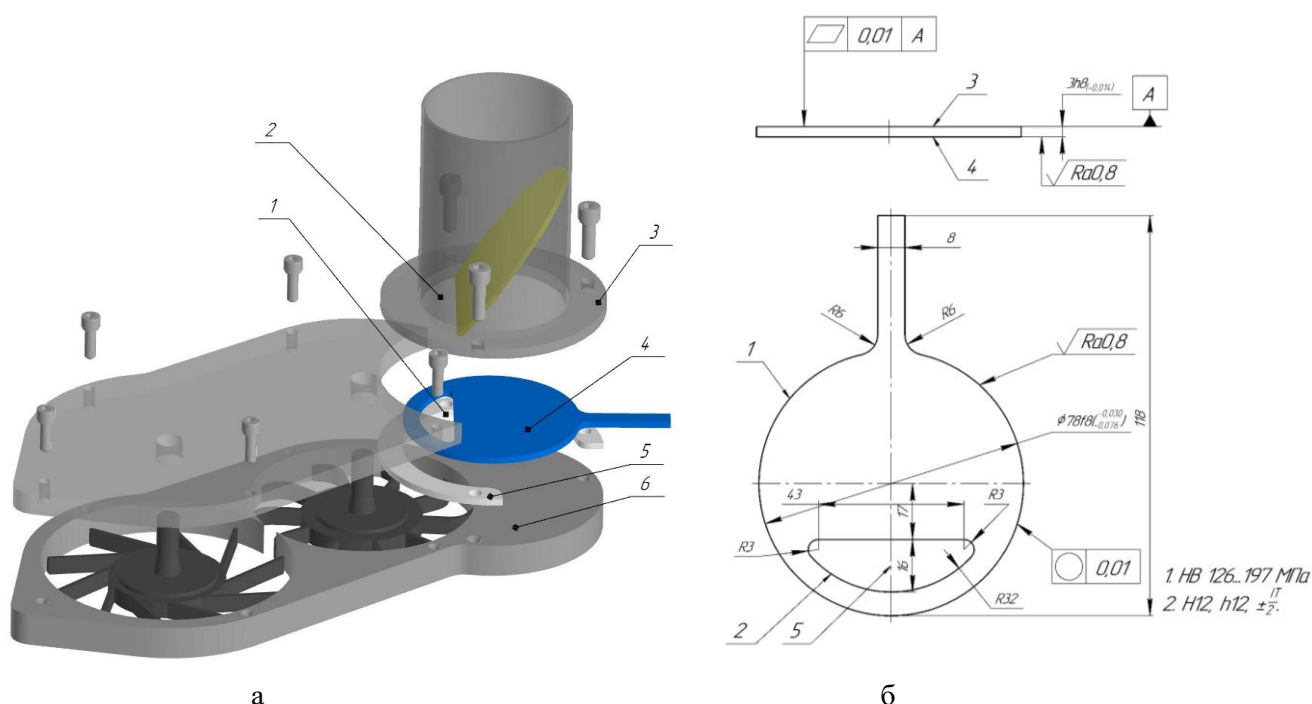


Рисунок 1 – Удосконалений механізм живлення (а) і заслінка (б)

На основі проведеної роботи підготовлені документи для подачі заявки для отримання патенту на корисну модель «Роторна таблеткова машина».

Висновки. Удосконалення конструкції живильного пристрою механізму дозування роторної таблеткової машини РТМ41МЗ шляхом заміни важільного механізму керування шторками на поворотну заслінку, положення якої регулює кількість матеріалу, який надходить до зворушувачів, спрощує конструкцію приймального стакану, підвищує ефективність заповнення матриць в столі ротора, і відповідно, точність дозування, полегшує обслуговування живильного пристрою та підвищує його надійність в експлуатації.

Література

1. Тригубчак О. В. Дослідження оптимальних умов виготовлення таблеток кислоти ацетилсаліцилової з аторвастатином. *Ліки України плюс*. 2018. №2 (35). С. 7 – 10.
2. Тригубчак О. В., Равлів Ю.А., Грошовий Т.А. Сучасний стан створення, виробництва та дослідження таблетованих лікарських препаратів. Повідомлення 10. Характеристика режимів пресування таблетованих лікарських препаратів. *Фармацевтичний часопис*. 2013. № 2. С. 137 – 141.
3. Тригубчак О. В. Вивчення режимів питомого тиску пресування на фармако-технологічні властивості таблеток кислоти ацетилсаліцилової. *Фармацевтичний часопис*. 2012. № 4. С. 58–62.
4. Pawar P., Callegari H. Joo, G. The effect of mechanical strain on properties of lubricated tablets compacted at different pressures. *Powder Technology*. 2016. Vol. 301. P. 657–664.
5. Роторная таблеточная машина : пат. 2248277 Российская Федерация : МПК В30В11/08. № 2002132074/02; заявл. 28.11.2002; опубл. 20.03.2005, Бюл. №8.
6. Роторная таблеточная машина : пат. 2487800 Российская Федерация. МПК В30В11/08. № 2011154655/02; заявл. 30.12.2011; опубл. 20.07.2013, Бюл. №20.

ДИНАМІЧНИЙ СИНТЕЗ МЕХАТРОННОГО МОДУЛЯ ЗАХОПЛЕННЯ ІЗ ВАКУУМНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ ДЛЯ ТАРНИХ ВАНТАЖІВ.

Вступ та актуальність теми. Проведений аналіз ринку пакованої харчової продукції показав, що поява нових пакувальних матеріалів спонукає виробників до розробки нових видів упаковок для тарно-штучних вантажів по формі та дизайну, що створює необхідність в постійному удосконаленні конструкції захоплювальних пристроїв та покращення якості їх роботи.

Відповідно і технологічний процес переміщення тарно-штучного вантажу в залежності від виду його упаковки та матеріалу складається з певного набору технологічних операцій. [1]. Кожна із технологічних операцій може бути виконана за умови наявності відповідного захоплювального пристрою.

За визначенням захоплювальні пристрої призначені для захоплювання та утримання в заданому положенні упаковок під час їх переміщення [1,2]. В особливу групу можна виділити вакуумні захоплювальні пристрої. В даний час в конструкціях таких захоплювальних пристроїв спостерігається революційні зміни. Ці зміни пов'язані з активною появою нових конструктивних матеріалів з покращеними фізико-механічними характеристиками та технологій створення складних конструкцій шляхом використання 3Д принтерів. Однак навіть ці фактори є тільки рушійними силами, які призвели до появи нової філософії проектування та функціонування вакуумних захоплювальних пристроїв. Така філософія базується на використанні засад біоніки. В вакуумних захоплювальних пристроїв впровадження таких засад може забезпечити систему відслідковування в реальному часі зміни силових характеристик утримання тарно-штучних вантажів, яке під час їх переміщення під впливом додаткових зовнішніх факторів має змінний характер з подальшим внесенням відповідних корегувань в роботу захоплювальних пристроїв.

Аналіз структури сучасних мехатронних модулів з вакуумними елементами показав, що подальший їх розвиток можливий на базі використання слідкуючих приводів. Під терміном слідкуючий привод [3] розуміють привод з керуванням через зворотний зв'язок, який дозволяє точно реалізовувати параметри руху. Саме наявність в системі керування зворотних зв'язків робить захоплювальні пристрої з вакуумними елементами широко функціональними, здатними забезпечити високу точність реалізації заданих зусиль утримання. Принцип дії таких систем полягає у безперервному порівнянні заданих кінематичних та динамічних параметрів роботи з дійсним їх значенням [3,4].

Типова структурна схема мехатронного модуля з вакуумним елементом наведено на рис.1, і складається з мікропроцесорної системи керування III, підсилювача потужності та пристрою передачі інформації II, датчика зворотного зв'язку I.

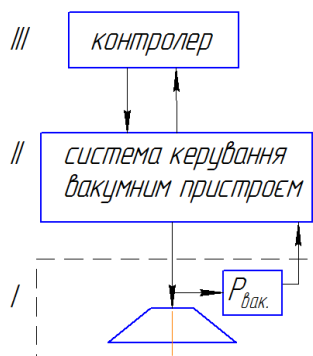


Рисунок.1 - Структурна схема керування мехатронними захоплювальними пристроями з вакуумними елементами

Поряд з цим існує ще один можливий напрям корегування роботи мехатронних системах з вакуумними елементами, який малодосліджений і майже не реалізований – корегування енергетичного ресурсу системи. Принципова можливість управління енергетичною ефективністю вакуумної системи забезпечується розширенням можливістю інформаційного ресурсу системи його керування.

Постановка задачі. З метою забезпечення ефективного використання енергетичного ресурсу мехатронних модулів з вакуумними елементами необхідно розробити математичну модель оцінки величини вакууму в процесі переміщення тарно-штучного вантажу та інтегрувати її в структуру керування.

Основна частина. Структуру керування мехатронної системи з вакуумним елементом пакування можна представити у вигляді

$$\dot{x}(t) = f[t, x(t), H(t, \tau), u_1(t - \tau_1), u_2(t - \tau_2)] \quad (1)$$

де $x = \{x_i\}$ - змінні фактори; $f(\cdot)$ - вектори-функції корегування; $H(t, \tau)$ - функції зв'язку між змінними факторами; u_1 - характеристика системи керування, $u_1 = \{u_{1i}\}$; u_2 - характеристика зовнішніх впливів, $u_2 = \{u_{2i}\}$; τ_1, τ_2 - характеристика запізнь обробки та подачі сигналів.

Цільова функція управлінням енергетичним ресурсом в структурі (1) полягає в використанні набору математичних моделей для визначення величини вакууму як функції миттєвого зусилля утримання в залежності від напрямку вектору переміщення захоплювального об'єкту рис. 2.

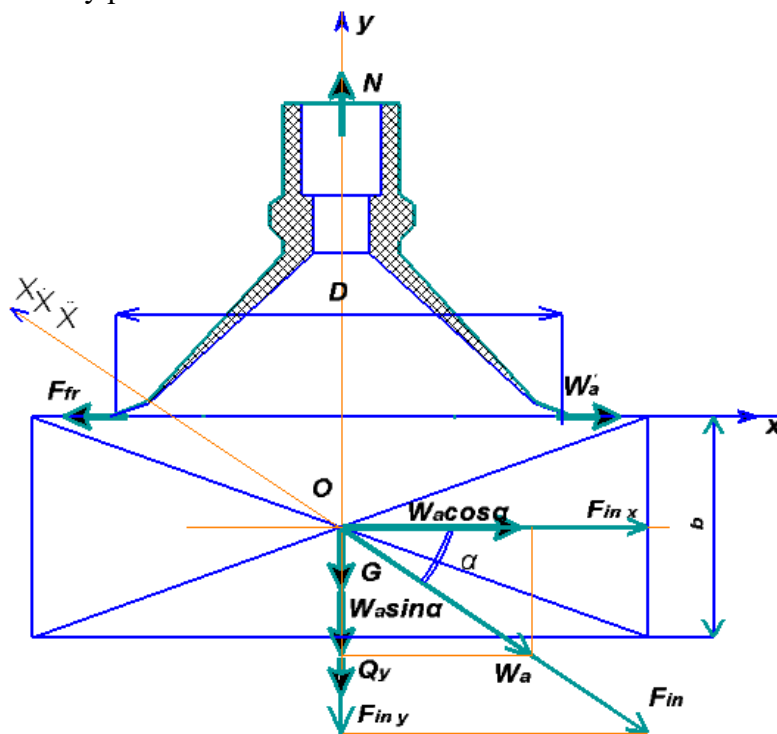


Рисунок. 2 - Схема силової дії в процесі переміщення тарно-штучного вантажу вакуумним присмоктувачем

Під час переміщення тарно-штучного вантажу на нього з боку присмоктувача діють наступні сили (рис. 1): сила переміщення $N = F$, сила тертя ковзання між упаковкою та присмоктувачем F_{fr} . Одночасно на тарно-штучний вантаж додатково діють сили, які прагнуть відірвати або зрушити її відносно присмоктувача. Це сила тяжіння G упаковки, сили інерції F_{in} , сила опору W_a повітря, сила пружності Q_y присмоктувача

Теоретичне зусилля притягування тарно-штучного вантажу присмоктувачем у вертикальній площині обмежено активною площею його контакту:

$$F_T = \frac{\pi D^2}{4} \cdot (P_1 - P_2) \quad (1)$$

де, P_1, P_2 – відповідно абсолютне та атмосферне значення тисків повітря в камері присмоктувача;

Реальне зусилля притягування тарно-штучного вантажу присмоктувачем додатково обмежене коефіцієнтом непродуктивних втрат вакууму, яке відбувається за рахунок неповної герметичності пневматичної системи:

$$F_p = k_1 \cdot \mu (P_1 - P_2) \quad (2)$$

де, μ – коефіцієнт тертя між кромкою присмоктувача та упаковкою; k_1 – коефіцієнт втрат вакууму у присмоктувачі $k_1 < 1$.

Умова безвідривного утримання тарно-штучного вантажу під час його переміщення у вертикальній площині має вигляд:

$$F_p > G + F_{in} \sin \alpha + W_a \sin \alpha + Q_y \quad (3)$$

Відповідно зусилля утримання у вертикальній площині з урахуванням коефіцієнта запасу k_2 за умови ($k_2 > 1$) має вигляд:

$$F_p = k_2 [G + F_{in} \sin \alpha + W_a \sin \alpha + Q_y] \quad (4)$$

Зрівняємо праві частини рівнянь (2) і (4) та визначимо величину вакууму для переміщення тарно-штучного вантажу в вертикальній площині:

$$P_1 - P_2 = \frac{k_2 [G + (F_{in} + W_a) \sin \alpha + Q_y]}{k_1 \mu} \quad (5)$$

Теоретичне зусилля притягування тарно-штучного вантажу присмоктувачем у горизонтальній площині обмежено коефіцієнт нерівномірності контакту між кромкою присмоктувача та поверхнею упаковки. При цьому вплив сил інерції F_{in} та опору повітря W_a не повинні зрушувати вантаж відносно кромки присмоктувача по осі X . Умова відсутності переміщення по осі X з урахуванням коефіцієнту приведенного опору сил тертя f має вигляд:

$$F_T > f (F_{in} + W_a) \cos \alpha, \quad (6)$$

Відповідно зусилля утримання у вертикальній площині з урахуванням коефіцієнта запасу k_2 за умови ($k_3 > 1$):

$$F_T = k_3 f (F_{in} + W_a) \cos \alpha \quad (7)$$

Для зменшення часу виконання технологічної операції переміщення, рух тарно-штучного вантажу у вертикальній та горизонтальній площинах поєднують. Відповідно напрям вектору прискорення в процесі руху змінюється на кут α . В такому випадку для визначення величини миттєвої зміни вакууму зрівняємо праві частини рівнянь (7) та (5) та отримаємо :

$$\Delta P = \frac{k_2 k_3 [G + (F_{in} + W_a) \cos \alpha]}{f k_1 \mu (k_2 - 1)} \quad (8)$$

Результати аналітичних досліджень отриманої математичної моделі наведені у вигляді графіків миттєвої зміни величини вакууму в присмоктувачах під час переміщення тарно-штучного вантажу (рис.3).

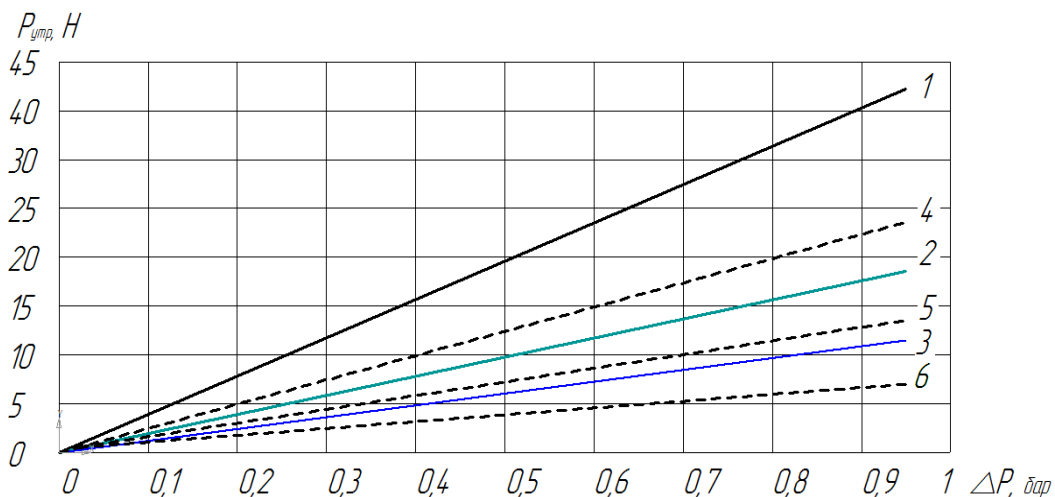


Рисунок. 3 - Графік залежності зусилля утримання $P_{\text{утр}}$ від перепаду тиску ΔP у вакуумному захоплювальному елементі для тарно-штучного вантажу під час його піднімання при: $\alpha = 90^\circ$ для діаметрів присмоктувача: 1 – $d = 30$ мм; 2 – $d = 20$ мм; 3 – $d = 15$ мм; $\alpha = 30^\circ$ для діаметрів присмоктувача 4 – $d = 30$ мм; 5 – $d = 20$ мм; 6 – $d = 15$ мм.

Висновки. На основі виконаного аналізу математичної моделі оцінки миттєвого значення вакууму в присмоктувачі сформовано основні положення синтезу алгоритмів і засобів управління мехатронними модулями з вакуумними елементами, що забезпечують ефективне використання енергетичного ресурсу в мехатронних системах пакування.

1. Встановлено, що реалізація управління мехатронним модулем з вакуумними елементами за критерієм ефективного використання енергії у вигляді миттєвої зміни вакууму в присмоктувачі забезпечується за рахунок збільшення інформаційного ресурсу системи. Це означає, що до її складу повинні входити засоби вимірювання параметрів динамічних процесів, обробки даних, прийняття рішень і впливу на систему.

2. Аналітично доведено, що використання математичної моделі миттєвого визначення вакууму в присмоктувачі може забезпечити зміну силової характеристики утримання тарно-штучного вантажу в реальному часі, яке під час його переміщення під впливом додаткових зовнішніх факторів має змінний характер з подальшим внесенням відповідних корегувань в роботу мехатронного захоплювального пристрою.

Література.

1. Пакувальне обладнання : підручник / О.М. Гавва, А.П. Беспалько, А.І. Волчко, О.О. Кохан. — К. : ІАЦ Упаковка, 2010. — 746 с.
2. Якимчук М.В. Науково-технічні засади створення обладнання для групового пакування харчових продуктів на основі мехатронних модулів: дис. на здобуття наук. ступеня докт. техн. наук: спец. 05.18.02 "Процеси та обладнання харчових, мікробіологічних та фармацевтичних виробництв"/ Якимчук Микола Володимирович — Київ, 2016. — 447 с.
3. Пашков Е.В. Промышленные мехатронные системы на основе пневмопривода: учебн. / Е.В. Пашков, Ю.А. Осинский. — Сев. : СевНТУ, 2007. — 401 с.
4. Якимчук М.В. Вакуумні захоплювальні пристрої в пакувальних машинах. / М.В.Якимчук, Л.О.Кривопляс-Володіна, О.М. Гавва // Упаковка. — Київ, 2017. — № 1. — С. 39 – 42.
5. Якимчук М.В. Четверта промислова революція та розвиток пакувальної індустрії / М.В. Якимчук, О.М. Гавва // Упаковка. — Київ, 2017. — № 1. — С.33 – 37.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ РАДІАЛЬНОГО ВИДАВЛЮВАННЯ ПОРИСТИХ ЗАГОТОВОК

Вступ. Втулки з внутрішнім фланцем (рис.1) знайшли широке застосування в сучасному машинобудуванні. Одним із методів їх отримання є метод радіального видавлювання. Ефективними методами отримання заготовок для подальшого видавлювання є методи порошкової металургії. Основною особливістю заготовок, отриманих методами порошкової металургії, є наявність пористості. При подальшій обробці тиском величину пористості прагнуть зменшити.

Другим важливим параметром, що характеризує властивості виробів, є величина накопиченої пластичної деформації. Від величини цього параметра залежать мікроструктура, пластичність та ударна в'язкість.



Рисунок 1 - Втулка із внутрішнім фланцем [1, 2]

Актуальність теми. Встановлення закономірностей зміни форми заготовки, розподілу відносної щільності і накопиченої пластичної деформації по її об'єму при отриманні втулок із внутрішнім фланцем методом радіального видавлювання є актуальною проблемою.

Матеріали та методи. Моделювання виконано методом скінчених елементів. Поведінку пористого тіла вважали пластичною. Пружні деформації не враховувалися. Матеріал - основа пористої заготовки був алюмінієвий сплав. Початкова відносна щільність дорівнювала 0.85, її розподіл за об'ємом вважали рівномірним. Коефіцієнт тертя приймали рівним 0.15.

Результати та обговорення. Розглянуто дві схеми деформування: радіальне видавлювання без обмеження течії та видавлювання з обмеженням течії матеріалу фланця. Початкова форма заготовки була різною: без зазору, з зазором між внутрішньою поверхнею заготовки та оправкою, а також із внутрішньою кінцевою поверхнею [3].

У початковий момент заготовка ущільнюється в результаті осової деформації, а потім починає переважати течія матеріалу в радіальному напрямку. Радіальна течія матеріалу характеризується наявністю декількох етапів і залежить від початкової форми заготовки.

Якщо зазор між внутрішньою поверхнею заготовки та оправкою відсутній, то відбувається процес радіального видавлювання фланця.

При деформації заготовки, що має зазор між внутрішньою її поверхнею та оправкою, відбувається осад з радіальною течією до центру. Після того, як відбудеться контакт заготовки з поверхнею оправки, починається процес радіального видавлювання фланця.

Деформування заготовки із внутрішньою кінцевою поверхнею характеризується наявністю двох зон радіальної течії матеріалу. Спочатку відбувається радіальна течія до центру у верхній частині заготовки. Потім починається одночасна радіальна течія матеріалу в нижній частині заготовки. По мірі збільшення ступеня деформації інтенсивність течії в верхній частині зменшується (відбувається контакт матеріалу з поверхнею оправки), а процес видавлювання фланця зростає.

Розподіл відносної щільності за об'ємом заготовки нерівномірний. Максимальна щільність матеріалу відповідає області фланця та нижній частині втулки. У той же час, в області опуклої вільної поверхні фланця величина відносної щільності мінімальна. При цьому збільшення пористості не відбувається, що пояснюється зменшенням внутрішнього радіусу

фланця і течією матеріалу в область, що звужується. Менша величина відносної щільності спостерігається також у верхній частині втулки.

Розподіл накопиченої деформації також істотно нерівномірний (рис.2). Найбільші значення цей параметр приймає в області фланця та нижній частині втулки. Мінімальні значення - у верхній частині втулки. Максимальна величина накопиченої деформації - в нижній частині втулки у її зовнішній поверхні. Додаткова радіальна течія матеріалу в простір зазору дозволяє підвищити загальний рівень накопиченої деформації. Застосування заготовки із внутрішньою конічною поверхнею дозволяє підвищити значення накопиченої деформації у верхній частині втулки за рахунок додаткової радіальної течії на початковому етапі процесу.

При застосуванні схеми видавлювання з обмеженням радіальної течії фланця виникає додатковий етап процесу: повне заповнення простору штампа з витіканням надлишку матеріалу в компенсатор. Відбувається доущільнення зон утрудненої деформації та вирівнювання щільності за об'ємом. У той же час величина накопиченої пластичної деформації розподілена нерівномірно. В області фланця та нижній частині втулки вона вище, ніж у верхній частині втулки.

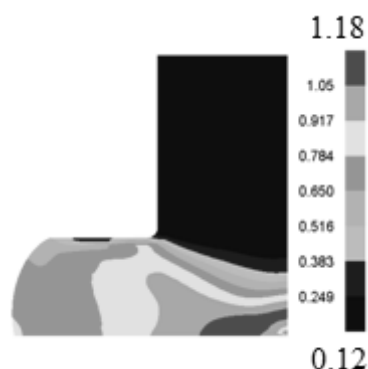


Рисунок 2 - Розподіл величини накопиченої пластичної деформації [3]

Висновки. Процес радіального видавлювання протікає в декілька етапів. На заключному етапі відбувається вирівнювання щільності за об'ємом виробу, при цьому розподіл величини накопиченої пластичної деформації істотно нерівномірний. Додаткова радіальна течія матеріалу на початковому етапі видавлювання дозволяє підвищити величину накопиченої пластичної деформації і збільшити рівномірність її розподілу. При застосуванні схеми видавлювання з обмеженням радіальної течії фланця відбувається повне заповнення простору штампа з витіканням надлишку матеріалу та вирівнювання щільності за об'ємом. У той же час величина накопиченої пластичної деформації розподілена нерівномірно.

Література.

1. Алиева Л. И. Штампы для радиального выдавливания деталей с внутренним фланцем из трубчатой заготовки / Л. И. Алиева, С. В. Мартынов // Известия МГТУ «МАМИ» - 2013. - т. 2. - № 2(16) - С. 17-19
2. Алиева Л. И. Силовой режим радиального выдавливания внутреннего фланца / Л. И. Алиева, С. В. Мартынов, Я. Г. Жбанков, К. В. Гончарук // Ресурсозберігаючі технології виробництва та обробки тиском матеріалів у машинобудуванні. - 2013. - № 1. - С. 88-98
3. Михайлов А. О. Моделирование процесса получения втулок с внутренним фланцем методом радиального выдавливания пористых заготовок / А. О. Михайлов, О. В. Михайлов, Штефан Є. В. // Наукові нотатки. - Луцьк, 2019. - Вип. 66. - С. 245 - 250

Загальна та наукова редакція д.т.н. О.М. Гавви
Комп'ютерна верстка Л.В. Марцинкевич
Організатори конференції не завжди поділяють точку зору авторів
За зміст доповідей та достовірність інформації
відповідальність несуть автори