

**VIII Міжнародна спеціалізована
науково-практична конференція**

**Proceedings of the 8th 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 2019
Kyiv 2019**

Міністерство аграрної політики та продовольства України
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 VIII Міжнародної спеціалізованої
науково-практичної конференції**
12 вересня 2019 р.
м.Київ, Україна

Ресурсо- та енергоощадні технології виробництва і пакування харчової продукції – основні засади її конкурентоздатності: Матеріали VIII Міжнародної спеціалізованої науково-практичної конференції, 12 вересня 2019 р., м. Київ. – К. НУХТ, 2019. – 188 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 978-966-612-227-1

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 Agrarian Policy and Food of Ukraine
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 8th International Specialized
Scientific and Practical Conference
September 12, 2019
Kyiv, Ukraine

Resource and Energy Saving Technologies of Production and Packing of Food Products as the Main Fundamentals of Their Competitiveness: Proceedings of the 8th International Specialized Scientific and Practical Conference, September 12, 2019. Kyiv, NUFT, 2019. 188 p.

Proceedings of the conference contain the reports dedicated to the following topics: state and the headlines of resource and energy saving on food industry enterprises; innovative and resource saving technologies of foodstuffs; using the non-traditional raw materials in technologies of foodstuffs; energy and resource saving technologies of packaging; innovative components to create the packaging equipment; energetic management on food industry enterprises; the ways to improve the efficiency of productive logistic on food industry enterprises.

Based on the scientific researches presented, the authors have proposed the ways to solve the applied problems in food industry, which are resource and energy saving.

Proceedings of the conference will be interesting for scientists and engineers, industrial managers, potential investors, high school students and others who are connected to food and packaging industries.

ISBN 978-966-612-227-1

ЗМІСТ

1. Пасічний В.М., Маринін А.І., Храпачов О.В., НУХТ, м. Київ, Україна Дослідження зміни активності води при використанні повторної пастеризації ковбасних виробів з елементами активного пакування.....	11
2. Yan-ping Li^{1, 2}, Valerii Sukmanov¹, Ma Hanjun², 1 - Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine, 2 - Henan Institute of Science and Technology, Xinxiang, PR China Effect of high pressure and soy protein isolate combinations on the water holding capacity of pork meat batters.....	14
3. Булій Ю.В., Куц А.М., НУХТ, м. Київ, Україна Технологія циклічної ректифікації в колонних масообмінних апаратах з барботажно-провальними тарілками.....	17
4. Дзигар О.О., Оболкіна В.І., НУХТ, м. Київ, Україна Дослідження впливу амарантового борошна та гуміарабіку на структурно-механічні властивості тіста при створенні технології крекерів підвищеної біологічної цінності.....	20
5. Камінська С.В., Сімахіна Г.О., НУХТ, м. Київ, Україна Оптимізація процесу кріопротекції плодів та ягід перед заморожуванням.....	22
6. Сімахіна Г.О., НУХТ, м. Київ, Україна Оцінка безпеки заморожених та дефростованих ягід за мікробіологічними показниками.....	24
7. AVRĂMIA I., AMARIEI S., Faculty of Food Engineering “Stefan cel Mare” University of Suceava, Romania Spent valorification of β -glucan from brewer’s yeast as an ingredient in fermented dairy products.....	27
8. Олійник С.І., Тарасюк Л.А., НУХТ, м. Київ, Україна Фільтрування сортівки у лікero-горілчаному виробництві.....	30
9. Стеценко Н.О., Медведюк Д.О., НУХТ, м. Київ, Україна Симбіотичний функціональний харчовий продукт для дітей на основі кисломолочного сиру.....	31
10. Борсолюк Л.М., Войцехівська Л.І., Вербицький С.Б., Шелкова Т.В., ІПР НААН, м. Київ, Україна Функціональні м’ясні паштети ресурсоощадного складу: дослідження здатності до зберігання.....	33
11. Yatsenko O., Yushchenko N., Kuzmyk U., NUFT, Kyiv, Ukraine Stabilization of the structure butter pastes.....	35
12. Башта А.О., НУХТ, м. Київ, Україна Використання нетрадиційної рослинної сировини для отримання кексів оздоровчого призначення.....	36
13. Goranova¹, Zh.T., Baeva², M.R., Petrova¹, T.V., ¹Institute of Food Preservation and Quality (IFPQ), Plovdiv, Bulgaria, ²University of Food Technologies (UFT), Plovdiv, Bulgaria Quality evaluation of dietetic sucrose-free sponge cakes with einkorn wholemeal flour (triticum monococcum l).....	38

14.	Goranova¹, Zh.T., Petrova¹, T.V., Bakalov¹, I. Sabeva¹, P., Baeva², M.R., IFPQ, Plovdiv, Bulgaria, ² University of Food Technologies (UFT), Plovdiv, Bulgaria	
	Application of pumpkin seeds powder using in sponge cake.....	41
15.	Даниленко С.Г., Грушковська А.О., Хоньків М.О., ІПР НААН, м. Київ, Україна	
	Відбір лактобактерій для закваски з житнього та пшеничного борошна.....	43
16.	Васильєва О.О., КНТЕУ, м. Київ, Україна	
	Інноваційна технологія топінгів підвищеної біологічної цінністю	45
17.	Dubovkina Iryna, IET NASU, Kyiv, Ukraine	
	Modelling of the hydrodynamic conditions during liquid system processing by alternating impulses of pressure.....	46
18.	Мирончук В.Г., Ободович О.М., Сидоренко В.В., 1 - Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ, Україна, 2 - НУХТ, м. Київ, Україна	
	Вплив кількості циклів обробки в роторно-пульсаційному апараті на дисперсність часток рослинної сировини.....	47
19.	Ободович О.М.¹, Булій Ю.В.², Сидоренко В.В.¹, 1 - Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ, Україна, 2 - НУХТ, м. Київ, Україна	
	Дискретно-імпульсне введення енергії (ДІВЕ) – інноваційний шлях розвитку ресурсо- та енергозберігаючих технологій в харчовій промисловості.....	48
20.	Олійник С.І, Острик О.М, Петросян С.А., НУХТ, м. Київ, Україна	
	Цукор та стійкість лікєро-горілкової продукції.....	50
21.	Олійник С.І, Самченко І.О., НУХТ, м. Київ, Україна	
	Оброблення сортівки у виробництві горілок.....	51
22.	Кузьмін О.В., НУХТ, м. Київ, Україна	
	Ресурсощадні технології віскі.....	52
23.	Кириленко Р.Г., Булій Ю.В., Марущак Г.Р., Мартинов В.О., НУХТ, м. Київ, Україна	
	Обґрунтування раціональних параметрів роботи розгінної колони.....	53
24.	Нескуба О.О., Чепелюк О.О., НУХТ, м. Київ, Україна	
	Інтенсифікація процесу сатуравання напоїв з використанням електрохімічної активації води.....	56
25.	Рачок В.В., Теличкун Ю.С., Теличкун В.І., НУХТ, м. Київ, Україна	
	Дослідження процесу замішування дріжджового тіста з використанням кулачкових робочих органів.....	58
26.	Ковалев А. В., НУПТ, г. Киев, Украина	
	Влияние интенсивности теплоподвода на теплофизические характеристики теста и мякиша хлеба.....	61
27.	Стеценко Н.О., Медведюк Д.О., НУХТ, м. Київ, Україна	
	Використання фосфоліпідів насіння соняшника при виробництві ковбас оздоровчого призначення.....	64
28.	Позднякова А.О., Миколенко С.Ю., Гезь Я.В., ДДАЕУ, м. Дніпро, Україна	
	Використання побічних продуктів переробки гарбуза для виробництва печива.....	66
29.	Боиштян А. Кирсанова А., ТУМ, Кишинев, Молдова	
	Влияние озонирования и технологических обработок на количество остаточных пестицидов в овощах.....	68

30. Fang Wang^{1,2}, Jie Zeng¹, Valerii Sukmanov², 1 - Henan Institute of Science and Technology, Xinxiang, PR China, 2 - Sumy National Agrarian University (SNAU), Sumy, Ukraine	
Effect of ultrafine grinding technology on quality properties of bean dregs tenacious biscuit.....	71
31. Доломакін Ю.Ю., Породько П.В., НУХТ, м. Київ, Україна	
Моделювання течії багатофазних фармацевтичних сумішей у модулі ANSYSFluent.....	73
32. Поздняков В.М., Зеленко С.А., БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь	
Обоснование оптимальных параметров процесса сортирования семян рапса по плотности на вибропневматическом оборудовании.....	75
33. Харченко Є.І., Чорний В.М., НУХТ, м. Київ, Україна	
Вплив вологості зерна пшениці на індекс луцення.....	78
34. Галенко О.О., Гасюк О.Б., НУХТ, м. Київ, Україна	
Чіа – нетрадиційна сировина у технологіях м'ясопродуктів.....	80
35. Гордієнко О.В., Бендерська О.В., Шутюк В.В., НУХТ, м. Київ, Україна	
Удосконалення технології соусів для рибних консервів із товстолибика білого....	81
36. Коваль М.О., Шутюк В.В., НУХТ, м. Київ, Україна	
Дослідження впливу попереднього теплового оброблення капусти білокачанної на якість сушіння.....	84
37. Соловей О.С., Шутюк В.В., Нечасів О.Л., НУХТ, м. Київ, Україна	
Удосконалення технології рибних снеків на основі лосося зі зменшеним вмістом солі.....	85
38. Точона А.С., Шутюк В.В., НУХТ, м. Київ, Україна	
Перспективи промислового перероблення карася сріблястого.....	86
39. Cristina POPOVICI, TUM, Chisinau, Republic of Moldova	
Diet, nutrition and prevention of cancer.....	87
40. Cristina POPOVICI, Alexei BAERLE, Pavel TATAROV, TUM, Chisinau, Republic of Moldova	
Efficacy of synthetic antioxidants in oxidative stability of cold pressed walnut oil.....	89
41. Кохан О. О., Онофрійчук О. С., НУХТ, м. Київ, Україна	
Особливості пакування органічних харчових продуктів.....	90
42. Ковальчук В.П, Опанасюк Т.І. ДНУ «УкрНДІспиртбіопрод», м. Київ, Україна Олійник С.І., НУХТ, м. Київ, Україна	
Дослідження якості закупорювальних засобів для лікєро-горілочного виробництва.....	94
43. Гавва О.М., Кулик Н.В., НУХТ, м. Київ, Україна	
Вибір оптимальної упаковки для харчових продуктів – ефективне рішення для збереження ресурсів та мінімізації впливу на навколишнє середовище.....	95
44. Ларін Д.І., КНУ ім. Тараса Шевченка, м. Київ, Україна	
Психологічний вплив маркування на культуру споживання.....	98
45. Грінінг К.Р., Гордейчук Р.В., НУХТ, м. Київ, Україна	
Аналітичні дослідження процесу подрібнення в бісерних млинах.....	100
46. Дринкевич М.О., Бабанова О.І., НУХТ, м. Київ, Україна	
Удосконалення обладнання для вакуумного сушіння ампул для забезпечення ресурсоощадності та енергоефективності процесу.....	102

47.	Ковальов О.В., Присидько Є.В., <i>НУХТ, м. Київ, Україна</i> Методи очищення води для ін'єкційних розчинів.....	103
48.	Клименко О.О., Бабанов І.Г., <i>НУХТ, м. Київ, Україна</i> Михайлов В.М., Шевченко А.О., <i>Харківський державний університет харчування та торгівлі, м. Харків, Україна</i> Дослідження процесу очищення слизових та шерстних субпродуктів з метою забезпечення ресурсоощадності та енергоефективності.....	106
49.	Vladimir Litvyak¹, Anastasia Zabolotets¹, Alexey Ermakov², <i>¹Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus on Food, Minsk, Republic of Belarus, ²Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus</i> The size and morphological features of native starch granules of different botanical origin.....	108
50.	Anastasia Zabolotets¹, Vladimir Litvyak¹, Alexey Ermakov², <i>¹Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus on Food, Minsk, Republic of Belarus, ²Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus</i> Morphological characteristics of starch granules of various varieties of potatoes (solanum tuberosum).....	110
51.	Ruslan Adil Akai Tegin, Nurzada Rayimbekova, <i>Department of Food Engineering, Kyrgyz-Turkish Manas University, Bishkek, Kyrgyzstan</i> Investigation of microbiological indicators of raw milk sold in bishkek by individuals..	112
52.	Гавва О.М., Михайлик Б.В., Литовченко І.М., Марцинкевич Л.В., <i>НУХТ, м. Київ, Україна</i> Огрунтування режимів роботи мехатронного модуля дозування в'язко-пластичних харчових продуктів ваговим способом.....	114
53.	Гнатів Т.Т., Кривопляс-Володіна Л.О., Іващенко Д., Туфекчі В.І., <i>НУХТ, м. Київ, Україна</i> Обгрунтування вибору основних параметрів сильфонного приводу вібраційного модуля пакувальної машини.....	117
54.	Володін С.О., Мирончук В.Г., Вітюк О., <i>НУХТ, м. Київ, Україна</i> Моделювання витратних характеристик запірно-регулюючої арматури.....	120
55.	Горчакова О.М., Якимчук М.В., <i>НУХТ, м. Київ, Україна</i> Дослідження точності прецизійного дозування рідких харчових продуктів клапанными дозаторами.....	123
56.	Якимчук В.М., Гавва О.М., <i>НУХТ, м. Київ, Україна</i> Управління мехатронними модулями пакувальних машин за критерієм ефективного використання енергетичного ресурсу.....	126
57.	Гавва О.М., Кривопляс-Володіна Л.О., Чепур М.С., Володін О.С., <i>НУХТ, м. Київ, Україна</i> Інтегровані рішення пневмосоплових систем для функціональних мехатронних модулів пакувальних машин.....	129
58.	Мусін Б.Р., Деренівська А.В., Кривопляс-Володіна Л.О., Токарчук С.В., <i>НУХТ, м. Київ, Україна</i> Особливості імітаційного моделювання технічних параметрів пакувальної лінії для штучної продукції.....	132
59.	Рівна К.В., Гавва О.М., Кривопляс-Володіна Л.О., <i>НУХТ, м. Київ, Україна</i> Modeling of pneumonozzle system work.....	135

60. Соколенко А.І., Скуйбіда Є.Л., НУХТ, м. Київ, Україна Динаміка і енергетична рекуперація в технологічних машинах.....	137
61. Ватренко О.В., ОНАХТ, м. Одеса, Україна Аналіз стану рівноваги навантаженої круглої пружної пластини на основі енергетичного критерію.....	141
62. Регей І.І., Іваськів Б.Р., УАД, м. Львів, Україна Обґрунтування реалізації нового способу транспортування картонних аркушів у штандювальному обладнанні.....	144
63. Зоренко Я. В., Афанасьєв Д.В., НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна Ресурсозберігаючі технології виготовлення споживчої упаковки офсетним друком.....	146
64. Гриценко Д.С., НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна Кулачковий механізм крокового приводу транспортувального пристрою пакування поліграфічних машин.....	147
65. Khokhlova R.A., Shulzhenko O.O., Nikolenko K.D., Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, Kyiv, Ukraine Search components for biodegradable inks.....	149
66. Копилова К.В., Вербицький С.Б., Козаченко О.Б., Вербова О.В., Кос Т.С., ІПР НААН, м. Київ, Україна Інноваційні біорозкладні матеріали для пакування продукції молочної промисловості.....	150
67. Zolotukhina K., Velychko O., National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine Researching the interaction of different materials types for packaging with liquids.....	153
68. Витвицький В.М., Мікульонок І.О., Сокольський О.Л., КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна Експериментальні дослідження впливу експлуатаційних режимів шнекових машин на рух оброблюваного матеріалу.....	155
69. Mikulionok I. O.¹, Petukhov A. D.¹, Gavva O. M.², 1 – National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine, 2 – National University of Food Technologies (NUFT), Kyiv, Ukraine Intensification of cooling of tubular blown polymeric packing films with the flowing-down liquid film.....	158
70. Васильков В.В., Чепелюк О.М., НУХТ, м. Київ, Україна Аналіз технологічного обладнання для формування котлетних виробів.....	162
71. Филипчик О.В., Ермаков А.И., БНТУ, г. Минск, Республика Беларусь Сравнительная оценка параметров теплового оборудования для общественного питания и торговли.....	164
72. Грінінг К.Р., Гордейчук Р.В., Губеня О.О., НУХТ, м. Київ, Україна, Єрмаков А.І., БНТУ, м. Мінськ, Білорусь Експериментальний стенд і методика дослідження процесу надтонкого подрібнення компонентів фармацевтичних і косметичних засобів у бісерних млинах.....	166
73. Ivanova T., Popova V.,D, Mazova N, Stoyanova A., Damyanova S., UFT, Plovdiv, Bulgaria Chemical composition of physalis leaves and the obtaining of extracts rich in bioactive compounds intended for medicine and cosmetics.....	169

74. Popovici V., Covaliov E., Capcanari T., Popovici C., O. Radu, TUM, Chisinau, Republic of Moldova	
Evolution of total carotenoid content in food products enriched with rosehip (rosa canina) powder	170
75. Jurkėnaitė, N., Lithuanian Institute of Agrarian Economics, Vilnius, Lithuania	
Cattle production and bovine meat market functioning: the lithuanian case.....	171
76. Jurkėnaitė, N., Lithuanian Institute of Agrarian Economics, Vilnius, Lithuania	
Paparas, D., Harper Adams University, Newport, Shropshire, the United Kingdom	
Cucumber production and market functioning: the lithuanian case.....	173
77. Балюта С.М., Куєвда В.П., Куєвда Ю.В., НУХТ, м. Київ, Україна	
Автоматизована система взаємозв'язаного робастного керування для підвищення надійності валопроводу турбоагрегата на підприємствах харчової промисловості.....	175
78. Серьогін О.О., Василенко О.В., НУХТ, м. Київ, Україна	
Біогаз з осаду станцій очищення комунальних стічних вод.....	178
79. Литовченко І.М., НУХТ, м. Київ, Україна	
Спеціальність «Видавництво та поліграфія» як важлива складова підготовки фахівців пакувальної галузі.....	179
80. Арич М.І., НУХТ, м. Київ, Україна	
Страхування як елемент забезпечення харчової безпеки та конкурентоспроможності харчової промисловості країни.....	181
81. Ruskova M.M., Petrova T.V., Penov N.D., Institute of Food Preservation and Quality (IFPQ), Plovdiv, Bulgaria	
Optimization of extrusion process of apple pomace – wheat semolina mixtures using response surface methodology.....	182
82. Позднякова Е.В., БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь	
Анализ тенденций развития и факторов риска мирового экспорта мясной продукции.....	185
83. Серьогін О.О., Осьмак О.О., НУХТ, м. Київ, Україна	
Застосування енерготехнологій для переробки пивної дробини.....	188

УДК 621.7 : 637.5

Пасічний В.М., д.т.н., Маринін А.І., к.т.н., Храпачов О.В., аспірант
Національний університет харчових технологій (НУХТ), м. Київ, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ АКТИВНОСТІ ВОДИ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ПОВТОРНОЇ ПАСТЕРИЗАЦІЇ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ З ЕЛЕМЕНТАМИ АКТИВНОГО ПАКУВАННЯ

Вступ. Використання пакування, в тому числі з застосуванням активних пакувальних систем, досить інтенсивно впроваджується при виробництві харчових продуктів. Для отримання високого рівня захисту продуктів використовують багатошарові полімерні матеріали з підвищеними бар'єрними властивостями, що повинні враховувати технологічні аспекти виробництва продукції та вид її теплового оброблення [1, 2]. Серед шляхів подовження термінів зберігання продукції ковбасного виробництва відзначається використання повторної пастеризації та елементів активного пакування [3].

Одним з важливих чинників, що характеризує можливість зберігання харчової продукції, є показник активності води a_w і наявність речовин з бактерицидними властивостями [4, 5]. Показник a_w дозволяє прогнозувати інтенсивність розвитку контамінантних форм мікроорганізмів в харчових продуктах. Активність води є одним з основних параметрів концепції аналізу ризиків та критичних контрольних точок (НАССР), яка є базовою системою забезпечення якості харчових продуктів у більшості розвинених країн світу [5, 6]. Активність води a_w виражається значеннями від 0,00 до 1,00 і характеризує потенційну здатність продуктів до псування. Чим менше значення a_w , тим вища його мікробіологічна стабільність при зберіганні. Значення $a_w = 1,00$ відповідає дистильованій воді, а значення $a_w = 0,00$ – стану абсолютно зневодненого продукту [7, 8, 9].

Актуальність теми. Проведення досліджень щодо можливості ефективної пролонгації термінів зберігання ковбасних виробів при використанні повторної пастеризації з використанням елементів активного пакування є актуальним напрямком в м'ясопереробній галузі.

Метою дослідження є виявлення можливості подовження термінів зберігання варених ковбасних виробів при використанні повторної пастеризації з використанням саше-пакету поглинача кисню та її вплив на показник активності води.

Матеріали та методи. Для дослідження можливості подовження термінів зберігання варених ковбасних виробів були використані зразки сардельок вищого та першого сорту, що були виготовлені в промислових умовах.

Після завершення технологічного процесу (охолодження до температури 15°C) зразки сардельок були запаковані під вакуумом в багатошарові полімерні матеріали (плівки) виробництва ТОВ «Сіріус Екструджен» (Україна). Зразки пакували з використанням і без саше-пакетів поглинача кисню згідно ТУ У 20.5-02070938-143:2013 виробництва ТОВ «ЮТАК» (Україна). Процес пакування продукції перед пастеризацією здійснювали в виробних умовах на термоформувальних лініях торгівельних марок «Multivac» та «Webomatic», подальшу повторну пастеризацію – в універсальній термокамері ТМ «Fessman» виробництва Німеччини.

Визначали значення a_w , вміст вологи, органолептичні показники сардельок першого та вищого сорту на 35-ту, 65-ту і 94-ту добу зберігання, з врахуванням коефіцієнту запасу для гарантування відповідності більш тривалих термінів зберігання ніж 45 діб.

Значення a_w сардельок, які піддавались різним умовам теплової обробки (пастеризація з і без поглинача кисню) визначали на приладі Hygrolab-2 (Rotronic, Швейцарія) при температурі 18-20 °C з точністю вимірювання 1,5 %, 0,3 °C 0,005 од. $a_w + 1.5\%$ від значення (рис.1). Дослідження показників активності води a_w та вмісту вологи в дослідних зразках сардельок визначали в трьохкратній повторності, при довірчій імовірності $P=0,95$.



Рисунок 1- Прилад Hygrolab-2 для визначення активності води

Результати та обговорення. В цілому сардельки пастеризовані з поглиначем кисню і без поглиначя на 94 добу відповідали вимогам органолептичних показників нормованих згідно ТУ У 15.1-32122069-006:2008. Продукт, при цьому зберігав свій зовнішній вигляд та пружну консистенцію, колір залишився без змін. Ці данні узгоджується зі стабільністю значень вологи і показника a_w ковбасних виробів в процесі зберігання.

На рис. 2 представлені на етапах зберігання значення показника активності води a_w зразків пастеризованих сардельок з і без поглиначя кисню.

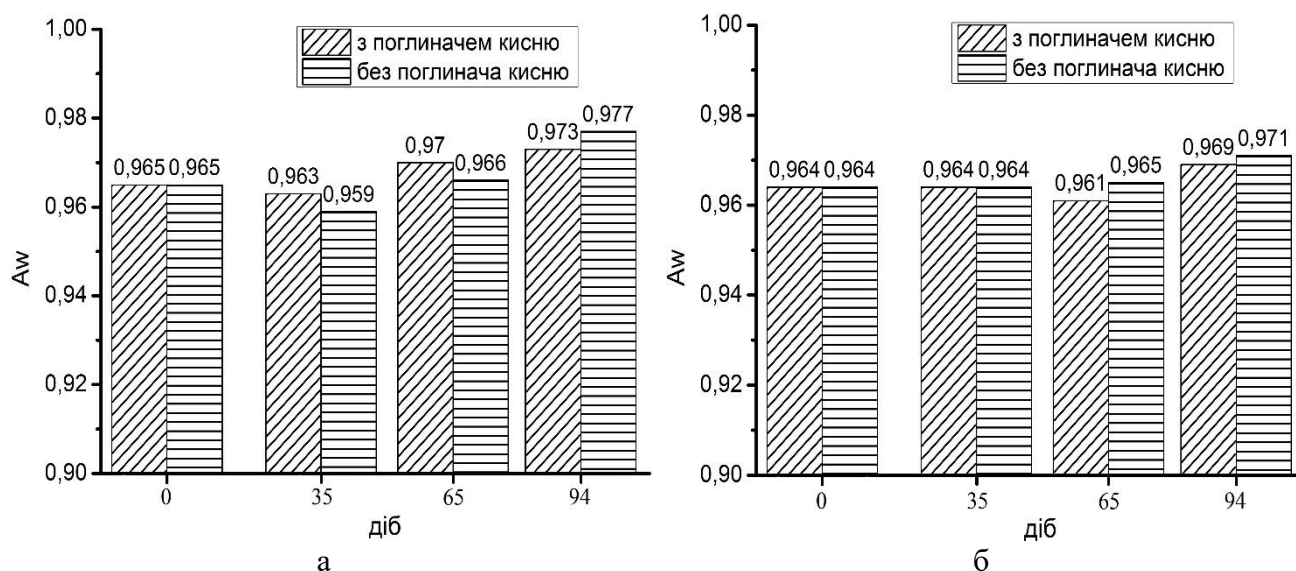


Рисунок 2 - Показники активності води a_w зразків пастеризованих сардельок на етапах зберігання: а – сардельки вищого сорту; б – сардельки першого сорту

Отримані результати дозволяють рекомендувати для підвищення термінів зберігання сардельок короткочасну повторну пастеризацію спільно з використанням саше-пакету поглиначя кисню.

За органолептичними показниками протягом вказаного терміну зберігання продукція

відповідала вимогам нормативних документів і мала високі показники якості.

В кінці терміну зберігання відхилення показника якості органолептичних показників за п'ятибальною шкалою склало не більше 0,09 одиниць для виробів пастеризованих з поглиначем кисню. Для виробів пастеризованих без поглинача кисню зниження показника середньої бальної оцінки склало 0,17 одиниці. Це підтверджує високу стабільність якості ковбасних виробів в процесі зберігання.

Проведений аналіз щодо зміни показника активності води в термінах зберігання для сардельок пастеризованих з використанням поглинача кисню, підтверджує, що його використання суттєво не впливає на значення a_w . Цей ефект підтверджено мікробіологічною і органолептичною стабільністю ковбасних виробів при зберіганні. Значення a_w зразків пастеризованих сардельок без використання поглинача кисню при зберіганні змінювалось в межах 0,02 одиниць. Для пастеризованих сардельок з поглиначем кисню в межах 0,01 одиниць, що вказує на незначний перерозподіл зв'язаної вологи в продуктах і узгоджується з іншими показниками, що визначались.

Висновки. Доведено, що використання при повторній пастеризації поглинача кисню суттєво не впливає на зміну вологи ковбасних виробів і значення a_w в термінах зберігання. Це підтверджує стабільність умов зберігання і обґрунтовує можливість подовження терміну зберігання до 94 діб.

Отримані результати дозволяють рекомендувати для пролонгації термінів зберігання повторну пастеризацію з використанням поглинача кисню.

Підтверджено, що багатошарові полімерні матеріали виробництва ТОВ "Сіріус Екструджен", забезпечують високу бар'єрність захисного пакування і можуть бути використані для проведення повторної пастеризації за температури 85–90 °C.

Визначено, що використання в традиційних умовах зберігання ковбасних виробів вареної групи при 0–6 °C запакованої і пастеризованої з поглиначем кисню продукції дозволяє підвищити стабільність органолептичних показників ковбас відповідно до нормативних значень.

Література

1. Dixon J. Packaging Materials: 9. Multilayer Packaging for Food and Beverages/ John Dixon. - ILSI Europe Report Series. - Belgium: ILSI, July 2011:1-43. - Bibliogr.: p. 7-12.
2. Robertson, Gordon L., Food Packaging: Principles and Practice. 3rd ed / Gordon L. Robertson. - by CRC Press, 2012. - 733 p. – Bibliogr.: p. 20-42.
3. Pasichnyi, V.M., Ukrainecj, A.I., Khrapachov, O.V., & Marynin, A.I. (2017). Perspektyvyvykorystannjapakovaljnykhmaterialivdljatermichnojiobrobkym'jasatam'jasoprodukt iv. Tekhnika, energhetyka, transport APK. 2 (97), 71–75.
4. Ukrainets, A., Pasichniy, V., Zheludenko, Y., Zadkova, S. (2016). Oleoresins effect on cooked poultry sausages microbiological stability. Ukrainian food journal, 5 (1), 124–135.
5. Усатенко Н.Ф. Використання показника «активність води» в технології виробництва м'ясопродуктів/ Н.Ф. Усатенко // Вісник аграрної науки. – 2012. – № 5. – С. 62-65.
6. Фатьянов Е.В. Показатель активности воды в переработке мяса/ Е.В. Фатьянов // Мясные технологии. – 2008. – № 12. – С. 11-14.
7. Пасічний В.М. Дослідження факторів пролонгації термінів зберігання м'ясних і м'ясомістких продуктів / В. М. Пасічний, А. М. Гереччук, О. О. Мороз, Ю. А. Ястреба // Наукові праці Національного університету харчових технологій. – 2015. – Том 21. – № 4. – С. 224-230.
8. Horbańczuk O.K. Effects of packaging methodson shelf life of ratite meats: a review / O.K.Horbańczuk, A. Wierzbicka//J Vet Res. – 2017. - Vol. 61. – P. 279-285, doi:10.1515/jvetres-2017-0031.
9. Ucherek M. An Integrated Approach to Factors Affecting the Shelf Life of Products in Modified Atmosphere Packaging (MAP) / M. Ucherek // Food Reviews International. – 2004. – Vol. 20. - No. 3. - P. 297-307, doi: 10.1081/FRI-200029435

YDK 637.521.2:62-987

Yan-ping Li^{1,2}, Valerii Sukmanov¹, Ma Hanjun²

1 - Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

2. - Henan Institute of Science and Technology, Xinxiang, PR China

EFFECT OF HIGH PRESSURE AND SOY PROTEIN ISOLATE COMBINATIONS ON THE WATER HOLDING CAPACITY OF PORK MEAT BATTERS

Introduction. High pressure is a non-thermal technology that has been successfully applied to several meat products, and the applications of high pressure in food industry continue growing recently years [1]. Wang et al. [2] showed, that free SH content of soy protein isolate was significantly ($p < 0.05$) increased after high pressure treatment at 200 MPa. However, it is important to study the effect of high pressure processing on the food components, mainly proteins in the meat and soy to optimize the processing parameters to get high-quality products[3,4]. Soy protein isolate is a commonly useful vegetable protein in the meat industry, which has a good water and fat holding capacity, excellent gelling and structuring behaviour [5]. Some researchers have reported that added the soy protein isolate to meat batters could improve the water holding capacity and nutritional quality. But few papers reported the effect of high pressure and soy protein isolate combinations on property of pork meat batter. Therefore, the objective of the present study was to determine the water holding capacity differences of pork meat batter which were produced by high pressure with soy protein isolate, and thereby to establish a method to obtain pork meat batter with desirable quality.

Research Relevance: For years, the demand of the emulsion meat products is increasing rapidly, which have enjoy widely consumer acceptance in certain sections of the global population. The tradition emulsion meat products contain higher salt and fat, overtake the salt and fat could increases the risk of obesity, hypertension and cardiovascular disease. The application of high pressure processing to modify the properties of meat and soy proteins, increase the water holding capacity of cooked meat and soy proteins products.

Materials and methods. Raw materials and ingredients. The *longissimus dorsi* of chilled pork and back-fat were derived from the landrace (100±5 kg) which were slaughtered at the age of about 6 months (China), and the temperature after slaughter 24 h was 2~4 °C. They were minced using a meat chopper with a 6 mm holes plate (MGB-120, China). Soy protein isolate (91.32±0.83% protein) was provided by Shandong Soy Foods co., Ltd (China).

Prepared pork batters. Raw pork batters were prepared as follows: C1, 400g pork meat, 80g pork back-fat, 70g ice water, 10g NaCl; C2, 400g pork meat, 80g pork back-fat, 70g ice water, 10g NaCl, 10g soy protein isolate (2%); C3, 400g pork meat, 80g pork back-fat, 70g ice water, 10g NaCl, 20g soy protein isolate (4%). The pork batters were produced by a bowl chopper (Stephan UMC-5C, Germany). Briefly, the 400 g pork meat was placed into the bowl chopper with 20 g NaCl. The mixture was chopped for 30s with 1/3 ice water, then 80g pork back-fat, 10g/20g soy protein isolate, 1/3 ice water was added and the chopping was continued for 30s. Finally, the remaining ice water was added and chopped for 60s. During the chopping processing, the meat batters were maintained at a temperature below 8 °C. The raw pork batters were then stuffed into 24 mm diameter polyamide casings (Xianyi casing Co., Ltd., China) and linked every 160 mm.

High pressure treatment. The vacuum packed batters were put into a high pressure vessel (S-FL-850-9-W/FPG5620YHL, UK), the water was used as pressure transmitting medium and it was adjusted to the desired temperatures with circulating water from a thermo-stating circulator bath (ILB-WCS, STIK Shanghai Co., Ltd., China). The pork batters were done with 200 MPa for 10 min at 10±2 °C. All samples were heated in a water bath (HH-42, China) at 80 °C for 30 min (internal temperature 72 °C), then cooled immediately with running water and stored at 4 °C for analysis.

Determination of cooking yield. The cooking yield of pork batters was calculated according to the following formula: cooking yield (%) = cooked meat batter/raw meat batter × 100%.

Low field NMR measurements. About 2 g of the cooked pork batter was placed in a 15 mm glass tube and inserted in the NMR probe of a Niumag Pulsed NMR analyzer (PQ001, Niumag Electric Corporation, China). Spin-spin relaxation time (T_2) was measured made a τ -value of 350 μ s by the Carr–Purcell–Meiboom–Gill sequence at resonance frequency of 22.6 MHz, 32 °C.

Results and discussion. Cooking yield

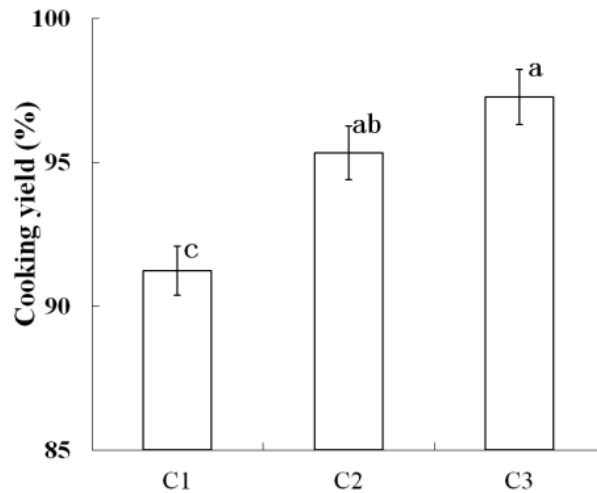


Figure1 - Effect on cooking yield (%) of pork meat batters by high pressure processing with different soy protein isolate.

C1, 0g soy protein isolate; C2: 10g soy protein isolate; C3: 20g soy protein isolate.

Each value represents the mean $\pm$ SD, n = 4.

^{a-c} Different parameter superscripts in the figure indicate significant differences ($p < 0.05$)

The effect of high pressure with various amount of soy protein isolate on the cooking yield of pork batters was shown in Fig.1. A higher cooking yield of pork batters reflects a better water holding capacity. Compared with the C1, all the cooking yield of pork batters with various amount of soy protein isolate were increased significantly ($p < 0.05$), but the cooking yields of C1 and C2 were no significantly ($p < 0.05$) differences. The reason might be that added the 10g soy protein isolate could hold the water of pork batters very well, so increased the soy protein isolate addition could not improved the cooking yield. The emulsifying activity of 11S globulins was much significantly improved at 200 MPa, that enhanced the water holding capacity of soy protein isolate [2]. Thus, the addition of soy protein isolate could improve the cooking yield of pork batters.

Low field NMR. The effects of relaxation time and peak ration of cooked pork batters by high pressure processing with different soy protein isolate were determined (Fig.1 and Table 1). T_{2b} is assigned to water tightly associated to protein and macro-molecular constituents, the relaxation population centered at approximately 0-10 ms in the cooked pork batters. The relaxation population of T_{21} is centered at approximately 10-100 ms, which is a major component and considered to intra-myofibrillar water and water within the protein structure. T_{22} is corresponds to extra-myofibrillar water and centered at approximately 100-400 ms [6]. Compared with the C1, the initial relaxation times of T_{2b} , T_{21} and T_{22} were quicker ($p < 0.05$) in the C2 and C3, the result indicated that the cooked pork batters made with various amounts of soy protein isolate were bound tightly. These also were accordance with the changes of cooking yield (Fig.1). All the peak rations of T_{2b} were no significant differences ($p > 0.05$), C2 and C3 had the smallest peak rations of T_{22} , and had the largest peak ration of T_{21} . Added the soy protein isolate and high pressure processing combinations could increase the protein content, more meat proteins can become available for gel formation of the meat matrix. Therefore, added the soy protein isolate increased the water holding capacity of cooked batters.

Conclusion. The effect of high pressure and soy protein isolate combinations on the water holding capacity of pork batters was significant differences ($p < 0.05$). Compared with the C1, C2 and C3 had a higher cooking yield. The batters with soy protein isolate had less water out the cooked pork batter and free water. Thus, C2 had the best water holding capacity. Overall, the 2%

soy protein isolate addition could increase the water holding capacity of pork batters treated by high pressure.

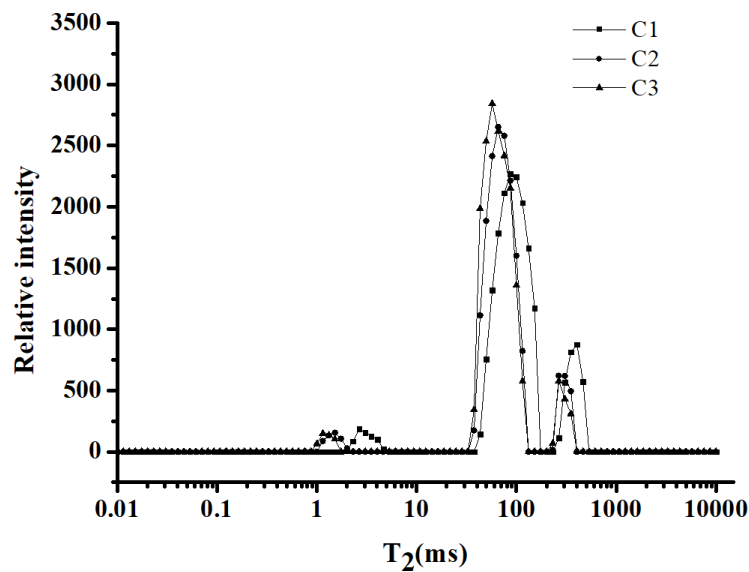


Figure 2 - Curves of relaxation time (T_2) in cooked pork batters by high pressure processing with different soy protein isolate

Table 1 - Relaxation time (ms) and peak ratio (%) of cooked pork batters by high pressure processing with different soy protein isolate

Sample	Relaxation time (ms)			Peak ratio (%)		
	T_{2b}	T_{21}	T_{22}	T_{2b}	T_{21}	T_{22}
C1	1.95 ± 0.13^a	44.23 ± 1.42^a	265.51 ± 4.26^a	1.22 ± 0.15^a	85.66 ± 2.36^b	13.26 ± 0.85^a
C2	1.12 ± 0.15^b	37.25 ± 1.59^b	232.87 ± 4.68^b	0.96 ± 0.12^a	91.87 ± 2.45^a	8.31 ± 0.80^b
C3	1.06 ± 0.11^b	36.30 ± 1.45^b	227.52 ± 4.31^b	1.03 ± 0.12^a	93.26 ± 2.14^a	7.03 ± 0.86^b

C1, 0g soy protein isolate; C2: 10g soy protein isolate; C3: 20g soy protein isolate.

Each value represents the mean $\pm$ SD, $n = 4$.

^{a-b} Different parameter superscripts in the figure indicate significant differences ($p < 0.05$).

Reference

- Chen, X., Tume, R. K., Xiong, Y. L., Xu, X., Zhou, G., Chen, C., & Nishiumi, T. (2018). Structural modification of myofibrillar proteins by high-pressure processing for functionally improved, value-added, and healthy muscle gelled foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 58(17), 2981-3003.
- Wang, X., Tang, C., Li, B., Yang, X., Li, L., & Ma, C. (2008). Effects of high-pressure treatment on some physicochemical and functional properties of soy protein isolates. *Food Hydrocolloids*, 22(4), 560-567.
- Colmenero, F. J. (2002). Muscle protein gelation by combined use of high pressure/temperature. *Trends in Food Science and Technology*, 13(1), 22-30.
- Zheng, H., Han, M., Yang, H., Tang, C., Xu, X., & Zhou, G. (2017). Application of high pressure to chicken meat batters during heating modifies physicochemical properties, enabling salt reduction for high-quality products. *LWT - Food Science and Technology*, 84, 693-700.
- Kang, Z., Chen, F., & Ma, H. (2016). Effect of pre-emulsified soy oil with soy protein isolate in frankfurters: A physical-chemical and Raman spectroscopy study. *LWT - Food Science and Technology*, 465-471.
- Rao, W., Wang, Z., Shen, Q., Li, G., Song, X., & Zhang, D. (2018). LF-NMR to explore water migration and water-protein interaction of lamb meat being air-dried at 35°C. *Drying Technology*, 36(3), 1-8.

УДК 663.551

Булій Ю.В., доцент, к.т.н., Куц А.М., доцент, к.т.н.

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

ТЕХНОЛОГІЯ ЦИКЛІЧНОЇ РЕКТИФІКАЦІЇ В КОЛОННИХ МАСООБМІННИХ АПАРАТАХ З БАРБОТАЖНО-ПРОВАЛЬНИМИ ТАРІЛКАМИ

Вступ. У колонних масообмінних апаратах з тарілками без зливних пристроїв пара і рідина проходять через одні й ті ж самі отвори або щілини. Такі тарілки називаються провальними. До них належать дірчасті, рейчасті, трубчаті, хвилясті та інші. Переваги провальних тарілок — простота конструкції, низька вартість виготовлення і монтажу, порівняно невеликий гідравлічний опір. Головний недолік — невеликий інтервал зміни швидкостей пари і рідини, в межах якого підтримується стійка та ефективна їх робота, недостатній час контакту фаз, а також перемішування рідини на суміжних тарілках.

Авторами запропонована технологія циклічної ректифікації за безперервної подачі гріючої пари в масообмінних колонних апаратах з барботажно-провальними тарілками. Інноваційна технологія передбачає здійснення контрольованих циклів затримки рідини на полотнах провальних тарілок та її періодичного переливу через всі отвори з верхніх тарілок на нижні завдяки миттєвій зміні швидкості пари. Під час затримки рідини на полотні тарілки відбувається масообмін між рідиною і парою, яка барботує через отвори контактних пристроїв. В цей період робочого циклу рухомий клапан закриває переливний отвір, тарілка є непровальною або барботажною. В момент відкривання переливного отвору швидкість пари в барботажних отворах стає нижчою за критичну, за якої рідина утримується на полотні, і відбувається її «провал» на нижче розташовану тарілку. В цей період циклу тарілка стає провальною (відбувається перелив рідини). Універсальність роботи барботажно-провальних тарілок полягає у почерговій зміні швидкості пари в отворах контактних пристроїв завдяки зміні вільного перерізу тарілок в заданому діапазоні значень за заданим алгоритмом. У вищевказаних умовах зростає рушійна сила процесу масообміну через збільшення градієнту концентрацій летких компонентів, покращуються дифузійні характеристики контактних пристроїв, підвищується ефективність їх роботи і зменшуються питомі витрати гріючої пари [1].

Актуальність теми обумовлена визначенням гідродинамічного режиму роботи барботажно-провальних тарілок та дослідженням ефективності технології циклічної ректифікації в масообмінних колонних апаратах, оснащених барботажно-провальними тарілками із змінним вільним перерізом в процесах розгонки спиртовмісних фракцій і епюрації бражного дистиляту, встановлення питомих витрат гріючої пари в розгінній і епюраційній колонах.

Матеріали та методи. Методи досліджень — аналітичні, хімічні, фізико-хімічні з використанням приладів та методики досліджень, що застосовуються у виробництві ректифікованого етилового спирту. Витрати рідини контролювали за допомогою витратоміру РМ, швидкість повітря у вільному перерізі колони — анемометром МС-13, в отворах тарілок — розрахунковим методом. Концентрацію летких домішок спирту визначали на газовому хроматографі з колонкою НР 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. Ефективність роботи барботажно-провальних тарілок в умовах циклічної ректифікації залежить від прийнятих гідродинамічних режимів, що визначають межі стабільної роботи масообмінних колонних апаратів. Необхідною умовою їх встановлення є визначення гранично допустимої швидкості пари (верхньої і нижньої критичної швидкості) у вільному перерізі колони та барботажних отворах. Нижня межа відповідає швидкості пари, за якої «провал» рідини з верхніх тарілок на нижні припиняється, Верхня межа відповідає швидкості пари, при якій розпочинається винесення рідини з нижніх тарілок на верхні (бризковиніс), що призводить до зменшення поверхні контакту фаз.

Дослідження проводили на експериментальній ректифікаційній колоні, оснащений змінними контактними пристроями — сітчастими і лускоподібними, в системі вода-повітря. Характеристики колони: діаметр — 300 мм; кількість тарілок — 5 шт.; відстань між тарілками — 300 мм; діаметр барботажних отворів — 2,4 мм; площа перерізу отворів лусок арочного типу — 19,42 мм²; товщина полотна тарілки — 2 мм; вільний переріз тарілки — 2,6 %; висота шару рідини на тарілках — 35 мм. Для сітчастих тарілок витрати повітря змінювали в діапазоні 1-15 дм³/с, що відповідає зміні швидкості в барботажних отворах 1,5-10 м/с, щільність зрошення коливалась в межах від 4 до 11 м³/(м²·год). Для лускоподібних тарілок щільність зрошення змінювали від 5 до 15 м³/(м²·год).

Відомо, що для підвищення коефіцієнтів корисної дії тарілок різних конструкцій доцільно здійснювати затримку рідини на їх полотні шляхом організації течії окремих парорідинних струменів із взаємним зіткненням або додаткової установки перегородок і відбивачів. Пристрої для гальмування руху рідини виконують у вигляді отворів, насадок та ін. Площа вільного перерізу отворів із зустрічним потоком пари становить 2-3 % від загальної площі тарілки. Для збільшення тривалості контакту пари і рідини та інтенсифікації масообміну на окремих ділянках тарілки встановлюють вертикальні перегородки. Контактні пристрої з частковою компенсацією прямого потоку вперше були досліджені А.Н. Прохоровим. Заслужують на увагу дослідження, проведені в цьому напрямку, В.П. Кривошеєвим, О.В. Ануфрієвим, М.І. Фараховим, С.Б. Азізовим, А.А. Kiss, Н.Р. Flodman, М. Matsubara, М. Petrus та ін. [2]. Незважаючи на отримані позитивні результати, обґрунтовані методами математичного моделювання, відомі способи і моделі не знайшли широкого практичного застосування через складність обраних конструктивних рішень, відсутність масообміну в паровий період, коливання тиску пари в колекторі та низьку пропускну здатність колонних масообмінних апаратів по парі та рідині.

Для вирішення поставлених задач авторами запропоновані технологія циклічної ректифікації, що дозволяє виключити вищевказані недоліки, та відповідна конструкція колонного масообмінного апарата. Спосіб передбачає періодичний перелив рідини з тарілки на тарілку завдяки примусовій роботі переливних пристроїв, що містять рухомі елементи, зв'язані з приводним механізмом [3]. Крім того, для реалізації способу передбачено оснащення колонного апарата лускоподібними тарілками з коаксіальним розташуванням лусок. Таке технічне рішення дозволяє виключити односпрямованість потоків пари і рідини по всій площі тарілки. А у разі розділення сумішей, що містять зважені частинки (наприклад, в бражних колонах брагоректифікаційних установок), виключити можливість утворення застійних зон, пригоряння на поверхні тарілок зважених частинок та збільшити таким чином термін їх експлуатації без зупинки на профілактичні роботи.

Для реалізації запропонованого способу і проведення досліджень тарілки експериментальної колони були оснащені поворотними сегментами, оснащеними мікропроцесорною пневматикою фірми FESTO (з'єднаними із стандартними пневмоциліндрами двобічної дії типу DNT 63-50-PPV-A), які рухались по чергово відповідно до програми контролера M340 фірми «SchneiderElectric». Рухомі сегменти відкривали та закривали переливні отвори тарілок таким чином, що перелив рідини відбувався періодично по висоті колони зверху вниз. Управління мехатронними підсистемами відбувалося сучасними комп'ютерно-інтегрованими засобами.

На першому етапі досліджень були встановлені гідродинамічні режими стабільної роботи сітчастих і лускоподібних тарілок в циклічному режимі, визначені гранично допустимі значення швидкості повітря в барботажних отворах і у вільному перерізі колони. Для сітчастих тарілок: нижня критична швидкість повітря в барботажних отворах ($V_{отв}$) становила 5,4 м/с; лінійна швидкість повітря у вільному перерізі колони ($V_{лін}$) — 0,25 м/с. Для лускоподібних тарілок: ($V_{отв}$) дорівнювала 6,5 м/с; ($V_{лін}$) в барботажному режимі роботи тарілок становила 0,5-0,9 м/с, перехідному — 0,9-1,3 м/с і струменевому — 1,3-2,0 м/с. На другому етапі була визначена швидкість повітря в отворах ($V_{бр}$), за якої спостерігався бризковинос рідини. Для сітчастих тарілок: ($V_{бр}$) становила 8 м/с; при цьому ($V_{лін}$)

дорівнювала 0,7 м/с; відносна величина бризковиносу (e) не перевищувала 0,01 кг рідини на 1 кг повітря. Для лускоподібних тарілок: ($V_{\text{др}}$) становила 1,3-1,5 м/с; в струменевому режимі (e) не перевищувала 0,2 кг/кг повітря, в барботажному режимі — 0,1 кг/кг. Крім того, було встановлено, що інтенсивний перелив рідини через барботажні отвори відбувається при швидкостях повітря, менших від нижньої критичної. Для дослідних типів тарілок така швидкість не повинна перевищувати 1,5-1 м/с. Отримані експериментальні дані можуть бути використані для проектування тарілчастих масообмінних апаратів циклічної дії.

Дослідження ефективності запропонованої технології проводились у виробничих умовах Сторонибабського МПД ДП «Укрспирт» в процесах розгонки спиртовмісних фракцій і епюрації бражного дистиляту в режимі гідроселекції. Для досліджень була змонтована експериментальна колона, оснащена коаксіально розташованими лускоподібними барботажно-провальними тарілками, з'єднаних з мехатронними підсистемами. Хроматографічний аналіз дослідних проб живлення ($Ж$), кубової рідини ($КР$), концентрату естери-сивушного ($КЕС$), епюрату ($Е$), головної фракції ($ГФ$), ректифікованого етилового спирту ($РС$) та розрахункові значення ступеню вилучення (α) і кратності концентрування (β) летких домішок спирту в обраному гідродинамічному режимі приведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Аналіз дослідних проб і розрахункові значення(α) і (β) летких домішок

Група домішок	Концентрація, мг/дм ³						α	β
	Ж	КР	КЕС	Е	ГФ	РС		
Етанол, % об.	30,5	3,7	67	30,14	92,5	96,5	8,24	2,20
Альдегіди	318,62	2,75	2302,18	0,29	1135,26	0,18	115,86	7,23
Естери	40,50	—	448615,11	—	2394,99	—	∞	11076,92
Метанол, %	0,18	0,0003	2,69	0,0023	0,49	0,0003	600	14,94
Масло сивушне	105882,74	726,94	726463,81	1179,78	3113,18	0,88	145,66	6,86

Після включення експериментальної розгінної колони вихід ректифікованого етилового спирту збільшився на 3,8 %. В процесі розгонки повністю видалялися естери. Порівняно з типовою розгінною колоною ступінь видалення вищих спиртів масла сивушного і метанолу збільшилась на 38 %, кратність концентрування головних домішок підвищилась на 25 %, вищих спиртів — на 40 %, метанолу — на 37 %. Встановлено, що питома витрата гріючої пари на розгінну колону зменшилась від 25 до 16 кг/дал безводного спирту, введенного на тарілку живлення, на епюраційну колону — від 15 до 8,2 кг/дал безводного спирту. За всіма показниками отриманий спирт етиловий ректифікований відповідав вимогам спирту сорту «Люкс».

Висновок. Запропонована технологія циклічної ректифікації в колонних апаратах, оснащених барботажно-провальними тарілками. Отримані експериментальні дані гранично допустимої швидкості пари у вільному перерізі колони і барботажних отворах сітчастих і лускоподібних тарілок. У виробничих умовах проведені дослідження ефективності запропонованої технології. Проведений порівняльний аналіз ступеню вилучення і кратності концентрування груп летких домішок в експериментальній і типовій розгінних колонах. Встановлено, що використання інноваційної технології дозволяє зменшити питомі витрати гріючої пари в розгінній та епюраційній колонах на 36 % в порівнянні з типовими.

Література.

1. Патент України 89874 С2. Спосіб переливу рідини по тарілках колонного апарата у процесі масообміну між парою та рідиною / Дмитрук А.П., Черняхівський Й.Б., Дмитрук П.А., Булій Ю.В. – Заявлено 06.06.08; Опубл. 10.03.10, Бюл. № 5.– 4 с.
2. Kiss A. Cyclic distillation – Design, control and applications // Separation and Purification Technology. – 2014. – Vol. 125. – P. 326–336.
3. Патент України 116565. Ректифікаційна колона з керованими циклами / Булій Ю.В., Шиян П.Л., Дмитрук А.П., Дмитрук П.А. – Заявлено 12.12.16; Опубл. 25.05.17, Бюл. № 10. – 5 с.

УДК 664.681.6

Дзигар О.О., аспірант, Оболкіна В.І., д.т.н., професор

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

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ АМАРАНТОВОГО БОРОШНА ТА ГУМІАРАБІКУ НА СТРУКТУРНО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТІСТА ПРИ СТВОРЕННІ ТЕХНОЛОГІЙ КРЕКЕРІВ ПІДВИЩЕНОЇ БІОЛОГІЧНОЇ ЦІННОСТІ

Вступ. Підвищеним попитом у споживачів користується крекер - «сухе печиво» з крихкою, шаруватою структурою. Це обумовлено підвищеним терміном придатності до споживання (від 3 до 6 місяців), оригінальними смаковими властивостями, невеликою собівартістю. Для цих виробів характерні значний вміст жиру, низький вміст білка та практично повна відсутність важливих біологічно активних речовин (вітамінів, макро- і мікроелементів та ін.). Тому виникає необхідність корегування хімічного складу виробів.

Актуальність теми. Одним з напрямів поліпшення біологічної цінності виробів є використання рослинних культур збагачених білком, що дасть змогу підвищити якість білка за амінокислотним складом, збільшити вміст мікронутрієнтів та розширити асортимент продукції. Перспективною сировиною, на наш погляд, є борошно з амаранту [1–5].

Амарант – це широколистяна однорічна трав'яниста рослина 3–4 м висотою з множинними ошатними суцвіттями, які містять насіння. З літературних джерел відомо, що борошно з насіння амаранту містить підвищений вміст білку (14–17 %), сумарний білок амаранту на 28–35% складається з незамінних амінокислот, зокрема кількість лізину майже у 2,5 рази та метіоніну у 1,5 рази більше ніж у пшеничному борошні. Амарантове борошно є цінним джерелом мінерального та вітамінного комплексу, має високий вміст вітамінів: С, Е, В₁В₂, В₉, РР, А, D, органічних кислот, володіє високою антиоксидантною здатністю. Антиоксидантними сполуками амаранту є поліфеноли, фітостероли, β-ситостероли, хоча білки також відіграють важливу роль як радикали. В різних сортах амаранту ідентифіковані поліфеноли (ізокверцетин і рутин) і фенольні кислоти [2–4].

Фракційний склад борошна з насіння амаранту суттєво відрізняється від пшеничного борошна. Більша частина білків (50 – 70 %) складається з альбумінів та глобулінів, менша частина містить проламіни та глютеліни [5]. Тому додавання борошна з насіння амаранту має суттєво впливати на формування структурно-механічних властивостей тіста для крекерів. Оскільки амарантове борошно не містить клейковини необхідно шукати нові технологічні рішення та додаткові структуроутворювачі.

Останнім часом велике застосування у виробництві кондитерських виробів знаходять добавки рослинного походження, що поєднують технологічні властивості зі здатністю надавати позитивний вплив на ряд фізіологічних функцій організму. До таких добавок належить гуміарабик, який являється стабілізатором колоїдних систем, структуроутворювачем, сприяє підвищенню пружно-пластичних властивостей тіста [6].

Метою наших досліджень було визначення технологічних властивостей амарантового борошна, його вплив на якість та кількість клейковини, на структурно-механічні властивості крекерного тіста та оптимальні умови його приготування.

Матеріали та методи. Під час проведення досліджень використовували борошно пшеничне вищого сорту, борошно з насіння амаранту, гуміарабик «Fibregum» (виробник компанія «Nexiga», Франція). Якість сирої клейковини визначали загальноприйнятими методиками; зміну структурно-механічних властивостей визначали за допомогою приладу «Структурометр»; дослідження технологічних властивостей модельних зразків борошняних суспензій на фаринографі Брабендера (час утворення тіста, стійкість, еластичність, розрідження).

Результати. При проведенні досліджень намагалися зробити максимальну заміну пшеничного борошна на амарантове. Спочатку визначали якість і кількість сирої клейковини пшеничного борошна, її деформаційні властивості та вплив амарантового борошна на нього. Визначено, що із збільшенням кількості амарантового борошна від 10 % до 50 % змінюються

структурно-механічні властивості клейковини, а саме знижуються її пружні властивості, тобто послаблює пшеничне борошно, а вихід сирієї клейковини з додаванням амарантового борошна до 50% зменшується у 2 рази порівняно з контролем. Також відбувається помітне збільшення ВДК та розтяжності у 1,5 рази у 1,9 рази відповідно порівняно з контролем. Такі результати можна пояснити особливостями хімічного складу амарантового борошна та їх взаємодії з пшеничним борошном. Зменшення кількості клейковини пояснюється зменшенням кількості клейковинних білків (гліадин та глютенін).

Дослідження впливу борошна амарантового на процес утворення тіста з пшеничного борошна за допомогою фаринографа Брабендера показали, що у модельних зразках борошняних суспензій збільшується розрідження та зменшується тривалість замісу тіста. Додавання амарантового борошна погано впливало на структурно-механічні властивості, структура тіста була крихкою, неоднорідною та погано формувалася. Тому для створення технологій нового асортименту крекерів з додаванням амарантового борошна прийняте рішення додатково вносити структуроутворювач гуміарабік у кількості від 0,5 до 4,0 % до маси борошна. Встановлено, що додаткове внесення гідроколоїду підвищує пружно-пластичні властивості тіста. Збільшувалась гранична напруга зсуву та зменшувалась адгезійна міцність. Тістова стрічка була рівномірною, добре розкочувалась та формувалась.

При повній заміні пшеничного борошна на амарантове, тістобез додавання гуміарабіку було крихке, погано бралось до купи та зовсім не розкочувалось, що пояснюється відсутністю клейковинних білків. Тісто з додаванням гуміарабіку, який діяв в даному випадку як скріплюючий агент всіх компонентів, було еластичне та добре розкачувалося до необхідної кількості шарів. У результаті пробного випікання-сушіння було отримано смачне та хрумке печиво, збагачене білком та поживними речовинами.

Висновок. Використання нетрадиційної сировини рослинного походження для виробництва БКВ дає можливість отримати продукцію з багато-функціональними властивостями. Результати досліджень показали доцільність застосування амарантового борошна та гуміарабіку у розширенні нового асортименту крекерів підвищеної смакової, харчової та біологічної цінності.

Література

1. Оболкина В. И., Дудко С. Д., Букшина Л. С., Сидорченко Е. Б. Производство мучных кондитерских изделий из слоенного теста / Хлебопекарское и кондитерское Дело. 2013. №3. С. 13–16.
2. Изучение биохимического состава зерна амаранта (на основе сырья Вьетнама) / Као Тхи Хуе, Нгуен Тхи Минь Ханг, Ле Нгуен Тхань, Е. В. Спиридонович, Е. И. Алексеева, Нгуен Ван Хунг. Вестник АГТУ. 2015. № 1(59). С. 12–18.
3. Effect of seed treatments on the chemical composition of two amaranth species: oil, sugars, fibres, minerals and vitamins / T. H. Gamel, J. P. Linssen, A. S. Mesallam, A. A. Damir, L. A. Shekib. Science of Food and Agriculture. 2006. Vol. 86, №. 1. P. 82–89.
4. Pazinato C., Malta L. G., Pastore G. M., Netto F. M. Antioxidant capacity of amaranth products: effects of thermal and enzymatic treatments. Food Science and Technology. 2013. № 33(3). P. 485–493.
5. Шмалько Н. А. Сравнительный анализ белково-протеиназного комплекса хлебопекарной пшеничной амарантовой муки. Техника и технология пищевых производств. 2011. №2. С. 84–88.
6. Оболкіна В. І., Олексієнко Н.В., Кепканов Ю.А. Перспективи застосування гуміарабіку при створенні нового асортименту кондитерських виробів. Хлебный и кондитерский бизнес. 2018. №8. С. 32–35.

УДК 664.045–57.043

Камінська С.В., Сімахіна Г.О., д. т. н.

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

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ КРІОПРОТЕКЦІЇ ПЛЮДІВ ТА ЯГІД ПЕРЕД ЗАМОРОЖУВАННЯМ

Найбільш ефективним, глибоким і вагомим підходом до вдосконалення технології заморожування рослинного матеріалу є його первинне оброблення розчинами органічних і мінеральних сполук – кріопротекторів, які запобігають ушкодженню клітин і структур біологічних об'єктів при впливі низьких температур, при зберіганні та дефростації, завдяки чому забезпечується мінімальні втрати клітинного соку при дефростації, що означає вищу харчову і біологічну цінність готового продукту, його смак, аромат, консистенцію та колір.

Результати літературних даних та власних експериментальних досліджень переконливо свідчать про те, що мінімізації втрат аскорбінової кислоти при заморожуванні та зберіганні ягід можна досягти саме за допомогою методів кріопротекції.

Цей напрям дуже мало досліджений у роботах і вітчизняних, і зарубіжних науковців, тому його розвиток і встановлення певних закономірностей максимального збереження аскорбінової кислоти, в тому числі за допомогою методів математичного моделювання, є актуальним як для теорії, так і для практичного вдосконалення технологій заморожування. Це і є метою даної роботи.

Математичне моделювання дозволяє проаналізувати поведінку об'єкта з різними значеннями фізичних величин і технічних параметрів, а також отримати характеристики і показники, які складно визначити експериментально. Залежно від прийнятих положень при складанні моделі один і той же процес можна описати різними математичними моделями і отримати різний ступінь точності. Математичне моделювання розглядається як узагальнення фізичного способу розширеного кодування фізичних величин. Це дає можливість додатково спростити практичні завдання, пов'язані з пошуком оптимальних технологічних режимів, які знижують витрати на виробництво необхідної якості, визначають конструкції складових машин і обладнання, а також забезпечують стабільність процесу у встановленому оптимальному режимі [1].

Використання математичної моделі дозволяє розв'язати практичні задачі: знайти оптимальні параметри технологічного процесу, щоб досягти виробництва продукту найвищої якості. В нашому випадку підібрати оптимальну тривалість оброблення, створити комбінований кріопротектор, який забезпечить максимальне збереження вітаміну С при заморожуванні, а також прогноз зміни вмісту вітаміну С від зовнішніх чинників – зміни концентрації кріопротектора та тривалості оброблення ягід.

Математичне моделювання є основним сучасним методом системного дослідження. Як правило, концептуальна модель об'єкта дослідження включає проектування, формалізацію і перетворення її на математичну або комп'ютерну модель, методологію аналізу і роботи, а також подальше вивчення моделі, отриманої за допомогою сучасних комп'ютерних технологій. Використання методів моделювання дозволяє отримати більш точну інформацію про поведінку і характеристику досліджуваних систем і процесів, ніж при їх безпосередньому вивченні, витрачаючи при цьому менше коштів та часу [2].

Не випадково елементи математичного моделювання використовуються з часу виникнення точних наук, а деякі розрахункові методи, показники та критерії називаються іменами таких корифеїв, як Ньютон і Ейлер. Наступним етапом розвитку цієї системи був кінець 40-50-х років ХХ століття, принаймні з двох причин. Першою з них є поява комп'ютерів. Це допомогло вченим зменшити величезний обсяг обчислювальної роботи. Друга – реалізація національних програм у СРСР і США для створення ядерного ракетного щита, яка не могла бути здійснена звичайними засобами. Математичне моделювання також слугувало цій меті: ядерні вибухи і ракетно-супутниковий політ спочатку спрогнозував

комп'ютер з використанням математичних моделей, які пізніше були застосовані на практиці.

Таким чином, використання математичного моделювання в даному конкретному напрямі сприятиме розвитку та застосуванню нових ефективних методів заморожування, основним призначенням яких є збереження у цільовому продукті максимальної концентрації аскорбінової кислоти як найбільш лабільного складника усіх плодів та ягід.

Розроблена нами технологія заморожування ягід з кріопротекторами допускає цілеспрямовану зміну всіх найбільш суттєвих входних факторів (тривалість обробки ягід кріопротекторами та підбір комбінованого кріопротектора) [3]. Тому для побудови математичної моделі нашого об'єкта ми застосовували повний факторний експеримент, тобто здійснили процедуру вибору числа і умов проведення досліджень, необхідних і достатніх для отримання математичної моделі процесу заморожування біооб'єктів. При цьому ми прагнули до мінімізації числа дослідів, одночасно варіюючи всі змінні, які визначають процес; обирали чітку стратегію, що дозволяє приймати обґрунтовані рішення після кожної серії дослідів [4].

Уже зазначали, що метою заморожування плодово-ягідної сировини є максимальне збереження цінних її біокомпонентів, передусім вітаміну С. Тому параметром оптимізації ми обираємо показник вмісту аскорбінової кислоти у свіжій та замороженій сировині, оскільки саме він свідчить про досконалість розробленої технології. На збереження вмісту аскорбінової кислоти у заморожених напівфабрикатах найбільш істотний позитивний вплив справляє попереднє оброблення плодів та ягід розчинами кріопротекторів, їхній склад, тривалість оброблення.

Розглянемо ефективність попереднього оброблення плодово-ягідної сировини (на прикладі ягід чорної смородини).

Для перевірки достовірності отриманих результатів складаємо математичні моделі та побудову плану фактичного експерименту.

Ми здійснили трифакторний експеримент для визначення умов попереднього оброблення ягід комбінованим кріопротектором – сумішшю глюкози і лимонної кислоти.

На основі результатів попередніх досліджень прийняли вміст лимонної кислоти від 0,5 до 1,5%, оскільки збільшення концентрації негативно впливало на органолептичні показники заморожених ягід. При трифакторному експерименті в якості змінних виступають такі показники:

$x_1(C_1)$ – вміст глюкози, %;

$x_2(C_2)$ – вміст лимонної кислоти, %;

$x_3(t)$ – тривалість оброблення, хв.

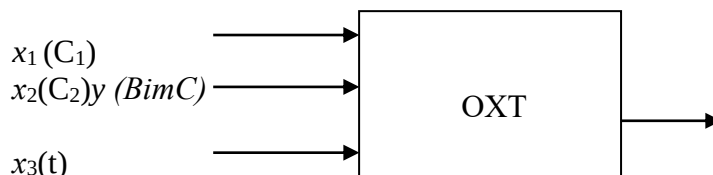
$y(BimC)$ – вміст вітаміну С в ягодах чорної смородини.

У загальному вигляді функцію можна представити так:

$$y = f(x_1, x_2, x_3)$$

(1)

Загальна схема математичної моделі має вигляд:



Залежність входних параметрів від вихідної функції є лінійною, виходячи з цього, складаємо рівняння регресії:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{123}x_1x_2x_3 \quad (2)$$

де $b_0, b_1, b_2, b_3, b_{12}, b_{13}, b_{23}, b_{123}$ — коефіцієнти регресії.

Для проведення дослідів складаємо спеціальні матриці планування експерименту з указаним їх числом та межами зміни факторів. Матриця представляє собою перелік варіантів, взятих в даній серії дослідів. У безвимірному виразі верхній рівень буде позначений (+1), а нижній (-1).

У таблиці 1 наведено матрицю трифакторного експерименту з факторами та параметром оптимізації (вмістом вітаміну С) в в ягодах чорної смородини.

Таблиця 1 – Матриця трифакторного експерименту

№ п/п	Фактори			Параметр оптимізації (вміст вітаміну С)			
	C ₁ , %	C ₂ , %	t, хв	y ₁	y ₂	y ₃	Уср.
1	10	0,5	10	145,4	150,6	132,2	142,7
2	20	1,5	10	162,2	146,8	164,6	157,9
3	10	1,5	60	158,8	166,4	149,5	158,2
4	20	0,5	60	196,6	182,1	190,4	189,7
5	10	0,5	60	146,6	150,8	154,4	150,6
6	20	1,5	60	237,4	240,1	246,8	241,4
7	10	1,5	10	158,8	150,2	160,4	156,5
8	20	0,5	10	155,5	158,8	142,6	152,3

Література

1. Марценюк О.С., Мисюра Т.Г., Попова Н.В. Особливості моделювання складних технологічних систем у харчових технологіях. *Наукові праці НУХТ*. 2018. Том 24, № 3. С. 122–131.
2. Семенова І.Ю. Математичні моделі МСС: навчальний посібник. Київ: Київський нац. ун-т ім. Т. Г. Шевченка, 2014. 82 с.
3. Сімахіна Г.О., Халапсіна С.В. Особливості заморожування ягід з ніжною текстурою. *Наукові праці НУХТ*. 2015. Т. 21, №4. С. 198–205.
4. Бодров В.С., Зав'ялов В.Л., Мисюра Т.Г. Математико-статистичні методи досліджень: Курс лекцій. Київ: НУХТ, 2007. 106 с.

УДК 664.045–5

Сімахіна Г.О., д. т. н.

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

ОЦІНКА БЕЗПЕКИ ЗАМОРОЖЕНИХ ТА ДЕФРОСТОВАНИХ ЯГІД ЗА МІКРОБІОЛОГІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ

Нагальною проблемою, особливо актуальною останнім часом, є цілорічне забезпечення населення України високовітамінною продукцією. Цього можна досягти переробленням сезонної сировини, в тому числі, плодово-ягідної (культивованої і дикорослої), на заморожені напівфабрикати. Розширення споживчого ринку цієї продукції із врахуванням того, що вона призначена для усіх верств населення, вимагає дотримання відповідних засад управління її безпекою та якістю на всіх етапах виробництва.

Аналіз досвіду в сфері управління якістю харчових продуктів свідчить [1], що ефективно управляти цим процесом можна лише комплексно на основі всіх чинників, які формують і забезпечують якість. До них належать ретельний та аргументований вибір сировини за її біохімічними, органолептичними та технологічними показниками [2], технології її перероблення [3]; особливості ринку збуту; апріорна необхідність дотримання усіх вимог до безпеки та якості отриманих продуктів [4]. Виокремлюючи з цього переліку одну з основних проблем, дану роботу присвятили оцінці мікробіологічної чистоти заморожених і дефростованих напівфабрикатів.

Мікробіологічні дослідження на наявність у сировині та заморожених напівфабрикатах патогенних мікроорганізмів, бактерій, дріжджів, плісняви здійснювали методами,

передбаченими в ГОСТах: 1044.15-94; 10444.12-88; 26670-91, 30518-91. Аналізи проводили чашковим способом кількісного обліку на твердих живильних середовищах. Загальну кількість бактерій визначали на м'ясо-пептонному агарі, кількість пліснявих грибів і дріжджів – на сусло-агарі.

Ягоди після попередньої підготовки упаковували у поліетиленові пакети завтовшки 30...60 мкм, герметизували шляхом термозварювання, заморожували у морозильній установці при температурі $-35...-37^{\circ}\text{C}$ і зберігали в морозильній камері протягом певного періоду при -18°C . Частину ягід перед заморожуванням обробляли розчином, до складу якого входять сорбінова та бензойна кислоти. Це природні консерванти, які широко використовуються у плодоовочевій промисловості для запобігання мікробіологічному псуванню продукції. Їх додавання затримує розвиток мікроорганізмів і викликає їхню часткову загибель. Сорбінова та бензойна кислоти синтезуються в ягодах журавлини, брусниці тощо, і це забезпечує їх тривале зберігання у звичайних умовах упродовж тривалого терміну.

Мікробіологічні дослідження дослідних зразків ягід проводили відразу після заморожування, після дефростації і зберігання в дефростованому вигляді у холодильній камері при температурі $3...5^{\circ}\text{C}$ протягом певного часу. Показники визначали в середній пробі зразків у триразовій повторюваності. У таблиці 1 наведено результати оцінки мікробіологічної чистоти ягід малини та ожини безпосередньо після заморожування.

Таблиця 1 – Рівень мікробіологічної чистоти ягід після заморожування

Показник	Гігієнічний норматив	Ягоди малини		Ягоди ожини	
		Необроблені	Оброблені	Необроблені	Оброблені
МАФАНМ, КУО/г	$5,0 \cdot 10^4$	$2,9 \cdot 10^2$	$2,1 \cdot 10^2$	$4,3 \cdot 10^2$	$2,8 \cdot 10^2$
БГКП (коліформи) в 0,1 г	Не допускається	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Плісені, КУО/г	$5,0 \cdot 10^2$	$1,0 \cdot 10^1$	Не виявлено	$1,0 \cdot 10^1$	Не виявлено
Дріжджі, КУО/г	$2,0 \cdot 10^2$	Не виявлено	Не виявлено	$1,0 \cdot 10^1$	Не виявлено

Передусім слід зазначити, що патогенних мікроорганізмів, у тому числі бактерій роду *Salmonella* (у 25 г), ні у свіжих ягодах, ні у заморожених напів- фабрикатах не виявлено.

Загалом внаслідок заморожування ягід кількість мікроорганізмів зменшується на 28...56%, що узгоджується з результатами досліджень інших авторів. Це при тому, що заморожування вели методом швидкого зниження температури, при якій утворений дрібнокристалічний лід незначно руйнує плазматичні мембрани та клітинні оболонки як об'єктів заморожування, так і мікроорганізмів.

Щоб пояснити позитивний вплив заморожування (незалежно від способів його реалізації) на підвищення мікробіологічної чистоти плодово-ягідної сировини, необхідно звернутись до поняття «температурний шок клітини». Під цим поняттям розуміють стан структурного руйнування плазматичної мембрани або клітини в цілому, яке відбувається після швидкого зниження температури до 0°C і нижче. За спостереженнями А. Білоуса та В. Грищенка [5], швидкість руйнування клітин залежить передусім від вмісту холестерину в мембранах. Більшість мікроорганізмів належать до об'єктів із незначною концентрацією холестерину, тому їхні клітинні структури здатні руйнуватись уже після швидкого охолодження.

Відповідно до результатів таблиці 1, ризику середнього ступеню небезпеки можна очікувати при дефростації заморожених плодів та ягід при недотриманні технологічних та санітарно-гігієнічних умов.

Тому необхідними є дослідження впливу способів розморожування на показники мікробіологічної безпеки. Отримані результати наведено у табл. 2. Досліджували ягоди ожини, оброблені перед заморожуванням розчинами сорбінової та бензойної кислот, і дефростованих через 12 місяців зберігання при температурі -18°C .

Дефростацію проводили 4 способами: 1 спосіб – на повітрі при температурі $18\ldots 22^{\circ}\text{C}$; 2 спосіб – у мікрохвильовій печі; 3 спосіб – у холодильній камері при 0°C ; 4 спосіб – у водяній бані при $37\ldots 42^{\circ}\text{C}$.

Таблиця 2 – Рівень мікробіологічної чистоти ягід ожини, дефростованих різними способами

Досліджувані зразки	МАФАНМ, КУО / г	БГКП (коліформи), в 1 г	Плісняві гриби, КУО / г	Дріжджі, КУО / г
Заморожені ягоди (контроль)	$2,8 \cdot 10^2$	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Заморожені ягоди через 12 місяців зберігання	$2,3 \cdot 10^2$	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Дефростовані ягоди				
За способом 1	$2,3 \cdot 10^2$	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
За способом 2	$2,3 \cdot 10^2$	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
За способом 3	$2,0 \cdot 10^2$	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
За способом 4	$2,3 \cdot 10^2$	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено

Отримані результати показали також, що спосіб дефростації майже не впливає на рівень мікробіологічної чистоти напівфабрикатів, за винятком способу 3 – відігрів у холодильній камері. Очевидно, тут знову спрацьовує ефект температурного шоку, і кількість мікроорганізмів зменшується ще на 13%. Для вибору найкращого варіанта розморожування необхідні подальші дослідження із з'ясування кількості втраченого при дефростації соку та біологічно активних речовин, вологоутримуючої здатності ягід тощо.

Дослідили також динаміку зміни мікробіологічних показників у дефростованих ягодах протягом певного періоду зберігання у холодильній камері при температурі $5\ldots 6^{\circ}\text{C}$ протягом 2, 24 і 36 годин. Результати наведено у таблиці 3. Дефростацію ягід проводили у холодильній камері при 0°C .

Згідно з табличними даними, протягом першої доби зберігання дефростованих ягід з'явилась невелика кількість дріжджів, яка збільшилась до кінця зберігання до $3,0 \cdot 10^1$ КУО / г, однак ця величина значно менша від гігієнічного нормативу ($2,0 \cdot 10^2$). Патогенних мікроорганізмів, коліформі пліснявих грибів за досліджений термін у ягодах не виявлено.

Таблиця 3 – Вплив тривалості зберігання дефростованих ягід ожини на рівень мікробіологічної чистоти

Досліджувані зразки	Тривалість зберігання, години	МАФАНМ, КУО / г	БГКП (коліформи), в 1 г	Плісняві гриби, КУО / г	Дріжджі, КУО / г
Заморожені ягоди (контроль)	-	$2,8 \cdot 10^2$	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Ягоди через 12 місяців зберігання	-	$2,3 \cdot 10^2$	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Дефростовані ягоди	2	$2,0 \cdot 10^2$	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
	24	$2,0 \cdot 10^2$	Не виявлено	Не виявлено	$1,0 \cdot 10^1$
	36	$2,0 \cdot 10^2$	Не виявлено	Не виявлено	$3,0 \cdot 10^1$

Висновки. На основі результатів проведених досліджень ми розробили рекомендації щодо термінів зберігання заморожених та дефростованих плодів і ягід: заморожені у герметичній упаковці 12 місяців (при температурі -18°C і відносній вологості не більше, ніж 95%); дефростовані у готовому для споживання вигляді слід зберігати протягом 24 годин (при температурі $5\ldots 6^{\circ}\text{C}$ і відносній вологості 85-90%).

Література

1. ДСТУ ISO 9001:2015. Системи управління якістю. Вимоги [Чинний від 2016-07-01]. Київ: УкрНДНЦ, 2016. 22 с.
2. Сімахіна Г.О. Основні показники придатності плодів та ягід до заморожування. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського*. 2018. Т. 29(68), № 1(3). С. 73–78.
3. Сімахіна Г. О., Камінська С.В., Мартиненко Т.А. Оцінка втрат клітинного соку та зміни органолептичних показників заморожених плодів при тривалому зберіганні та дефростації. *Харчова промисловість*. 2018. Вип. 23. С. 13–21.
4. Халапсіна С. В., Сімахіна Г.О. Використання речовин антимікробної дії в якості кріопротекторів для обробки ягід. *Мат. Міжн. наук.-практ. конф. «Оздоровчі харчові продукти: технології, якість та безпека»*, Київ, 25-26 травня 2017 р. С. 116.
5. Белоус А.М., Грищенко В.И. Кробиология: монография. Киев: Наукова думка, 1994. 432 с.

AVRĂMIA¹, I., Ph.D. student, AMARIEI¹, S., PhD prof.,

¹-Faculty of Food Engineering “Stefan cel Mare” University of Suceava, Romania

VALORIFICATION OF β -GLUCAN FROM SPENT BREWER'S YEAST AS AN INGREDIENT IN FERMENTED DAIRY PRODUCTS

Introduction. Admittedly, spent brewer's yeast *Saccharomyces cerevisiae* and its derivatives are one of the most accessible by-products which can be largely used in food processing as an ingredient or additive. Due to a high amount of polysaccharides, amino acids, polyphenols, and mineral compounds they can be related to a health-promotion function and can exert or impart sensory characteristics in food products. At the level of the cell wall, there are several structures including mannoproteins, chitin and glucans. In particular, β -glucan a polysaccharide consisting of β -1,3 and β -1,6 D-glucopyranosyl units it is known to enhance the immune function [1]. Since 2011 when European Food Safety Authority (EFSA) approved the use of yeast β -glucan “as a novel food ingredient” following the regulation (EC) No. 258/97 [2], there are an increase of data showing the possibility of β -glucan to be included in different food products such as: couscous, bread, yogurt, sausages and mayonnaise [3,4].

In-depth studies on the use of polysaccharides such as inulin, glucan and guar gum as a substitute for fat in yogurt, places β -glucan as having the best behavior to rheological properties above 1% and to syneresis at a concentration about 0.5% [4], a water holding capacity (55/100g β -glucan) and oil binding capacity (50/100g β -glucan) [5].

Materials and methods. In this study we investigate the rheological, textural, color and physiochemical characteristics of an yogurt made in concentrations of 0.3, 0.6, 0.9, 1.2 and 1.5% with β -glucan. Spent brewer's yeast was provided by a local brewery, subjected to a lab scale alkaline-acid extraction [6] with a yield of recovery around 13% from the dried matter.

The set-type yogurt was made by standardizing the milk to a 2% fat content and then, after pasteurization at 95°C for 5 minutes was cooled and inoculated with 0.1% (w/w) freeze-dried

yogurt culture (*Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus bulgaricus*, Yo-Prox 947). A portable pH meter (Hanna Instruments Ltd., HI 98150) was used to measure the changes in pH at a constant temperature about 44°C until pH reached 4.6. The next stage followed the break of the coagulum to add different concentrations of β -glucan at a particle dimension up to 150 μ m in order to obtain a fine grounding powder. The formulated mixture were stored at 4°C for 24 hours and then analyzed.

Dynamic, steady and creep-recovery were performed with Haake Mars rheometer using a cone-plate system (35 $\emptyset$ /2°) at a temperature of 4°C, 48 hours after formulation. Texture profile analysis was determined by cylinder-probe compression method (50/35 $\emptyset$) with a Pertern TVT 6700 texturometer. Results of the change in pH, color, titrable acidity and synergistic aspects during two weeks of storage were also characterized.

Results and discussion. The rheological data of the non-Newtonian fluid showed in the next figure provide indications on the elastic and viscous modulus (G' , G''). From this rheogram it can be observed that there is a slight increase of the elastic modulus with the increase of the concentration in β -glucan up to the value of 0.6% and then to decrease sharply up to the limit of 1.2% when the yoghurt with 2% β -glucan becomes significantly more viscous. However, in the linear viscoelastic region 0.1-10Hz it can be observed that the elastic modulus is much bigger than viscous ($G' > G''$) showing that yoghurt have a solid like behavior for all of the six yogurts samples.

Texture profile analysis showed that incorporation of β -glucan up to a concentration of 0.9% induce an increase in hardness and cohesiveness compared to the control sample. The highest value for hardness is represented by 0.9% (24,6049 compared to 22,5041) β -glucan in yoghurt and for cohesiveness is at 0.6% (0,7342 to 0,7036). These findings are in agreement with Vassilios et. al. (2017) who find a highest value of hardness (31.00 ± 4.9) in a skimmed yoghurt with 0.8% β -glucan [7].

The changes in total acidity and pH were measured at 48 hours, 7 days and finally after two weeks of storage. After 14 days the titrable acidity is around $107 \pm 2^\circ$ Thorner and pH slowly decrease to the lowest value of 3.8 due to a symbiosis between the two lactic acid bacteria which refers to a mutual stimulation. The mechanism of syneresis formation, an essential factor in the quality of yoghurt [5] it is also reduced by the three dimensional structure of glucan which limit the casein aggregation [4,5]. The smallest value of syneresis it is around 23.18% in the 14-day period at a 0.9% glucan concentration, indicating a good source in yoghurt formulation in order to obtain functional foods. The yoghurt color, defined in the CIE system by L^* luminosity, a^* from green (–) to red (+), and b^* from blue (–) to yellow (+)

Table.1. Dependence of pH and titrable acidity during a storage period of 14 days.

% β -glucan	pH (N=2 $\pm$ sd)			Acidity °T		
	48 hours	7 days	14 days	48 hours	7 days	14 days
0	4.21 $\pm$ 0.03	4.14 $\pm$ 0.03	3.94 $\pm$ 0.01	75.8	87.1	106.2
0.3	4.19 $\pm$ 0.01	4.11 $\pm$ 0.04	3.8 $\pm$ 0.01	76.1	87.4	107.4
0.6	4.22 $\pm$ 0.03	4.08 $\pm$ 0.04	3.91 $\pm$ 0.07	76	87.4	106.3
0.9	4.22 $\pm$ 0.01	4.09 $\pm$ 0.03	3.93 $\pm$ 0.01	77.1	88.3	106.7
1.2	4.24 $\pm$ 0.01	4.02 $\pm$ 0.01	3.92 $\pm$ 0	77.5	88.9	108.7
1.5	4.2 $\pm$ 0.03	3.98 $\pm$ 0.03	3.84 $\pm$ 0.07	77.7	88.4	107.6

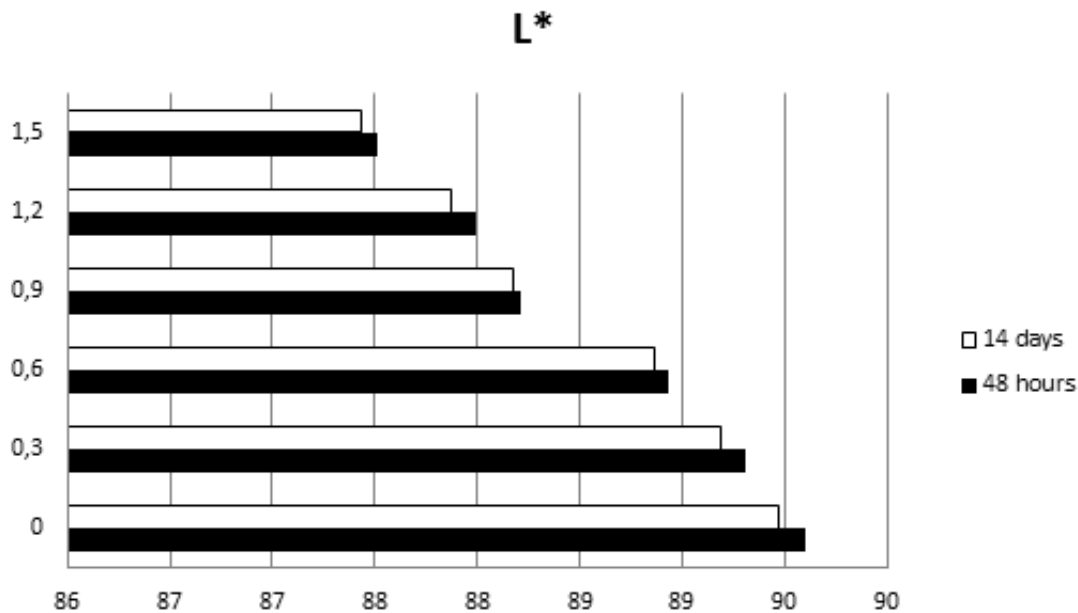


Figure1- Variation of the lightness parameters

The brightness of the samples decreases with increasing beta-glucan concentration.

Conclusion. Preliminary results indicate that β -glucan from spent brewer's yeast represent a reliable ingredient to develop a symbiotic food with lactic bacteria cultures from yogurt.

References

1. Bai, J., Ren, Y., Li, Y., Fan, M., Qian, H., Wang, L., Wu, G., Zhang, H., Qi, X., Xu, M. and Rao, Z., (2019). Physiological functionalities and mechanisms of β -glucans. *Trends in food science & technology*, 88, pp. 57-66;
2. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA), (2011). Scientific Opinion on the safety of 'yeast beta-glucans' as a Novel Food ingredient. *EFSA Journal*, 9(5), p.2137.
3. Messina, M.C., Oriente, M., Angelicola, M., De Arcangelis, E. and Marconi, E., (2019). Development of functional couscous enriched in barley β -glucans. *Journal of cereal science*, 85, pp.137-142.
4. Brennan, C.S. and Tudorica, C.M., (2008). Carbohydrate-based fat replacers in the modification of the rheological, textural and sensory quality of yoghurt: comparative study of the utilisation of barley beta-glucan, guar gum and inulin. *International journal of food science & technology*, 43(5), pp.824-833.
5. Mejri, W., Bornaz, S. and Sahli, A., (2014). Formulation of Non-Fat Yogurt With B-Glucan from Spent Brewer's Yeast. *Journal of Hygienic Engineering and Design*, 8, pp.163-173.
6. Avrămia, I. and Amariei, S., (2017). Research on Obtaining High β -Glucans Content From Different Sources of Yeast by Harnessing Their Biologically Active Potential. *Food and Environment Safety Journal*, 16(4).
7. Raikos, V., Grant, S.B., Hayes, H. and Ranawana, V., (2018). Use of β -glucan from spent brewer's yeast as a thickener in skimmed yogurt: Physicochemical, textural, and structural properties related to sensory perception. *Journal of dairy science*, 101(7), pp.5821-5831.

УДК 663.8**Олійник С.І.**, к.т.н., доцент, **Тарасюк Л.А.**, аспірант*Національний університет харчових технологій (НУХТ), м. Київ, Україна***ФІЛЬТРУВАННЯ СОРТІВКИ У ЛІКЕРО-ГОРІЛЧАНОМУ ВИРОБНИЦТВІ**

У лікero-горілчаному виробництві згідно з Виробничим технологічним регламентом ТР У 18.5084 приготувану сортівку фільтрують до і після обробки активним вугіллем. Фільтрування сортівки здійснюють в умовах вугільно-очисній батареї через пісочні фільтри. Необхідність фільтрування сортівки після її приготування пояснюється тим, що вона містить невелику кількість зважених часток, які можуть надходити з підготовленою водою, застосовуваними інгредієнтами тощо. Після вугільної колони фільтрування необхідне для затримання дрібнодисперсних частинок вугілля, які утворюються під час очищення внаслідок гідростатичного впливу потоку рідини.

Як фільтрувальний матеріал на підприємствах у фільтрах використовують кварцевий пісок. На сьогодні на лікero-горілчаних заводах використовують пісок з кар'єрів Глуховецького родовища (Україна) або із родовища Гора Кришталева (Росія).

Одна з основних вимог застосування кварцевого піску у лікero-горілчаній галузі - це його чистота за вмістом: SiO_2 , який не повинен бути не менше ніж 98,0-99,8%; шкідливих домішок Al_2O_3 (не більше ніж 4,0 %) та Fe_2O_3 (не більше ніж 0,25 %).

Кварцевий пісок є осадовою уламковою породою, яка представлена в основному зернами кварцу, з твердістю за Мосом 7. У кварцевому піску можуть бути присутні глинисті (каолінит, монтморилоніт, гідрослюда) і слюдисті (біотит, глауконіт) мінерали, а також оксиди, гідроксиди та сульфід заліза та титану. Тому, кварцовий пісок потребує спеціальної підготовки із застосуванням розчинів соляної кислоти та значних об'ємів питної води для промивки.

Розміри пор підготовленого у пісочному фільтрі фільтрувального матеріалу, як правило, менше розмірів зважених часток, які знаходяться у рідині, яку фільтрують. Однак у перших порціях відфільтрованої сортівки спостерігається каламутність, оскільки деякі частинки меншого розміру спочатку проходять через пори фільтрувального матеріалу. Надалі фільтрат виходить прозорим в наслідок того, що на поверхні кварцового піску утворюється шар зважених часток, через який і фільтрується сортівка. Відповідно до технологічної схеми очищення сортівка надходить у пісочний фільтр самотпливом з напірного бака, розташованого вище вугільно-очисної батареї і фільтрування проходить під тиском стовпа рідини. При збільшенні об'єму відфільтрованої сортівки висота шару осаду на фільтрувальному завантаженні збільшується, і в наслідок підвищення опору сповільнюється швидкість фільтрування, тому періодично фільтрувальну поверхню очищають від утвореного осаду.

Метод безперервної фільтрації сортівки передбачає фільтрування крізь кварцевий пісок, без застосування додаткових прокладок, і проведення промивки піску безпосередньо у фільтрі без вивантаження піску. У однопотоковому фільтрі верхня розподільна система слугує для рівномірного розподілу фільтрованої рідини по всій площі фільтра і відведення промивної рідини підчас промивання з низу до верху. На перфороване днище укладають три шари кварцового матеріалу висотою: нижній – 50 мм з величиною зерен 3,0 – 2,0 мм, надалі середній – 50 мм з величиною зерен 2,0 – 1,5 мм та верхній – 400 – 600 мм з величиною зерен 1,5 - 1,0 мм. Тривалість циклу фільтрування становить від 4 до 5 місяців.

Висновки. Для застосування у виробництві лікero-горілчаній продукції кварцовий пісок потребує спеціальної підготовки та дотримання тривалості циклу фільтрування.

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.

УДК 637.14

Стеценко Н.О., к.х.н., Медведюк І.О.

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

СИМБІОТИЧНИЙ ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ ХАРЧОВИЙ ПРОДУКТ ДЛЯ ДІТЕЙ НА ОСНОВІ КИСЛОМОЛОЧНОГО СИРУ

Вступ. Практично всі біохімічні процеси, що відбуваються в організмі людини, безпосередньо залежать від складу, якості, безпеки харчових продуктів і особливостей харчування. Лише з їжею до живого організму надходять всі необхідні нутрієнти: білки, жири, вуглеводи, вітаміни, мінеральні елементи, що необхідні для забезпечення численних біохімічних реакцій, від яких залежать життєві функції організму. Сучасне ставлення до харчування – це обґрунтований вибір споживачами тих харчових продуктів, які є корисними для здоров'я і забезпечують організм фізіологічно необхідними компонентами [1]. Надзвичайно важливим є значення харчування у дитячому віці, оскільки крім вищезазначених функцій воно визначає біологічний розвиток дитини, під яким розуміють забезпечення необхідної стимуляції, контролю і своєчасного корегування відхилень у здійсненні генетичної програми розвитку індивідуума.

Актуальність теми. Останнім часом ситуація зі станом здоров'ям дітей шкільного віку наблизилася до критичної: підвищується не тільки рівень загальної захворюваності, а й поширеність захворювань окремих органів і систем. Це пов'язано зі зростанням інтенсивності впливу на здоров'я дітей та підлітків чинників медико-соціального та екологічного ризику, погіршення структури та якості харчування, зниження ефективності проведення традиційних профілактичних заходів. Високі темпи фізичного і психічного розвитку дітей шкільного віку в поєднанні зі значним нервово-психічним навантаженням у школі, що обумовлено інтенсивним процесом навчання, вимагає постійного надходження з їжею комплексу усіх незамінних і замінних харчових речовин [2]. Тому розроблення технологій оздоровчих харчових продуктів для дитячого харчування є актуальним завданням харчової промисловості України.

Матеріали та методи. На даний час рекомендовано по можливості індивідуалізувати та урізноманітнити меню дітей з урахуванням їх фізичного розвитку, здоров'я і функціонального стану шлунково-кишкового тракту та інших систем. Продукти на основі кисломолочного сиру володіють дієтичної цінністю, є харчовим джерелом кальцію, легкозасвоюваного молочного жиру, повноцінного білку, вітамінів групи В, незамінних амінокислот та мінеральних елементів. Кисломолочний сир є одним з найважливіших джерел кальцію і фосфатів, необхідних для оптимального росту і розвитку кісткової та м'язової системи. Він не має ні тканинної, ні клітинної структури, що вигідно відрізняє його від таких джерел тваринного білку, як риба, м'ясо і птиця, тому він легше засвоюється і перетравлюється.

Винятковий і його амінокислотний склад: продукт багатий на метіонін – незамінну амінокислоту, яка має ліпотропну дію, знижуючи вміст холестерину в організмі. У кисломолочному сирі, як і в інших кисломолочних продуктах, містяться культури пробіотиків, які надають низку важливих біологічних ефектів на організм людини [3]. Отже, вибір кисломолочного сиру як харчової основи для створення продуктів функціонального призначення для дітей шкільного віку є доцільним та обґрунтованим.

Важливо врахувати, що на відміну від молока сир часто використовують у термічно необробленому вигляді, що при порушенні правил виготовлення та зберігання може стати причиною захворювань дітей. Тому запропоновано для харчування дітей шкільного віку використовувати кисломолочний сир для виробництва запіканки. Для надання продукту функціональної дії можна використовувати цитрати натрію або калію у поєднанні з пребіотиком лактулозою. Характеристика даних пребіотиків дозволяє віднести їх до категорії добавок, корисних для здоров'я людини. Вони мають хорошу сумісність з

кисломолочними продуктами. Важливим чинником є високий ступінь їх безпеки, вони дозволені до застосування у продуктах дитячого харчування [4].

Результати та обговорення. Практична значимість цитратів, тобто лимонної кислоти та її солей, полягає в унікальному поєднанні фізіологічних і лікувально-профілактичних властивостей. Крім традиційного застосування у якості регуляторів кислотності, емульгаторів, стабілізаторів консистенції цитрати володіють бактерицидними, антиоксидантними та комплексоутворюючими властивостями: утворюють комплексні сполуки з важкими металами та радіонуклідами.

Лактулоза – синтетичний дисахарид, що складається із залишків молекул галактози і фруктози, стереоізомер молочного цукру – лактози. Лактулоза - потужний біфідогенний фактор, вона є поживним середовищем для біфідобактерій, у складі молочних продуктів активізує ріст та розмноження корисної мікрофлори товстого кишечника людини, яка пригнічує діяльність гнильних і патогенних бактерій та забезпечує захист від кишкових інфекцій. Лактулоза активізує локальний імунітет, стимулює синтез вітамінів, сприяє засвоєнню мінеральних речовин (зокрема всіх з'єднань цитратів), активізує функції шлунково-кишкового тракту та печінки [5]. Поєднання кисломолочного сиру, цитрату натрію та сиропу лактулози дозволить створити продукт симбіотичної дії, у якому окремі компоненти підсилюють дію один одного.

Результати, отримані при визначенні масової частки вологи у продукті показали, що внесення цитрату натрію і лактулози суттєво не впливає на цей показник. У той же час, обрані функціональні інгредієнти значно змінили титровану кислотність сиру, яка відчутно зменшилася. При використанні тільки цитрату натрію показник кислотності знизився на 15°Т, а при одночасному додаванні цитрату натрію і лактулози – на 22 ° Т.

Це можна пояснити тим, що цитрат натрію – це стабілізатор рН, антиоксидант, який перешкоджає реакції окислення і розпаду, а разом із внесенням лактулози даний ефект тільки посилюється. Це сприяє отриманню продукту з оптимальними органолептичними властивостями без втрати якості у процесі зберігання при відсутності консервантів. Крім того, цитрати розщеплюють білок казеїн і роблять продукт легкозасвоюваним, що важливо для дитячого харчування.

Висновок. У збагаченому симбіотичному продукті розвиток і цілющі властивості пробіотиків гармонійно поєднуються і посилюються пребіотиками, одночасно стимулюється розвиток власної корисної мікрофлори організму людини. Ці унікальні властивості підсилюють функціональну спрямованість симбіотичного продукту для дітей.

Література

1. Сімахіна Г.О., Стеценко Н.О., Науменко Р.Ю. Наукове обґрунтування вибору нутрієнтів, адекватних потребам людини. *Proceedings of XXXVII International scientific conference «Scientific look at the present»*. Morrisville: Lulu Press., 2018. Р. 9-12.
2. Товкун Л.П., Голубівська К.А. Стан раціонального харчування сучасних школярів. *Young Scientist*. 2017. № 9.1 (49.1). С. 159-162.
3. Стеценко Н., Боса Л. Вибір рослинних збагачувачів для виробництва сиркової маси оздоровчого призначення. *Оздоровчі харчові продукти та дієтичні добавки: технології, якість та безпека*: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 14-15 листопада 2018 р., м. Київ. К.: НУХТ, 2018. С. 17-19.
4. Погожева Н.Н., Кабанова Т.В. Функциональные молочные продукты симбиотического класса. *Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки»*. 2015. №4. С. 47-50.
5. Храмцов А.Г., Харитонов В.Д., Евдокимов И.А. Лактулоза и функциональное питание. *Молочная промышленность*. 2002. № 5. С. 27–29.

УДК 637.524

Борсолюк Л.М., Войцехівська Л.І., к.т.н., Вербицький С.Б., к.т.н., Шелкова Т.В.*Інститут продовольчих ресурсів НААН, м. Київ, Україна*

ФУНКЦІОНАЛЬНІ М'ЯСНІ ПАШТЕТИ РЕСУРСООЩАДНОГО СКЛАДУ: ДОСЛІДЖЕННЯ ЗДАТНОСТІ ДО ЗБЕРІГАННЯ

Головною характерною ознакою функціональних харчових, зокрема м'ясних, продуктів є їхня корисність для здоров'я. Іншою розповсюдженою у світовій практиці назвою функціональних продуктів є «medi-products», тобто оздоровчі «медичні» харчові продукти. Впродовж останніх 25 років споживання зазначених продуктів у світі зростало за експоненціальним законом [1]. У м'ясному виробництві тенденція до використання функціональних біоактивних сполук стає все більш вираженою. Такі компоненти можуть істотно вплинути на здоров'я людини, тому слід належним чином підбирати якісний і кількісний склад м'ясних продуктів із залученням зазначених речовин. Зокрема, істотна проблема полягає в тому, чи буде продукт оброблений, і, якщо так, яке оброблення застосовуватиметься. Не менш важливим у розробленні функціональних продуктів є також належне врахування дефіциту певних речовин в раціоні конкретних груп споживачів [2, 3].

Комплексні дослідження можливості заміни частини м'ясної сировини у складі паштетів рослинною, а саме оліями та різними видами борошна, дозволили розробити низку рецептур (табл. 1), створених із взаємним урахуванням критеріїв ресурсозбереження та надання продукції функціональних властивостей [3, 4]. Засадам ресурсозбереження, у належний спосіб відповідає також і долучення до зазначених рецептур економічних варіантів сировини тваринного походження, насамперед м'яса птиці та різноманітних субпродуктів, які отримують у процесі перероблення тушок

Таблиця 1 – Рецептурні композиції м'ясних паштетів, г / 100 г [3]

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
Всього	100	100	100	100

Функціональні властивості розроблених рецептур паштетів визначаються їхнім жирнокислотним складом, забезпечуваням комплексним добром інгредієнтів, зокрема кукурудзяного, лляного борошна, їхньої суміші, а також купажів олій (кукурудзяної, лляної, соняшникової). Дослідження розроблених рецептур паштетів показали, що вміст у них поліненасичених жирних кислот, порівняно з контрольними, збільшився у (1,6-1,7) рази порівняно з контрольними зразками, всі зазначені рецептури мали сприятливе співвідношення омега-6 і омега-3 жирних кислот в межах 9,8-11,0 : 1,0. Було встановлено, що внесення до рецептури паштету лляного борошна та купажу з лляною олією не впливає на органолептичні показники, проте забезпечує співвідношення омега-6 та омега-3 жирних кислот – 10,1:1,0, яке є прийнятним з огляду на засади здорового харчування.

З іншого боку, харчовій продукції із значним вмістом жирів може бути притаманне активне окислювальне псування, що суттєво впливає на придатність виробів до зберігання. Для оцінки стабільності властивостей м'ясних паштетів при зберіганні визначали показники, які характеризують окислення ліпідів (табл. 2).

Таблиця 2 – Показники окислення ліпідів м'ясних паштетів

Зразок	Термін зберігання, міс.	Перекисне число (ПЧ), мг/%	Тіобарбітурове число (ТБЧ), мг/%
Контроль	до стерилізації	0,23	0,07
	0	0,27	0,08
	6	0,31	0,09
	9	0,32	0,10
Рецептура 1	до стерилізації	0,22	0,05
	0	0,24	0,07
	6	0,25	0,07
	9	0,25	0,08
Рецептура 2	до стерилізації	0,23	0,06
	0	0,25	0,07
	6	0,25	0,08
	9	0,26	0,08
Рецептура 3	до стерилізації	0,21	0,06
	0	0,23	0,08
	6	0,24	0,08
	9	0,25	0,09

Отже, застосовувані жировмісні функціональні добавки не погіршують властивостей паштетів щодо ступеня окислення ліпідів, тобто щодо придатності до зберігання.

Література

1. Aguirre, P. Alimentos funcionales entre las nuevas y viejas corporalidades / P. Aguirre // Revista de Antropología Iberoamericana. – 2019. – Vol. 4, No. 1. – P. 95-120.
2. Pogorzelska-Nowicka, E., Atanasov, A. G., Horbańczuk, J., & Wierzbicka, A. (2018). Bioactive Compounds in Functional Meat Products. *Molecules*, 23(2), 307.
3. Борсолук, Л.М. Обґрунтування рецептур функціональних паштетних продуктів, призначених для харчування дітей дошкільного та шкільного віку / Л.М. Борсолук, Л.І. Войцехівська, О.В. Франко, Т.В. Шелкова, С.Б. Вербицький // Продовольчі ресурси. – 2018. – № 1 (10). – С. 49-62.
4. Борсолук, Л.М. Дослідження фізико-хімічних і технологічних властивостей рослинної сировини у складі функціональних паштетних продуктів / Л.М. Борсолук, Л.І. Войцехівська, С.Б. Вербицький, В.Ю. Лизова // Продовольчі ресурси. – 2017. – № 2 (9). – С. 126-135.

UDC 637.238

Yatsenko O., Yushchenko N., PhD, Associate Professor, Kuzmyk U., PhD
 National University of Food Technologies (NUFT), Kyiv, Ukraine

STABILIZATION OF THE STRUCTURE BUTTER PASTES

Introduction. For foods characterized by high moisture content, it is necessary to ensure the proper structural and mechanical properties, organoleptic characteristics of the products and stability during storage for this requires the use of functional and technological ingredients. Purposeful combination allows to use the properties of separate components of multicomponent dairy products as efficiently as possible [1]. Therefore, the development of stabilization systems for butterpastes as complex emulsion systems is relevant, as it will allow to obtain products with a given structure and increase the economic efficiency of production.

Actuality of theme. Numerous studies have proven the effectiveness of the joint application of casein and whey proteins, which makes it possible to enhance the biological value of the formulation mixture, to improve the emulsifying and moisture-retaining properties of the system [2]. Development of the stabilizing systems, based on the protein polysaccharide complexes, would make it possible to purposefully form the structure of butter pastes thereby promoting the biological value of products.

Materials and methods. The base of the stabilizing system for a butter paste was the milk protein concentrate, with a mass fraction of dry substances of 85 %, and the whey protein concentrate with a mass fraction of dry substances of 96 %, obtained using the ultrafiltration method. In order to increase the efficiency of the stabilizing complex at the expense of synergy from the interaction between proteins and polysaccharides, the use of carrageenan and guar gum is implied.

The rheological properties of model samples were determined at the rotary viscometer «Reotest 2» with the measuring system cylinder– cylinder S/N by acquiring the curves in the kinetics of deformation (flow) [3].

Results and discussion. Based on an analysis of experimental results, the composition of the protein-polysaccharide complex for butter pastes. Dry concentrates of milk and whey proteins, which reveal the moisture-retaining and structurally-forming properties, were selected as a base. In addition, the protein complex will serve as an enriching component, which will improve the balance of the butter paste composition and contribute to the reduction of protein deficiency in the diet of modern human. Therationalcorrelationbetweencomponentsofthestabilizingsystemwasdefined: concentrates of milk: concentrates of whey proteins: carrageenan: guar gum – 10.0: 3.0: 0.05: 0.3 – basedonthe gradientofthelimiting stressofmodelsolutionsofprotein-polysaccharidegels.

Conclusion. The choice of components for the stabilizing system for a butter paste is substantiated. DMPC-UF and SPC-UF and the polysaccharides carrageenan and guar gum, which provide for the synergistic effect when interacting with protein, were taken as the base. The rational correlation of components in the stabilizing system is determined – DMPC: SPC-UF: carrageenan: guar gum – 10.0:3.0:0.05:0.3.

The results obtained can be used in further scientific research to create effective functional complexes for purposeful formation of the structure of oil pastes.

References

1. Gulyaev-Zaitsev, S. S., Belousov, A. P. (1986). The Role of Milk Plasma in Forming the Structure and Consistency of a Low-Calorie Oil. Dairy industry, 12, 24-28.
2. De Boer, R. (2017). Future proteins for application success. The word of food ingredients, 42-46.
3. Pasichnyi, V. (2015). Structure Stabilization of Fermented-Milk Pastes. Ukrainian Food Journal, 402-410.

УДК 664.681

Башта А.О., доцент, к.т.н.

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

ВИКОРИСТАННЯ НЕТРАДИЦІЙНОЇ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ ДЛЯ ОТРИМАННЯ КЕКСІВ ОЗДОРОВЧОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Вступ. Необхідність змін складу харчових продуктів викликана об'єктивними змінами способу життя, асортименту вживаних продуктів, а також їх харчової та біологічної цінності. Зі змінами умов життя відбулося зниження потреб в енергії і відповідно в об'ємах їжі, яка споживається, при цьому фізіологічні потреби в мікронутрієнтах навпаки збільшилися, тому що людина відчуває наслідки екологічного забруднення та психоемоційних навантажень.

Борошняні кондитерські вироби представлені на сучасному ринку різноманітною продукцією, але враховуючи світові проблеми сучасного стану здоров'я населення, все частіше постає питання необхідності розширення асортименту продукції здорового харчування.

На сьогодні особливої актуальності набуло використання у харчових технологіях нетрадиційної та лікарської сировини, яка є потужним джерелом багатьох біологічно активних речовин (БАР) та широко розповсюджена на території всієї України. Все це зумовлює актуальність і перспективність обраного напрямку роботи.

Метою даної роботи є розроблення способу отримання кексів оздоровчого призначення з використанням вівсяного борошна, порошку ожини та пилку сосни.

Матеріали і методи. У процесі досліджень вихідної сировини, напівфабрикатів та готового продукту використовували загальноприйняті методи досліджень, серед яких титриметричні, фотоколориметричні, рефрактометричні та органолептична оцінка.

Результати. Кекси – висококалорійні борошняні кондитерські вироби, що мають стабільний попит у населення, однак, відрізняються низьким вмістом вітамінів, макро- і мікроелементів, харчових волокон, повноцінних білків, дефіцит яких у харчуванні – вагома проблема в країні.

Для збагачення кексів даними дефіцитними нутрієнтами запропоновано використання під час їх виготовлення вівсяного борошна, порошку ожини та пилку сосни.

Цінність вівсяного борошна обумовлена наявністю в його складі білків з повноцінним амінокислотним складом, поліненасичених жирних кислот, харчових волокон, макро- та мікроелементів, вітамінів [1].

Ягоди ожини є джерелом вітамінів, біофлавоноїдів, макро- і мікроелементів, органічних кислот, клітковини [1]. Застосування їх дозволить створити готовий продукт з гарним смаком та зовнішнім виглядом і розширити асортимент харчових продуктів оздоровчого призначення.

У роботі для підвищення харчової цінності кексів обрано також пилку сосни. Історія застосування пилку сосни в якості ліків та їжі налічує кілька тисячоліть. Пилку сосни – це дійсно унікальний продукт, так як за стільки століть він не тільки не забувся, але й не втратив своєї популярності в наш час. Про це свідчать ті факти, що пилку сосни занесений до “Китайської фармакопеї”, а також ті дослідження, які постійно проводяться з сосновим пилом провідними вченими світу, зокрема Китаю, де він використовується найбільше [2, 3].

Є літературні дані, які свідчать, що пилку сповільнює процес старіння, борючись з вільнорадикальними процесами, здатний сповільнювати стомлення організму. Про доцільність застосування соснового пилку, як функціонального збагачувача у харчових продуктах свідчать і фізіологічні функції, які він виконує в організмі людини. Так, пилку сосни знижує ризик утворення тромбів за рахунок виражених властивостей розріджувати кров, сприяє нормалізації артеріального тиску, покращує мозковий кровообіг і пам'ять, володіє помітним імуномодуючим ефектом, підвищує загальний тонус і працездатність, усуває відчуття втоми, дозволяє досягати високих спортивних результатів [2, 3].

Сосновий пилок – це природний концентрат біологічно активних речовин. Пилок рослини містить всі важливі для життя речовини. Фрукти і овочі, які ми вживаємо в їжу містять до 80-92% води, і після дегідратації в них залишається менше 10% початкової ваги. Інша справа з пилком, який після дегідратації зберігає 94,7% початкової ваги. Таким чином його можна вважати надконцентрованою їжею. Сосновий пилок багатий на амінокислоти, поліненасичені жирні кислоти, фосфоліпіди, вітаміни, мінеральні речовини, каротиноїди, фенольні сполуки [2].

Експериментально було визначено вміст основних БАР, притаманних обраній сировині, а саме вміст поліфенольних сполук, каротиноїдів в порошку ожини та пилку сосни, вміст клітковини та білку у вівсяному борошні та пилку. Виходячи з їх проаналізованого біохімічного складу підтверджено доцільність використання обраних збагачувачів у виробництві кексів оздоровчого призначення.

Для отримання кексів відповідної якості, із застосуванням обраної нетрадиційної сировини випікали низку кексів та визначали органолептичні та структурні показники виробів. В якості контролю обрано зразки, виготовлені за рецептурою кексу «Столичний». Якість кексів оцінювали загальноприйнятими методами за їх органолептичними і фізико-хімічними (вологість, питомий об'єм, лужність, упік) показниками.

Вівсяне борошно вносили у кількості 10, 20, 30 %. Експериментально встановлено оптимальну кількість внесення вівсяного борошна, яка становить 20 %.

Наступним етапом стало визначення оптимальної кількості внесення порошку ожини. Ягоди ожини вносимо у вигляді порошку, аби забезпечити виробництво даного продукту цілий рік та за рахунок видалення вологи збільшити вміст біологічно активних речовин.

Досліджено зразки пшенично-вівсяних кексів з додаванням порошку ожини у кількості 3, 5, 7, 10 % до маси борошна.

Опираючись на результати органолептичної оцінки та результати фізико-хімічних досліджень, найкращою дозою внесення до пшенично-вівсяних кексів є 5 % порошку ожини. Дане внесення порошку ожини у рецептуру кексів наділяє готовий виріб високими органолептичними показниками, зокрема приємним смаком та ароматом та дозволяє додатково збагатити кекси біологічно активними речовинами.

Розроблена рецептура кексів оздоровчої дії, що складається з пшеничного та вівсяного борошна, порошку ожини, масла вершкового, яєць, цукру-піску, розпушувача.

Оздоблювальним елементом розроблених кексів є мастика. Особливість її складу полягає у тому, що вона збагачена пилком сосни.

Висновок. В результаті встановлено оптимальну кількість внесення обраних збагачувачів та запропоновано рецептуру кексів оздоровчого призначення з використанням вівсяного борошна, порошку ожини та пилку сосни.

У даній роботі підтверджено доцільність використання нетрадиційної рослинної сировини для виробництва кексів, що дозволяє розширити асортимент борошняних кондитерських виробів оздоровчого призначення.

Література.

1. Формазюк В.И. Энциклопедия пищевых лекарственных растений. К.: «Изд-во А.С.К.», 2003. 792 с.
2. Сосновая пыльца. Пыльца сосны и здоровье. Серия знаний о здоровье: веб-сайт. URL: <https://drive.google.com/file/d/0Bxf7agbNhV5bRVloQWpWY0t6N28/view?pli=1> (дата звернення: 14.05.2019).
3. Пыльца сосны «Государственное достояние» в будущем может заменить все продукты для здоровья в мире: веб-сайт. URL: <https://arina125but.wixsite.com/new-era2015/--cguo> (дата звернення: 15.01.2019).

Goranova¹, Zh.T., PhD, assist.prof., **Baeva², M.R.**, PhD, prof., **Petrova¹, T.V.**, PhD, assoc. prof.

¹*Institute of Food Preservation and Quality (IFPQ), Plovdiv, Bulgaria*

²*University of Food Technologies (UFT), Plovdiv, Bulgaria*

QUALITY EVALUATION OF DIETETIC SUCROSE-FREE SPONGE CAKES WITH EINKORN WHOLEMEAL FLOUR (*TRITICUM MONOCOCCUM* L.)

Introduction. Cakes are sweet baked goods that are consumed by people from all over the globe. Cake is a complex system. For the success of a cake, the batter should have appropriate and properly balanced formula as well as suitable ingredients. Different types of cakes need different kind of ingredients and formula balance. Each ingredient has its own special functionality.

The number of people suffering from obesity, cardiovascular disease and type-2-diabetes, increased enormously. The published statistic is shocking: 1.9 billion adults over the age of 18 and 41 million children under the age of 5 are overweight or obese [1]. The reduction of sugar in sweet bakery products is challenging, however, since sugar fulfils more functions than only sweetness and flavour. Sugar also influences the colour of the cake. Sugar is one of the essential ingredients in biscuits and cakes, not just to ensure taste and flavour, but also to give products their unique texture. It is essential to investigate the interactions of sugar with the main ingredients in baked goods and to understand the role of sugar in different products. By now two main strategies to reduce sugar with a promising result have been introduced: firstly, the replacement of sugar by a sweet bulking agent, such as polyols, and secondly, sugar substitution by a combination of non-sweet bulking agents and high-intensive sweeteners. A total sugar replacement in sponge cake (sugar content of 23.19% based on the whole recipe) by the combination of fructose, polydextrose and acesulfame-K or aspartame showed high consumer acceptance and reduced calories by 40% [2].

Mannitol, sorbitol, maltitol, erythritol, isomalt, xylitol and lactitol are considered as food additives and listed as a 'E' number in the list of ingredients. They are only allowed to be added as sweeteners in products which are either 'energy-reduced' or have 'no additional sugar' [3]. Foods containing more than 10% added polyols has to be claimed as 'excessive consumption may produce laxative effects' [2].

Einkorn (*Triticum monococcum* L.) is a diploid hulled wheat appreciated for its excellent nutritional properties, including high protein, carotenoids, β -glucans and antioxidants contents, and as such it is a promising candidate for the development of functional bakery products. Einkorn-enriched cookies had higher ash, polyphenols, carotenoids, antioxidants and beta-glucans content than pure wheat flour cookies, and might possibly be classified as functional foods. The addition of different flours to bakery products creates an opportunity to combine beneficial technological properties with beneficial biological health promoting properties. Addition of different flours to bakery products creates an opportunity to combine beneficial technological properties with beneficial biological health promoting properties. Since the wholemeal products consumption became a part of well-being trends, addition of natural components, incorporating the biological activity, would enhance food's quality and pro-health value. Designed sponge cakes with functional ingredients would be the answer to the increasing interest in health promoting aspects and nutritional value of food [4].

The objective of this article is the investigation of the influence of einkorn wholemeal flour on physical and sensory characteristics of sucrose-free sponge cakes.

Materials and Methods. The products used in the preparation of the sucrose-free sponge cakes without and with einkorn wholemeal flour: wheat flour, wheat starch, eggs, distilled water, sodium bicarbonate, citric acid, sorbitol, encapsulated aspartame, einkorn wholemeal flour. The amounts of sorbitol and that of the high-potency sweetener (encapsulated aspartame). The cake batter (control batter) was made according to the technological scheme described in a patent form № 463 of 02.07.2001 – Bulgaria [5], and a double-bowl mixing procedure was used. The recipe for making batter included preliminary separation of egg whites and yolks. The egg whites were whipped by a mixer at easy speed increasing from 1 (19 rpm) to 3 (31 rpm) grade. The egg yolks were mixed with a half of water amount and whipped at speed of 1 grade. Then the rest water amount warmed up to

18-20°C, sodium bicarbonate, citric acid and sorbitol was added. The mixture was whipped again at speed of 1 grade and the screened wheat starch was added under continuous mixing. The egg white foam was incorporated to the egg yolk mixture. Finally the screened wheat flour and encapsulated aspartame were added to the mixture. The sponge cakes were baked in a metallic pan containing 95 g of batter and placed in an electric oven for 30 min at 180°C.

The specific gravity of the sponge cake batter was calculated by dividing the weight of a standard batter cup to the weight of an equal volume of distilled water at batter temperature ($20.0 \pm 0.5^\circ\text{C}$) [6]. The physical characteristics of the sponge cakes were determined 2h after baking. Volume was measured by the small uniform seed displacement method [7], and porosity was assessed according to the Bulgarian State Standard method [8]. The specific volume was expressed as the ratio of the sponge cake volume to its mass. The water-absorbing capacity of the sponge cake was measured by the extent of biscuit swelling according to the Bulgarian State Standard method [9]. Total sample moisture was determined after drying the sample at 105°C up to a constant weight according to the standard method [10].

Sensory characteristics: The descriptive test for a quantitative sensory profiling was used to establish the sensory characteristics (shape, colour, cell size and uniformity, odour, crumb tenderness) of the sponge cakes, 6 h after baking, following the ISO 8586:2014 and ISO 13299:2011 methods [11-12]. The sponge cakes samples were ready 1 h before the evaluation. Samples of different cakes were kept in coded plates covered with aluminium foil. Twelve trained panelists were selected to guarantee the evaluation accuracy. The intensity of each sensory characteristic was recorded on a ten-point linear scale after 1 h orientation sessions of the panelists, where they specified terminology and anchor points on the scale. The coded samples were shown simultaneously and evaluated in random order among the panelists.

Results and Discussion. The developed recipe composition of sucrose-free sponge cakes with einkorn wholemeal flour was prepared by the replacement of wheat flour with einkorn wholemeal flour in quantity 25%, 50%, 75% and 100%. The stages of technology were kept because of their easy fulfillment and the considerably small duration of the technological cycle. The sponge cakes containing einkorn wholemeal flour were processed at constant regime of baking concurrent with that of the control sample, which according to the technological instruction was baked for 30 min at 180°C.

Changes in the physical characteristics of batters and sponge cakes containing einkorn wholemeal flour in different amounts are summarized in Table 1. The specific gravity of cake batter affects volume, porosity, water-absorbing capacity of the sponge cake and is important for the formation of crumb texture of the cake. The sponge batter, obtained by replacing wheat flour with einkorn wholemeal flour (50%, 75% and 100%), had a lower specific gravity than that of the control batter. Lower specific gravity is an indicator of more aeration, which is a desired property of cake batter. No significant differences were found in the specific gravity of the batter values between the control batter (0.65 ± 0.01) and 25% einkorn wholemeal flour sponge cake batter (0.66 ± 0.01), which could encourage the formation of larger bubbles during baking and therefore result in greater product height and volume. In this study the volume of cake sample ($185.00 \pm 10.00 \text{ cm}^3$) was smaller than this of cakes containing 25%, 50% and 75% einkorn wholemeal flour, as the volume of the cake with 75% einkorn wholemeal flour ($230.00 \pm 8.16 \text{ cm}^3$) is the largest, while the cake with a higher quantity of einkorn wholemeal flour (100 %) had the smallest volume ($160.00 \pm 15.00 \text{ cm}^3$). Specific volume of cakes varied between $2.67 \pm 0.35 \text{ cm}^3/\text{g}$ and $3.76 \pm 0.27 \text{ cm}^3/\text{g}$. For the cake with 100% einkorn wholemeal flour, was characterized with a smaller specific volume (2.67 ± 0.35) and porosity (64.81 ± 4.14) were measured. The greatest porosity was observed in the cake with 75% einkorn wholemeal flour. In comparison with the control ($47.33 \pm 2.52 \text{ PU}$ and $80.33 \pm 8.02 \text{ PU}$), a decrease in springiness and shrinkage was found when wheat flour was replaced by einkorn wholemeal flour. It was observed that the total moisture content of the sponge cakes with einkorn wholemeal flour decrease. The water-absorbing capacity of the cake control ($317.22 \pm 13.14\%$) is the lowest than that of the cakes with different levels of einkorn wholemeal flour.

Table 1 -Physical characteristics of sucrose-free sponge cakes

Physical characteristics ¹	Sponge cake type				
	Control	with 25% EWF	with 50% EWF	with 75% EWF	with 100% EWF
Specific gravity (for batter) ²	0.65±0.01	0.66±0.01	0.62±0.02	0.63±0.03	0.63±0.01
Volume, cm ³	185.00±10.00	208.75±6.29	210.00±8.16	230.00±8.16	160.00±15.00
Specific volume, cm ³ /g	3.48±0.18	3.45±0.16	3.69±0.26	3.76±0.27	2.67±0.35
Porosity, %	66.67±3.02	68.06±3.51	68.52±2.14	73.15±1.85	64.81±4.14
Springiness, PU ³	47.33±2.52	27.75±2.50	40.00±12.49	28.75±2.50	31.33±10.21
Shrinkage, PU	80.33±8.02	71.25±3.10	70.00±5.00	74.75±1.71	59.67±6.11
Water-absorbing capacity, %	317.2 ±13.14	372.55±7.86	379.18±10.93	342.07±4.87	325.54±11.68
Total moisture, %	46.81±0.17	40.00±2.10	42.55±0.50	36.17±1.14	41.39±1.60

¹ The values are mean±SD (p≤0.05).

² The temperature of the batter is on the average 20.0±0.5°C.

³ PU - Penetrometer Units.

Sensory analysis evaluations were performed in order to determine the optimum sensory characteristics of sponge cakes with regard to the panelists' preferences. The results of the sensory evaluation are given in Table 2.

Table 2 - Sensory characteristics of sucrose-free sponge cakes¹

Sensory characteristics ²	Control	Sponge cake with 25% EWF	Sponge cake with 50% EWF	Sponge cake with 75% EWF	Sponge cake with 100% EWF
Shape	6.58±1.31	8.00±0.74	8.00±1.60	7.33±1.67	7.33±1.92
Colour	7.08±2.47	7.50±1.09	7.08±2.64	7.75±0.75	7.00±2.89
Pore size and uniformity	6.42±1.83	8.00±1.16	8.00±2.00	7.17±1.34	7.33±2.31
Odour	5.58±2.15	6.17±2.29	6.17±1.99	6.67±1.97	6.42±1.93
Crumb tenderness	7.17±1.11	7.58±0.9	7.58±1.31	8.00±1.85	6.50±1.51

¹ Values are mean ± SD (p < 0.05)

*Scale from 0 to 9 was used to evaluate sensory characteristics. Nine is ideal for the third sensory characteristic when the cells are small and equal in size.

Ratings test revealed that sensory characteristics including shape, colour, cell size and uniformity, odour and crumb tenderness were perceived without significant differences between the control cake and those supplemented with different concentrations of einkorn wholemeal flour. In terms of their shape, the cakes with the addition of einkorn wholemeal flour were perceived very well. The all cakes have a crust and crumb with more pronounced light-yellow colour due to the presence of the dye components in the yolks of egg and einkorn (especially carotenoids and lutein). The data showed that size and uniformity of cells and crumb tenderness of cakes with einkorn wholemeal flour is bigger than that of the cake-control. The cells of the new sponge cakes with einkorn wholemeal flour were small and equal, uniformly distributed in the crumb, and were thin-walled. The mean score of sponge cakes with einkorn wholemeal flour evaluated in terms of crumb tenderness was higher than that of the cake control.

Conclusion. The physical and sensory characteristics of the sucrose-free sponge cakes with einkorn wholemeal flour are juxtaposed with those of the control cake-sample. On the grounds of

this we consider that newly prepared sweetened sponge cakes containing einkorn wholemeal flour are suitable as intermediate products in confectioneries designed for rational and dietetic nutrition.

References

1. World Health Organization, 2017
2. Sahin A., Zannini E., Coffey A., Arendt E. (2019), Sugar reduction in bakery products: Current strategies and sourdough technology as a potential novel approach. *Food Research International*, 126, December 2019, 108583, <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108583>
3. Regulation (EU) No 1129/2011. (2011), Amending Annex II to Regulation (EC) No 1333/2008 of the European Parliament and of the Council by establishing a Union list of food additives. , L295 Official Journal of the European Union § (2011).
4. Goranova Zh., M. Baeva V. Slavova (2015), Influence of non-traditional flours with functional properties on changes of sponge cakes during storage. *Indian Journal of Applied Research*, 5(10), pp. 492-494
5. Baeva M.R., Terzieva V.V. (2001), Dietetic Batter. BG Patent 463, July 2, 2001.
6. AACC (American Association of Cereal Chemists) (1983), Approved methods of the AACC. Method 10-95. 8th ed. St. Paul, Minn, USA: AACC International
7. AACC. (2000), Method 10-05.01. Guidelines for measurement of volume by rapeseed displacement. Approved method of the American Association of Cereal Chemists, International. Approved Methods of Analysis, 11th edition. St. Paul, MN: AACC International
8. Bulgarian State Standard (1979), Method 3412-79. Retrieved on 01September 2019 from http://www.bds-bg.org/bg/standard/?natstandard_document_id=13099
9. BSS. (1981). Method for determination of water absorption ability of the biscuits. Bulgarian State Standard, 15221-81.
10. AACC (1999), Method 44-15.02. Moisture – Air-Oven Methods. Approved method of the American Association of Cereal Chemists, International. Approved Methods of Analysis, 11th Ed. St. Paul, MN: AACC International
11. ISO 8586:2014(2014), Sensory analysis - General guidelines for the selection, training and monitoring of selected assessors and expert sensory assessors.
12. ISO 13299:2011 (2011), Sensory analysis - Methodology - General guidance for establishing a sensory profile.

Goranova¹, Zh.T., PhD, assist. prof., **Petrova¹, T.V.**, PhD, assoc. prof., **Bakalov¹, I.** PhD, assist. prof., **Sabeva¹, P.**, assist., **Baeva², M.R.**, PhD, prof.,

¹*Institute of Food Preservation and Quality (IFPQ), Plovdiv, Bulgaria*

²*University of Food Technologies (UFT), Plovdiv, Bulgaria*

APPLICATION OF PUMPKIN SEEDS POWDER USING IN SPONGE CAKE

Introduction. Pumpkin belongs to the family cucurbitaceae and is widely grown vegetable all over the world. Pumpkin processing into puree, juice, candied fruit and pumpkin seed oil results in large amount of by-products. Pumpkins are rich in carotenoids, vitamins, minerals, pectin and dietary fibre. Pumpkin seed has received considerable attention in recent years because of the nutritional and health protective values of the seeds. The seed is an excellent source of protein and also has pharmacological activities such as anti-diabetic, antifungal, antibacterial, anti-inflammation activities and antioxidant effects. Besides, the pumpkin is economical and a nutrient dense source, the pumpkin seed. flour fortified complementary food mix is economical, with highly acceptable sensory qualities and a rich nutritive value, quoted that, pumpkin seeds offer a nutritious, sweet, somewhat soft and chewy snack or food additive [1]. They also have omega 3 & omega 6 fatty acids needed for hormone balance, brain function and skin health. Tryptophan present in these seeds aids in milk production in lactating mothers and used to reduce postpartum swelling of the hands and feet. Hence Pumpkin seeds serve as a good nutritious snack and helps in promoting good

health. Pumpkin seeds have one of the highest levels of antioxidants of any nut, seed or food [2]. Fresh seeds of *Cucurbita moschata* contain moisture, 28.5%; protein, 37.7%; and ash, 4.4%; whereas, dried pumpkin seeds contain moisture content of 5.6%, protein content of 37.4% and ash content of 4.4% [1]. Pumpkin seeds are reported to be an excellent source of B-complex vitamins, proteins and also has pharmacological activities such as anti-diabetic, antifungal, antibacterial and anti-inflammation and antioxidant. Pumpkin seeds are rich in exogenous amino acids (e.g. lysine, threonine, tryptophan, methionine) and in iron (96 ± 33 ppm), thus being recommendable to children and adolescents often prone to iron deficiency caused anaemia [3]. All those specificities of pumpkin seed flour make it a potentially valuable additive to sponge cakes.

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

Materials and methods. Materials for production of sponge cakes were wheat flour, sugar, eggs, pumpkin seeds powder. The physical characteristics of sponge cakes without and with pumpkin seeds powder were evaluated: specific gravity, volume, specific volume, springiness, shrinkage, water-absorbing capacity and total moisture. Sample analysis also included measurement of color properties in CIEL*a*b* color system using colorimeter. 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. The addition of pumpkin seeds 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 pumpkin seeds powder is minimal. The springiness of cakes with pumpkin seeds 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 lightness, a* and b* values for crust control were not significantly different from those of the cake with 5% pumpkin seeds powder. The crumb colour on the control sample was similar to that of the cake with pumpkin seeds powder. According to these results, cakes with 10% pumpkin seeds powder where the ΔE^* was appreciable by the human eye. The sponge cakes containing an additive of pumpkin seeds powder have 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 pumpkin seeds have approximately similar form. The crumb pores of cakes with cacao husks in the investigated three kinds of cakes are with thicker walls, small and equal in size. The odour of the cakes with pumpkin seeds is perceived as more pleasant than the control cake-sample one. The colour of the cakes with pumpkin seeds is perceived well from the testers. The intensity of the sweetness for all investigated sponge cakes is close, but when the concentration of the pumpkin seeds is greater a bitter aftertaste is read.

Conclusions. The physical and sensory characteristics of the sponge cakes with 5% and 10 % pumpkin seeds powder are juxtaposed with those of the control sample. The colour on the control was similar to that of the cake with 5% pumpkin seeds powder. 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. Saraswathi D., Renu R., Maloo S. (2018), Development and quality evaluation of pumpkin seeds and flaxseeds powder incorporated biscuits, *International Journal of Food Science and Nutrition*, 3(2), pp. 78-83.
2. Revathy M. N, Sabitha N. (2013), Development, quality evaluation and popularization of pumpkin seed flour incorporated bakery products. *International Journal of Food Nutrition Science*, 2, pp.40-41.
3. Dhiman A., Bavita K., Attri S & Ramachandran P. (2018). Preparation of pumpkin powder and pumpkin seed kernel powder for supplementation in weaning mix and cookies. *International Journal of Chemical Studies*, 6(5), pp. 167-175.

УДК 664.6: 579.674

Даниленко С.Г., д.т.н., Грушківська А.О., Хоньків М.О.

Інститут продовольчих ресурсів Національної академії аграрних наук (ІПР НААН),
м. Київ, Україна

ВІДБІР ЛАКТОБАКТЕРІЙЛ ДЛЯ ЗАКВАСКИ З ЖИТНЬОГО ТА ПШЕНИЧНОГО БОРОШНА

Вступ. Хліб – один із найважливіших продуктів харчування всіх жителів Землі упродовж багатьох тисячоліть. Виробники пропонують великий асортимент різновидів хліба, багато які з них мають унікальні властивості. Декілька століть тому в Україні хлібобулочні вироби з житнього борошна були досить поширеними, на відмінну від пшеничних, які вважались делікатесом і випікались лише до великих свят. Традиційно, житні та житньо-пшеничні види хлібобулочних виробів виготовляють із використанням заквасок. Це пов'язано з особливостями вуглеводно-амілазного та білково-протеїнажного комплексів житнього борошна [1].

Закваска – це густий чи рідкий напівфабрикат хлібної промисловості, дія якої базується на комбінації спиртового і молочнокислого бродіння поживної суміші житнього, житньо-пшеничного або пшеничного борошна [2]. Для виробництва хліба з високими якісними характеристиками застосовують закваски на основі чистих молочнокислих культур, дія яких забезпечує високі якісні характеристики у готовому продукті [3].

Досліджено склад мікробіоти хлібопекарських заквасок і пшеничного борошна. Встановлено, що вона є різноманітною і представлена широким спектром мікроорганізмів різних таксономічних груп, серед яких домінують молочнокислі бактерії родів *Lactobacillus*, *Lactococcus*, та *Enterococcus*. Отже, пошук перспективних до промислового застосування штамів слід вести серед цих груп лактобактерій. Традиційно вилучення націлений пошук ведеться за наступною схемою:

Етап 1. Культивування дослідного матеріалу у елективних середовищах збагачення.

Посів зразку у елективне поживне середовище, для вилучення молочнокислих бактерій, зазвичай, застосовують середовище М17, МРС або молоко., культивують упродовж 2-3 діб.

Етап 2. Отримання окремих колоній а їх аналізування.

Культуральну рідину спеціальним способом висівають на тверде селективне середовище, для отримання окремих колоній і культивують з урахуванням відмітних властивостей цільового мікроорганізму, наприклад температури – для розмежування мезофільних і термофільних лактобактерій, рН – для розмежування лактобацил і лактококів і т.д.

Етап 3. Отримання чистих культур.

Аналізують тип і форму утворених колоній, готують із кожної мікроскопічний препарат та проглядають його у мікроскопі. Таку процедуру повторюють до тих пір, доки не отримують однорідну за морфологією культуру.

Етап 4. Ідентифікація штамів. Таксономічну приналежність отриманих штамів встановлюють після впевненості у чистоті отриманої культури. Ідентифікують штам за особливостями морфології колоній і клітин лактобактерій, тінкторіальних, культуральних і біохімічних властивостей.

Загалом із збагачувальних культур після серії пересівів на відповідні селективні середовища було отримано у чисту культуру 98 штамів лактококів та лактобацил. Скринінг отриманих штамів за біологічними та технологічними властивостями, що є необхідними у виробництві хліба (здатність до гідролізу пшеничного і картопляного крохмалю, рівень газоутворення, енергія кислотоутворення, гранична кислотність), а також антагоністична активність до основних контамінантів борошна дозволив відібрали з них 6 найактивніших штамів.

Штами № 1-10-1 і Х6-011 характеризувалися найвищою молокозсідальною активністю, тоді як для штамів Х2-006, Х4-015 і № 2-06 вона була нижчою. Штам №04-2 взагалі не сквашував молоко. Досліджені штами розрізнялись за рівнем граничної кислотності, яка коливалась у широких межах від 52 до 196 °Т. Найвищу межу граничної кислотності спостерігали для №1-10-1 та несподівано у штаму з низькою молокозсідальною активністю №2-9. Лише 2 штами Х6-11і №4-2 утворювали газ при ферментації глюкози, що свідчить про гетероферментативний тип молочнокислого бродіння. Пшеничний крохмаль активно гідролізував лише 1 штам, тоді як картопляний – 4, а штам №1-10-1 взагалі не проявив амілолітичної активності.

На основі найактивніших штамів було скомпоновано 6 композицій.

Проведено дослідження їх розвитку у пшеничному і житньому борошні (рис. 1) Як видно із даних рисунку композиції Д 1 і Д 3 показали хороший ріст під час визрівання тіста з пшеничного борошна. Зокрема, вони значно швидше адаптувались до борошна, про що свідчить коротка лаг-фаза, і досягали максимальної кількості клітин на 24 год швидше ніж у контролі.

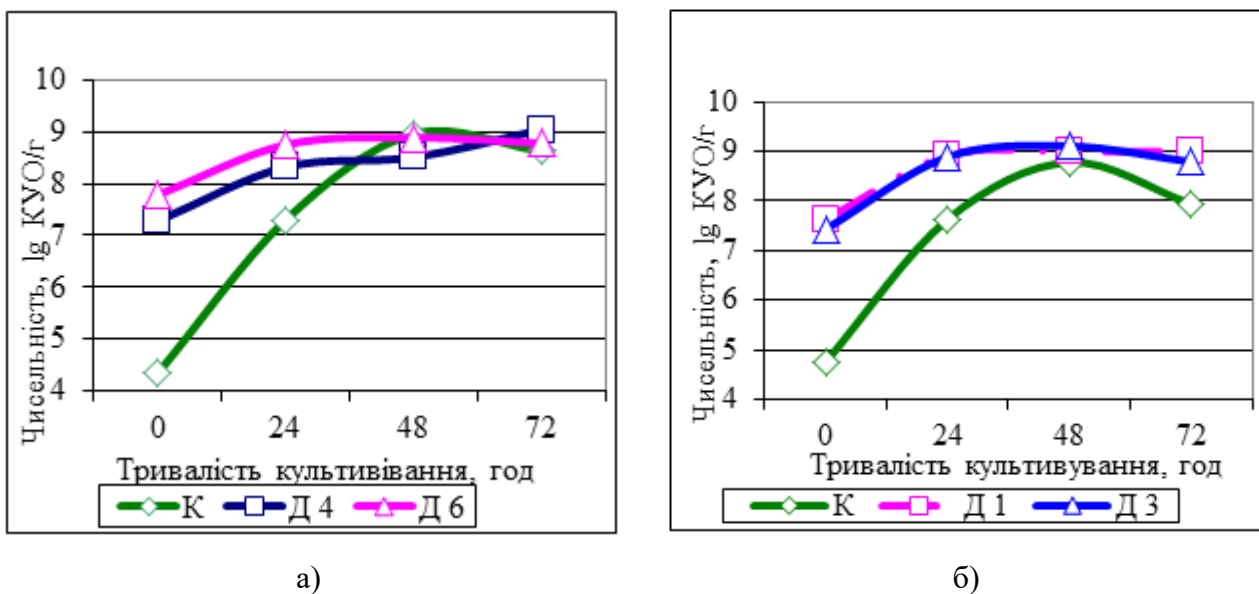


Рисунок 1 - Динаміка розвитку композицій на основі лактобацил у житньому (а) і пшеничному борошні (б).

Що стосується житнього борошна, то динаміка нагромадження клітин бактерій із композиції Д 6 та композиції Д 4 практично не розрізнялась. Розбіжність у кількості клітин, які спостерігали упродовж дослідження, ймовірно, є наслідком меншої кількості клітин у інокуляті останньої композиції.

Відібрані композиції також показали високу антагоністичну активність до технічно шкідливої мікробіоти: золотистого стафілококу, кишкової палички, спороутворювальних бацил, протею, псевдомонасів і ерсиній. При цьому композиції Д 3 і Д 6 були більш активними порівняно з композиціями Д 1 і Д 4.

Висновок. Запропоновані композиції забезпечують необхідний перебіг ферментації житнього і пшеничного борошна, а також забезпечують належний рівень безпеки і таким чином є перспективними для промислового застосування.

Література.

1. Кусова И.У. Закваски при производства ржаного хлеба. *Кондитерское хлебопекарское производство*. 2009. № 9. С. 24-26
2. Дробот В.І. Довідник з технології хлібопекарського виробництва: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. К.: Руслана. 1998. 416 с.
3. Rollan G., Geres C., Dallagnol A., Torino M., Font G. Update in bread fermentation by lactic acid bacteria. *Current research, technology and education, topics in applied microbiology and microbial biotechnology*. 2010. 8. P.1168- 1174.

УДК 636.4.32

Васильєва О.О., к.т.н., доцент

Київський національний торговельно-економічний університет (КНТЕУ), м. Київ, Україна

ІННОВАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ТОПІНГІВ ПІДВИЩЕНІЙ БІОЛОГІЧНІЙ ЦІННІСТЮ

Асортимент плодово-ягідних топінгів, що виготовляються харчовою промисловістю та закладами ресторанного господарства, досить широкий, як і їх призначення, склад, технологія виготовлення (1). За тривалістю зберігання солодкі фруктові топінги поділяють на соуси промислового виробництва з тривалим зберіганням – зберігання більше 30 діб та виготовленні закладами ресторанного господарства з обмеженим терміном зберіганням.

У закладах ресторанного бізнесу виготовляють фруктові, ягідні, молочні, комбіновані топінги – вершковий, шоколадний, полуничний, журавлинний, малиновий, вишневий, чорносмородиновий, абрикосовий та яблучний. До складу топінгів промислового виробництва додають консерванти, використовують теплову стерилізацію, тому вони мають подовжений термін зберігання, що негативно впливає на біологічну цінність готового продукту (2). Ринок плодово-ягідних топінгів за останні кілька років розширився, але аналіз літературних джерел свідчить, що він залишається досить незначним. Вимоги сучасного споживача щодо продуктів харчування, кординально змінились - він потребує не лише привабливу але й здорову їжу, тому науковцями розроблено нові види фруктових топінгів.

Науковцями Київського національного торговельно-економічного університету розроблено функціональні топінги, рецептурний склад яких включає фруктовий компонент, цукор, модифікований крохмаль, стабілізатор, воду та функціональні наповнювачі-композиції «Вечірнє відновлення» або «Денна енергія» (3,4).

Фруктові десерти з хурми «Вітамінний» та «Вівсяночка» містять підвищений вміст макро- та мікро елементів, вітамінів, харчових волокон. Технологія соусів розроблена науковцями КНТЕУ - соуси «Лимонний» та «Лимонний-1» в якості харчової добавки включають пектинові композиції, які позиціонується як продукти для профілактичного харчування. Науковцями Одеської національної академії харчових технологій розроблено технологію соусів-дресінків з використанням журавлини, соку кропу та петрушки, пюре яблука, журавлину, брусницю, абрикоси, чорну смородину, сливу або вишню.

Висновки. Таким чином аналіз існуючих наукових вітчизняних та закордонних літературних джерел свідчить, що серед пріоритетних завдань, які ставлять перед собою науковці, слід виділити розробку нових технологій з використання режимів обробки сировини для максимального збереження її нативних властивостей; комбінаторики різноманітної сировини, введення до складу топінків інгредієнтів, які формують задані властивості готовому продукту.

Література

1. Збірник рецептур, страв та кулінарних виробів для підприємств громадського харчування. Текст / укл. Я.Кавторєва. – Х.: Фактор, 2009. – 928 с.
2. Топпинги от SWEET MADAM / ООО Шафран Элит. – Режим доступу: <http://sweet-madam.ua/>
3. Пат. на корисну модель 39104 Україна, МПК А 23 L 1/6 (2009). Функціональний топінг (солодкий соус) «Вечірнє відновлення» для харчування спортсменів / Рябова О.О., Притульська Н.В., Савицька О.В., Бондаренко Є.В., - № u200808718
4. Пат. на корисну модель 39104 Україна, МПК А 23 L 1/6 (2009). Функціональний топінг (солодкий соус) «Денна енергія» для харчування спортсменів / Рябова О.О., Притульська Н.В., Савицька О.В., Бондаренко Є.В., - № u200808717

УДК536.423+532.528

Dubovkina Iryna, D.T.Sc.

Institute of Engineering Thermophysics of National Academy of Sciences of Ukraine (IET HASU), Kyiv, Ukraine

MODELLING OF THE HYDRODYNAMIC CONDITIONS DURING LIQUID SYSTEM PROCESSING BY ALTERNATING IMPULSES OF PRESSURE

Introduction. There are many methods and processes of water treatment to obtain water and water solutions with required physical and chemical parameters and properties which have need of the food production. They are counting: emitting treatment (ultraviolet, ionizing, infrared), the acoustic treatment, cavitations processing, the electromagnetic pulse effect of the low-frequency field, hydrodynamic effects. To optimize the mode of the hydrodynamic processing it is indispensable to characterize the level of power influence on the liquid mediums and solutions for requisite conversion which can provide predictable physical and chemical parameters.

The purpose of this investigation is to research the influence of the application of alternating impulses of pressure during treatment of liquid solutions by the modelling methods.

Materials and methods. The visualization and volume parametric imitation, numerical simulation, modelling methods, math modelling methods were employed for the explanation of the conditions at the working volume of the rotary pulsed apparatus throughout the liquid treatment. For the preference of numerical model of fluid flow in the «rotor-stator-rotor» system of the rotary pulsed apparatus, it was suggested that the current in the prevailing case is two-dimensional. To consider the dynamics complexity, the horizontal section of the working parts of the rotary pulsed apparatus, perpendicular to the axis of the «rotor-stator-rotor» system, was chosen. This section has slits on the surfaces of the first rotor, stator and second rotor. Also this section consists of the left and right parts of the rotors. In the calculation it was considered that the flow regime of the liquid in the RPA is turbulent, so for this case RNG k- ϵ model of turbulence was selected. Experimental investigations of liquid samples were carried out with using potentiometry laboratory methods.

Results and discussion. It is established that the local values of pressure in the sector of input of water and water systems and the output of the water systems from the gaps show a discrepancy: at the external surface of the internal rotor from $-50 \cdot 10^3$ to $+300 \cdot 10^3$ Pa; at the external stator surface from $-150 \cdot 10^3$ to $+100 \cdot 10^3$ Pa; at the interior stator surface from $+40 \cdot 10^3$ to $-120 \cdot 10^3$ Pa; at the interior surface of the external rotor from $+100 \cdot 10^3$ to $-100 \cdot 10^3$ Pa. Throughout the last values cavitation and adiabatic boiling can be in attendance. All over the water and water solutions treatment and throughout the processes of assimilation liquid associated components in the conditions of hydrodynamic fluctuation as alternating impulses of pressure differentiated the changing of pressure: $\Delta P = 350 \cdot 10^3$ Pa near an external surface of an internal spinning rotor; $\Delta P = 250 \cdot 10^3$ Pa near an external stator surface; $\Delta P = 160 \cdot 10^3$ Pa near an internal stator surface; $\Delta P = 200 \cdot 10^3$ Pa near an internal surface of an external spinning rotor.

By the results of the investigation of the calculations achieved, it was found that the reducing of the clearance between the external and internal rotors and the stator leads to an increase in the depth of the negative impulse of pressure. As a result of the modelling it was determined that the most important values of speeds of shift of a stream appear in rotary pulsed apparatus with coaxial clearances between first rotors, stator and second rotor 0,1mm. The mass transfer intensification, in turn, affects the speed of the process of hydration, structuring and association of the polar liquids as alcohols and water.

Conclusions. All over the computation was found the values of pressure changing in working chamber of rotary pulsed apparatus involving coaxial cylinders «rotor-stator-rotor» systems. These give us the opportunity to obtain the liquids with required physical and chemical properties and parameters by the no reagent influence. The submission of alternating impulses of pressure during treatment of liquid solutions can influence on the physical and chemical parameters of the liquid systems by the hydrodynamic power.

УДК661.72

Мирончук В.Г.¹, д.т.н., Ободович О.М.,² д.т.н., Сидоренко В.В.,² к.т.н.¹ – Національний університет харчових технологій (НУХТ), м. Київ, Україна² – Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ, Україна

ВПЛИВ КІЛЬКОСТІ ЦИКЛІВ ОБРОБКИ В РОТОРНО- ПУЛЬСАЦІЙНОМУ АПАРАТІ НА ДИСПЕРСНІСТЬ ЧАСТОК РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ

Диспергована рослинна біомаса широко використовується у різних сферах, зокрема для виробництва біоетанолу в харчовій промисловості [1].

Механічне подрібнення рослинної сировини руйнує кристалічну структуру целюлози, збільшує поверхню, доступну целюлолітичним ферментам і, як наслідок, призводить до значного зростання реакційної здатності рослинної сировини. Тонке подрібнення соломи дозволяє підвищити вихід редуруючих речовин при її гідролізі [2].

Попереднє подрібнення сухої рослинної сировини відбувається в дві основні фази: грубий помел (соломорізки тощо), тонке диспергування (дезінтегратори тощо) [3].

Подальше диспергування часток рослинної сировини у водному розчині під час її підготовки до гідролізу відбувалось на експериментальній установці з роторно-пульсаційним апаратом в режимі рециркуляції.

Метою роботи є визначення впливу кількості циклів обробки на дисперсність рослинної сировини.

В якості вихідної сировини було вибрано солому пшениці та стебла кукурудзи, оброблені в дезінтеграторі до часток розмірами не більше 1000 мкм. Гранулометричний склад сировини після обробки в дезінтеграторі наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 - Гранулометричний склад соломи пшениці та стебел кукурудзи (% мас.) після подрібнення в дезінтеграторі.

Вид сировини	Розмір часток, мкм					
	>80	80...125	125	200	200...300	<400
солома пшениці	2	4	5	8	10	69
стебла кукурудзи	1	3	4	6	11	75

Отриману масу змішували з водою у співвідношенні 1:10 та обробляли в роторно-пульсаційному апараті протягом від 1 до 50 циклів при змінній частоті пульсацій (1,3,5 кГц).

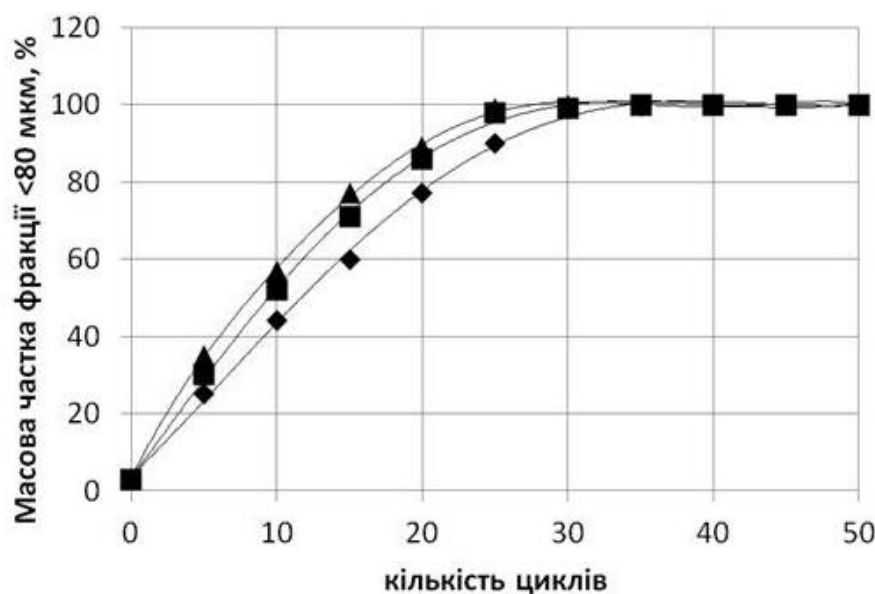


Рисунок 1 - Залежність вмісту масової частки фракції маси пшеничної соломи менше 80 мкм від кількості циклів обробки та частоти пульсацій потоку ♦ – 1кГц; ■ – 3кГц; ▲ – 5 кГц.

При обробці водної дисперсії соломи пшениці в роторно-пульсаційному апараті з частотою пульсацій 1 кГц для досягнення розміру 100% часток менше за 80 мкм необхідно 42 цикли. При збільшенні частоти пульсацій від 1 до 3 кГц кількість циклів зменшується до 30 (тобто $\approx 30\%$). При зміні частоти пульсацій від 1 до 5 кГц кількість циклів знижується до 27 (тобто $\approx 35\%$).

Збільшення частоти пульсацій потоку від 3 до 5 кГц пов'язане з додатковими енергозатратами та практично не впливає на кількість циклів обробки. Зважаючи на це подальші дослідження проводили при частоті пульсацій потоку суміші 3 кГц.

Залежність вмісту масової частки фракції часток маси стебел кукурудзи менше 80 мкм від кількості циклів обробки та частоти пульсацій потоку аналогічна пшеничній солоні.

Висновки. Доведено, що при диспергуванні водної дисперсії рослинної сировини, досягнення 100% вмісту частинок, менших за 80 мкм без додаткових енерговитрат треба 30 циклів обробки за частоти пульсацій 3 кГц.

Література

1. Seung Gon Wi, In Seong Choi, Kyoung Hyoun Kim, Ho Myeong Kim, and Hyeun-Jong Bae Bioethanol production from rice straw by popping pretreatment/ Biotechnol Biofuels. 2013; 6: 166.
2. Нуртдинов Р.М., Валеева Р.Т., Мухачев С.Г., Харина М.В. Предварительная обработка растительного сырья и отходов сельскохозяйственного производства с целью повышения выхода редуцирующих веществ. Вестник Казанского технологического университета. № 9. – 2011. – С. 264-267.
3. Claire Mayer-Laigle, Karine Rajaonarivony, Nicolas Blanc, Xavier Rouau. Comminution of Dry Ligno-cellulosic Biomass: Part II. Technologies, Improvement of Milling Performances, and Security Issues. Bioengineering, MDPI, 2018, 5 (3)

УДК 664

Ободович О.М., д.т.н.¹, **Булій Ю.В.,** к.т.н.², **Сидоренко В.В.,** к.т.н.¹.

1- *Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ, Україна*

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

ДИСКРЕТНО-ІМПУЛЬСНЕ ВВЕДЕННЯ ЕНЕРГІЇ (ДІВЕ) – ІННОВАЦІЙНИЙ ШЛЯХ РОЗВИТКУ РЕСУРСО- ТА ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВOSTІ

Інтенсифікація технологічних процесів без підвищення енергетичних витрат залишається пріоритетним завданням для інженерів, технологів і прикладної науки. Мірою ефективності більшості технологічних процесів, пов'язаних з переробкою сировини в харчовій промисловості, є ступінь основного фізичного впливу, результатом якого є перетворення вихідної сировини в кінцевий продукт. У свою чергу ефективність цього впливу визначається величиною витраченої енергії. До основних процесів в харчових технологіях можна віднести перемішування, гомогенізацію, диспергування, емульгування, нагрівання.

До методів, що дозволяє успішно вирішувати задачу інтенсифікації цих процесів можна віднести метод дискретно - імпульсного введення енергії (ДІВЕ), розроблений в Інституті технічної теплофізики НАН України. Ідея ДІВЕ полягає в тому, щоб попередньо стаціонарно введену і довільним чином розподілену в робочому обсязі енергію акумулювати (сконцентрувати) в локальних дискретних точках системи і надалі імпульсно реалізувати для досягнення необхідних теплофізичних ефектів.

Застосування принципу ДІВЕ, як методу, який інтенсифікує тепломасообмінні і

гідродинамічні процеси в гетерогенних системах, можливе шляхом реалізації ефектів або, як правило, комплексу ефектів: скидання/нагнітання тиску над рідким середовищем, адіабатного закипання, гідродинамічного удару, ударної хвилі, тиску або розрядження, зсувних напружень, локальної турбулентності і кавітації.

Метод ДІВЕ реалізується в декількох видах обладнання, найпоширенішим з яких є роторно-пульсаційний апарат (РПА), що зазвичай складається з розташованих в корпусі співвісних статора (-рів), та ротора (-рів) у формі обичайок з прорізними в них наскрізними отворами прямокутної форми [1].

Прикладами ефективності методу ДІВЕ у вирішенні завдань інтенсифікації тепломасообміну в харчовій промисловості є: технологія приготування суслу спиртового виробництва [2]. Застосування РПА дозволило знизити загальні енерговитрати на 30%; скоротити тривалість процесу в 2; зменшити втрати зброджених речовин від 8...10% до 2...4%; збільшити вихід спирту з одиниці сировини на 1,0...1,5%. Застосування методу ДІВЕ пов'язано з інтенсифікацією процесу отримання інвертного цукрового сиропу, гомогенізацією крохмалевмісних сумішей з метою отримання харчових емульсій, із вдосконаленням процесу активації біологічних середовищ [3-5].

Проводились дослідження з отримання концентрованих суспензій плодоовочевої та цитрусової сировини шляхом обробки в РПА [6]. У 2018 році на базі РПА виготовлено промислову аераційно-окислювальну установку, яка призначена для очищення води від заліза, марганцю, сірководню, карбон діоксиду, продуктивністю 20-40 м³/год. Перевагами цієї установки перед аналогами є зниження тривалості процесу водоочищення в 3...4 рази, зменшення енерговитрат та собівартості на 30...35%.

Висновки. Метод дискретно імпульсного введення енергії, як метод, що інтенсифікує процеси тепло- масопереносу в двох- або багатокомпонентних системах “газ-рідина”, “рідина-тверде тіло” знайшов широке застосування в різних галузях промисловості, зокрема харчовій. Застосування методу ДІВЕ дозволяє знизити енергетичні витрати на проведення процесів перемішування, гомогенізації, диспергування, емульгування, нагрівання, знизити тривалість цих процесів, зменшити кількість обладнання.

Література

1. Накорчевский А.И., Басок Б.И., Рыжкова Т.С. Гидродинамика роторно-пульсационных аппаратов. Инженерно-физический журнал. 2002. Т.75, №2. С. 58-68.
2. Ободович А.Н. Грабова Т.Л., Коба А.Р., Горячев О.А. Совершенствование технологии приготовления суслу из крахмалосодержащего сырья в спиртовом производстве с применением метода дискретно-импульсного ввода энергии. Промышленная теплотехника. 2007. Т. 29, № 4. С. 59-63.
3. Ободович А.Н., Хибина М.А., Боряк Л.А., Ободович А.А., Тесля А.И. Интенсификация производства глюкозно-фруктозных сиропов за счет механохимической деструкции. Промышленная теплотехника. 2006. Т. 28, № 3. С. 44-49.
4. Ободович А.Н. Исследование процессов гомогенизации крахмалосодержащих смесей в технологиях пищевой промышленности и общественного питания с применением метода дискретно-импульсного ввода энергии (ДИВЭ). Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2008. № 4/5 (35). С. 45-51.
5. Ободович А.Н., Чайка А.Н., Недбайло А.Н., Лымарь А.Ю. Дискретно-импульсный ввод энергии для интенсификации биотехнологических процессов в спиртовом и хлебопекарном производстве. Биотехнология. 2011. Т.4, № 2. С. 70-72.
6. Ободович А.Н. Разработка энерго- и ресурсосберегающей технологии приготовления полуфабрикатов из плодоовощного и цитрусового сырья с применением метода дискретно-импульсного ввода энергии (ДИВЭ). Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2008. № 3/4 (33). С. 47 - 50.

УДК 663.8

Олійник С.І., к.т.н., доцент, **Острик О.М.**, аспірант, **Петросян С.А.**, магістрант
Національний університет харчових технологій (НУХТ), м. Київ, Україна

ЦУКОР ТА СТІЙКІСТЬ ЛІКЕРО-ГОРІЛЧАНОЇ ПРОДУКЦІЇ

Цукор білий є важливим інгредієнтом у лікєро-горілчаній галузі харчової індустрії. На сьогодні цукор білий виготовляють згідно з ДСТУ 4623/ГОСТ 31361:2006 «Цукор білий. Технічні умови» чотирьох категорій. У виробництві лікєро-горілчаної продукції цукор займає одну з найбільших масових часток. Цукор білий, присутній в рецептурах більшості горілок та горілок особливих, які виготовляються на українських підприємствах. У лікєро-горілчаних напоях цукор білий присутній у вигляді цукрового сиропу. Цукор білий та цукровий сироп надають готовому продукту солодкість, крім того сприяє округленню і пом'якшенню смаку горілок та горілок особливих.

Під час виробництва горілок та горілок особливих цукор білий використовується у вигляді водного або водно-спиртового розчину. Відомо, що цукор білий може мати домішки, які є нерозчинними в спирті етиловому ректифікованому [1]. Такі домішки, можуть утворюватись під час кристалізації, здатні до проникнення у внутрішні шари кристалів цукру зольних, барвних та інших елементів. Цукор інтенсивно адсорбує продукти карамелізації сахарози, які значно впливають на його кольоровість [2]. Тому проблема застосування цукру білого, який має в своєму складі спиртонерозчинні домішки, є актуальною під час виробництва алкогольних напоїв.

Під час досліджень встановлювали прогнозовану стійкість модельних розчинів згідно з ДСТУ 7397:2013 «Горілки, горілки особливі, напої лікєро-горілчані. Метод визначання прогнозованої стійкості під час зберігання». Каламутність зразків визначали методом турбідиметрії в одиницях каламутності за формазином (ЕМФ).

Дослідження показали, що при змішуванні вихідних водних розчинів цукру різних категорій з водно-спиртовим розчином у різних концентраціях, деякі водно-спиртові розчини виявляють сильну колоїдну опалесценцію з наступним утворенням осадів. Наявність колоїдних домішок цукру негативно позначається на якості готового продукту. Зокрема спостерігається утворення пластівчастого осаду під час приготування та зберігання горілок та горілок особливих, що призводить до бракування великих об'ємів готової продукції.

Проведеними дослідженнями встановлено, що зразки цукру білого першої категорії майже не утворювали колоїдних домішок під час змішування вихідних сиропів із вихідним водно-спиртовим розчином, для цукру другої та третьої категорій давали опалесценцію від слабкої до сильної. Різке збільшення каламутності у зразках свідчило або про осадження спиртонерозчинних домішок, або про початок кристалізації сахарози, яка є також погано розчинною у спирті етиловому ректифікованому.

Висновки. Необхідно проводити тестування зразків цукру білого та модельних напоїв для встановлення наявності домішок, нерозчинних у водно-спиртових сумішах для запобігання утворення різних помутнень та осадів, що є неприпустимими у лікєро-горілчаній продукції.

Література

1. Скорик К.Д. Якість цукру: вимоги, контроль, менеджмент: навч. посібник, К.: «Сталь», 2009, 99 с.
2. Н.И. Липская. Качество сахара и пути его повышения(рекомендации) / Липская Н.И., Турбан Т.И., Минск: Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию», 2008, 78 с.

УДК 663.8**Олійник С.І.**, к.т.н., доцент, **Самченко І.О.**, аспірант*Національний університет харчових технологій (НУХТ), м. Київ, Україна***ОБРОБЛЕННЯ СОРТІВКИ У ВИРОБНИЦТВІ ГОРІЛОК**

Протягом усього часу виробництва горілок, виробники завжди боролися за якість готової продукції та застосовували різні методи обробки та очищення у технологічному процесі. Методи очищення водно-спиртових сумішей шляхом фільтрування при виробництві горілок переходили від одного покоління до іншого, при цьому використовували різні матеріали. Так спирт етиловий ректифікований фільтрували крізь мармур, різні види дрібного піску, сукно та фетр, очищали золою різних видів дерев, через активне вугілля [1].

На сьогоднішній час виробництва горілок відповідно до Виробничого технологічного регламенту обов'язково використовують для очищення сортівки динамічний спосіб, який полягає у очищенні у вугільно-очисній батареї послідовним обробленням крізь шар активного вугілля у вугільній колоні та пісочні фільтри кінцевого фільтрування [1].

Оброблення сприяє більш повній гідратації спирту, зміні якісного та кількісного складу естерів з покращанням дегустаційних властивостей сортівки за рахунок адсорбції деяких органічних домішок, які не були видалені під час ректифікації етилового спирту та на стадії підготовки води, а також за рахунок та інших сполук.

Для інтенсифікації адсорбційних та окисно-відновних процесів, що позитивно впливають на якість сортівки використовували тонкодисперговане срібло, платину та золото. Срібло для імпрегування активного вугілля використовували для покращення адсорбційних і каталітичних властивостей з інтенсифікацією оброблення у декілька разів.

Проведено дослідження очищення сортівки із застосуванням природного матеріалу модифікованого з використанням наносрібла. Природний матеріал має високу механічну міцність - понад 98%, низьку зольність - менше 2 %, незначну каталітичну активність.

Технологія передбачає попереднє фільтрування води через фільтрувальний матеріал, очищення за допомогою активного вугілля, пом'якшення, демінералізацію і кондиціонування за перманганатною окислюваністю – менше 1,0 мг O_2 /дм³, за масовою концентрацією заліза – менше 0,02 мг/дм³, силікатів – менше 5,0 мг/дм³, сульфатів – менше 50 мг/дм³, гідрокарбонатів – менше 120 мг/дм³, хлоридів – менше 40 мг/дм³.

Водно-спиртову суміш обробляли наномодифікованим шунгітом. Шунгіт складається із шунгітового вуглецю та силікатів, яких за масою кремнезему становить 80%. Шунгітовий вуглець має аморфну структуру та характеризується високою реакційною здатністю та хімічною стійкістю, високими сорбційними та каталітичними властивостями.

Шунгіт є природним мінералом з поліфункціональними сорбційними властивостями, завдяки яким є змога видалення різного спектру речовин органічного та неорганічного характеру.

Позитивними властивостями шунгіту, як сорбційного матеріалу, є його висока технологічність, механічна міцність і швидкість адсорбції, низький напірний опір та незначна стиранисть.

Наномодифікування шунгіту дає змогу збільшити сумарний об'єм пор на 20 – 25 %, при цьому збільшується адсорбційна активність йодним показником на 25 – 30 %, лужністю водного настою до 35 %, що сприяє більш тривалому циклу застосування у 1,3 – 1,4 рази, вищій дегустаційній оцінці на 0,1 – 0,15 бали.

Висновки. Застосовані технологічні обробки сприяють вищій технологічності процесу та покращенню якості горілкової продукції.

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.

УДК 663.551.5:663.43

Кузьмін О.В., к.т.н.

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

РЕСУРСООЩАДНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВІСКІ

Вступ. На сьогодні увагу фахівців лікєро-горілочного виробництва найчастіше привертають технології, що сприяють поліпшенню цілого ряду функціональних властивостей продукту, або параметрів процесу. При цьому проблеми технології розглядаються, як правило, у комплексі із технічними, організаційно-економічними та іншими питаннями [1].

Віскі в Україні виготовляють за коньячною технологією з витримкою в обвуглених всередині дубових бочках (ємностях з обвугленою дубовою клепкою) зернового дистиляту – спирту харчового питного етилового дистильованого (спирту-сирцю), отриманого шляхом дистиляції, що виготовляють із зернової сировини/зернових культур, міцністю до 70 % об. У результаті витримки та подальшого купажування отримують віскі міцністю від 35 до 45 % об. з характерним ароматом.

Актуальність теми. В основу ресурсощадних технологій покладено задачу створення способу виробництва віскі при застосуванні піролізованої деревини дуба для прискорення процесу дозрівання зернового дистиляту, зменшення енергоємності процесу підготовки деревини та зниження собівартості готової продукції.

Матеріали і методи. Технологічна тріска з деревини дуба за розміром фракцій $(6 \times 12 \times 3) \cdot 10^{-3}$ м. Оптимізація технологічних процесів – за методом Бокса-Уїлсона.

Результати. Отримання піролізованої дубової тріски, адаптованої до технології віскі, відбувається завдяки варіюванню температури піролізу – від 573 К до 773 К (t , °С – 300...500), тривалості піролізу – від $6,83 \cdot 60^2$ с до $13,17 \cdot 60^2$ с, масової частки вологи тріски – від 35 до 65 %. Встановлено, що найбільш прийнятною для технології віскі є піролізована дубова тріска розміром більше $5,0 \cdot 10^{-3}$ м зі збільшеною часткою непіролізованої деревини, яка досягає до 72,9 % від загальної частки отриманого піролізату, що отримують при зменшеній температурі піролізу 573 К (t , °С – 300), зменшеній тривалості піролізу до $6,83 \cdot 60^2$ с, збільшеній масовій частці вологи тріски до 65 %. Підвищення температури піролізу до 773 К (t , °С – 500) та тривалості піролізу до $13,17 \cdot 60^2$ с при зменшенні масової частки вологи тріски до 35 % призводить до отримання масової частки непіролізованої тріски розміром менше $5,0 \cdot 10^{-3}$ м до 41,9 % та піролізованої тріски середніх розмірів $(5,0 \dots 3,6) \cdot 10^{-3}$ м, що є перспективним для виробництва активного вугілля для лікєро-горілочного виробництва.

Для технології віскі проведено оптимізацію процесу витримки спирту з піролізованою дубовою тріскою. В результаті досліджень встановлено, що збільшення терміну витримки зернового дистиляту із піролізованою дубовою тріскою 6...12 місяців та одночасне збільшення масового співвідношення піролізованої дубової тріски до дубової тріски 0,2:1,0...5,0:1,0 г/г та масової частки технологічної тріски у зерновому дистиляті 0,1...10,0 г/дм³ призводять до інтенсифікації процесу витримки спирту та впливає на швидкість окисно-відновних реакцій з утворенням летких компонентів у спирті та екстракцією нелетких компонентів із піролізованої частини деревини.

Інтенсифікація окисно-відновних реакцій в спирті та утворення летких компонентів відбувається за наявності в структурі порового простору піролізованої деревини кисню, що призводить до окиснення етанолу до оцтового альдегіду зі збільшенням масової концентрації альдегідів на 109 %. Завдяки цьому надлишкова частка оцтового альдегіду окиснюється до оцтової кислоти та збільшує масову концентрацію летких кислот на 35 %. Взаємодія спирту з надлишковою часткою оцтової кислоти призводить до утворення оцтово-етилового естеру (етилацетату) та збільшення масової концентрації середніх естерів на 57 %.

В процесі витримки спирту відбувається просочення піролізованої частки деревини спиртом під дією капілярних сил та інтенсивний перехід нелетких компонентів із непіролізованої частки деревини дуба до спирту, з подальшим збільшенням масової

концентрації екстрактивними речовинами на 75 %.

Висновки. Розроблення ресурсощадної технології підготовки піролізованої деревини дуба, яка адаптована для виробництва віскі, з подальшим використанням продуктів переробки дубової тріски, піролізом, обробкою водними розчинами, сушінням, фракціонуванням, що дозволяє інтенсифікувати процес витримки спирту з піролізованою дубовою тріскою та впливає на якість віскі.

Література

1. Богомол, А., Кузьмін, О. (2018). Використання деревинних відходів у винно-кон'ячному виробництві. Сучасні тенденції розвитку харчових технологій в умовах європейської інтеграції: Всеукр. наук.-практ. конф. студ., асп. та молод. учен., 16 травн. 2018 р., м. Київ, 16-17.

УДК 663.551

Кириленко Р.Г., к.т.н., **Булій Ю.В.**, к.т.н., **Марущак Г.Р.**, аспірант, **Мартинів В.О.**, магістрант

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

ОБГРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ РОБОТИ РОЗГІННОЇ КОЛОНИ

Вступ. Харчова промисловість України відрізняється виключно високою енергоємністю при досить низькому рівні корисного використання паливно-енергетичних ресурсів. У суспільному виробництві України харчова промисловість має великий резерв енергозбереження, однак активна енергозберігаюча політика гальмується значною мірою відсутністю відповідних технологій та устаткування.

Актуальність. Одним із основних споживачів сировинних і енергетичних ресурсів в Агропромисловому комплексі України є спиртова промисловість. Виробництво ректифікованого спирту в останні роки потребує удосконалення процесу брагоректифікації — одного з найбільших ресурсо- та енергоємних в спиртовому виробництві.

Поряд з енергозбереженням актуальною задачею є удосконалення і широке впровадження технологій, що передбачають більш глибоку і комплексну переробку сировини, скорочення її втрат з відходами виробництва. Впровадження ресурсозберігаючих технологій дозволяє знизити не тільки матеріалоємність суспільного виробництва, але і зменшити витрати енергії на одиницю товарної продукції [1, 2].

При роботі всіх спиртових заводів України втрачається біля 1,8 млн дал етилового спирту, для виробництва якого витрачається більше 50000 тонн зерна. Для вилучення етанолу з головної фракції етилового спирту в умовах спиртових заводів в НУХТ під керівництвом професора П.С. Циганкова розроблено технологію, яка передбачає включення у систему БРУ додаткової розгінної колони [3].

Схема включення розгінної колони в систему БРУ потребує врахування багатьох факторів і в першу чергу походження і якісний склад переробної сировини.

Теоретичною основою для виділення етилового спирту з спиртовмісних відходів є правильне уявлення про виділення різних домішок спирту у процесі ректифікації, їх летючості в багатокомпонентній системі, а також зонах оптимального накопичення ключових домішок з метою виводу мінімальної кількості побічних фракцій.

Матеріали та методи. Для вивчення руху домішок спирту і знаходження зон їх максимального накопичення по висоті розгінної колони і в контрольних точках були встановлені пробовідбірні крани.

Характеристика роботи розгінної колони є кратність витягу концентрування домішок, а також якість отриманого спирту.

Результати та обговорення. Кратність витягу домішок в розгінній колоні при постійному числі тарілок залежить від співвідношення рідинного і парового потоків L/G і концентрації етилового спирту по тарілках колони.

Проведені дослідження показали, що оптимальні витрати гріючої пари на процес розгонки головної фракції, отримані при ректифікації мелясних бражок складають 20...25 кг/кг абсолютного алкоголю.

На рис. 1 приведено розподіл домішок спирту по висоті розгінної колони при витратах пари 20 кг/дал і $L/G = 7,5$.

З приведених даних бачимо, що всі домішки, окрім метилового спирту, в умовах глибокої гідроселекції маю ясно виражений головний характер. Хоча деяка кількість метилового спирту і виводиться з п концентратом головної фракції, однак основна його маса потрапляє до кубу розгінної колони і потім у готовий продукт. Це необхідно враховувати при отриманні етилового спирту з головної фракції, отриманої при ректифікації зерно-картопляних бражок, які багаті на метиловий спирт.

За відсутності гідроселекції зростає концентрація етанолу по тарілках розгінної колони, що створює сприятливі умови для виділення і концентрування метанолу. Однак, звільнення спирту від головних і особливо проміжних домішок при цьому затрудняється і спричиняє підвищення витрати гріючої пари і зниження якості спирту-ректифікату.

Встановлено, що раціональною є робота розгінної колони в режимі помірної гідроселекції, при якій ключові домішки спирту, в тому числі і метанол, зберігають головний характер.

Коефіцієнт ректифікації метанолу — K інтенсивно зростає при збільшенні концентрації етилового спирту в розчині до 60 мол. %, після чого практично залишається без змін. Отже, подача води на гідроселекцію повинна забезпечувати міцність етанолу по тарілках розгінної колони не нижче 60 мол. %.

Оптимальні витрати гріючої пари на розгонку ГФ спиртових заводів, які переробляють мелясу, складають 2,0...2,56 кг/кг а.а. Було досліджено можливість ефективної роботи розгінної колони в системі БРУ спиртових заводів, які переробляють крохмалевмісну сировину при тих же витратах пари, але із застосуванням помірної гідроселекції.

На рис. 2 наведено графік що показує положення робочих ліній при концентрації спирту по всій висоті колони — 60 мол. % при цьому $L/G = 1,89$, витрати вди на гідроселекцію складають 1,34 кг/кг а.а. Точка *Б* визначає концентрацію спирту в кубі колони при закритому обігріві (47 мол. %), точка *С* — при відкритому обігріві (23 мол. %).

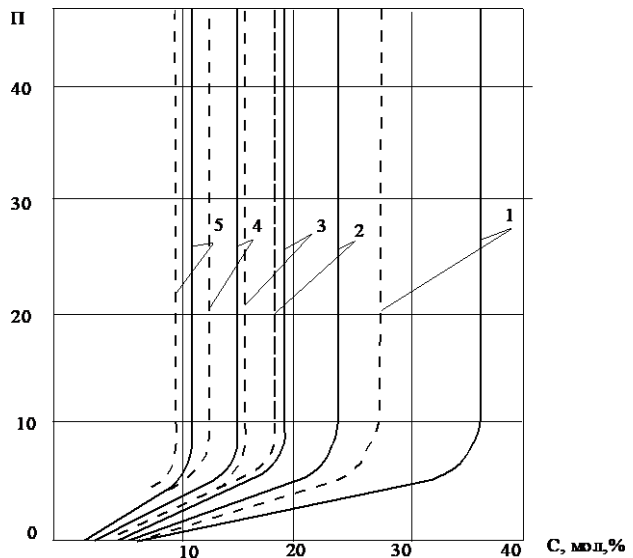


Рисунок 1 - Розподіл концентрацій етилового спирту по висоті розгінної колони при витраті гріючої пари:

————— 20 кг/кг а.а. та
----- 25 кг/кг а.а.

Витрати води на гідроселекцію (кг/кг а.а.)

1 – 5,7; 2 – 11,7; 3 – 13,4; 4 – 20,5; 5 – 26,0

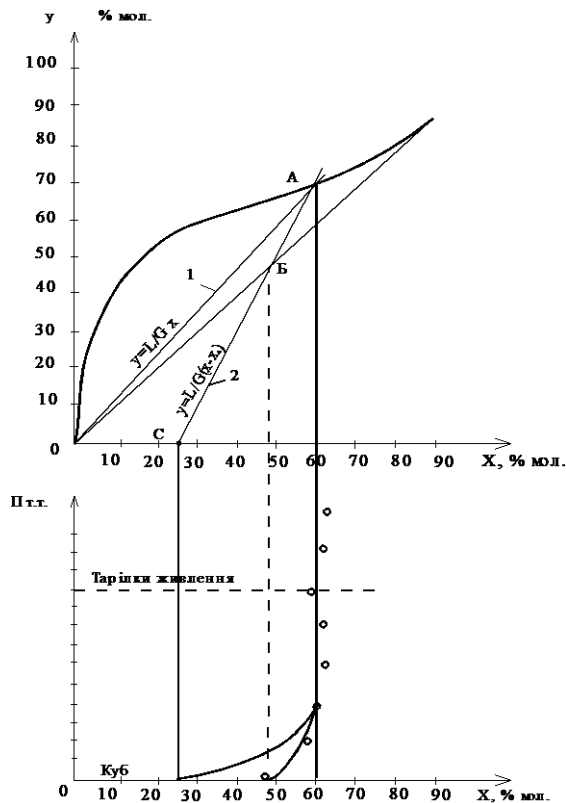


Рисунок 2 - До розрахунку колони для виділення спирту з головної фракції з підвищеним вмістом метанолу.

1 – робоча лінія концентраційної частини; 2 – робоча лінія відгінної частини.

Розрахунки виконання на OEM показують, що для головної домішки — оцтового альдегіду (при коефіцієнті випаровування $K = 3,6$, співвідношення $L/G = 1,89$ і десяти теоретичних тарілок у відгінній частині) кратність витягу дорівнює 934, що майже в 3 рази перевищує необхідну.

Аналогічні розрахунки, проведені для метанолу показали, що для досягнення необхідної кратності його витягу при тих же умовах, необхідно мати не менше 14 теоретичних тарілок у відгінній частині колони. Дослідження проведені на Наумівському спиртовому заводі при переробці ГФ з вмістом метанолу до 3,2 % підтвердили наведені вище розрахунки і дозволили зробити наступні висновки.

Висновки. Застосування помірної гідроселекції (витрати води 1,34 кг/кг а.а.) при питомій витраті гріючої пари 2,0 кг/кг а.а. дозволяє ефективно вилучати, поряд з метанолом, і інші ключові домішки головного і проміжного характеру.

Використання помірної гідроселекції у процесі розгонки головної фракції зерно-картопляних спиртових заводів, які містять підвищену кількість метанолу, дозволяє скоротити питому витрату гріючої пари в розгінній колоні в середньому на 42 %.

При подачі води на верхню тарілку розгінної колони у кількості 1,34 кг/кг а.а., вміст етилового спирту в концентраті домішок знижується з 70...65 об. % до 53...57 об. %.

Література.

1. Технологія спирту: підруч. / В.О. Маринченко, В.А. Домарецький, П.Л. Шиян та ін.; під редакцією В.О. Маринченка. — Вінниця: Поділля-2000, 2003. — 496 с.
2. 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.
3. Шиян П.Л., Циганков П.С., Мельничук П.П. Енерго- та ресурсозберігаючі схеми брагоректифікаційних установок харчової промисловості // Наукові праці УДУХТ. — 1994. — №2. — с. 4-5.

УДК 664.641.1

Нескуба О.О., аспірант, Чепелюк О.О., к.т.н.

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

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ САТУРУВАННЯ НАПОЇВ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕЛЕКТРОХІМІЧНОЇ АКТИВАЦІЇ ВОДИ

Вступ. При виробництві газованих напоїв багато уваги приділяють підвищенню ступеня насичення води вуглекислим газом. Одним з варіантів вирішення цієї проблеми є використання електрохімічного методу оброблення води в ході сатуравання. Електрохімічна активація – технологія отримання активованих розчинів (в тому числі води) електрохімічним впливом, в результаті чого вони переходять у метастабільний стан, проявляючи при цьому підвищену реакційну здатність у різних фізико-хімічних процесах [4].

Актуальність теми. Насичення діоксидом вуглецю і збільшення біологічної стійкості напоїв з використанням електрохімічної активації води є перспективним, але малодослідженим процесом, тому це питання потребує вивчення.

Матеріали та методи. Для виявлення факторів, що впливають на насичення активованої води CO_2 , та інтенсифікації цього процесу, а також обґрунтування конструкції відповідного обладнання, проаналізована наукова, науково-технічна література і патентна документація.

Результати та обговорення. В активованій воді розчиняються органічні та неорганічні реагенти, які зазвичай розчиняються лише в концентрованих розчинах лугів і кислот, в такій воді збільшується швидкість хімічних реакцій [1]. Розглянута можливість підвищення абсорбції CO_2 водою при зміні величини водневого показника, який визначає перебіг багатьох хімічних, технологічних і біологічних процесів. З графіку залежності концентрації різних форм продуктів розкладання вугільної кислоти від рН (рисунок 1) можна побачити, що чим нижчий водневий показник, тобто чим кисліше середовище, тим вища концентрація CO_2 в розчині. Якщо попередньо провести електрохімічну активацію води і для насичення використовувати воду з низьким рН, можна досягти збільшення насичення напоїв CO_2 .

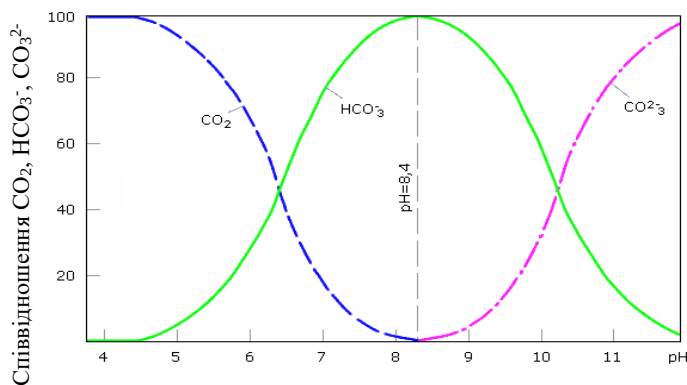


Рисунок 1 - Залежність концентрації різних форм продуктів розкладання вугільної кислоти від рН:

CO_2 – вуглекислий газ; H_2CO_3 – вугільна кислота; HCO_3^- – бікарбонат; CO_3^{2-} – карбонат

Обладнання для електрохімічної активації розчинів називають електролізерами і умовно поділяють на три типи: статичні, занурені і проточні. Більшість проточних електролізерів, які забезпечують безперервність процесу, мають подібну будову. Вони складаються з 2-х електродів (катода та анода) і діафрагми, які закріплені в корпусі взаємно нерухомо, герметично і строго коаксіально за допомогою втулок. Кожна втулка забезпечена штуцером для гідравлічного з'єднання з відповідною електродною камерою: через штуцери на анодних втулках забезпечується протікання води через анодну камеру, протікання через катодну камеру забезпечується через штуцери на катодних втулках. Недоліком цих електролізерів є наявність двох електродних камер і отримання одночасно аноліта і католіта, що не завжди необхідно. Зазвичай потрібний або аноліт, або католіт. Цього недоліку позбавлений

электроактиватор [3], конструктивні особливості якого були використані при розробленні елемента для насичення води діоксидом вуглецю.

Основним елементом установки, де відбуватиметься процес абсорбції газу, є електрохімічний проточний модуль (рисунок 2). Він складається з зовнішнього електрода 1, виконаного зі сталі, стійкої до електрохімічної корозії, у внутрішній порожнині якого встановлена напівпроникна діафрагма 2 з мікропористої пластмаси. Діафрагма 2 відокремлює від зовнішнього електрода 1 внутрішній електрод 3, який є перфорованою титановою трубою. Підведення води та діоксиду вуглецю здійснюється відповідно через патрубки 4 і 7, а відведення готового продукту – через патрубок 5. На внутрішній поверхні перфорованого електрода 3 встановлена напівпроникна мембрана 6, проходячи через яку діоксид вуглецю насичуватиме рідину у міжелектродному контурі. Для збільшення розчинності діоксиду вуглецю необхідно знизити водневий показник рН, тобто отримати аноліт – воду, що має позитивно заряджений потенціал. Для цього до внутрішнього електрода (анода) підводиться позитивний потенціал від джерела постійного струму, а до зовнішнього (катода) – негативний. Електроди розділені між собою діелектричними втулками 8 і 9, які також забезпечують їхнє коаксіальне розташування.

Потік води, проходячи у міжелектродному кільцевому зазорі, отримує позитивний електричний потенціал від внутрішнього електрода і паралельно насичується діоксидом вуглецю, розчинність якого збільшуватиметься із зменшенням рН розчину.

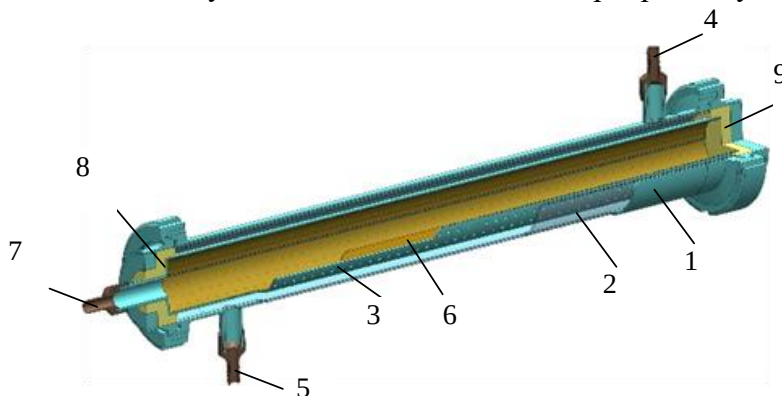


Рисунок 2 - Електрохімічний проточний модуль

На основі проведеної роботи підготовлені документи для подачі заявки для отримання патенту на корисну модель «Установка для насичення води і напоїв діоксидом вуглецю».

Висновки. Процес сатурування напоїв доцільно здійснювати одночасно з електрохімічним обробленням попередньо підготовленої (охолодженої і деаерованої) води. Підвищення ступеня насичення і біологічної стійкості може бути зумовлено збільшенням кислотності напою і, відповідно, збільшенням абсорбції діоксиду вуглецю.

Література

1. Цыфанский С., Якушевич В. Кавитационные, высоковольтно-плазменные, электролизные технологии и активация воды. *Вибрационные технологии, мехатроника и управляемые машины* : сб. науч. ст.: в 2 ч. – Ч. 1. 2016. С. 308 – 317.
2. Способ активации воды : пат. 2476383 С2 Российская Федерация : МПК C02F1/46. № 2008123246/05 ; заявл. 16.06.2008 ; опубл. 27.02.2013, Бюл. № 6.
3. Проточный электроактиватор воды : пат. 2429202 С2 Российская Федерация : МПК C02F1/46. № 2008147991/05 ; заявл. 04.12.2008 ; опубл. 20.09.2011, Бюл. № 26.
4. Явления переноса в процессах и аппаратах химических и пищевых производств [Текст]: матер. II Междунар. науч.-практ. конф. / Воронеж. гос. ун-т. инж. технол. – Воронеж: ВГУИТ, 2016 . 624 с.

УДК 664.653

Рачок В.В., Теличкун Ю.С., к.т.н., Теличкун В.І., к.т.н.

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

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЗАМІШУВАННЯ ДРІЖДЖОВОГО ТІСТА З ВИКОРИСТАННЯМ КУЛАЧКОВИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ

Вступ. Проведені дослідження по процесу замішування дріжджового тіста, встановлено ряд залежностей. Під час в'язкої течії деформація пропорційна напруженню за законом Ньютона і після зняття навантаження не відновлюється [1-2]. Пластична деформація створюється при напруженні, яке перевищує деяку граничну величину (границю текучості), до досягнення якої матеріал поводить себе як в'язкопружний [4].

Фізико-механічні процеси протікають при замісі під впливом місильного органу, який перемішує частки борошна, воду, дріжджову суспензію і розчини сировини, забезпечуючи взаємодію всіх складових компонентів рецептури. Багато чисельними дослідженнями встановлено, що збільшення механічного впливу на тісто під час замісу позначається на його реологічних властивостях [7-8].

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.

Матеріали і методи. Тісто розглядаємо як складну колоїдну систему, що 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.

Математичне моделювання процесу замішування дріжджового тіста кулачковими робочими елементами проводили за допомогою використання сучасного програмного комплексу, в який попередньо заклали рівняння руху дріжджового тіста, геометричні параметри камери замішування та кулачкових робочих елементів.

Моделювання процесу замішування дріжджового тіста кулачковими робочими органами проходить з частотою обертання 60 об/хв в спареній місильній ємності. Кулачкові робочі органи обертаються на зустріч один одному замішуючи дріжджове тісто, переміщення дріжджового тіста в місильній камері з використанням кулачкових робочих органів зображено на рисунку 1.

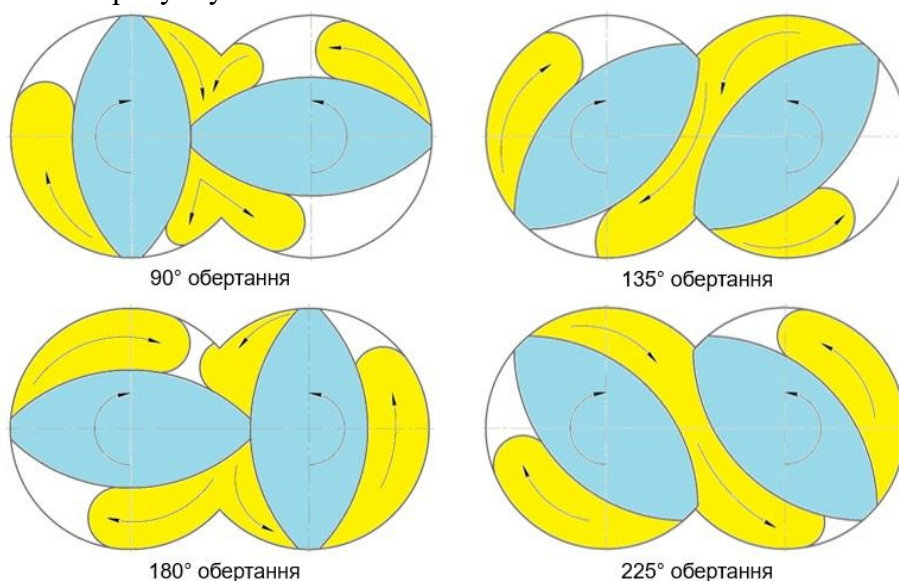


Рисунок 1 - Переміщення дріжджового тіста в місильній камері з використанням кулачкових робочих органів.

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 напруження зсуву та дисипації. Метою якого є встановлення раціонального значення вибраних параметрів для досягнення максимального ефекту від їх впливу на процес замішування.

Результати і обговорення. За допомогою глибини імітаційного моделювання процесу замішування, було отримано зміну напруження зсуву в місильній камері в процесі замішування дріжджового тіста кулачковими робочими органами.

Одночасно з характеристиками переміщення та потужності, механічні характеристики напруги на дріжджове тісто являються ключовими особливостями. Механічне напруження характеризується розподілом напруження зсуву по дріжджовому тісту в межах камери замішування.

Для псевдопластичних рідин зі змінною в'язкістю продукту (неньютонівська рідина) напруження зсуву носить степеневий характер. На рисунку 2. зображено розподіл напруження зсуву по дріжджовому тісті в процесі замішування кулачковими робочими органами і як результат, розподіл механічного навантаження для певного положення кулачкових робочих органів.

Для дослідження напруження зсуву було вибрано чотири основних положення кулачкових робочих органів, далі ці положення повторюються на валу робочого органу.

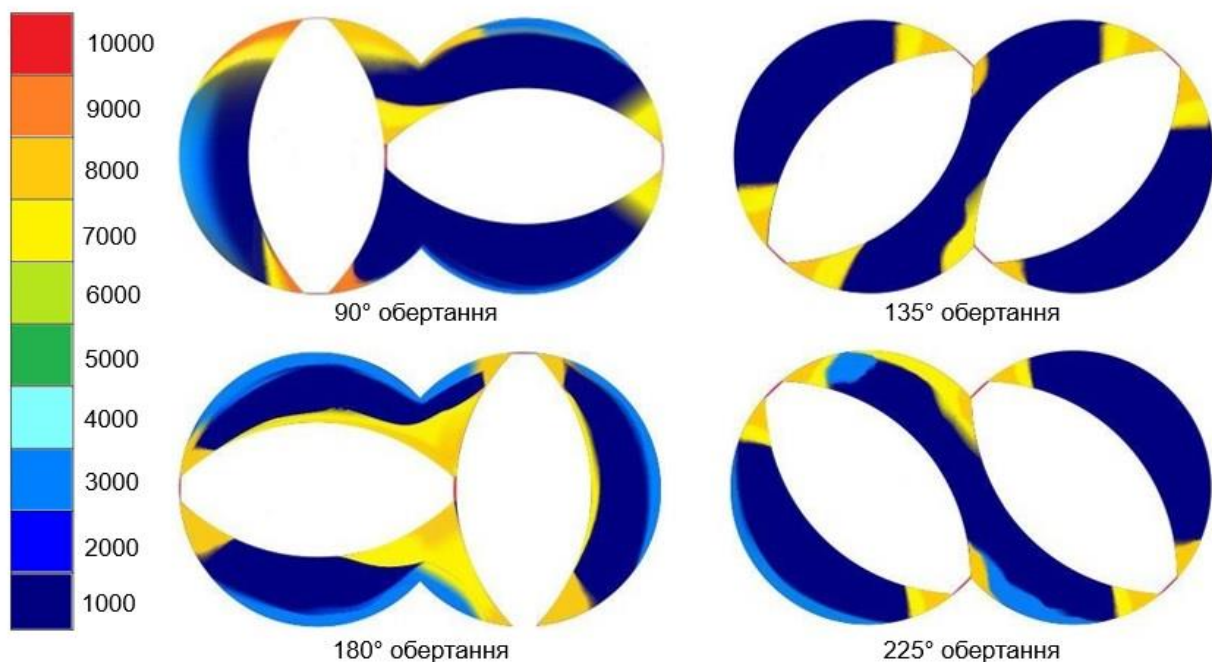


Рисунок 2 - Зміна напруження зсуву $[\tau, \text{Па}]$ в місильній камері в процесі замішування дріжджового тіста кулачковими робочими органами.

На більшій частині робочого об'єму спостерігаються не великі показники напруження зсуву (рис. 2). Найбільші показники напруження зсуву під час моделювання процесу замішування дріжджового тіста спостерігаються в області взаємодії робочого органу зі стінкою корпусу та в зоні зачеплення робочих елементів. В області зачеплення робочих органів та біля контакту зі стінками камери замішування показники напруження зсуву сягають в межах від 7000 до 8000 Па. По решті камері замішування напруження зсуву сягає 1000-3000 Па.

Результати імітаційного параметричного моделювання пройшли дослідну перевірку на фізичній моделі. Порівнюючи результати (рис.3) та провівши математичну обробку, похибка менше 5%, математична модель відповідає адекватності.

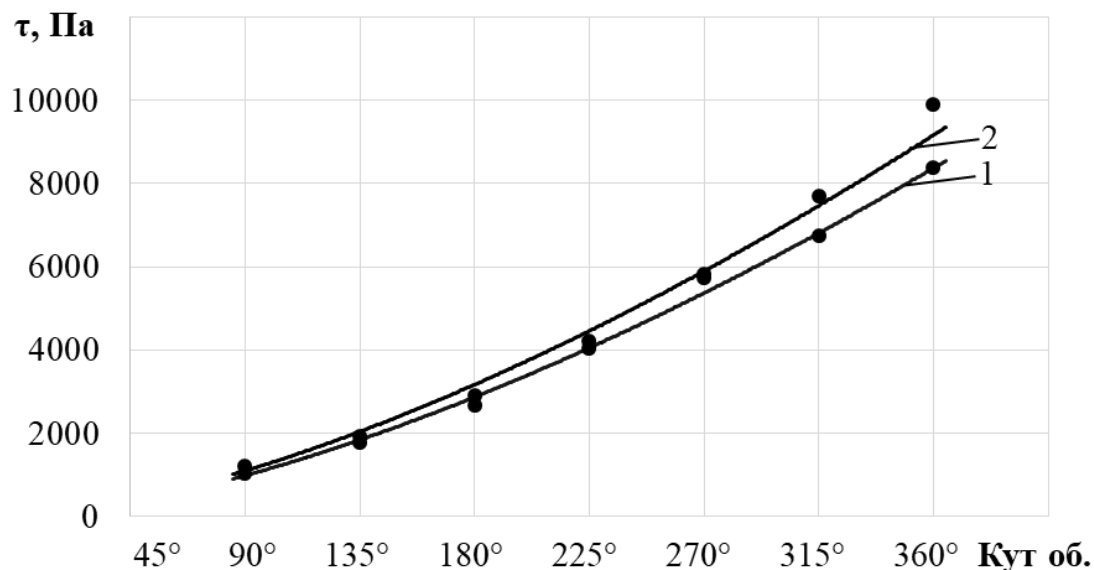


Рисунок 3 - Порівняння результатів фізичного та математичного моделювання напруження зсуву $[\tau, \text{Па}]$ в камері замішування за різного кута обертання кулачкового елемента (1- імітаційний; 2 - фізичний)

Висновки. Досліджено зміну напружень зсуву дріжджового тіста в камері замішування, в області зачеплення робочих органів та біля контакту зі стінками камери замішування показники напруження зсуву сягають в межах від 7000 до 8000 Па, по решті камері замішування напруження зсуву сягає 1000-3000 Па. Підтверджено псевдопластичний характер руху дріжджового тіста.

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.
5. Wang Y., Ye F., Liu J., Zhou Y., Zhao G. (2018), Rheological nature and dropping performance of sweet potato starch dough as influenced by the binder pastes, *Food Hydrocolloids*, 85, pp. 39-50.
6. Šćepanović P., Goudoulas Th. B., Germann N. (2018), Numerical investigation of microstructural damage during kneading of wheat dough, *Food Structure*, 16, pp. 8-16.
7. Vanin F. M., Lucas T., Trystram G., Michon C. (2018), Biaxial extensional viscosity in wheat flour dough during baking, *Journal of Food Engineering*, 236, pp. 29-35.
8. Jiang Z., Liu L., Yang W., Ding L., Zhou S. (2018), Improving the physicochemical properties of whole wheat model dough by modifying the water-unextractable solids, *Food Chemistry*, 259, pp. 18-24.

УДК 664.65.05

Ковалев А. В., к.т.н.

Национальный университет пищевых технологий, г. Киев, Украина

ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ТЕПЛОПОДВОДА НА ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕСТА И МЯКИША ХЛЕБА

Для повышения качества хлебобулочных изделий необходимо более глубокое изучение закономерностей отдельных процессов и выявления связей между показателями качества готовой продукции, определения оптимальных технологических режимов. Также важно знать характер изменения теплофизических характеристик (ТФХ), которые определяют скорость протекания процесса нагревания (охлаждения) тел [4].

Целью данной работы является исследование влияния температуры, интенсивности теплообмена и плотности теста-хлеба из пшеничной муки первого сорта на его теплофизические характеристики.

Для получения значения коэффициентов теплопроводности λ , массовой теплоемкости c и температуропроводности a были использованы: метод исследования ТФХ лабильных пищевых продуктов в регулярном режиме второго рода [2] и метод плоского импульсного источника теплоты. Исследования проводились на ТФХ-приборе [1].

Методы и объекты исследования

Определение ТФХ теста-хлеба в процессе тепловой обработки проводились на установке, разработанной в Национальном университете пищевых технологий. ТФХ теста-хлеба определялись методом регулярного режима II-рода.

Установка для определения ТФХ, которая смонтирована в Национального университета пищевых технологий, состоит из измерительного устройства 3 и, двух ультратермостатов 1 и потенциометра 7 (рис. 1.).

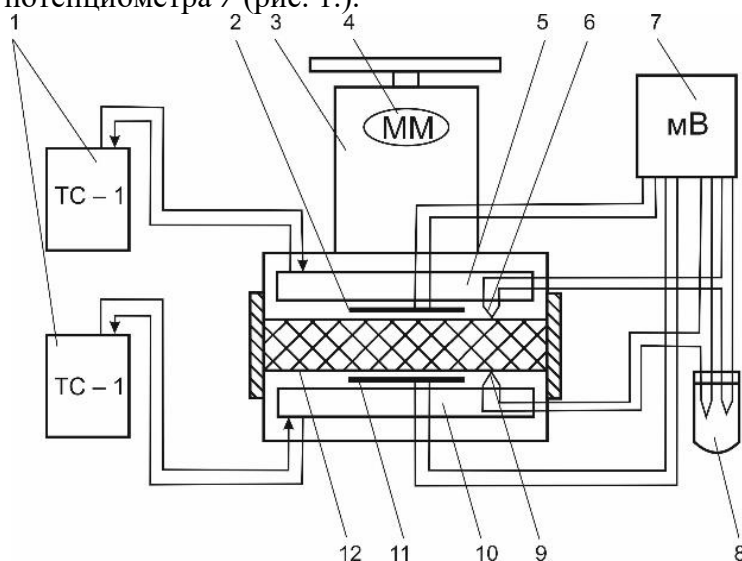


Рисунок 1 - Принципиальная схема установки для определения теплофизических характеристик: 1 – ультратермостат; 2, 11 – тепломер; 3 – измерительное устройство; 4 – микрометр; 5, 10 – верхняя и нижняя теплообменные камеры (соответственно); 6, 9 – термopар; 7 – потенциометр; 8 – сосуд Дьюара; 12 – образец

Измерительное устройство состоит из двух теплообменных камер 5 и 10, между которыми помещают образец 12. Через камеры с термостатов прокачивают воду. Скорость изменения температуры воды постоянная. Нижняя камера 10, имеет меньшую температуру, установленная на станине устройства 3, верхняя камера 5, имеющая большую температуру, перемещается с помощью винта вдоль вертикальной оси. Расстояние между камерами (толщина образца) измеряется микрометром 4.

В днищах камер, со стороны образца, установленные датчик температуры – горячий спай медь-константовой термопары 6, 9 и датчик плотности теплового потока – термоэлектрический тепломер 2, 11. Холодные спаи термопар находятся в сосуде Дьюара 8 с тающим льдом.

Для определения теплопроводности теста в процессе брожения тесто готовилось безопарным способом из пшеничной муки I сорта по [3]. Брожение теста происходило в измерительном устройстве при постоянной температуре $t = 32\text{ }^{\circ}\text{C}$. Результаты экспериментов, приведенные в виде номограмм.

Тепломер представляет собой тонкий пластмассовый диск диаметром 60 мм и толщиной 1,5 мм, в котором вложена плоская спираль из 3000 последовательно включенных дифференциальных термопар. При появлении на диске перепада температур производится термоЭДС, которая пропорциональна плотности теплового потока, проходящего через нее.

Ультратермостат 1 - емкости с водой, оснащенные системой нагрева и автоматического регулирования температуры воды, а также погруженным центробежным насосом для подачи этой воды в теплообменные камеры измерительного устройства.

Массу образца измеряли на лабораторных весах ВВЭ -1 до и после опыта, влажность – прибором конструкции Чижовой.

Для определения ТФХ образец теста-хлеба диаметром 140 мм и толщиной 9...14 мм устанавливали в измерительное устройство между двумя теплообменными поверхностями камер, через которые из ультратермостатов прокачивается вода. Скорость изменения температуры воды постоянная. Нижняя камера, имеющая меньшую температуру установлена на станине устройства, верхняя - перемещается с помощью винта вдоль вертикальной оси. Расстояние между камерами (толщина образца) измеряется микроскопическим индикатором. В днищах теплообменных камер со стороны испытуемого образца установлены датчики температуры (термопары) и датчики плотности теплового потока (термоэлектрические тепломеры) [5].

Начиная с некоторого времени τ (через 5...10 мин после начала опыта) процесс теплопроводности перестает зависеть от начального распределения температур и наступает стадия регулярного режима второго рода.

Измерив в любой момент стадии регулярного режима нагрева плоского образца его толщину, плотность теплового потока, температуру на верхней и нижней поверхности, определяем ТФХ [1].

Результаты и обсуждение

Авторами был определен коэффициент теплопроводности теста из пшеничной муки первого сорта в процессе расстойки. Взвешенную массу теста помещали в измерительное устройство поддерживая постоянную температуру ($t = 30\text{ }^{\circ}\text{C}$), фиксировали изменение высоты в процессе расстойки. Затем определяли плотность и коэффициент теплопроводности теста. Плотность теста существенно влияет на теплопроводность. Плотность теста ρ изменяется от 1100 до 650 кг/м³, при этом коэффициент теплопроводности уменьшается от 0,5 до 0,24 Вт/(м К).

Зависимость коэффициента теплопроводности теста от его плотности, на основании полученных данных при температуре 30 °С может быть определена выражением

$$\lambda_i = (0,47\rho_i - 59)10^{-3}, \text{ Вт/(м К)}. \quad (1)$$

Для определения ТФХ теста-хлеба использовали метод плоского импульсного источника теплоты. На рис. 2 приведена номограмма для определения коэффициента теплопроводности теста-хлеба из пшеничной муки первого сорта. При прогреве теста-хлеба от 30 до 70 °С теплопроводность повышается по линейному закону, а к концу процесса выпечки (после 70 °С) резко увеличивается из-за интенсификации массообменных процессов. С увеличением плотности теста-хлеба и интенсивности теплопередачи эффективная теплопроводность увеличивается и можно определить из выражения:

$$\lambda_i = 3 \cdot 10^{-3} t_i + 4 \cdot 10^{-27} t_i^{12,8} + 3,5 \cdot 10^{-5} q_i + 2,6 \cdot 10^{-4} \rho_i - 1,6 \cdot 10^{-2}, \text{ Вт/(м К)}. \quad (2)$$

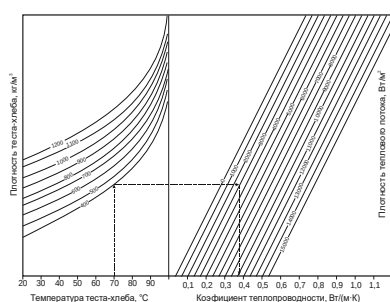


Рисунок 2 - Номограмма для определения коэффициента теплопроводности теста-хлеба

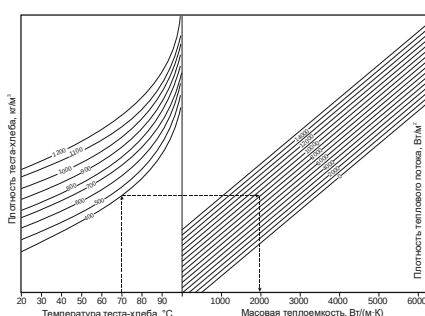


Рисунок 3 - Номограмма для определения массовой теплоемкости теста-хлеба

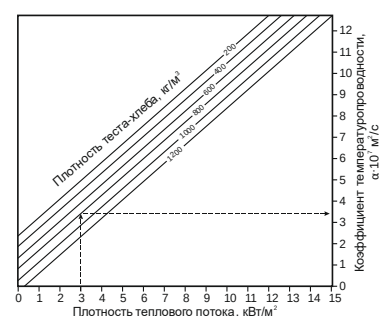


Рисунок 4 - Номограмма для определения температуропроводности теста-хлеба

С уменьшением плотности теста-хлеба увеличивается его коэффициент температуропроводности, который может быть определен по номограмме 4 и из выражения:

$$a = (288 - 0,26\rho_i + 0,086q_i)10^{-9}, \text{м}^2/\text{с}. \quad (4)$$

Выводы. В процессе расстойки плотность тестовой заготовки изменяется от 1200 кг/м^3 до 600 кг/м^3 . Изменение плотности влияет на теплопроводность теста-хлеба. Соответственно коэффициент теплопроводности изменяется от 0,6 до 0,25 Вт/м К.

В процессе тепловой обработки теплопроводность и теплоемкость мякиша линейно возрастает в интервале $20 \dots 70 \text{ }^\circ\text{C}$. Температуропроводность на этом интервале существенно не зависит от температуры, а с увеличением плотности линейно убывает.

Существенное влияние на величину теплофизических коэффициентов оказывает интенсивность подвода тепла. С увеличением интенсивности тепловых потоков до 3000 Вт/м^2 возрастает внутренний массоперенос и ТФХ увеличиваются на $12 \dots 14 \%$.

Полученные теплофизические характеристики могут быть использованы для математического анализа процесса выпечки, различных инженерных расчетов хлебопекарных печей и автоматизации технологических процессов.

Литература

1. Ковалев А.В. Влияние свойства материала пода и его конструкции на режим теплоподвода в хлебопекарной печи. Диссертация на соискание ученой степени канд.техн.наук (спец. 05.18.12).– К.: КТИПП. 1993. 190 с.
2. Пахомов В.Н., Мазуренко А.Г., Федоров В.Г. Метод исследования ТФХ лабильных пищевых продуктов в регулярном режиме 2-го рода/ Промышленная теплотехника. -1982, т.4, №1 - с.62-68.
3. Практикум по технологии хлеба, кондитерских и макаронных изделий (технология хлебобулочных изделий)/ М.: Пашенко Л.П. Санина Т.В. – Колос. – 2007. 215 с.
4. Теплотрические приборы для комплексного определения теплофизических характеристик лабильных материалов /В.Н.Пахомов, А.Г.Мазуренко, Л.В.Декуша, В.Г.Федоров /Промышленная теплотехника. - 1981, т.3, №1 - с. 96-102.
5. Теплофизические измерения и приборы /Е.С.Платунов, С.Е.Буравой, В.В. Куренин, Г.С.Петров: Под общей ред. Е.С.Платунова.- Л.: Машиностроение, 1986. - 256 с.

УДК 637.523

Стеценко Н.О., к.х.н., Медведюк Д.О.

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

ВИКОРИСТАННЯ ФОСФОЛІПІДІВ НАСІННЯ СОНЯШНИКА ПРИ ВИРОБНИЦТВІ КОВБАС ОЗДОРОВЧОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Вступ. Розвиток промисловості та енергетики, погіршення екологічних умов життя людини зумовлюють все більшу актуальність проблеми ліквідування несприятливих впливів на організм людини. Оздоровче та профілактичне харчування – найбільш простий та дієвий метод збереження здоров'я населення. Оптимізація харчування, навіть за відсутності інших оздоровчих заходів, дозволяє підвищити опірність організму до негативних чинників навколишнього середовища, прискорити процес біотрансформації ксенобіотиків, збільшити вміст у раціоні харчування речовин, що беруть участь в зв'язуванні і виведенні з організму токсичних продуктів обміну, підтримати власні компенсаторні сили організму.

Актуальність теми. На сучасних олієдобувних підприємствах при комплексному переробленні насіння соняшника фосфоліпіди виділяють у вигляді фосфатидних концентратів (самостійних продуктів), які до цього часу не знайшли широкого практичного застосування, але складають реальну сировинну базу для виробництва харчових лецитинів та дієтичних добавок на їх основі. Фосфоліпіди мають важливі функції для організму людини, головною з яких є формування подвійного ліпідного шару в мембранах клітин, який стабілізується молекулами холестерину, протеїнами та гліколіпідами. Тобто, фосфоліпіди обумовлюють пластичні та текучі властивості клітинних мембран та мембранних органоїдів клітини, у той час як холестерин обумовлює жорсткість та стабільність мембрани. Порушення функціонування біомембран може бути причиною розвитку патологічних процесів [1]. Тому розроблення технологій харчових продуктів, збагачених препаратами фосфоліпідів, є актуальним завданням харчової промисловості України.

Матеріали та методи. Основні функції фосфоліпідів у харчових продуктах пов'язані з емульгуванням, особливостями якого є здатність утворювати і підтримувати в однорідному стані як прямі, так і зворотні емульсії; стабілізацією різноманітних систем; піногасінням; здатністю попереджувати прилипання виробів до різних матеріалів.

Перераховані функції визначають фосфоліпіди як традиційні харчові добавки, які вносять у харчові продукти з метою надання їм заданих властивостей, а також для збереження їх властивостей, оскільки деякі фосфоліпіди здійснюють антиоксидантну дію. Крім того, відомо, що на відміну від більшості інших харчових добавок, наприклад, моногліцеридів, препарати фосфоліпідів відрізняє висока фізіологічна активність. У зв'язку з цим, їх використання виходить за рамки вирішення лише технологічних задач і створює умови для розробки нових видів харчових продуктів, що здійснюють позитивний вплив на здоров'я людини.

Як джерело фосфоліпідів, що дозволяють регулювати технологічні властивості ковбасних виробів, а також їх споживчі властивості, в тому числі харчову цінність, фізіологічну активність та збереженість, був обраний фосфоліпідний продукт «Холін». Він представляє собою спирторозчинні групи фосфоліпідів, отримані шляхом фракціонування соняшникових активованих фосфоліпідів із застосуванням етилового спирту [2].

Фізико-хімічні показники фосфоліпідного продукту були визначені із використанням стандартних методик [3].

Результати та обговорення. Наявність полярних і неполярних центрів в молекулах фосфоліпідів обумовлює своєрідність фізико-хімічних властивостей і їх специфічну роль у побудові та функціонуванні біологічних мембран. Фосфоліпіди сприяють нормалізації ліпідного обміну, зниженню рівня холестерину крові, захисту судин від атеросклеротичних бляшок. Вони покращують інтелектуальну роботу мозку, сприяють збереженню пам'яті. При нестачі фосфоліпідів погано засвоюються найважливіші жиророзчинні вітаміни А, Д, Е, К, погіршуються функції печінки, підшлункової залози, знижується репродуктивна здатність.

Завдяки тому, що фосфоліпіди є відмінними емульгаторами, стабілізаторами і володіють волого- та жирутримуючими і антиоксидантними властивостями, вони широко використовуються в якості добавки у різних галузях харчової промисловості при виробництві хліба, молочних і м'ясних продуктів, шоколаду, глазури, косметичних препаратів тощо. Для визначення можливості використання дієтичної добавки «Холін» при виробництві ковбасних виробів необхідно оцінити її органолептичні та фізико-хімічні показники.

Встановлено, що препарат представляє собою мазеподібну масу світло-коричневого кольору із слабо вираженим, властивим фосфоліпідам смаком та запахом. Отже, внесення дієтичної добавки «Холін» не буде погіршувати органолептичні властивості збагачених ковбасних виробів.

Фосфоліпідний препарат має високу якість, значну поверхневу активність, яка визначає його емульгуючу здатність. Результати визначення основних показників якості добавки представлені у табл. 1.

Таблиця 1 – Фізико-хімічні показники дієтичної добавки «Холін»

Показник	Дієтична добавка «Холін»
Вологість, %	1,50
Вміст фосфоліпідів, %	65,80
Вміст олії, %	32,40
Кислотне число, мг КОН/г	6,05
Перекисне число, ммоль О ₂ /кг	2,05
Йодне число, мг І ₂	5

За рекомендаціями авторів [4], кількість внесення добавки до маси м'ясного фаршу може становити від 1 до 10%. Нижня межа визначається рекомендаціями виробників по використанню фосфоліпідів, а верхня – можливостями регулювання біологічної цінності збагачених ковбасних виробів. На нашу думку, доза внесення 5% до маси м'ясного фаршу може бути оптимальною як з точки зору вартості збагаченого продукту, так і для забезпечення потрібних значень волого- та жирутримуючої здатності готових виробів. Найбільш ефективним способом внесення добавки є її попереднє змішування з водою у співвідношення 1:5 з метою отримання стійкої емульсії. Такий технологічний прийом дозволяє збільшити вихід готового продукту та його вологоутримуючу здатність. Це можна пояснити тим, що при взаємодії фосфоліпідів з білками м'ясного фаршу зростає їх гідрофільність, що дозволяє збільшити кількість внесеної води при зниженні маси тваринного жиру.

Висновок. Введення до складу ковбасних виробів соняшникових фосфоліпідів, які мають високі біологічні та фізіологічні властивості, дозволяє не тільки підвищити якість готових виробів, а й рекомендувати їх до використання у оздоровчому харчуванні.

Література

6. Тимофеев Т. И., Артеменко И. П., Корнена Е. П. Фосфолипидные продукты функционального назначения. Краснодар: КубГТУ, 2002. 209 с.
7. Губа Е.Н., Прибытко А.П., Щипанова А.А. Технологические свойства растительных БАД, полученных из вторичных ресурсов. *Известия Вузов. Пищевая технология*. 2007. № 2. С. 95-96.
8. Васюк С.О., Коржова А.С., Монайкіна Ю.В. Контроль якості продуктів харчування та харчових добавок. Запоріжжя: ЗДМУ, 2017. 131 с.
9. Пахомов А.Н., Жарко М.В., Бабаков А.Н. Оценка потребительских свойств вареных колбас, обогащенных подсолнечными активированными фосфолипидами. *Известия Вузов. Пищевая технология*. 2004. № 1. С. 68-70.

УДК 664.681.1

Позднякова А.О. студентка 3 курсу, **Миколенко С.Ю.**, к.т.н., доцент, **Гезь Я.В.**, асистент
Дніпровський державний аграрно-економічний університет (ДДАЕУ), м. Дніпро, Україна

ВИКОРИСТАННЯ ПОБІЧНИХ ПРОДУКТІВ ПЕРЕРОБКИ ГАРБУЗА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ПЕЧИВА

Вступ. Кондитерська галузь відіграє значну роль у житті суспільства. У сумарному обсязі продукції всієї харчової промисловості України вона займає одне із провідних місць, а частка борошняних кондитерських виробів у раціоні населення України складає 45 %, що підтверджує їхній статус як популярного продукту харчування [1]. На сьогодні основною сировиною для виробництва борошняних кондитерських виробів в промисловості є борошно пшениці вищих сортів, яке в свою чергу збіднене на есенціальні нутрієнти. Останнім часом актуальними є розробка хлібопекарських і борошняних кондитерських виробів, які зможуть задовольнити організм людини харчовими волокнами, білками, вітамінами, та мінеральними речовинами. Одним із шляхів вирішення проблеми є використання нетрадиційних видів борошна [2].

Актуальність теми. В Україні традиційно вирощується і переробляється значна кількість баштанних овочевих культур, наприклад гарбуза, валовий збір якого сягає 700 тис. т. на рік [3]. Гарбузи використовують переважно для отримання консервованої продукції після попереднього відділення насіння. З 1 га посівів збирають 200-300 кг, а іноді до 700 кг гарбузового насіння. Борошно зі знежиреного насіння гарбуза є побічним продуктом при виробництві гарбузової олії. Воно має високу харчову цінність і лікувальні властивості, обумовлені вмістом кукурбітину [4]. Гарбузове борошно може виступати джерелом білка, так як його вміст складає 31–32,5 %. Знежирені вторинні продукти переробки гарбуза мають високу харчову цінність стосовно протеїнової та вуглеводної складової насіння гарбуза. Конверсія білка при традиційному трьохстадійному ланцюгу (рослинництво – тваринництво – харчовий продукт) призводить до його втрати на 62–92 % [5]. У зв'язку з цим виникає потреба використовувати вторинні продукти переробки гарбуза безпосередньо у харчових технологіях, а не у тваринництві. Таке розв'язання проблеми сприятиме раціональному використанню вторинних сировинних ресурсів, а отже підвищення ефективності функціонування продовольчого ланцюга.

Матеріали і методи. У ході досліджень для виготовлення здобного пісочного печива було використано борошно пшеничне вищого сорту ТМ «Дніпромлин»; борошно зі знежиреного насіння гарбуза ТМ «Органік-Еко-Продукт»; цукрову пудру; маргарин вершковий ТМ «Щедро»; інвертний сироп; вуглеамонійну сіль і соду харчову. Гарбузове борошно додавали у кількості 10, 30 і 50 % до маси пшеничного борошна. Процес приготування здобного печива включав: приготування піно-подібної емульсії, замішування тіста, формування тістових заготовок, випікання – сушіння та охолодження печива. Якість готових виробів оцінювали за органолептичною оцінкою. Здатність печива до намокання визначали методом, заснованим на встановленні збільшення його маси після занурення в воду за температури 20 °С за встановлений час, вологість – термографічним методом.

Результати та обговорення. Оскільки пісочне печиво має постійний попит у споживачів, метою досліджень було дослідження впливу гарбузового борошна як вторинної харчової сировини з високим функціональним статусом на якість печива. Охолоджені зразки печива аналізували органолептично: оцінювали зовнішній вигляд, колір, запах, смак і структуру. Отримані результати представлені в табл. 1, з якої видно, що контрольний і дослідні зразки мали правильну форму. Відмічалася наявність невеликих тріщин зі збільшенням вмісту гарбузового борошна до 30 і 50 %, а також у останнього зразка спостерігалася підгоряння. Колір змінювався від коричневого до темно-коричневого, і при збільшенні дозування борошна зі знежиреного насіння гарбуза зростала інтенсивність забарвлення зразків. До того ж, зростання частки гарбузового борошна у рецептурі надавало печиву більш виражений гарбузовий смак і запах. Так, при внесенні 50 % гарбузового

борошна печиво набувало специфічного гарбузового смаку і аромату. При додаванні 10 і 30 % борошна зі знежиреного насіння гарбуза смак і запах були менш інтенсивні.

Таблиця 1 – Органолептичні показники печива

Найменування показника	Кількість внесеного борошна зі знежиреного насіння гарбуза, %			
	0 (контроль)	10	30	50
Зовнішній вигляд	Відповідає даному виду печива	Відповідає даному виду печива	Відповідає даному виду печива, присутні невеликі тріщини	Відповідає даному виду печива, присутні тріщини
Колір	Коричневий	Коричневий	Коричневий	Темно-коричневий
Запах	Властивий даному виду печива, без сторонніх запахів	Відчувається специфічний запах гарбуза	Відчувається специфічний запах гарбуза	Відчувається специфічний інтенсивний запах гарбуза
Смак	Властивий даному виду печива, без сторонніх присмаків	Виражений легкий присмак гарбуза	Виражений інтенсивний присмак гарбуза	Виражений неприсмний гарбузовий присмак
Структура	Крихувата, легко кришиться	Крихувата, легко кришиться	Крихувата, легко кришиться	Крихувата, легко кришиться

Намочуваність печива вважається важливим показником його якості, оскільки побічно характеризує пористість печива – чим краща пористість, тим більша намочуваність. При аналізі печива було виявлено, що додавання до рецептури печива борошна зі знежиреного насіння гарбуза підвищує показник намочуваності. Так, у порівнянні з контрольним зразком намочуваність печива у дослідних зразках з 10 і 30 % гарбузового борошна збільшувалася на 15 і 25 % відповідно. Це свідчить про поліпшення структури печива. У той же час, намочуваність печива з вмістом гарбузового борошна 50% була знижена на 30 %, що очевидно пов'язано зі значним зростанням вмісту глобулінової, водорозчинної, фракції білків у тісті, оскільки для гарбузового борошна їх частка становить до 92 % [6].

Висновки. У результаті дослідження було встановлено, що гарбузове борошно позитивно впливає на органолептичні показники, намочуваність здобного печива при його дозуванні у кількості 10–30 % до маси пшеничного борошна. Проте більші концентрації такої сировини недоцільні. Використання борошна зі знежиреного насіння гарбуза дозволить розширити асортимент борошняних кондитерських виробів, підвищити їх харчову цінність, а також сприятиме раціональному використанню вторинних сировинних ресурсів.

Література

1. Миколенко С.Ю., Козяр Ю.В. Розроблення безглютенового печива на основі нетрадиційних видів борошна // Технологія харчової та легкої промисловості. 2018. №4. С. 125–130.
2. Миколенко, С.Ю., Гезь Я.В. Дослідження хлібопекарських властивостей спельтового та гарбузового борошна при використанні плазмохімічно активованої води // Продовольчі ресурси. Збірник наукових праць. 2016. №7. С. 170–177.
3. Майданюк В. Тыква и ее особенности // Овощеводство. 2014. №5. С. 40–45.
4. Tarek A. El-Adawy, Khaled M. Taha. Characteristics and composition of watermelon, pumpkin and paprika seed oils and flours // Journal of agricultural and food chemistry. 2001. №3. P. 1253–1259.
5. Капліна Т.В., Столярчук В.М. Перспективи використання продуктів переробки гарбузового насіння у виробництві борошняних кондитерських виробів // Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. (м. Київ, 9 вересня 2015 р.). Київ, 2015. С. 28–32.
6. Functional properties of protein fractions obtained from pumpkin (*Cucurbita maxima*) seed / Rezig L. et al. // International journal of food properties. 2016. T. 19. №. 1. С. 172–186.

Боиштян А. докторант., **Кирсанова А.** док. микроб. наук

Технический университет Молдовы (ТУМ) Кишинев, Молдова

ВЛИЯНИЕ ОЗОНИРОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОБРАБОТОК НА КОЛИЧЕСТВО ОСТАТОЧНЫХ ПЕСТИЦИДОВ В ОВОЩАХ

В наши дни стал очень актуален вопрос по содержанию нитратов в овощах и фруктах. Среди регионов, в которых производится продукция с содержанием нитратов выше предельно допустимых количеств более 30% ее общего объема, следует выделить: республики Прибалтики, Ленинградскую и Московскую области, Молдавию, Украину, республики Средней Азии, отдельные области Белоруссии. За последние два десятка лет “география” загрязнения нитратами продукции существенно расширилась [1].

Основными источниками пищевых нитратов чаще всего являются растительные продукты. Как правило, частота обнаружения нитратов в растительных продуктах довольно высока. Нитраты являются элементом минерального питания растения, поставляя им азот для синтеза белков. Поэтому безоговорочное приравнивание нитратов к химическим загрязнителям неправомерно. Но, с другой стороны, повышенное содержание нитратов может вызвать резкое ухудшение качества и питательной ценности овощей [2].

Одним из наиболее эффективных решений в области борьбы с химически загрязненными овощами и фруктами может, является применение озоновых технологий. На сегодняшний день в мире накоплен значительный опыт применения озона для обработки фруктов и овощей с целью не только увеличения их сроков хранения, но и для борьбы с нитратами. Озонирование уменьшает обсемененность плодоовощной продукции гнилостной и патогенной микрофлорой, а также снижает уровень протекающих метаболических процессов, т. е. устраняет основные причины порчи сельскохозяйственной и пищевой продукции, обеспечивая значительный экономический эффект[3].

Процесс озонирования давно рекомендован и используется как альтернатива при дезинфекции овощей и фруктов, так как он в 1,5 раза эффективнее и безопаснее чем, например хлориды. Так как убивают больше патогенных микроорганизмов и разрушают остатки пестицидов. И еще один не менее важный фактор, это уменьшение длительности и способа обработки продуктов, а также влияние на структуру и химический состав продукта после использования [4].

Для исследования были использованы овощи местных производителей, приобретенные в супермаркете г. Кишинева, урожай 2018-2019 года. Овощи отбирались по внешнему виду, внимание обращалось на идеальную поверхность и величину плода. Анализы были проведены сразу же после приобретения. Для того, чтобы сравнить полученные данные и определить допустимое количество нитратов в клубнеплодах было использовано Решение Правительства № 567 от 16.07.2014 об утверждении Национальной программы мониторинга остатков пестицидов и содержания нитратов в пищевых продуктах растительного происхождения на 2015-2020 годы [5].

Исследование проводилось в лаборатории Департамента Пищевых продуктов и Питания, ТУМ, и проводилось в несколько этапов: измерение количество нитратов в клубнеплодах до процесса озонирования, после озонирования, а также после механической нарезки овощей.

Для измерений количества нитратов был использован нитратомер СОЭКС NUC-019-2, анализ которого основан на определении электропроводности среды[6]. Для проведения

процесса озонирования использовался озонатор «МИЛЛДОМ» Озонатор-ионизатор М700 Premium, устройство производит озон из воздуха[7].

Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1. Исследование количества нитратов в овощах и воде до и после озонирования.

№	Наименование овощей	Состояние овощей	Количество нитратов, мг\кг				
			в овощах до озонирования	в воде до озонирования	в овощах после озонирования	в воде после озонирования	не перешедших в воду
1.	Морковь сорт «Овочистка»	Неочищенная	95,5	8	91,75	11	0,75
		Очищенная	86,2	8	82,5	11	0,70
		Нарезанная	85	8	71	11	11
		Измельченная	72	8	29	13	38
2.	Морковь сорт «Премиум»	Неочищенная	89,75	8	83,25	10	4,5
		Очищенная	84,75	8	81,5	10	1,25
		Нарезанная	83	8	71	11	9
		Измельченная	89	8	36	13	48
3.	Морковь «Шантане»	Неочищенная	91,75	8	77,75	10	12
		Очищенная	85	8	76,75	11	5,25
		Нарезанная	70	8	66	11	1
		Измельченная	51	8	33	14	12
2	Картофель сорт «Анна»	Неочищенная	143	8	129	11	11
		Очищенная	136	8	111	11	22
		Нарезанная	115,5	8	108,5	10	5
		Измельченная	90	8	39	34	25
3	Лук репчатый сорт «Халцедон»	Очищенный	59,6	8	53	9	5,6
		Полукольца	62	8	57	9	4
		Четверть колец	41	8	39	9	1
4	Огурцы сорт «Родничек»	Неочищенный	74	8	42	10	30
		Очищенный	71,25	8	43,5	11	24,75
		Полукольца	62	8	51	10	9
		Четверть колец	58	8	40	10	16
5	Кабачки сорт «Грибовский»	Целый	43,25	8	38	12	1,25
		Полукольца	49	8	46	10	1
		Четверть колец	50	8	48	9	1
		На терке	45	8	21	15	17

Вывод. В данной работе рассмотрен еще один способ снижения количества нитратов в овощах до и после их обработки, путем их озонирования. Результаты стартовых исследований показали, что отобранные овощи содержат в своём составе значительное количество нитратов, но все же допустимые нормы.

Было замечено, что больше всего нитратов оказалось в клубнеплодах (картофель- 54,25 мг/кг и морковь- 49,25 мг/кг) и луковых (лук- 125,25 мг/кг), а меньше всего в тыквенных (кабачок- 44,25 мг/кг и огурец- 43,25 мг/кг). Это может указывать на влияние взаимодействия овощей с землей, а также на длительность выращивания этих овощей.

Сравнивая влияние увеличения площади контакта продукта с озоном, было замечено, что снижение количества нитратов прямо пропорционально увеличению площади контакта. Разница в содержании нитратов до и после озонирования неочищенных овощей и

очищенных и измельченных на терке овощей оказалось около 50%: морковь - 46,17%, картофель - 43,33% и кабачок - 53,33%.

Для чистоты эксперимента параллельно был проведен анализ воды на содержание в ней нитратов до и после озонирования овощей. Почти везде разница нитратов в воде до и после озонирования незначительная, например: в моркови - от 1 до 10 мг/кг; в картофеле - от 2 до 22 мг/кг; кабачке - от 1 до 1,97 мг/кг. Большая разница видна во всех случаях, где овощ был измельчен на терке: в моркови- 43 мг/кг; в картофеле- 25 мг/кг; в кабачках- 17 мг/кг. Однако это не покрывает 100% потери нитратов из продукта, из чего можно сделать вывод что нитраты полностью не переходят в воду, а видоизменяют свою структуру вступая в реакцию с другими веществами или разрушаются. Этот процесс подтверждает и Colm O'Donnell в своей книге *Ozone in Food Processing* [8].

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что озонирование некоторых видов овощей можно использовать, как альтернативу другим способам по снижению уровня нитратов, как например выдержка их в воде. В случае приготовления холодных закусок, аперитивов и т.д., когда овощи используются в сыром виде и времени для их длительной обработки нет, можно использовать процесс их озонирования. Преимущество этого метода еще и в том, что при помощи этого метода можно снизить риски различных заболеваний и тяжелых отравлений путем снижения микробиологического обсеменения овощей [9,10,11].

Литература.

1. ЗОЛОТАРЕВА А., БОИШТЯН А.. Влияние процесса озонирования на содержание нитратов в клубнеплодах: Conferința Tehnico-Științifică a Colaboratorilor, Doctoranzilor și Studenților, Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, 2019, vol. 1, pp. 526-529. (Vol.1).
2. АНУФРИЕВА Ю.В., КАЛЮКОВА Е.Н., НИТРАТЫ В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ, IV Международная научно-практическая конференция (Россия, Ульяновск, 12 – 14 апреля 2017 г.): Сборник научных трудов
3. SHIGENOBU Koseki, SEIICHIRO Isobe, EFFECT OF OZONATED WATER TREATMENT ON MICROBIAL CONTROL AND ON BROWNING OF ICEBERG LETTUCE (LACTUCA SATIVA L.), Journal of Food Protection, Vol. 69, No. 1, 2006, Pag. 154–160
4. Hans-Dieter BELITZ; Werner GROSCHE; Peter SCHIEBERLE, FOOD CHEMISTRY, Springer Berlin Heidelberg, 2009.
5. Îndrumar metodice pentru îndeplinirea lucrărilor de laborator la disciplina "TOXICOLOGIE ȘI SECURITATE ALIMENTARĂ" / D. Paladi, A. Chirsanova, N. Mija, T. Capcanari ; Univ. Teh. a Mold., Fac. Tehnol. Alimentelor, Dep. Alimentație și Nutriție. – Ch.: Tehnica – UTM, 2017. – 44 p.
6. https://soeks.ru/catalog/nitrat_tester_soeks_nuc_019_2
7. <https://www.milldom.ru/blog/podrobno-ob-ozonatore-ionizatore-milldom/>
8. Colm O'Donnell | B. K. Tiwari | P. J. Cullen | Rip G. Rice OZONE IN FOOD PROCESSING 2012 Blackwell Publishing Ltd. – 312p.
9. S.V. Mishchenko, V.G. Odnolko, Yu.V. Vorobyov, Yu.V. Rodionov. MAINTENANCE OF LONG STORAGE OF FRUIT AND VEGETABLE PRODUCTS USING VACUUM TECHNIQUE WITH PRELIMINARY OZONE PROCESSING Вестник ТГТУ. 2007. Том 13. № 2Б. Transactions TSTU
10. А. С. Лалаян, ОБЕСПЕЧЕНИЕ АГРАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА ОЗОНЫМИ СТЕРИЛИЗАТОРАМИ И ДЕЗИНФЕКТОРАМИ, Международный научный журнал «Аграрное образование и наука» 2014
11. Elif Daş, G.Candan Gürakan, Alev Bayındırlı, EFFECT OF CONTROLLED ATMOSPHERE STORAGE, MODIFIED ATMOSPHERE PACKAGING AND GASEOUS OZONE TREATMENT ON THE SURVIVAL OF SALMONELLA ENTERITIDIS ON CHERRY TOMATOES, Food Microbiology, Volume 23, Issue 5, August 2006, Pages 430-438

УДК 664.681.1:621.926.086

Fang Wang^{1, 2}, Jie Zeng¹, Valerii Sukmanov²

1 - Henan Institute of Science and Technology, Xinxiang, PR China

2 - Sumy National Agrarian University (SNAU), Sumy, Ukraine

EFFECT OF ULTRAFINE GRINDING TECHNOLOGY ON QUALITY PROPERTIES OF BEAN DREGS TENACIOUS BISCUIT

1.Introduction. With the development of society and the continuous improvement of human living standards, people have less intake of dietary fiber, and nutrition had not been properly matched. In the long run, it will cause disease such as diabetes, obesity, etc. Dietary fiber intake requirements (25g for women and 38g for men daily) [1]. Dietary fiber can affect the ecology of human intestinal microbes, promote intestinal peristalsis, increase satiety, and also have the effect of losing weight [2,3]. Soybean residue is a by-product of soybean processing soybean milk and tofu [4]. The bean dregs were rich sources of dietary fiber, nutritional value of the bean dregs is high, wherein the dietary fiber is 50%, the protein is 25%, the fat is 10%, and had other nutrients [5]. Bean dregs is rich nutrients, adding bean dregs to flour can improve the nutrition and flavor of biscuits, and provides a new method for the development of functional foods [6].

Research Relevance. Ultrafine grinding is a new type of food production technology with narrow particle size distribution and uniformity [7]. Bean dregs were treated by ultrafine grinding can not only improve the utilization of bean dregs in food, improved the functional properties of bean dregs, but also contribute to the development of products [8]. In this study, the bean dregs were mainly pulverized by ultrafine grinding technology, and the optimum conditions for pulverization were selected by measuring the water-soluble properties and soluble dietary fiber of the bean dregs. The bean dregs treated under these conditions were used in the production of tenacious biscuits, provide a true basis for the development of functional foods.

2. Materials and methods

2.1 Materials. Bean dregs, eggs, sugar, sodium bicarbonate, salt, butter, lower gluten flour, skim milk(Purchased in the local market).

2.2 Main instrument. DHG-9140A Electric thermostat blast drying oven: Shanghai Sanfa Scientific Instrument Co., Ltd. QYF-100Airflow superfine grinding: Jiang yin Jia tian Machinery Manufacturing Co., Ltd. HWS-26 Electric thermostatic water bath: Shanghai Yiheng Scientific Instrument Co., Ltd. TDL-40B Low speed bench top centrifuge: Shanghai Anting Scientific Instrument Factory.

2.3Raw material processing. The bean dregs were placed in 50 °C drying oven and baked for 48 h. The ultrafine grinding speeds were set to 600 rpm, 900 rpm, 1200 rpm, and 1500 rpm for 5min.

2.3.2Biscuits preparation. (Lower gluten flour +Bean dregs)100 g, sugar 20 g, butter 20 g, one egg, salt 0.5 g, sodium bicarbonate 1g, ammonium bicarbonate 0.5g, Gluconate- δ -lactone 1 g, milk 30 g. The amount is 0%, 2.5%, 5%, 7.5%, 10%, 12.5% of bean dregs content.

4 Experiment method. Effect of ultrafine grinding water-soluble properties of bean dregs [9].

Effect of ultrafine grinding soluble dietary fiber of bean dregs [10]. Effect of ultrafine grinding technology on quality of bean dregs tenacious biscuit. Scoring the appearance, taste, color, texture, flavor and impurity of the biscuits (Total score is 100 points) [11].

3 Results and Discussions. 3.1Effect of physicochemical properties of bean dregs by ultrafine grinding.

Table1 - Effect of bean dregs by ultrafine grinding

Speed (rpm)	SDF(g / 100g)	water-soluble (%)
CK	0.67	10.61 $\pm$ 1.14
600	6.60	19.88 $\pm$ 0.04
900	6.80	19.90 $\pm$ 0.04
1200	6.50	19.87 $\pm$ 0.05
1500	6.48	19.83 $\pm$ 0.04

After bean dregs by ultrafine grinding, the content of soluble dietary fiber and water solubility were on the rise in Table 1. The water solubility of bean dregs increased from 10.61% to 19.90%, soluble dietary fiber. The water solubility of bean dregs increased from 10.61% to 19.90%, the content of soluble dietary fiber had increased from 0.67g to 6.80/100g. The results show that the properties of bean dregs had changed greatly after different speed pulverization treatments. This may be the conversion of a part of insoluble fiber into soluble fiber, and the water solubility is increased to some extent.

3.2 Effect of ultrafine grinding technology on quality of bean dregs tenacious biscuits.

Table 2- Effect of the amount of ultrafine powdered bean dregs on tenacious biscuits

ultrafine powdered bean dregs (%)	appearance	taste	color	texture	flavor	impurity	scores
0	13	21	17	8	18	8	85
2.5	12	22	16	7	18	8	83
5	13	22	15	7	18	7	82
7.5	12	23	14	9	17	8	83
10	13	22	14	8	20	9	86
12.5	13	21	15	8	17	8	82

The amount of ultrafine grinding bean dregs at 10% was best, and the highest score for biscuits in Table 2. At this time, the pattern of the tough biscuit was very clear, the shape was complete, the thickness is uniform, no shrinkage, no deformation. The biscuit has a full mouthfeel and a long aftertaste. The color was relatively uniform, no white powder, shiny. The biscuits were finely organized and the fault structure was clear, and had rich flavor. Adding by ultrafine pulverization of bean dregs, it enriches the flavor of biscuits and increases the content of soluble dietary fiber. It was a convenient food suitable to people of all ages.

Conclusion. The experiment used ordinary bean dregs as raw material, it used ultrafine grinding treat to bean dregs and determine the content of water-soluble and solubility dietary fiber. The results show, the bean dregs treated under ultrafine grinding, water-soluble and solubility dietary fiber was gradually rise, when the speed was 900 rpm, had most influential and the highest value. The results showed that iter-soluble properties and the content of soluble dietary fiber of the bean dregs treated by ultrafine grinding were obviously improved at 900 rpm for 5 min. The water solubility of the bean dregs increased to 19.90%, and the content of SDF increased from 0.67 g/100g to 6.80 g/100 g. The bean dregs treated under these conditions were used in the production of tenacious biscuits, based on the sensory evaluation, the optimal addition of ultrafine grinding bean dregs is determined to be 10%, the obtained tenacious biscuit had the best taste and the highest score. This phenomenon indicates that the ultrafine pulverization technology improved the properties of the bean dregs and increased the content of soluble dietary fiber.

Through the sensory evaluation of the tough biscuits, it was determined that the optimal addition amount of the ultrafine pulverized bean dregs was 10%. Under the matching conditions, the biscuits had brighter color, full mouthfeel, uniform tissue and moderate texture, enriched human needs for dietary fiber.

References

1. Weickert M. O, Pfeiffer A. F. Impact of Dietary Fiber Consumption on Insulin Resistance and the Prevention of Type 2 Diabetes [J]. *Journal of Nutrition*, 2018, 148(1):7-12.
2. Veronese N, Solmi M, Caruso M. G., et al. Dietary fiber and health outcomes: an umbrella review of systematic reviews and meta-analyses[J]. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 2018, 107(3): 436-444.
3. Huang Suya, QI Bingjun, Deng Yun. Research Advances in Dietary Fiber Function [J]. *The Food Industry*, 2016, 37(01): 273-277.
4. Jimenez-Escrig A, Tenorio M. D, Espinosa-Martos I, et al. Health-Promoting Effects of a Dietary Fiber Concentrate from the Soybean Byproduct Okara in Rats[J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2008, 56(16): 7495-7501.

5. Li B, Qiao M, Lu F. Composition, Nutrition, and Utilization of Okara (Soybean Residue)[J]. Food Reviews International, 2012, 28(3):231-252.
6. Yang J, Nie Y H, Lin D. Q. Development of soybean dregs biscuit with high protein and dietary fiber [J]. Modern Food Science and Technology, 2013, 29(4): 792-795.
7. Junshe S. Superfine Grinding and Surface Characters of Spices [J]. Transactions of The Chinese Society of Agricultural Engineering, 2000: 123-125.
8. Yi-Fei X., Shao-Jun T, Yan M. A., et al. Effect of ultrafine grinding on functional properties of okara[J]. Food & Machinery, 2014.
9. Wu Zhan wei, Hu Zhihe, Bao Jie. Effects of Ultrafine Comminution and Screw Extrusion on Particle Size Distribution and Processing Properties of Okara [J]. Food Science, 2012, 33(22): 133-138.
10. Guo Min. Collecting the SDF from Soybean Dregs [J]. Farm Products Processing, 2019, (05): 18-21.
11. Li XingJiang, Ing Qiaoyun, Li Jinghong, et al. Effect of black bean dregs powder on the quality of biscuits [J]. Science and Technology of Food Industry, 2017, 38(20): 152-158.

УДК 663.1

Доломакін Ю.Ю., к.т.н., доцент, Породько П.В.

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

МОДЕЛЮВАННЯ ТЕЧІЇ БАГАТОФАЗНИХ ФАРМАЦЕВТИЧНИХ СУМІШЕЙ У МОДУЛІ ANSYS Fluent

Вступ. Модуль ANSYS Fluent – сучасний програмний комплекс для моделювання течії рідини (CFD аналіз) у складних геометричних областях з урахуванням теплопереносу та хімічних реакцій. У нашому випадку модуль дозволяє моделювати багатофазну течію для суміші «рідина – часточки»[1].

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. Моделювати багатофазні потоки складніше, ніж однофазні, оскільки розподілення фазових компонентів у потоці неоднорідне, що у свою чергу породжує множинність режимів течії. Кожна фаза може мати свою швидкість та температуру, тому кількість рівнянь, які необхідно вирішити, збільшується. Крім того, фазовий склад може змінюватися у силу фазових перетворень.

За звичай, у сумішах превалує одна певна фаза, котру називають первинною або несучою. Первинна фаза вважається неперервною, вторинна фаза зі значно меншою концентрацією розподілена у об'ємі первинної. Кожна з фаз займає визначену частину загального об'єму суміші. Відносна об'ємна доля фази називається об'ємною концентрацією.

На першому етапі моделювання необхідно визначити режим плинну, який залежить від складу суміші, властивостей матеріалу, величини завантаження та ін.

Величиною завантаження суміші, є відношення масових концентрацій фаз $\beta = \alpha_c \rho_c / \alpha_p \rho_p$ де α та ρ відповідно об'ємні концентрації та щільності твердих часточок та рідини, при цьому сумарна об'ємна концентрація суміші дорівнює 1.

Для суміші рідини та твердих часточок відношення щільностей фаз $\gamma = \rho_c / \rho_p$ приблизно дорівнює одиниці.

За ступенем взаємодії між фазами фармацевтичні суміші можна поділити на три групи:

- низького завантаження $\beta \ll 1$ взаємодія між фазами однобічна, рідина взаємодіє із твердими частками через сили опору та параметрами турбулентності, але частки не мають зворотного впливу на рідину;

- середнього завантаження $\beta \approx 1$, необхідно враховувати зворотний вплив твердих часток на рідину, який призводить до гасіння турбулентних пульсацій;

- великого завантаження $\beta \gg 1$, обов'язково враховуються двостороння взаємодія фаз та додатковий гранулярний тиск, в'язкі напруження та гранулярна температура, що виникають у наслідок зіткнення твердих часток.

Для визначення необхідності врахування зворотного впливу твердих часток на рідину використовують критерій Стокса $St = \tau_p/\tau_c$, що описує відношення часу релаксації твердих часток $\tau_p = \rho_p d_p^2/18\mu$ до часу релаксації суміші $\tau_c = L_c/V_c$, де L_c та V_c – характерна довжина та швидкість течії, d_p – характерний розмір твердої частки, μ – динамічна в'язкість несучої рідини.

Вибір конкретної моделі для моделювання плинку залежить від величини критерію Стокса. За умови, що $St \ll 1$ або $St \approx 1$, можна використовувати моделі *Discrete Phase* та *Eulerian*, при цьому добрі результати дає більш економна модель *Mixture*. Якщо $St \gg 1$ тверді частки можуть відставати від несучої рідини, тому слід застосовувати моделі *Discrete Phase* та *Eulerian*. Для випадків з великим завантаженням ($\beta \gg 1$) використовують модель *Eulerian* з підключеною опцією *Granular* з заданням властивостей твердих часток, що дозволяє враховувати гранулярний тиск, гранулярну температуру та додаткові в'язкі напруження.

У моделі *Discrete Phase* первинна рідка фаза моделюється шляхом рішення рівнянь Нав'є-Стокса, після чого на знайденому полі плинку будуються траєкторії часток.

Складні процеси тепло- і масообміну моделюються за допомогою складних фізичних законів[2], що пов'язані з типом часток. У нашому випадку багатофазних суспензій, тип часток обирається багатокомпонентний (*Multicomponent particle*), для яких щільність розраховується як середня за об'ємом.

При заданні граничних умов треба звернути увагу на вкладку *Multiphase*. Швидкість на вході задається для суміші у цілому, а об'ємні концентрації – для усіх фаз крім первинної.

Для двобічного спряження (тверда фаза створює зворотний вплив на рух первинної) на кожному часовому кроці необхідні внутрішні ітерації до того, поки параметри фаз не припинять змінюватися. Це потребує більшого ресурсу від комп'ютера порівняно з однобічним.

Розрахунок траєкторій часток відбувається у декілька етапів. Спочатку необхідно розрахувати рух первинної фази без твердих часток, задати необхідні інжекції (ввод) часток та ще раз розрахувати поле плинку первинної фази з врахуванням міжфазного обміну імпульсами, енергією та масою. Далі з урахуванням зміненого поля плинку первинної фази знову розраховуються їх траєкторії.

Отримані результати розрахунків дозволяють якісно та кількісно оцінити процес що досліджується.

Висновки. Описані основні аспекти роботи у програмному комплексі ANSYS Fluent та розглянуті основні інструменти моделювання течій з врахуванням турбулентних ефектів, дані рекомендації по використанню моделей турбулентності, що мають місце у ANSYS Fluent, описані підходи моделювання багатофазних плинків.

Література

1. Федорова Н.Н., Вальгер С.А. Основы работы в ANSYS 17 – М.: ДМК Пресс, 2017. – 210 с.
2. Worstell J. Scaling Chemical Processes – Butterworth-Heinemann, 2016. – 177 p.

УДК 631.362.3

Поздняков В.М., к.т.н. доцент, Зеленко С.А.

Белорусский государственный аграрный технический университет (БГАТУ), г. Минск, Республика Беларусь

ОБОСНОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА СОРТИРОВАНИЯ СЕМЯН РАПСА ПО ПЛОТНОСТИ НА ВИБРОПНЕВМАТИЧЕСКОМ ОБОРУДОВАНИИ

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 [1-3] показали, что посевные качества семян рапса во многом определяются их плотностью. Чем выше плотность, тем выше содержание в семени протеина, который влияет на энергию прорастания, а также крахмала, расщепление которого обеспечивает питание зародыша в процессе прорастания семени. Наиболее экономичным способом повышения качества семенного на стадии предпосевной подготовки является сортирование семян по плотности в псевдооживленном слое на установках вибропневматического принципа действия. Поэтому разработка и создание отечественного вибропневматического сепаратора, обеспечивающего эффективное сортирование семян рапса по плотности, является актуальной научно-агроинженерной задачей.

Материалы и методы. В соответствии с целью и задачами исследований работа проводилась по следующим направлениям: разработка и создание экспериментального стенда для исследования процесса сортирования семян рапса по плотности; определение оптимальных режимно-конструктивных параметров работы разработанного вибропневматического сепаратора.

Результаты и их обсуждение. Для проведения экспериментальных исследований процесса вибропневмосортирования семян в псевдооживленном слое изготовлен экспериментальный стенд, основным звеном которого является разработанный вибропневматический сепаратор, обеспечивающий эффективное сортирование семян рапса на фракции, отличающиеся между собой плотностью в пределах 10-15 %. Схема экспериментального стенда для исследования технологии предпосевной подготовки семян представлена на рисунке 1.

В результате проведения серии отсеивающих экспериментов из всего многообразия факторов, влияющих на эффективность процесса сортирования семян рапса по плотности, для проведения экспериментальных исследований на разработанном вибропневматическом сепараторе, были выбраны следующие варьируемые факторы:

- амплитуда колебания деки, $A = 1,5-3$ мм;
- частота колебания деки, $F = 17-22$ Гц;
- скорость воздушного потока, $v_s = 0,9-1,5$ м/с;
- угол наклона сетчатой деки, $\alpha = 2-5^\circ$.

В качестве параметров оптимизации выбраны следующие показатели, характеризующие эффективность работы разработанного сепаратора:

- показатель массы 1000 семян:

$$m_{1000с.} = \frac{m_c \cdot 1000}{N}, \quad (1)$$

где m_c – масса целых семян рапса в пробе, г; N – количество целых семян рапса в пробе массой m_c , шт.

- производительность сепаратора:

$$Q = \frac{m}{t}, \quad (2)$$

где m – масса семян рапса, поступившая на сортирование по плотности, кг; t – время работы вибропневмосепаратора, с.

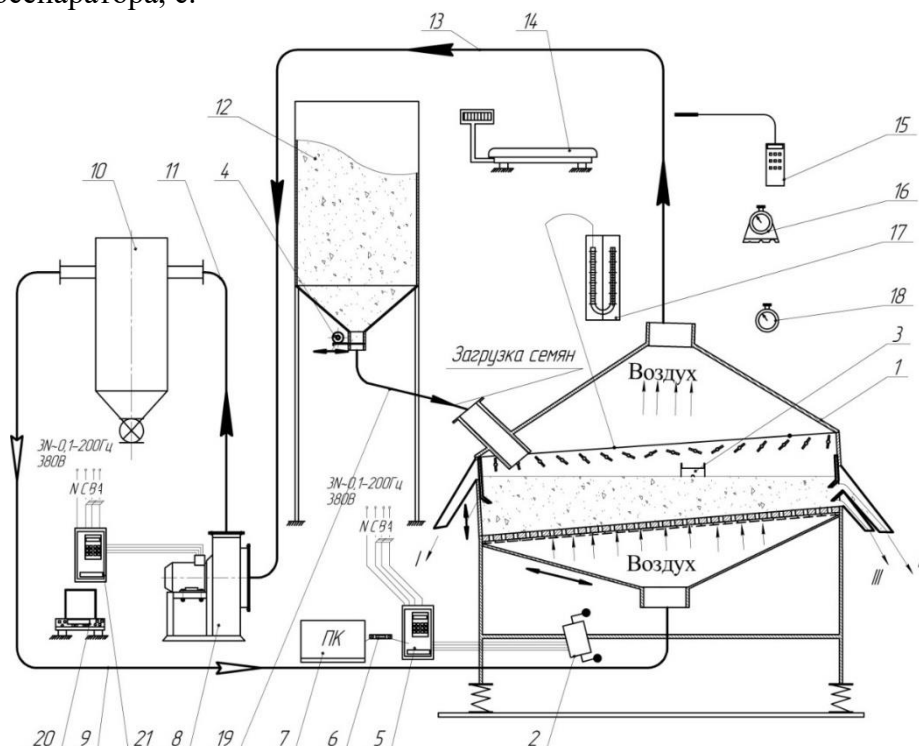


Рисунок 1 - Схема экспериментального стенда: I – легкая фракция (легковесные и низконатурные семена); II – средняя фракция (основная партия семян); III – плотная фракция (семена с высоким потенциалом урожайности); 1 – лабораторный вибропневматический сепаратор; 2 – электровибратор ИВ-99Б; 3 – датчик уровня семян; 4 – механизм регулировки подачи исходного продукта; 5 – частотный преобразователь PROSTAR PR 6100; 6 – преобразователь интерфейса AC4; 7 – персональный переносной компьютер ASUS X550C; 8 – вентилятор ВЦП-3; 9 – нагнетающий воздуховод; 10 – осадочная камера; 11 – воздуховод; 12 – бункер; 13 – всасывающий воздуховод; 14 – весы; 15 – анемометр ТКА-ПКМ50; 16 – угломер маятниковый ЗУРИ-М; 17 – U образный манометр; 18 – секундомер; 19 – патрубок для подачи массы семян; 20 – анализатор влажности; 21 – частотный преобразователь ВЕСПЕР E2-8300-007H

В результате обработки экспериментальных данных получен ряд графических зависимостей, позволяющих оценить влияние входных параметров лабораторного сепаратора на эффективность процесса сортирования семян рапса по плотности. Данные зависимости представлены на рисунке 2.

Проведенные исследования показали, что эффективность работы вибропневмосепаратора определяется не только от влияния отдельных входных параметров, но и от их сочетания в целом. Поэтому для определения оптимальных параметров работы разработанного сепаратора был проведён более детальный анализ влияния входных параметров на процесс сортирования семян графическим методом.

Оптимальные режимно-конструктивные параметры работы вибропневматического сепаратора, на основании графического метода проведения оптимизации, обеспечивающие максимальное значение массы 1000 семян и наибольшую производительность представлены в таблице 1.

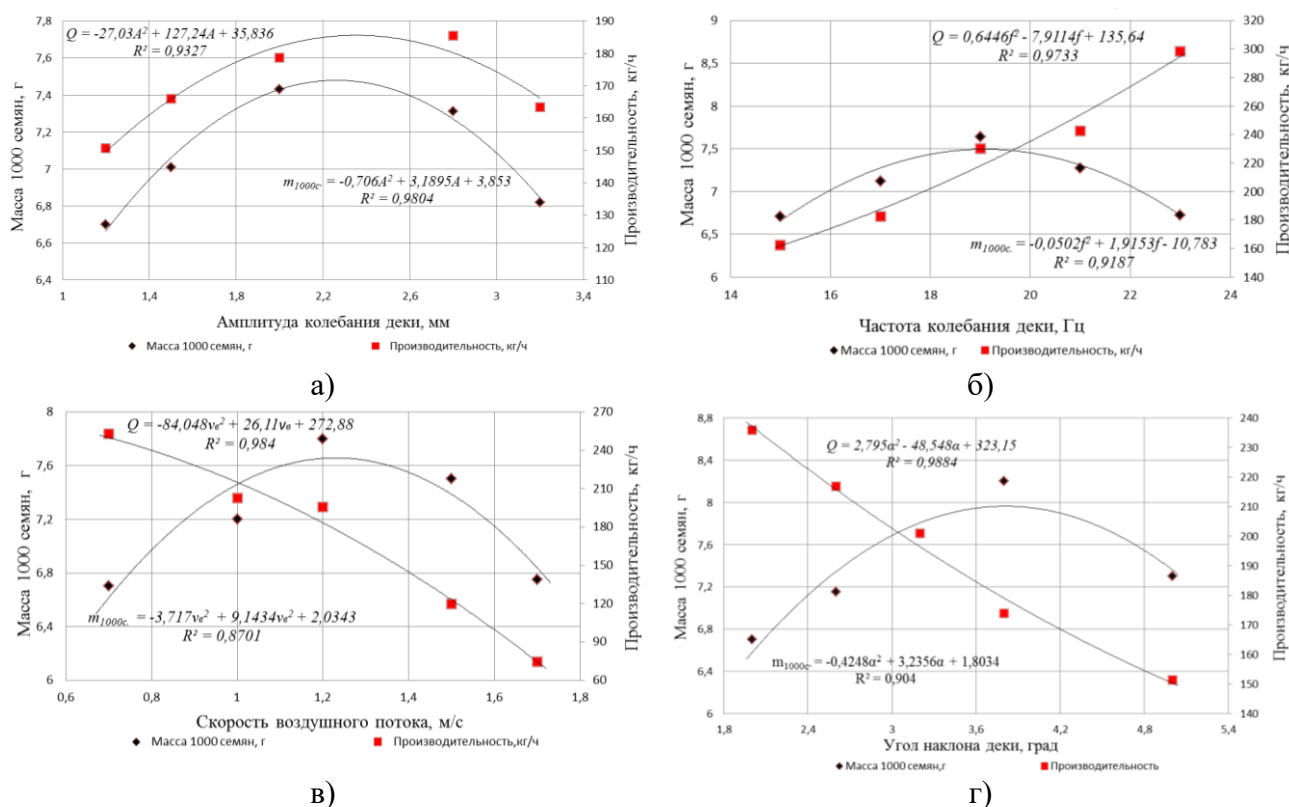


Рисунок 2 - Диаграмма зависимости эффективности сортирования семян рапса по плотности: а – от амплитуды колебания деки, А, мм; б – от частоты колебания деки, f, Гц; в – от скорости воздушного потока в камере сортирования, v_v , м/с; г – от угла наклона деки, α , град.

Таблица 1 - Оптимальные режимно-конструктивные параметры работы разработанного вибропневмосепаратора

Параметры	Амплитуда колебания деки, мм	Частота колебания деки, Гц	Скорость воздушного потока в камере, м/с	Угол наклона деки, град.
Значение входных факторов	2,28-2,72	19,5	1,2	2,41–2,78

Выводы. На основании графического метода оптимизации параметров работы разработанного вибропневматического сепаратора определены оптимальные параметры процесса сортирования семян рапса по плотности с точки зрения обеспечения максимальной эффективности процесса: амплитуда колебания деки $A = 2,28-2,72$ мм, частота колебания деки $f = 19,5$ Гц, скорость воздушного потока $v_v = 1,2$ м/с, угол наклона деки $\alpha = 2,41-2,78$ град. Данные режимно-конструктивные параметры работы вибропневматического сепаратора рекомендованы для использования при предпосевной подготовке семян рапса с высоким потенциалом урожайности.

Литература

1. Шило, И.Н. Применение вибропневматического оборудования для предпосевной подготовки семян рапса / И.Н. Шило, В.М. Поздняков, С.А. Зеленко, Я.Э. Пилук // Агропанорама. – 2018. – №1. – С. 5–8.
2. Pozdniakov, V.M. The experimental research sorting canola on gravity separator's / V.M. Pozdniakov, S.A. Zelenko, P.I. Pavlykevich, E.Z. Mateyev // The journal of Almaty technological university. – 2017. – № 2. – С. 76–83.
3. Фадеев, Л.В. Отборные семена - на каждое поле. Первый этап получения отборных семян / Л.В. Фадеев // Хлебопродукты. – 2014. – № 5. – С. 31–33.

УДК 664.72:53.093

Харченко Є.І., к.т.н., Чорний В.М., інженер

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

ВПЛИВ ВОЛОГОСТІ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ НА ІНДЕКС ЛУЩЕННЯ

Процес лушення привертає увагу багатьох дослідників у зв'язку із широким застосуванням його в круп'яній галузі. В останні роки здійснено впровадження процесів лушення зерна пшениці в борошномельній галузі, що сприяло покращенню показників якості борошна [1-4, 7].

Взаємодія зерна та абразивних шліфувальних кругів в повній мірі не вивчена, а математичні моделі процесу, які б описували цей технологічний процес відсутні. На процес лушення впливають такі фактори, як вологість та крупність зерна пшениці, швидкість обертання та зернистість абразивних кругів, навантаження на лушильну машину та тривалість процесу лушення.

Вологість зерна пшениці є одним із суттєвих факторів, який впливає на усі процесу переробки, тому метою даної роботи було дослідження впливу вологості зерна пшениці на ефективність його лушення.

Перед початком досліджень, зерно пшениці очищали на лабораторному зерночисному сепараторі і одночасно розділяли на крупну та дрібну фракції. Сходом решітного полотна 2,4×20 мм отримували крупну фракцію пшениці, а проходом цього решітного полотна і сходом полотна 1,8×20 мм отримували дрібну фракцію пшениці.

Основні показники якості двох фракцій зерна пшениці наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Показники якості крупної та дрібної фракції пшениці

№ поз.	Найменування показника	Фракція	
		крупна	дрібна
1	Вологість, %	12,0	12,0
2	Натура зерна, г/л	752	731
3	Маса 1000 зерен, г	30,9	22,0
4	Скловидність зерна, %	65	62

Для встановлення впливу вологості на ефективність лушення, який визначали за показником лушення [6], кожену фракцію зволожували від 12,0 % до 17,0 %. В п'ять скляних ємності по 0,5 л поміщали по 200 г зерна. В кожену ємність додавали розрахункову кількість зерна із кроком в 1,0 %, яку визначали за формулою:

$$G_{\varepsilon} = G_z \left(\frac{100 - W_0}{100 - W_p} - 1 \right), \quad (1)$$

де, G_{ε} , G_z – відповідно маса води та маса зерна, кг; W_0 , W_p – відповідно вологість зерна початкова та задана, %.

Після додавання води, ємності закривали і перемішували зволожене зерно на протязі 5...10 хв. Відволожування зерна здійснювали на протязі трьох діб, для рівномірного розподілу вологи в зерні.

Зволожено в такий спосіб крупну та дрібну фракції окремо лушили в лабораторному голендрі УЛЗ-1 («Олис», м.Одеса, Україна). Для лушення брали по 100 г наважки і лушили протягом 40 с. Пролушене зерно пропускали через аспіраційний канал з шириною каналу 60 мм з метою відокремлення оболонок та мучки від ядра. Очищене ядро зважували і розраховували індекс лушення [6]. Решту зерна з кожної ємності використовували для визначення фактичної вологості зерна.

Лушення обох фракцій зерна пшениці здійснювали при швидкості обертання абразивних дисків голендра 29,6 с⁻¹. Дані табл. 1 свідчать про те, що за вологістю і скловидністю фракції пшениці були практично однаковими з різницею лише в крупності, що важливо для створення однакових умов проведення досліджень.

В результаті проведених досліджень встановлено, що між вологістю зерна пшениці та індексом лущення існує лінійна залежність, яка апроксимується наступними рівняннями:

– для крупної фракції пшениці:

$$I_{\text{л}} = -0,298W + 8,525 \quad (2)$$

– для дрібної фракції пшениці:

$$I_{\text{л}} = -0,267W + 7,369 \quad (3)$$

Коефіцієнти кореляції становили 0,95 для крупної фракції та 0,96 для дрібної фракції, що свідчить про дуже тісний зв'язок досліджуваних ознак. Знак «—» при кутових коефіцієнтах обох рівнянь свідчить про спадаючий вид отриманих прямих. Звертає на себе увагу близькі значення кутових коефіцієнтів, що свідчить про паралельність двох прямих, а сам процес як для крупної фракції так і дрібної відбувається однаково. Значення вільного члену рівняння 2 більше на 1,2 ніж значення вільного члену в рівнянні 3. Це свідчить про те, що індекси лущення крупної фракції різної вологості в середньому на 1,2 % більші ніж індекси лущення дрібної фракції. В свою чергу це говорить про те, що дрібна фракція пшениці створює більший опір зрізанню оболонок абразивними зернами дисків ніж крупна фракція і зі збільшенням крупності зерна індекс лущення буде збільшуватися. Збільшення вологості з 12,0 до 17,0 % призвело до зниження індексу лущення на 1,4 % для обох фракцій зерна пшениці.

Спадний характер лінійних залежностей вологості та індексу лущення можна пояснити тим, що при збільшенні вологості зерна збільшується його в'язкість, із крихкого стану зерно переходить у пружно-пластичний стан, що призводить до збільшення витрат енергії на подолання опору зрізанню оболонок з ядра [5]. Збільшення опору дії абразивних дисків при усіх інших однакових умовах свідчить про зміну структурно-механічних властивостей зерна пшениці.

Висновки.

Проведені дослідження дали можливість встановити лінійну залежність між вологістю зерна пшениці та індексом лущення. Збільшення вологості зерна пшениці призводить до зменшення індекса лущення. Крупна фракція мала більші значення індекса лущення ніж дрібна. Змінюючи вологість та крупність зерна пшениці можна змінювати ефективність його лущення в технологічному процесі переробки зерна в борошно та крупи.

Література

- 1.Верещинський, О.П. Наукові основи і практика підвищення ефективності сортових хлібопекарських помелів пшениці: дис. докт. техн. наук: 05.18.02/ О.П. Верещинський. – НУХТ. - К., 2013. – 386 с.
- 2.Дмитрук, Є.А. Дослідження технологічної ефективності обладнання борошномельного заводу за скороченою схемою помелу / Є.А. Дмитрук, Є.І. Харченко, О.П. Верещинський, О.А. Чорний // Хранение и переработка зерна, 10(148), 2011. – С. 52-53.
- 3.Дмитрук, Є.А. Підвищення ефективності розмельних систем в сортових хлібопекарських помелах пшениці / Є.А. Дмитрук, О.П. Верещинський, Є.І. Харченко // UkrainianFoodJournal. Vol. 2, 2013, is. 3. – р. 163-168.
- 4.Єремєєва, О.А. Організація процесу лущення пшениці на млинзаводах різної продуктивності / О.А. Єремєєва, В.Б. Ільчук, Є.І. Харченко // Хранение и переработка зерна, 6(171), 2013. – С. 58-60.
- 5.Наумов, И.А. Совершенствование кондиционирования и измеления пшеницы и ржи / И.А. Наумов. – М.: Колос, 1975. – 174 с.
- 6.KharchenkoY., SharanA., ChornyV., YermeevaO. (2018) Effectoftechnologicalpropertiesofpeaseeds and processing modes on efficiency of its dehulling. *UkrainianFoodJournal*,7(4), 2018. – р. 589-604.
- 7.Mousia, Z., Edherly, S., Pandiella, S.S., Webb, C. (2004).Effect of wheat pearling on flour quality.*Food Research International*, 37. – pp. 449-459.

УДК637.52:637.514.9

Галенко О.О., к.т.н., доцент, Гасюк О.Б., студент

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

ЧІА – НЕТРАДИЦІЙНА СИРОВИНА У ТЕХНОЛОГІЯХ М'ЯСОПРОДУКТІВ

Існуючий в даний час загальний дефіцит м'ясних ресурсів, порушення холодильного зберігання, високий обсяг м'яса з вадами і низькими функціональними властивостями призводить до втрат м'ясних білків, мінеральних речовин і вітамінів і обумовлює доцільність застосування нетрадиційних білкових та мінеральних добавок в технології м'ясних виробів. Харчова цінність м'яса і м'ясних продуктів визначається вмістом біологічно повноцінних і легко засвоюваних білків.

Трендом сьогодення є суперфуди. Суперфудами називають рослинні продукти, в яких концентрація вітамінів та корисних речовин перевищує усі раніше відомі показники.

До суперфудів належать ягоди, листя, корінці, водорості та інші частини деяких рослин, що позитивно впливають на організм людини. Їх вживають як у натуральному вигляді або соків. Найвідомішими суперфудами світу є ягоди годжі, асаї, насіння чіа та спіруліна.

Сучасні тенденції в області розробки ковбасних виробів з використанням нетрадиційної сировини з підвищеною харчовою цінністю задля забезпечення повноцінного харчування є актуальним та затребуваним.

Досліджуючи сучасний ринок м'ясопродуктів, варто відмітити, що протягом останніх 10 років український ринок робить рішучий поворот в сторону продуктів з різноманітними рослинними добавками: пророщене зерно, борошно, овочі, крупи, фруктові компоненти. Однак виробництво комбінованих м'ясопродуктів має здійснюватися при умові взаємозбагачення їх складу, функціонально-технологічних властивостей, підвищення харчової цінності, покращення органолептичних показників готової продукції та ін.

На території нашої держави також культивується чимало рослин, які також можна вважати суперфудами – це обліпіха, смородина, шипшина, насіння льону, журавлина, кизил, насіння гарбуза.

Насіння чіа містять 20% білків, 34% жирів, 25% харчових волокон, а також значну кількість антиоксидантів. Особливо насіння багате ліноленовою та іншими Омега-3-ненасиченими жирними кислотами. Також є всі 8 незамінних амінокислот, що є рідкістю для харчових продуктів рослинного походження.

Насіння чіа, подібно до молекул гіалуринової кислоти, здатне поглинати кількість води, що у багато разів перевищує їх власну вагу. Таким чином, чіа допоможе досягти необхідної консистенції продукту та збільшити вихід готової продукції.

Корисні властивості насіння чіа: покращують роботу травної системи; регулюють масу тіла; покращують роботу серцево-судинної системи; знижують рівень холестерину в крові; 2 ложки насіння забезпечують відчуття ситості, відбувається зниження апетиту; покращують стан зубів та зміцнюються кістки. Тому, насіння чіа та продукти його переробки є перспективною сировиною для технологій м'ясопродуктів.

На кафедрі технології м'яса і м'ясних продуктів проводиться наукова робота по розробці сучасних аліментарно адекватних продуктів харчування з використанням суперфудів, зокрема насіння чіа.

Література

1. Данилова Л.В., Левина Т.Ю., Андреева С.В. Производство мясных хлебов с полифункциональными добавками // Актуальные проблемы и достижения в сельскохозяйственных науках: сб. науч. тр. по итогам Междунар. науч.-практ. конф. — Самара. — 2015. — С. 49-51.
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. Смирнова Н.А. Особенности разработки проекта стандарта организации «Изделия колбасные вареные с растительными компонентами» // Наука третьего тысячелетия: сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф. — Уфа, 2016. — С. 87-89.

УДК639.382:637.04

Гордісінко О.В., Бендерська О.В., ст. викл., Шутюк В.В., д.т.н., доц.
Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна (НУХТ)

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ СОУСІВ ДЛЯ РИБНИХ КОНСЕРВІВ ІЗ ТОВСТОЛОБИКА БІЛОГО

Вступ. Риба і рибопродукти – цінний і часто незамінний продукт харчування, що забезпечує потребу людини, насамперед, у білках тваринного походження, містить широку гаму вітамінів, мікроелементів та біологічно активних речовин [1].

Риба, яка служить основою для рибних консервів, за поживністю і смаковими властивостями не поступається м'ясу, а по засвоюваності перевершує його. Цінність риби визначається наявністю в її складі від 15 % до 26 % білків. Білки риби містять 20 амінокислот, з них 8 є незамінними для людського організму. Ці амінокислоти не синтезуються в організмі людини і повинні в певних співвідношеннях надходити з їжею. Відсутність в їжі будь-який з восьми амінокислот викликає порушення здоров'я [2-3].

Одним з видів рибних продуктів, що випускаються в соусах і заливках є консерви. В даний час проводиться більше 50 % консервів з використанням різних соусів, заливок, маринадів. Заливки неодмінно повинні гармоніювати з вмістом продукту за зовнішнім виглядом, смаком і ароматом, бути добре засвоюваними, володіти енергетичною цінністю, мати доступну вартість [4].

Рибні консерви відрізняються хорошими дієтичними властивостями. Після теплової обробки м'ясо риби стає соковитим, пухким, легко просочується травними соками, що сприяє кращому перетравленню і засвоєнню організмом людини. Це пояснюється багатьма причинами. При тепловій обробці колаген переходить в глютин, який має високу гідрофільність, чим і пояснюється ніжність і соковитість консистенції м'яса риби завдяки високій вологоутримуючій здатності глютину.

Актуальність теми. Незважаючи на великий асортимент соусів та залив, що використовуються при виробництві рибних консервів, роботи в напрямку розширення асортименту тривають. У зв'язку з цим мета нашої роботи полягала в удосконаленні рецептур і технології соусів, використовуваних при виробництві консервів з білого товстолобика, які дозволять підвищити ступінь засвоюваності консервів та збагатити їх харчовими волокнами.

Матеріали і методи дослідження. В якості сировини для досліджень використовували філе товстолобика – *Hypophthalmichthys molitrix* прісноводної риби сімейства коропових Cyprinidae. Вміст окремих амінокислот визначали на автоматичному аналізаторі амінокислот Т-339 («Mikrotechna», Чехія) методом іонообмінної рідинно-колонкової хроматографії.

Дослідження перетравності білків консервів із товсто лоба із додаванням розроблених томатних соусів проводили, використовуючи базову методику О.О. Покровського та І.Д. Єртанова [5]. Суть цього методу полягає в послідовній дії на білок досліджуваного об'єкта системи протеїназ і видалення за допомогою діалізу деяких продуктів гідролізу щоб уникнути інгібування реакції низькомолекулярними пептидами і вільними амінокислотами.

Перетравлюваність білків оцінювали за наростанням продуктів гідролізу в результаті ферментативного гідролізу.

Результати та обговорення.

Оцінка амінокислотного складу білків філе із товстолобика показала, що в їх склад входять всі 10 незамінних амінокислот, причому їх частка становить понад 50 %, що підтверджує високу харчову цінність рибної сировини (таблиця 1).

З метою підвищення ступеню засвоюваності білків консервів із товстолобика нами запропоновано внесення в якості залив розроблених томатних соусів в кількості 15...22 % м.ч.

Томатні соуси містили томатну пульпу – 88...94 %, пряно-ароматичну композицію – 2 % м.ч. Для створення гармонійного смаку розроблених соусів та внесення додаткового джерела органічних кислот та дубильних речовин запропоновано використання пюре із калини та горобини в кількостях 5...8 % м.ч.

Таблиця 1 – Вміст амінокислот в філе товстолобика білого

Амінокислота	Вміст, % до загального білку
Валін	5,652
Ізолейцин	4,267
Лейцин	7,887
Лізин	7,385
Метіонін	1,355
Треонін	3,634
Триптофан	1,644
Фенілаланін	4,564
Аргінін	9,373
Аланін	4,284
Аспарагінова кислота	9,258
Гістидин	3,878
Гліцин	5,585
Глутамінова кислота	14,124
Пролін	4,478
Серин	4,452
Тирозин	3,145
Цистеїн	6,171

Вплив додавання розроблених соусів на зміни фізико-хімічних показників консервів із товстолобика визначали після 30 днів зберігання за ступенем ферментативного гідролізу білків. (рис. 1).

Висновки. Аналіз кінетики процесу ферментативного гідролізу консервів із товстолобика із додаванням розроблених томатних соусів показав, що накопичення вільних амінокислот в зразку із додаванням томатного соусу, що містив пюре із горобини відбувається в 2,1 рази інтенсивніше, ніж в контрольному зразку; для зразку із додаванням томатного соусу, що містив пюре із калини в 2,34 рази інтенсивніше, ніж в контролі.

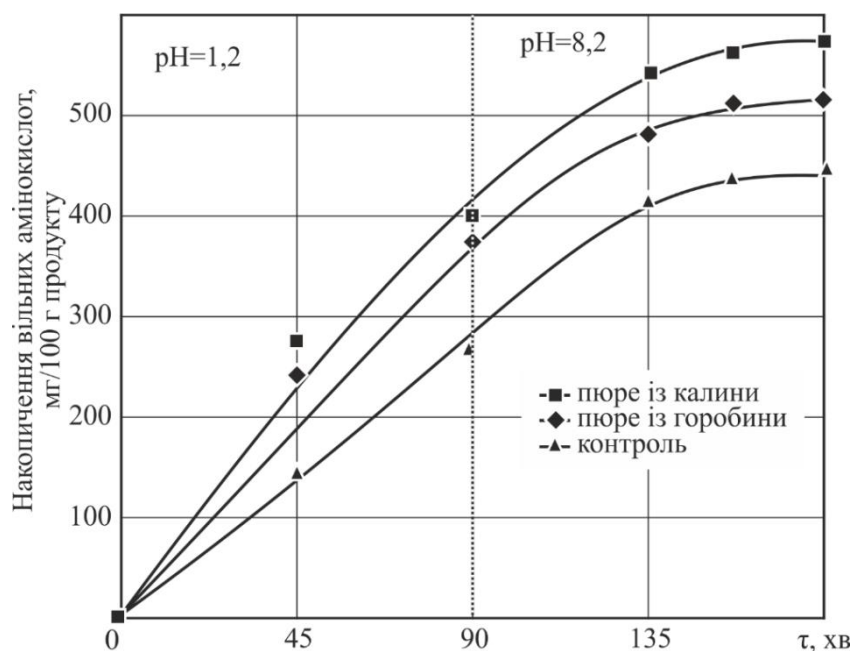


Рисунок 1 - Накопичення вільних амінокислот під час гідролізу консервів із товстолика білого в умовах *in vitro*

Отримані результати підтверджують, що кращою перетравністю володіють консерви із білого товстолика із додаванням розроблених томатних соусів, що пояснюється підвищеним вмістом в них органічних кислот та харчових волокон, що в свою чергу дозволяє розширити асортимент консервів із рибної сировини та отримати продукт із високою харчовою цінністю.

Література.

1. Гордієнко О.В. Огляд ринку рибної продукції в Україні/ О.В. Гордієнко, М.К. Чиженко, В.В. Шутюк// Матеріали 85 Ювіл. Міжнар. наук.конферен. молод. учен., аспір. і студ. «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті», присвяченої 135-річчю НУХТ 11–12квітня 2019 р. – К.: НУХТ, 2019 р. – Ч.1. – С.328.
2. Ахмерова Е.А. Биологическая ценность липидов икры некоторых видов рыб / Е.А. Ахмерова, А.К. Хамзина // VI Московский международный конгресс «Биотехнология: состояние и перспективы развития». М., 2011. С. 160 – 161.
3. Лебская Т.К. Состояние и перспективы развития рыбного рынка Украины / Т.К. Лебская, Н.В.Голембовская // Мир продуктов, 2013. № 9 (98). С.46-49.
4. Бендерська О.В. Удосконалення технології томатних соусів із додаванням пасти із насіння томатів: автореф. дис.... канд. техн. наук: спец. 05.18.13 «Технологія консервованих і охолоджених харчових продуктів» / О.В. Бендерська; НУХТ. – Київ, 2019. – 23 с.
5. Липатов Н.Н., Лисицын А.Б., Юдина С.Б. Переваримость *in vitro* белков некоторых видов пищевого сырья. Хранение и переработка сельскохозяйственного сырья. 1996. №2. С. 32-34.

УДК 664.834

Коваль М.О., Шутюк В.В., д.т.н., доц.

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

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПОПЕРЕДНЬОГО ТЕПЛОВОГО ОБРОБЛЕННЯ КАПУСТИ БІЛОКАЧАННОЇ НА ЯКІСТЬ СУШІННЯ

Актуальним завданням харчової та переробної промисловості на сьогоднішній день є розроблення й впровадження інноваційних прийомів і технологій при виробництві продуктів харчування. Отримання з плодоовочевої сировини сушеної продукції високої якості зі збереженням якісних показників дозволяє забезпечити населення країни необхідними мінеральними речовинами і вітамінами, що містяться в рослинній сировині.

Сушена білокачанна капуста являється одним з перспективних і водночас втрачених у промисловому виробництві харчових продуктів.

Капуста сушена особливо цінується за рахунок вмісту вітаміну С, який здатний бути присутнім у продукті в незмінній концентрації протягом семи-восьми місяців. Така властивість не властива жодній овочевій культурі, а з фруктів цей вітамін зберігається лише в цитрусових. Показником достатньої тривалості бланшування овочів служить інактивація пероксидази.

При виробництві сушених продуктів з рослинної сировини велику роль відіграє вибір способу і режиму бланшування перед проведенням процесу сушіння. Тому дослідження попереднього теплового оброблення капусти білокачанної перед сушінням являється важливою науковою задачею.

На кафедрі технології консервування проводились дослідження режими бланшування капусти білокачанної середньораннього сорту «Фрейліна F1» перед конвективним сушінням.

Для бланшування капусти використовували такі режими:

- без оброблення (контроль);
- водою (температура 85 °С, тривалість 150 с);
- парою (температура 98 °С, тривалість 240 с);
- мікрохвильовим випромінюванням (напруга поля 850 Вт/м, тривалість 60–120 с).

У всіх випадках сушена капуста (крім контролю) мала хороший білий колір, проте зразки після тримісячного зберігання, в яких не були повністю інактивовані ферментизмінилися в кольорі. Це свідчить про те, що в них сталася регенерація пероксидази. Але у випадку мікрохвильового бланшування кращі результати мали зразки сушеної капусти з тривалішим терміном оброблення. Крім того у всіх випадках при використанні бланшування тривалість сушіння капусти значно скорочувалось.

На регідраційні властивості сушеної капусти значно впливають як спосіб сушіння так і попереднє оброблення сировини. Кращі результати при оводненні показали зразки бланшовані мікрохвильовим способом.

Висновок. Бланшування капусти білокачанної усіма розглянутими способами значно скорочує термін її конвективного сушіння. Але після тримісячного зберігання сушеної капусти краще зберігають колір зразки бланшовані мікрохвильовим випромінюванням тривалістю 120 с.

Література.

1. Сучасні тенденції розвитку наукових досліджень в сушильних технологіях/ В.В. Шутюк, С.М. Василенко, О.С. Бессараб, В.П. Василів // Науковий вісник НУБіП України. – К., 2013. – Вип. 185, Ч.1. – С. 278-287. – (Серія: техніка та енергетика АПК).
2. Мурашко, К.С. Дослідження процесу сушіння кореню селери / К.С. Мурашко, В.В. Шутюк // Ресурсо- та енергоощадні технології виробництва і пакування харчової продукції – основні засади її конкурентоздатності: Матеріали VI Міжн. спеціалізованої науково- практичної конф., 12.09.2017 р., м. Київ. – К.: НУХТ, 2017. – С. 135-136.
3. Шутюк В.В. Дослідження кінетики регідратації висушеної рослинної сировини/ В.В. Шутюк, О.С. Бессараб, С.М. Самійленко, Ю.О. Цьомка, Г.М. Омельченко // Ukrainian Food Journal. – 2014. – V. 3., I. 5. – Р. 121-128.

УДК 636.087.63

Соловей О.С., Шутюк В.В., д.т.н., доц., Нечасів О.Л.

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

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РИБНИХ СНЕКІВ НА ОСНОВІ ЛОСОСЯ ЗІ ЗМЕНШЕНИМ ВМІСТОМ СОЛІ

Для вирішення проблеми раціонального використання рибних відходів перспективно застосовувати методи біотехнології, які дозволяють організувати їх глибоку переробку на принципах комплексної безвідходності. Відходи переробки рибної сировини є джерелами цінних білків, ліпідів, макро- і мікронутрієнтів і можуть знайти застосування у виробництві функціональної продукції.

Популярність закусокних виробів (снеків) сьогодні постійно зростає в усьому світі, що обумовлено зручністю в користуванні, приємними органолептичними властивостями і змінами в ритмі життя населення, що спонукають швидко харчуватися. Особливою популярністю користуються солоні снєкові продукти з лосося (сушені вироби з риби і морепродуктів).

Продажі снєків збільшуються з кожним роком. За даними дослідження ритейл-аудиту компанії Nielsen, з квітня 2017-го по березень 2018 року в порівнянні з аналогічним періодом 2016-2017 років реалізація снєків в Україні зросла на 6,8 % в натуральному вираженні. Тому розширення асортименту рибних снєків є актуальною задачею.

На кафедрі технології консервування Національного університету харчових технологій проводяться дослідження з розроблення нових видів рибних на основі лосося.

Для м'язової тканини лосося (*Salmosalar*) характерний високий вміст білка (19,5...20,0 %), при цьому вживання 100 г продукції на основі даної сировини задовольнить добову потребу середньостатистичного дорослої людини в білку на 30 %. З урахуванням того, що відповідно до норм фізіологічних потреб населення України частка білків тваринного походження в раціоні дорослої людини повинна складати не менше 50 % від загальної кількості білків, 100 г продукту дозволить задовольнити добову потребу в тваринному білку на 60 % для лосося.

Дослідження проводяться в напрямку зниження масової частки солі в рибних снєках до 3...5 %. Так як підвищене вживання кухонної солі веде до збільшення навантаження на нирки і серцево-судинну систему, але при цьому надмірно солоні закуски збуджують апетит. Для цього заміняється частина солі на прямими травами й часником та переходом на двохстадійний спосіб в'ялення снєків.

Висновок. Для вирішення проблеми раціонального використання рибних відходів лосося є перспективним з огляду високого вмісту білка у м'язовій тканині. Перспективним являється виробництво рибних снєків з низьким вмістом кухонної солі за рахунок додавання пряно ароматичних приправ, що дозволить зменшити навантаження на нирки і серцево-судинну систему.

Література.

1. Наказ МОН від 03.09.2017 № 1073 «Про затвердження Норм фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах і енергії».
2. Маркетингові аспекти розвитку ринку снєків в Україні/ Л.В. Страшинська, І.В. Ніколаєнко // Наукові праці НУХТ.– К.: НУХТ.– 2017.– Том 23, № 1. С. 75-84.
3. Гордієнко, О.В. Огляд ринку рибної продукції в Україні / О. В. Гордієнко, М. К. Чиженко, В. В. Шутюк// Матеріали 85 Ювіл. Міжнар. наук.конферен. молод. учен., аспір. і студ. «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті», присвяченої 135-річчю НУХТ 11–12 квітня 2019 р. – К.: НУХТ, 2019 р. – Ч.1. – С.328.
4. Tattiyakul J., Supaphol P. Extraction and electrospinning of gelatin from fish skin Panida Songchotikunpan / J. Tattiyakul, P. Supaphol // International Journal of Biological Macromolecules. - 2008. - № 42. - Р. 247–255.

УДК 63.639.2/3**Точона А.С., Шутюк В.В., д.т.н., доц.***Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна (НУХТ)***ПЕРСПЕКТИВИ ПРОМИСЛОВОГО ПЕРЕРОБЛЕННЯ КАРАСЯ СРІБЛЯСТОГО**

Виробництво харчової продукції з рибної сировини підвищеної харчової та біологічної цінності, вдосконалення технологій їх отримання продовжує залишатися актуальним. Це зумовлено зростаючим попитом на таку продукцію у споживачів, зацікавлених у якісному харчуванні.

Значний інтерес для промислової переробки представляють риби з групи «інші прісноводні» – динаміка вилову яких змінюється незначно і становить щорічно 33...37 % від загального улову прісноводної рибної сировини. До даної групи дрібних риб відносять красноперку, карася сріблястого, густеру тощо. За традиційними технологіями їх переробка малорентабельна, що пов'язано особливостями їх морфологічних і розмірно-масових характеристик.

З даної групи дрібних малорентабельних риб найбільш перспективним об'єктом для промислової переробки є карась сріблястий, вилов якого в даний час знаходиться в позитивній динаміці збільшення і становить в середньому 35 % від обсягу «інших прісноводних». Тому саме карась є найбільш перспективним об'єктом промислової переробки на харчову продукцію, в тому числі фаршевого.

Дослідження амінокислотного складу білків м'язової тканини карася показали, що вони відрізняються повним набором незамінних і замінних амінокислот. Встановлено що в білках м'язової тканини карася переважає вміст таких незамінних амінокислот, як лізин, триптофан, треонін і ме-метіонін (+ цистин). Лімітуючою амінокислотою в білках м'язової тканини карася є фенілаланін (+ тирозин). Із замінних амінокислот в білках м'язової тканини карася превалює зміст аспарагінової і глютамінової кислот. З огляду на особливості анатомічної будови карася, тобто наявність великої хребетної кістки, рекомендується переробляти на фарші. Технологічний процес передбачає його оброблення на тушку з подальшим відділенням кісткової тканини.

Аналіз наукової та патентної літератури також підтвердив перспективність включення до складу паст рибних пастеризованих пряно-ароматичних екстрактів, що містять органічні сполуки з антиоксидантними і бактерицидними властивостями, які надають і позитивний вплив на органолептичні показники виробленої рибної продукції. Тому проведені дослідження по апробації використання в рецептурах пастоподібних рибних продуктів екстрактів таких пряно-ароматичних рослин, як базилік, материнка звичайна або орегано, майоран, які широко поширені на території України і використовують в рецептурах харчових продуктів.

Результати лабораторних досліджень також показали, що фарші з карася незалежно від сезону його вилову і розмірно-масових характеристик мають прийнятну формуючу властивість, пластичну консистенцію і високою вологоутримуючу здатність.

Висновок. Проведені лабораторні дослідження з можливості промислової переробки карася сріблястого, з огляду на особливості анатомічної будови, показали доцільність переробки його на фарш з додаванням пряно-ароматичних екстрактів.

Література.

1. Сидоренко О.В. Наукове обґрунтування і формування споживних властивостей продуктів з прісноводної риби та рослинної сировини. // автореферат на дис. док. техн. наук: 05.18.15 – «Технологія і товаровознавство продуктів функціонального і спеціалізованого призначення та громадського харчування». – Київ, 2009. – С.37.

2. Jafarpour A. Rheological Characteristics and Microstructure of Common Carp (*Cyprinus carpio*) Surimi and Kamaboko Gel / A. Jafarpour, E. M. Gorczyca // Food Biophysics. 2009. Vol. 4, Iss. 3. P. 172–179.

Cristina POPOVICI, Assoc. Prof., PhD
Technical University of Moldova (TUM), Chisinau, Republic of Moldova

DIET, NUTRITION AND PREVENTION OF CANCER

Food as an important factor in cancer incidence. Food is an important factor in determining cancer incidence in many countries and regions [11]. Food components relevant to cancer development can be divided into macro- and microcomponents. The former tends to act indirectly. The latter usually has a clearly defined action, for example as genotoxic agents. Food can have both positive (carcinogenic) and negative (preventive) effects [8].

Total calory intake appears to have a strong positive influence on cancer incidence. Carcinogenic plant alkaloids, mycotoxins and other food contaminants frequently enter our bodies. Heat-cooking generates genotoxicants, including aromatic hydrocarbons (via combustion) and heterocyclic amines (HCAs) through reactions involving creatin(in)e, sugar and amino acids in meat. HCAs are relatively newcomers as food genotoxicants and can produce breast, colon and prostate cancers in rodents.

Food habits are also very important in cancer risk as dietary factors are responsible for a third of all cancers [9]. A diet rich in sugar and saturated fat as well as processed meat products is considered to be a cancer promoting diet. To the contrary, a diet rich in vegetables and fruit is generally associated with reduction in the risk of many types of cancer [6]. Mediterranean diet (lots of vegetables, fruit, fish, olives and olive oil, nuts, seeds, herbs, spices and whole grain foods) has consistently been shown to be beneficial in preventing cardiovascular disease as well as cancer.

While epidemiological studies indicate association of the consumption of vegetable and fruit with decreased risk for many types of cancer, data from well-designed, cohort or interventional studies failed to demonstrate the impact of reduced fat intake on postmenopausal breast cancer risk as well as no association between colon cancer and the consumption of fruit and vegetables in men and women [1, 7].

Anticancer food-related components. There are three crucial characteristics of innovative anticancer agents relate to their capability in killing cancer cells resistant to pro-apoptotic stimuli (such as metastatic cancer cells), killing cancer cells through non-apoptotic-mediated cell death pathway, and actually impairing the biological behaviour of CSCs [2]. The majority of food-related components that are beneficial to human health are of natural origin; some of them display anticancer effects. However, the diet profiles of people from Africa, North America, South America, Asia, Australia, and Eastern, Western, North and South Europe markedly differ [5].

There are thousands food-related components of natural origin that can more or less impair cancer progression, and these components can originate from plants, macroscopic mushrooms, insects, and terrestrial (other than insects) and marine invertebrates. From more than a gross picture, diets based on a high consumption of “plants” (vegetables and fruits), fish and insects and a low consumption of alcohol and mammalian fat apparently lead to a lower cancer incidence than diets based on a weak consumption of plants and a high consumption of red meal, mammalian fat and alcohol [4].

Population studies have shown that high intake of dietary lycopene is inversely associated with the incidence of certain types of cancers. Epidemiological studies show an inverse association between dietary soy consumption and the risk of prostate, breast, and endometrial cancers. Genistein is the most active and abundant isoflavone in soybeans with activity against a variety of cancer cells as associated with anti-oxidant, anti-inflammatory, anti-viral and anti-bacterial activities [10].

Recommendations for cancer prevention. The US National Centre for Complementary and Integrative Health (NCCIH)’s programs and organization incorporate three long-range goals that are to advance the science and practice of symptom management, to develop effective, practical, personalized strategies for promoting health and well-being and to enable better evidence-based decision making regarding complementary and integrative health approaches and their integration

into healthcare and health promotion.

Improved food, better life styles and developments in the functional food industry are all crucial to cancer prevention [12]. However, while no significant decrease in the cancer risk a difference in cardiovascular risk was noted with a prudent diet that involved eating more vegetables and less fat [3]. Therefore, we need to carry out better designed and better controlled studies with different end points. Notably, increased body mass index and obesity and lack of regular physical activity have been associated with increased cancer risk for most cancers [13].

Conclusions

Healthy nutrition, physical activity and lack of stress are the three most important components of health. Modification of food habits may prevent many cancers and result in a healthier population and significant savings in healthcare expenditures. Potential anticancer effects of food-related components should be further researched in clinical trials on different models for their effectiveness and toxicological documentation. Furthermore, extensive research work should be carried out on these components to evaluate their possible applications, toxicological and particular genotoxic profile against a wide range of cancer in both either in-vitro or in-vivo.

References

1. Donovan, M.G., Selmin, O.I., Romagnolo, D.F. *Prevention of Breast Cancer by Food Bioactives in Relation to Cancer Subtypes: Epigenetic Mechanisms*. Epigenetics of Cancer Prevention, 2019, Vol. 8, p. 309-332.
2. Farombi, E.O., Akinmoladun, A.C., Owumi, S.E. *Anti-cancer Foods: Flavonoids*. Encyclopedia of Food Chemistry, 2019, p. 224-236.
3. Gullett, N.P., Ruhul Amin, A.R., Bayraktar, S., et al. *Cancer prevention with natural compounds*. Semin Oncol, 2010, Vol. 37, p. 258-81.
4. Hussain, S.S., Kumar, A.P., Ghosh, R. *Food-based natural products for cancer management: Is the whole greater than the sum of the parts?* Seminars in Cancer Biology, 2016, Vol. 40-41, p. 233-246.
5. Iwatani, S., Yamamoto, N. *Functional food products in Japan: A review*. Food Science and Human Wellness. 2019, 6 p.
6. Kumar, P. *Role of Food and Nutrition in Cancer*. The Role of Functional Food Security in Global Health, 2019, p. 193-203.
7. Leo, E.E.M., Altamirano, T.V., Campos, M.R.S. *Functional Foods and Chemoprevention in Cancer*. Therapeutic Foods. Handbook of Food Bioengineering, 2018, Pages 431-448.
8. Marrs, D.A. *Cancer: Carcinogenic Substances in Food*. Encyclopedia of Human Nutrition, 2013, p. 235-241.
9. Md, O.K. *Food habits and cancer prevention*. Nutrition, 2018, Vol. 55-56, p. 511-513.
10. Popovici, C. *Challenge in Diet–Cancer Research*. In: Proceedings of the 85 Anniversary International scientific conference of young scientist and students. "Youth scientific achievements to the 21st century nutrition problem solution", National University of Food Technologies, Kiev, 2019 Part 1, p. 25.
11. Sugimura, T. *Food and cancer*. Toxicology, 2002, Vol. 181-182, p. 17-21.
12. Song, M., Garrett, W.S., Chan, A.T. *Nutrients, Foods, and Colorectal Cancer Prevention*. Gastroenterology, 2015, Vol. 148, Is. 6, p. 1244-1260.
13. Tao, J., Li, Y., Li, S., Li, H.B. *Plant foods for the prevention and management of colon cancer*. Journal of Functional Foods, 2018, Vol. 42, p. 95-100.

Cristina POPOVICI, assoc. prof., PhD, **Alexei BAERLE**, assoc. prof., PhD, **Pavel TATAROV**, fullprof. Dr. Sc.
Technical University of Moldova (TUM), Chisinau, Republic of Moldova

EFFICACY OF SYNTHETIC ANTIOXIDANTS IN OXIDATIVE STABILITY OF COLD PRESSED WALNUT OIL

Introduction. The cold-pressing procedure involves neither heat nor chemical treatments, and it is becoming an efficient substitute for conventional practices because of consumers' desire for natural and safe food products. The consumption of new and improved products such as cold-pressed vegetable oils containing bioactive substances may improve human health and prevent certain diseases [1]. The purpose of this study is to obtain cold pressed walnut oil with a high oxidation stability and biological value, contributing to improve the nutritional status of the population. In this regard, the possibility to incorporate the antioxidants in cold pressed walnut oil was studied.

Materials and methods. The walnuts were cracked, shelled, and then milled into a fine powder in an electric mill. Walnut oil (WNO) was extracted using cold pressing with an electrical lab press. Oil samples with different amount of antioxidants were stored in dark-glass bottles at $25 \pm 3^\circ\text{C}$ until analysis. Walnut oil without antioxidants was used as reference sample. A FFE 2³ (Full three-Factor, two-level Experiment), was applied to estimate the effects of independent factors: n-Octyl Gallate (OG), X1 (25...75mg/g), racemic DL- α -Tocopherol (DLTP), X2 (65...195mg/g) and L-Ascorbic Acid 6-Palmitate (AAP), X3 (40...100mg/g). For the control test, oil samples without added antioxidants were used. After the expiration of 14, 60 or 75 days of storage each individual oil sample was subjected to spectral and chemical analysis.

Results and discussions. UV spectra of the system WNO-OG-DLTP-AAP are characterized with absorption peaks at 271, 282, 291, 302 and 319 nm. The optimal dilution of system with hexane, necessary to obtain high-quality spectra, is approximately 1:10...1:12. Only one factor undoubtedly destabilizes spectra, and accordingly, the walnut oil: this is DLTP. Two independent analytical methods, namely, analysis of the peroxide number and para-anizidine index confirm the role of DLTP not as the antioxidant, but vice versa, as the destabilizing agent for walnut oil. OG is the best deoxidizer from all of antioxidants studied. The factors of pure influence, OG and AAP, protect walnut oil from the accumulation of the primary and secondary oxidation products. The most interesting benefit is the combined effect of the pair OG-AAP, leading to the reduction of PN and PAI, ie, protection of walnut oil. Joint "good" effect of the combinations OG-DLTP and DLTP-AAP does not cover the "bad" action of pure DLTP. With the help of three independent methods, was demonstrated that the most effective antioxidants are n-Octyl Gallate, L-Ascorbic Acid 6-Palmitate, and its mixtures.

Conclusions. Properties of cold pressed walnut oil were monitored under storage conditions of darkness and room temperature over 2 months. Accordingly to the independent spectral and analytical data, DLTP which has been added in the walnut oil, shows itself as pro-oxidant, rather than antioxidant for this food product, and thus is not suitable for it. The linear regressions demonstrate synergetic super-addition effect of AAP-OG compositions, beneficial for increasing of walnut oil stability by safety amounts of antioxidants. A joint use of these antioxidants in small amounts significantly reduces lipid oxidation and increases the shelf life of walnut oil.

Acknowledgements. This work was done in the framework of Project **15.817.02.30A** "*Development of methods and techniques for modernization of nuts (*Juglans Regia L.*) processing technology using their biologically active constituents in the functional foods*", cofounded by the Academy of Science and by the Technical University of Moldova.

References

1. Baerle A., Popovici C., Radu O., Tatarov P. Effect of synthetic antioxidants on the oxidative stability of cold pressed walnut oil. *Journal of Food and Packaging Science, Technique and Technologies*. ISSN 1314-7773, Year V, No 9, 2016, p. 19-24.

УДК 664**Кохан О. О.,** доц., к.т.н., **Онофрійчук О. С.***Національний університет харчових технологій (НУХТ), м. Київ, Україна***ОСОБЛИВОСТІ ПАКУВАННЯ ОРГАНІЧНИХ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ**

Все частіше на полицях торгівельних мереж можна побачити харчові продукти, що мають статус «органічних». Але слід зауважити, що у продуктових магазинах часто зустрічається упаковка харчових продуктів з надписами «без ГМО», «екологічно чистий продукт», «органічний продукт». Не варто між ними ставити знак рівності – це все різні речі. Якщо раніше виробник часто маніпулював цими поняттями, то зараз закон України «Про основні принципи та вимоги до органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції» [1], що набрав чинності 2 серпня 2019 р., впроваджує контроль за використанням виробниками таких маркувань як «біо», «еко», «органік», за порушення якого передбачається штраф.

Тенденція зростання попиту, а отже і виробництва органічної продукції, характерна для всього світу, особливо економічно розвинених країн. Так, за статистикою, у 2017-2018 роках світові обсяги ринку лише сертифікованої органічної продукції перевищили 100 млрд. дол. Зараз Україна перебуває на 11 місці серед європейських країн за виробництвом органічних продуктів і на п'ятому — за наросуванням органічного виробництва. Разом із популяризацією здорового способу життя у світі цікавість до органічної продукції дедалі зростає. Українське суспільство все більше цікавиться, що таке «органічний харчовий продукт» та «органічне виробництво».

Згідно до закону [1]: «Органічний харчовий продукт – харчовий продукт, отриманий в результаті органічного виробництва». «Органічне виробництво - сертифікована діяльність, пов'язана з виробництвом сільськогосподарської продукції (у тому числі всі стадії технологічного процесу, а саме первинне виробництво (включаючи збирання), підготовка, обробка, змішування та пов'язані з цим процедури, наповнення, пакування, переробка, відновлення та інші зміни стану продукції), що провадиться із дотриманням вимог законодавства у сфері органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції». Тобто, органічним вважається продукт, який не містить ГМО, агрохімікатів, пестицидів, антибіотиків, гормональних препаратів, стимуляторів росту, штучних ароматизаторів, барвників, консервантів та інших синтетичних і хімічних складових.

Виробництво такої продукції поєднує в собі найкращі практики з огляду на збереження довкілля, рівень біологічного різноманіття, відновлення родючості ґрунтів, збереження природних ресурсів, добробуту тварин, розвитку сільських територій та сприяння гармонії між людиною і природою. Але слід розуміти, що з економічної точки зору органічне виробництво дуже витратне: технологія вирощування та переробки жорстко регулюється стандартами, а саме виробництво проходить процедуру сертифікації на відповідність органічного виробництва та обігу органічної продукції вимогам законодавства у сфері органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції. В той же час не потребує сертифікації логістика, зберігання і продаж органічної продукції закладами громадського харчування та суб'єктами роздрібної торгівлі.

В Україні таку сертифікацію здійснюватиме спеціальний орган, який вноситиметься до Державного реєстру органів сертифікації. Сертифікація виробників органічних продуктів проводиться щорічно з обов'язковою перевіркою виробництва. Якщо виробництво чи обіг органічної продукції відповідає законодавству – виробнику видається спеціальний сертифікат.

Враховуючи той факт, що на сьогодні більшість харчової продукції реалізовується пакованою, виробники харчових продуктів значну увагу приділяють підбору пакувального матеріалу, способу пакування, дизайну упаковки тощо, адже відомо, що на сьогодні існують певні вимоги до упаковки харчових продуктів, а саме:

- захист харчової продукції від пошкодження під час транспортування та зберігання під

дією зовнішніх чинників;

- збільшення термінів придатності продуктів зі збереженням їх якості;
- безпечність та екологічність упаковки;
- інформативність та привабливість;
- зручність у користуванні.

Всі ці вимоги притаманні і для пакування органічних харчових продуктів, особливо слід відмітити можливість подовження термінів зберігання органічної харчової продукції, що виготовляється без застосування синтетичних консервантів, інформативність упаковки та її екологічність. Згідно закону України «Про основні принципи та вимоги до органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції» [1] для пакування органічної харчової продукції дозволяється використовувати будь-які пакувальні матеріали, що дозволені до використання для харчових продуктів. Перевагу необхідно надавати найбільш екологічним пакувальним матеріалам та тим, що придатні для повторної переробки. Саме тому, на сьогодні, найбільш поширеними пакувальними матеріалами для органічної продукції є природні пакувальні матеріали [2]:

- матеріали, що виготовлені із природної сировини без глибокої зміни її хімічної природи (дерев'яні, металеві, скляні, керамічні, паперові);
- матеріали на основі природних полімерів (целофанова плівка, мішкови́на, тканина, мотузка, шпагат);
- клеї на основі крохмалю, казеїну, декстрину тощо.

Матеріали цієї групи добре піддаються переробленню і повторному використанню, можуть бути утилізовані без значних витрат і шкоди для навколишнього середовища.

Втім, органічна продукція — це не лише турбота про здоров'я людей та навколишній світ, а й питання маркетингу. Продавці такої продукції тонко маніпулюють споживачем. У маркетингові навіть з'явилися спеціальні терміни щодо продажу органічної продукції. "Зелений" маркетинг робить наголос на тому, що, купуючи "органік", людина піклується про майбутні покоління та захищає довкілля.

Зараз все більшої популярності набувають біодеградальні пакувальні матеріали, які після використання розкладаються до двоокису вуглецю, води і біомаси – гумусу.

Біодеградальні полімерні матеріали за способом їх виготовлення можна розділити на кілька основних груп [3]:

- матеріали на основі природних полімерів (натуральний каучук, білки, полісахариди, хітин, полімери з ненасичених рослинних олій, лігнін і тощо);
- хімічно синтезовані полімери;
- мікробіологічно синтезовані полімери та їх суміші;
- композиційні матеріали.

Але слід зазначити, щоб для того, щоб ідея біорозкладу полімерного матеріалу реалізувалася, необхідна сукупність трьох основних чинників:

- відповідні умови навколишнього середовища;
- наявність мікроорганізмів, селективно діючих на полімерний матеріал;
- полімерні матеріали певної хімічної структури.

Для забезпечення рентабельності органічних харчових продуктів та можливості реалізації швидкопсувних продуктів на великі відстані з метою розширення регіону їх збуту, важливим фактором є можливість подовження терміну зберігання цих продуктів. Враховуючи той факт, що виробництво органічних харчових продуктів унеможливи́ває використання синтетичних консервантів та сучасних способів технологічної обробки, що передбачають застосування не лише біологічних, механічних та фізичних процесів, вимога до упаковки по подовженню терміну зберігання органічних продуктів виходить на першочерговий план. Природні пакувальні матеріали не завжди справляються з цією задачею, тому на допомогу їм приходять різні види активної упаковки. Активна упаковка — це упаковка, в якій допоміжні компоненти були свідомо включені в матеріал або елемент

упаковки для підвищення показників її функціональності. Під поняттям функціональність розуміють здатність упаковки забезпечувати підтримку і збереження кількісних і якісних показників упакованих харчових продуктів. Активна упаковка включає в себе компоненти, які здатні поглинати кисень, вуглекислий газ, воду, етилен, смак/запах; вивільняти вуглекислий газ, етанол, забезпечувати температурний контроль або компенсацію змін температури [3]. Але підбір такої упаковки слід проводити спільно фахівцям з технології виробництва певного органічного харчового продукту з фахівцями пакувальної індустрії. Визначальним чинником в цьому виборі буде визначення домінуючого процесу, що відбувається під час зберігання продукту та підбір відповідних компонентів, що будуть входити до складу активної упаковки.

На сьогодні, упаковка, окрім своїх основних функцій по захисту харчової продукції від негативних чинників навколишнього середовища виконує важливу інформативну місію. Покупцям важливо отримати відомості про склад товару, термін придатності та іншу важливу інформацію. Вона повинна бути нанесена чітко і зрозуміло. Прозорі віконця - відмінний варіант, щоб показати користувачеві вміст. Упаковка товару має не більше 3 секунд на залучення уваги потенційного споживача. Для органічної продукції саме упаковка дає можливість заявити про свій статус. Споживачу відрізнити органічну продукцію від наявної на полицях магазинів допомагає спеціальне маркування.

«Маркування - інформація про органічну продукцію, у тому числі державний логотип для органічної продукції, нанесена на етикетку, упаковку, тару, контейнер, контретикетку, кольєретку, ярлик, пробку, листок-вкладиш або на інші елементи упаковки, що супроводжує таку продукцію або посилається на неї відповідно до вимог законодавства у сфері органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції» [1].

Тобто на етикетці органічної продукції має обов'язково бути розміщений спеціальний логотип (затверджений наказом Мінагрополітики від 22.02.2019 №67 «Про затвердження державного логотипа для органічної продукції») (рис.1) . Використання державного логотипа для позначення органічних продуктів — обов'язкове.



Рисунок 1 - Державний логотип для органічної продукції

Логотип складається з графічного зображення двох кіл, які перетинаються, утворюючи фігуру у вигляді листка рослини, а також з надпису «Органічний продукт». Як уже згадувалося, заборонено використовувати на етикетках продукції назви: «органічний», «біодинамічний», «біологічний», «екологічний», «органік» та будь-яких однокореневих похідних від цих слів з префіксами «біо-», «еко-» тощо будь-якими мовами.

На сьогодні більшість "органічних" операторів в Україні сертифіковані за стандартом ЄС. Якщо ж органічна продукція вироблена у ЄС чи за стандартами ЄС, то на етикетці мусять бути маркування "Євролист", номер органу сертифікації та країна походження сировини (рис. 2).



Рисунок 2 - Логотип «Євролист» для органічної продукції

"Євролист" підтверджує, що продукт відповідає стандартам ЄС у сфері органічного сільського господарства. Він гарантує, що інгредієнти товару вирощені в умовах органічного фермерства, а весь ланцюжок вирощування та виробництва пройшов сертифікацію.

Відсутність такого маркування свідчить про недотримання стандартів органічного виробництва.

Виробництво органічної харчової продукції — це поки що лише 2% українського ринку харчування, проте виробництво такої продукції швидко зростає. Цьому сприяє той факт, що органічна продукція — це не лише турбота про здоров'я людей та навколишній світ, а й питання маркетингу. Зазвичай виробники органічної продукції частину прибутку переказують у фонди допомоги тваринам чи екологічним організаціям. Цей психологічний аспект додає споживачу впевненості у користі придбаного товару і змушує купувати більше.

В збільшенні цього попиту не останню роль виконує правильно підібраний дизайн упаковки для органічних продуктів, що дозволяє швидко вирізнити їх серед широкого асортименту продуктів на полицях продуктових мереж. Зараз на перше місце у потенційного покупця виходить зручність упаковки, що поєднує в собі її ергономіку, зручні геометричні форми та необхідний розмір упаковки та порції продукту. Значущим фактором при виборі органічних харчових продуктів виступає дизайн її упаковки. В 78% випадків покупці роблять покупку продукції в яскравій і зручній упаковці. Вдалий підбір кольору, форми, шрифтів на упаковці забезпечать товаровиробнику в разі більший дохід, ніж рекламні повідомлення, але обійдуться значно дешевше, оскільки упаковка «спілкується» з споживачем і «продає» товар постійно.

Сучасні тенденції розвитку дизайну органічних харчових продуктів наступні:

- Перша тенденція - так просто, як тільки можливо. Дизайнери спрощують повідомлення, роблячи їх чіткими, гранично зрозумілими і добре помітними на упаковці.
- Друга тенденція – геометрія. Основна тенденція краших упаковок - основні форми і обмежена кольорова гама. Кола, трикутники, квадрати. Кольорова гамма частіше чорно-біла, монохромна або висококонтрастна. Знайомі форми, кольори заспокоюють, впорядковують, викликають довіру.
- Третя тенденція - ідеалізація минулого. Туга за минулим, коли про речі дбали, робили їх руками, ретельно і детально.
- Четверта тенденція - друге життя упаковки на домашніх полицях споживача. Це перетворення звичайної упаковки в предмет інтер'єру, перетворення непотрібної речі в потрібну і бажану. Так, щоб покупець не ховав упаковку в шафу, а гордо виставляв на відкриті полиці.

Отже, слід зазначити, що при організації виробництва органічних харчових продуктів слід обов'язково звертати увагу на кінцеві операції по пакуванню продуктів у відповідну, правильно підбрану упаковку, яка б повністю відповідала основним принципам органічного виробництва: здоров'я, екології та турботи. Тобто дозволила б зберегти всі цінні поживні властивості органічних харчових продуктів, буди привабливою та, в першу чергу, інформативною для споживачів і здатною до повторної переробки.

Висновки. Розвиток "органічного" ринку в Україні є одним з пріоритетних напрямків у плані стратегії реформ в аграрному секторі. Тому все більш затребуваними на ринку праці стають фахівці з органічного виробництва. Для задоволення цих потреб Національний університет харчових технологій вже другий рік проводить підготовку магістрів за освітньою програмою «Технології органічних харчових продуктів», які в курсі навчання знайомляться і з особливостями пакування органічних харчових продуктів.

Література

1. Про основні принципи та вимоги до органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції: закон за станом на 06.06.2019 р. Голос України від 01.08.2018р., №140-141.
2. Упаковка для харчових продуктів та напоїв / В.В. Халайджі, В.М. Кривошей.- Київ : ІАЦ "Упаковка", 2018. – 216 с.
3. Инновационные упаковки пищевых продуктов / С.Н. Федосов, А.Е. Сергеева; ОНАПТ.- Одесса :ТЭС, 2012. -284 с.

УДК 663.8, 664.782

Ковальчук В.П., к.т.н., ст.н.с., **Опанасюк Т.І.**

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

Олійник С.І., к.т.н., доцент

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

ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ЗАКУПОРЮВАЛЬНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ЛІКЕРО-ГОРІЛЧАНОГО ВИРОБНИЦТВА

У лікєро-горілчаному виробництві використовують різні види закупорювальних засобів, в тому числі виготовлені з полімерних матеріалів, які під час контакту в паровій або рідинній фазі можуть надавати готовій лікєро-горілчаній продукції не характерного запаху та смаку. Це обумовлено наявністю в полімерних матеріалах міграційноздатних органічних речовин, які мають кумулятивний характер.

Можливість утворення різних видів осадів і погіршення органолептичних властивостей алкогольних напоїв у разі використання полімерних закупорювальних засобів є актуальною проблемою.

Були проведені дослідження закупорювальних засобів різних виробників і встановлено, що під час їх використання на лінії розливу та в процесі зберігання:

- утворюються дрібні частинки полімерних матеріалів в результаті взаємного тертя, які електризуються і залишаються на поверхні закупорювальних засобів. Після закупорювання пляшки ці частинки поступово надходять в об'єм готової продукції;
- порушується цілісність силіконової плівки, якою покриті закупорювальні засоби. Після закупорювання пляшки частинки цієї плівки поступово надходять в об'єм готової продукції;
- поглинаються леткі і нелеткі компоненти полімерних матеріалів, з яких виготовлені закупорювальні засоби, в паровій і рідинній фазах.

Оцінку якості закупорювальних засобів проводили за органолептичними та фізико-хімічними показниками водно-спиртового настою закупорювальних засобів або їх окремих елементів: зовнішній вигляд (наявність осаду), смак та запах, перманганатна окислюваність, вміст силікатів, оптична густина у діапазоні (200 – 300) нм.

Результати досліджень показали, що під час використання неякісних закупорювальних засобів перманганатна окислюваність їх водно-спиртових настоїв в порівнянні з контролем зменшується на 5 – 8 хвилин, вміст силікатів збільшується на 16 – 43 мг/дм³, оптична густина збільшується на 0,2 – 0,8 одиниць оптичної густини. Значно погіршується смак і запах досліджуваних настоїв. Спостерігається осад у вигляді дрібних частинок різної форми.

Висновки. В результаті досліджень встановлено, що на підприємства лікєро-горілчаної галузі можуть надходити закупорювальні засоби, які мають негативний вплив на якість готової продукції. Тому необхідно під час входного контролю закупорювальних засобів за зовнішнім виглядом та геометричними параметрами додатково визначати органолептичними та фізико-хімічними методами наявність міграційноздатних летких і нелетких компонентів в закупорювальних засобах репрезентативної вибірки, одержаної згідно з чинними правилами.

Література

1. Ковальчук, В.П. О комплексной программе повышения качества ликероводочной продукции // Алкоголь і тютюн. — 2001, № 2. — С.6–8.

УДК 621.798.1

Гавва О.М., д.т.н., проф., Кулик Н.В., к.х.н.

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

ВИБІР ОПТИМАЛЬНОЇ УПАКОВКИ ДЛЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ – ЕФЕКТИВНЕ РІШЕННЯ ДЛЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ РЕСУРСІВ ТА МІНІМІЗАЦІЇ ВПЛИВУ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

Вступ. Однією з найбільш важливих проблем в умовах швидкого збільшення населення планети є забезпеченість продуктами харчування відповідної якості та безпеки. Ще однією гострою проблемою є зменшення ресурсів, які необхідні для забезпечення потреб людства. Діяльність людства призводить не тільки до зменшення ресурсів, а і до негативного впливу на навколишнє середовище. За доповіддю FAO «Стан продовольчої безпеки та харчування у світі - 2017», голод у 2017 році вразив 815 млн. людей (11% населення світу). В той же час, щорічно у всьому світі 30 - 50% харчових продуктів перетворюється в відходи, що становить близько 1,3 млрд. тонн. У 2014 р в Європі втрати харчових продуктів склали понад 100 млн. тонн. У 2020 р буде близько 120 млн. тонн (+ 20%), якщо ситуація не зміниться.

Актуальність. Роль упаковки у збереженні продуктів харчування важко переоцінити. Для вирішення згаданих проблем актуальним є використання оптимальної упаковки, яка дозволить зберегти паковані продукти, але при найменших витратах на її виробництво та повторну переробку. Продукти харчування мають більш високу цінність і вартість, ніж упаковка, яка використовується для їх захисту. Таким чином, втрати продуктів харчування через неефективну упаковку можуть мати більш негативний результат з точки зору раціонального використання ресурсів та більш несприятливий вплив на навколишнє середовище, але зайві витрати на виготовлення та повторну переробку упаковки теж не можна вважати виправданими.

Основна частина. Для визначення оптимальної упаковки проаналізовано основні властивості продуктів та фактори, які необхідно враховувати при виборі пакувального рішення. Запропоновано аналітично-розрахунковий підхід до вибору оптимальної упаковки з урахуванням рейтингу важливості різних факторів.

Поняття «оптимальна упаковка» або «оптимальний дизайн упаковки» відповідає балансу між забезпеченням всіх функцій упаковки для певного харчового продукту і витратами на її виготовлення та повторну переробку після використання. Оптимальна упаковка - це така упаковка, що є необхідною і достатньою для певного продукту з врахуванням терміну та умов його зберігання. На рисунку 1 представлено схему визначення оптимального дизайну упаковки.

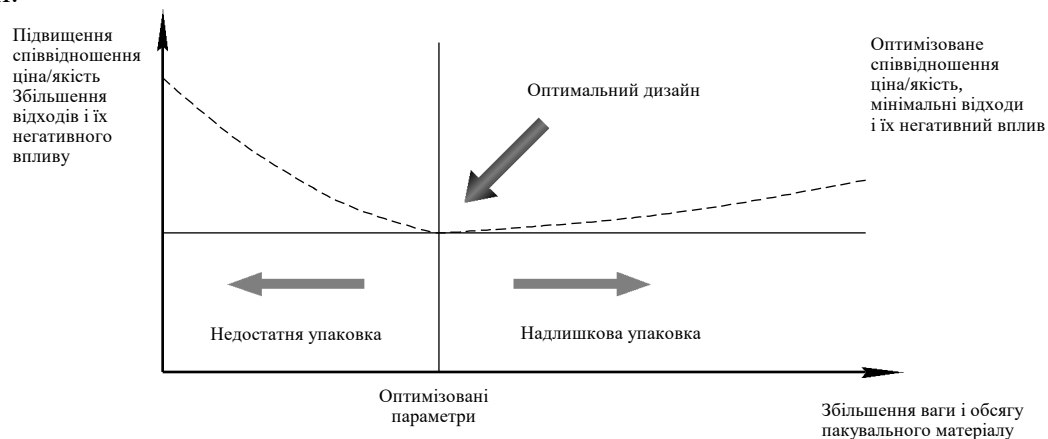


Рисунок - 1 Схема визначення оптимального дизайну упаковки

Оптимізація упаковки починається з вибору матеріалу та розмірів упаковки, при цьому властивості продукту, гарантування його безпеки є пріоритетним фактором, яким не можна

нехтувати або йти на компроміс. Для визначення та вибору оптимального пакування для певного продукту треба враховувати такі основні властивості продукту та логістичні фактори:

- *властивості пакованого продукту* (агрегатний стан, склад, умови пакування та подальшого оброблення пакованого продукту (температура, тиск, вологість, час та ін.));
- *термін зберігання пакованого продукту*, який має бути забезпечено, умови зберігання та транспортування; вивчення та аналіз потенційних ризиків і факторів впливу на продукт в процесі транспортування і зберігання;
- *можливу взаємодію продукту і внутрішнім середовищем та матеріалом упаковки*, мінімізація такої взаємодії забезпечується за рахунок правильного підбору структури упаковки, технології її виготовлення та пакування;
- *оптимальну масу пакованого продукту* на підставі визначення потенційної споживчої групи певного продукту, раціональних норм та термінів його споживання;
- *економічний аналіз*: вибір оптимального пакувального рішення для конкретного продукту з метою забезпечення усіх технічних вимог з мінімальними витратами ресурсів;
- *екологічність*: можливість повторної переробки, запобігання втрат продукту за рахунок надійного захисту протягом терміну зберігання, безпеки упаковки для продукту і забезпечення 100% використання продукту.

Аналітично-розрахунковий підхід до вибору оптимальної упаковки з урахуванням рейтингу важливості різних факторів можна продемонструвати на прикладі вибору оптимальної упаковки для молока. Підхід включає два етапи: перший – аналіз різних видів упаковки (Таблиця 1), другий - розрахунок рейтингу з урахуванням важливості різних вимог (Таблиця 2).

Таблиця 1. Аналіз різних видів упаковки молока

Характеристика	Упаковка 1	Упаковка 2	Упаковка 3
Процеси погіршення якості	Окиснення, зігрівання, зростання мікроорганізмів		
Основні фактори впливу	Кисень, температура, сторонні домішки, стан сировини		
Вид упаковки (пакет, пляшка, банка, коробка та інш.)	Пакет «подушка»	Пакет «Тетра пак»	Пляшка
Пакувальний матеріал (папір, полімерна плівка, комбінований гнучкий матеріал, картон, жерсть, скло та інш.)	РЕ* плівка	Комбінований матеріал картон/фольга/РЕ	РЕ, жорсткий полімер
Переваги	Мала маса упаковки, упаковка може повторно перероблятися, найменша вартість	Середня маса упаковки, упаковка забезпечує тривалий термін зберігання	Упаковка може повторно перероблятися, зручна у користуванні, повторно закривається
Недоліки	Упаковка вразлива до механічних пошкоджень, не дуже зручна у користуванні	Вторинна переробка упаковки із комбінованого матеріалу не рентабельна, найбільша вартість	Найбільша маса упаковки

*РЕ-поліетилен

Таблиця 2. Розрахунок рейтингу з урахуванням важливості різних вимог

№	Вимоги	Рейтинг, R	Упаковка 1	Упаковка 2	Упаковка 3
1	Відповідність упаковки вимогам зберігання та безпеки продукту	0,4	1x0,4=0,4	3x0,4=1,2	2x0,4=0,8
2	Економічність	0,3	3x0,3=0,9	1x0,3=0,3	2x0,3=0,6
3	Екологічність	0,2	3x0,2=0,6	1x0,2=0,2	2x0,2=0,4
4	Зручність у використанні	0,1	1x0,1=0,1	2x0,1=0,2	3x0,1=0,3
	Загальний результат*, Σ, бали		2,0	1,9	1,9

* Загальний результат дорівнює сумі балів при оцінюванні усіх вимог за формулою:

$$\Sigma = L \times R$$

де, L – ступінь відповідності упаковки до певної вимоги у порівнянні з іншими видами упаковки, які аналізуються (1 – найнижчий рівень, 3- найвищий рівень)

R – рейтинг важливості певної вимоги (у сумі складають 1) або ваговий коефіцієнт.

Оптимальною можна вважати упаковку, яка має найбільшу кількість балів.

Виробники харчових продуктів можуть додавати та/ або змінювати перелік вимог до пакування, а також значення рейтингу важливості цих вимог, враховуючи властивості саме їх продукту, технічних та економічних завдань. Такий підхід полегшує вибір оптимальної упаковки для певного продукту та дає можливість навести наочні аргументи такого вибору для обговорення групою зацікавлених спеціалістів та прийняття рішення щодо пакування, яке дозволить гарантувати надійне збереження продукту впродовж необхідного терміну, безпечність продукту для споживання та ефективно та економічно використання ресурсів. Це забезпечить економічну конкурентоздатність пакованого продукту на ринку та мінімальний вплив на навколишнє середовище завдяки попередженню втрат продукту та мінімальне використання ресурсів для виготовлення упаковки з урахуванням її повторної переробки.

Висновки:

1. Глобальною проблемою сучасності є втрати продуктів харчування, які становлять понад 30%. Харчові відходи завдають більшої шкоди навколишньому середовищу, ніж відходи упаковки.

2. Упаковка це - важлива складова і невід'ємна частина харчової індустрії. Упаковка зберігає більше ресурсів, ніж витрачається на її виробництво, завдяки запобіганню утворення харчових відходів.

3. Вибір оптимальної упаковки на основі аналітично-розрахункового підходу є ефективним рішенням для раціонального використання ресурсів та мінімізації впливу на навколишнє середовище.

Література та інформаційні джерела:

1. Халайджі В.В., Кривошей В.Н. Упаковка для харчових продуктів та напоїв.- Київ: ІАЦ «Упаковка», 2018.- 216 с.
2. Р.Коулз, Д. МкДауелл, М.Дж. Кірван. Упаковка пищевых продуктов. пер. с англ. яз. С-Петербург, 2012, 408 с.
3. Ханлон Дж.Ф., Келси Р.Дж., Форсинио Х.Е. Упаковка и тара: проектирование, технологи, применение. пер. с англ. яз. С-Петербург, 2004, 632 с.
4. Nerlita M. Manalili, Moises A. Dorado, Robert van Otterdijk "Appropriate packaging solutions for developing countries", FAO, Rome 2011.
5. <https://www.flexpack-europe.org/en/>
6. <http://www.fao.org/home/en/>

УДК 159.964.21

Ларін Д.І., аспірант

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна

ПСИХОЛОГІЧНИЙ ВЛИВ МАРКУВАННЯ НА КУЛЬТУРУ СПОЖИВАННЯ

Вступ. Порушенні питання впливу маркування на культуру споживання неможливо розглядати окремо від психології споживача, яка і визначає харчові уподобання кожної особистості.

Матеріали і методи. Досліджуються:

1. Вимоги національних стандартів України і ЄС щодо маркування
2. Психологічний вплив маркування населенням

У дослідженні використано зріз соціологічних та психологічних опитувань щодо психологічного впливу маркування на культуру споживання та її особливості, які входили до Міжнародного проекту «NUTritionalLABelingStudyinBlackSeaRegionCountries (NUTRILAB)» FP7-PEOPLE-2012-IRSES №318946 7-ї рамкової програми досліджень і технологічного розвитку ЄС [6].

Результати і обговорення. Упаковка продукту очима виробника - це відмінний маркетинговий хід, здатний або залучити, або відштовхнути покупця. Особистість, яка купує товар, зазвичай, більшою мірою звертає увагу на естетичний вигляд упаковки аніж на зручність та її герметичність, що в свою чергу забезпечує якість продукту [3].

У гонитві за красивими упаковками не потрібно забувати, що основною їх функцією залишається захист продукту від мікробів, бактерій та інших шкідливих факторів. Зазвичай, коли справа доходить до маркування, то потенційні покупці звертають увагу на термін придатності, на маркування типу ДСТУ та сертифікати якості ISO 90001, в гіршому випадку покупці навіпамачки обирають собі товар [2].

Є кілька важливих особливостей формування культури споживання в Україні. Насамперед це невизначеність напрямів реформування на початку 90-х років ХХ ст. Реформи в країні здійснювалися не тільки без відпрацьованої моделі переходу, а й навіть без точних уявлень про те, яке саме суспільство слід будувати. Руйнація елементів старої системи сталася швидше, ніж створення відповідних їм елементів нової. Такий перехід супроводжувався тривалою економічною кризою, гіперінфляцією, падінням рівня життя населення. Перехідний період виявився довгим, а люди – психологічно до цього не готовими. Такий період формує у сфері споживання специфічні явища. Створюються тимчасові моделі споживання, наприклад, ситуації, коли працівникам заводів зарплату видавали не грошми, а продукцією підприємства.

Становлення нової культури споживання в Україні – процес складний і суперечливий. Його основою є три головні складові: традиції, формування нової економічної і соціальної реальності, експансія західної культури. Їх взаємодія – процес більшою мірою стихійний, хоча і держава, і громадські організації, і окремі громадяни докладають певних зусиль для того, аби спрямувати цей процес у потрібне, з їхнього погляду, русло [2].

Традиції культури споживання – складне і багаторівневе явище. Деякі з них сформувалися ще в стародавні часи і продовжують існувати дотепер фактично у незмінному вигляді. Зазвичай вони пов'язані з особливостями географічного положення і клімату, релігією, етнічною своєрідністю тощо. Наприклад, для середнього громадянина України набір продуктів харчування та страв повсякденного споживання залишається відносно стабільним протягом останніх десятиліть. Одночасно одяг істотно змінився – його традиційні форми використовуються найчастіше фольклорні колективи, хоча деякі елементи й орнаменти використовує сучасна мода. Історично стійкі елементи традиції мають яскраво виражені регіональні особливості. З погляду їх наявності досить помітно розрізняється міська та сільська культури споживання. Є й інші особливості: стабільні елементи культури справляють слабкий вплив на формування нової реальності. Набагато істотніший вплив тих традицій, котрі змінюються в нових умовах. Йдеться про елементи культури споживання, які

сформувалися в умовах "соціалізму". Деякі з них просто зникають разом з плановою економікою і соціалістичною системою розподілу, інші трансформуються, треті – задають спрямованість процесам трансформації. Основою для нової культури споживання стає нова економічна реальність [5].

Політичні та економічні чинники реформування зумовили напрям та визначили мету становлення нової культури споживання. Як швидко це відбудеться і якої форми набуде ця культура – багато в чому залежить від людського фактора. Купуючи той чи той товар, утому чи тому магазині, у того чи того продавця, громадяни сприяють процвітанню одних промислових чи торгових компаній і банкрутству інших. Проблема втому, наскільки споживачі здатні діяти самостійно, відповідно до своїх власних інтересів [6].

Для різних, у першу чергу вікових, груп населення вирішення цього питання має певні особливості. Для середнього і літнього віку, тобто для людей, що сформувалися як особистості за часів соціалізму, це проблема освоєння нового світу, адаптації до нових умов життя. Стара система норм та цінностей вже здала свої позиції, а нова ще не остаточно сформована. Попередній досвід не гарантує успіху: іноді він непотрібний, а іноді й просто шкідливий. Можливості людей думати і діяти по-новому в нових життєвих ситуаціях обумовлені комплексом причин:

1) готовність до змін (схильність до новаторства). Вона пов'язана з динамікою того світу, у якому була сформована особистість. Радянська ментальність народилася в соціумі, у якому стабільність визнавалася як одна з головних цінностей існування людини. "Впевненість у завтрашньому дні", "соціальний оптимізм" сформували футурофобію – страх перед майбутнім;

2) спроможність сприймати нове, що пов'язана з тривалістю змін. Якщо час активних реформ не перевищує кількох років, а потім настає період нової стабільності, то здатність до психологічної адаптації у більшості людей дає змогу пристосуватися до нової реальності. Якщо зміни продовжуються занадто довго, то випрацьовуються прийоми виживання у ситуації невизначеності. Однак тих, хто здатний відчувати себе в нових умовах "як риба у воді", зовсім небагато;

3) індивідуальні особливості і специфіка виду діяльності особистості. Спосіб життя певної частини громадян нашої країни за період численних реформ принципово не змінився (ті самі робота, форма оплати праці, коло спілкування). їм найтяжче пристосуватися до нових умов життя і вони найбільш залежні від держави. Наприклад, фахова діяльність вчителя та його соціальний статус зараз і 15–20 років тому істотно не відрізняються, проте розмір зарплати та регулярність її виплати змінилися не в кращий бік. Інша частина населення виявилася, за особистим бажанням чи вимушено, втягнутою у нові види діяльності. Ці люди першими набули досвіду життя у системі ринкової економіки. їхній спосіб мислення і форми споживчої поведінки вже відповідають ринковим зразкам. Найбільша частина населення перебуває між двома полюсами: їх культура споживання – це різноманітні варіанти переходу від однієї системи до іншої [1]. Отже, маркування впливає на нашу культуру споживання та стимулює до відповідального вибору продуктів харчування.

Література

1. Види упаковок для харчових продуктів [Електронний ресурс]. – 2019. – Режим доступу: <http://idna.com.ua/uk/statyi/vidy-upakovok-dlya-pischevyh-produktov>
2. Культура споживання в сучасній Україні [Електронний ресурс] // Поведінка споживача. – 2018. – Режим доступу: https://pidruchniki.com/70406/marketing/faktori_zovnishnogo_vplivu_povedinku_spozhyvachiv.
3. Ларін Д. Психологічне сприйняття елементів маркування харчових продуктів / Дмитро Ларін // [Електронний ресурс] // Матеріали VII Міжнародної спеціалізованої науково-практичної конференції "Ресурсо- та енергоощадні технології виробництва і пакування харчової продукції - основні засади її конкурентоздатності". – 2018.
4. (2013), Міжнародний проєкт «Nutritional labeling study in Black Sea region countries», *Ukrainian Food Journal*, 2(2), p. 304.
5. Стефан Стефанов, Йорданка Стефанова, Станка Дамянова, Настя Василева, Юлія Теличкун, Владимир Теличкун, Алексей Губеня (2013), Проблеми при реалізації інформаційної функції на опаковці, *University of Ruse "Angel Kanchev". Proceedings*, 52(10.2), pp. 146-149.
6. Telychkun V., Gubenia O., Telychkun Y. (2013), Labelling of foodstuffs in Ukraine, *The Second North and East European Congress on Food (NEEFood-2013): Book of Abstracts. - 26-29 May 2013*, p.44.

УДК 665.584:615.454.1

Грінінг К.Р., аспірант, Гордейчук Р.В., магістрант

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

АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПОДРІБНЕННЯ В БІСЕРНИХ МЛИНАХ

Вступ. Проведені аналітичні дослідження з метою вивчення особливостей процесу надтонкого подрібнення продуктів фармацевтичних та косметичних засобів у бісерних млинах.

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

Результати та обговорення. Основне питання теорій подрібнення полягає у встановленні зв'язку між витратами енергії і величини одержаної поверхні. Для опису процесів подрібнення використовуються різні гіпотези енергетичної оцінки, які виражаються рівнянням енергії:

$$dE = -\frac{Kdx}{x^n}, \quad (1)$$

де: E - енергія, x - розмір часток, K - коефіцієнт форми частинок.

У теорії розрахунку витрат енергії на подрібнення найбільш відомі методи, запропоновані Ріттингером, Кирпічев і Кіком, Бондом і Ребиндером, Рундквістом.

Жодна з гіпотез не знайшла практичного застосування, тому що вони враховують тільки геометричні розміри подрібнюють частинок і характеристики матеріалу, незважаючи на спосіб і умови подрібнення. Це ускладнює використання відомих методів для опису реальних процесів подрібнення. Матеріал складається з частинок різного розміру, і кожна частинка подрібнюється за своїми «безліччю законів».

При досягненні певної величини розміру часток продукту спостерігається підвищення енергоемності млинів. Міцність частинок і втрата енергії на подрібнення збільшується зі зменшенням розміру частинок. Таким чином, при тонкому подрібненні інтенсивність утворення нової поверхні прямо пропорційна споживаній енергії і знижується при досягненні критичної величини крупності.

Не існує різниці між процесами пружної деформації і руйнування з точки зору утворення нової поверхні. Процес руйнування можна розглядати як наслідок перенапруження тіла, а величину новоствореної поверхні вважати пропорційною величиною енергії перенапруження на відміну від енергії пружних деформацій. Це дає можливість розглядати процес подрібнення як єдине ціле і в той же час визначати окремо пружну деформацію і безпосередньо подрібнення - утворення нової поверхні. Отже, щоб підвищити ККД процесу подрібнення слід по можливості руйнувати тіло з максимальним перенапруженням.

Процес деформації реального твердого тіла зводиться до збільшення розмірів і кількості дефектів. При досягненні певної щільності дефектів в тілі виникає тріщина з розмірами, що перевищують критичний. Далі зростання тріщини протікає мимовільно і тіло руйнується. Це явище являє собою втрату міцності стійкості. Якщо тілу передати енергію, що перевищує граничну енергію пружних деформацій, воно зруйнується з утворенням нової поверхні, величина якої виявляється пропорційною надлишку енергії, переданої тілу.

Питома поверхня матеріалу і вільна енергія системи збільшується в міру збільшення ступеня дисперсності. Вільна енергія системи може мимоволі зменшуватися або через укрупнення частинок, або через адсорбційні процеси, які проходять на поверхні розділу фаз. Найбільш легко адсорбуються на поверхні поверхнево-активні речовини, які зменшують твердість матеріалу за рахунок перешкоди змиканню тріщин і віддаляючи утворені частинки один від одного шаром адсорбованих на їх поверхні молекул. Це актуально при багатостадійному подрібненні.

Надтонке подрібнення не може бути проведено без адсорбції в поверхні розділу фаз. У Тому мокре подрібнення забезпечує більш тонке і рівномірне подрібнення, ніж сухий помел.

На процес тонкого подрібнення в бісерних млинах впливає безліч факторів: механічна енергія, питоме споживання енергії, енергія зіткнень тіл, що мелють, кількість ефективних зіткнень тіл, що мелють з продуктом, а також час перебування частинок в млині. Крім того, при подрібненні відбувається десорбція залишків газу і рідини з поверхні речовини, яке подрібнюється, в результаті чого змінюється площа поверхні твердої речовини.

Питоме споживання енергії - це величина, яка визначається як співвідношення механічної енергії, що передається в суспензію, і об'ємної або масової витрати суспензії для безперервного або циркуляційного способів подрібнення. Для періодичного способу питоме споживання енергії визначається виходячи з тривалості процесу диспергування і передачі механічної енергії в систему. Для кожного продукту процес подрібнення залежить в першу чергу від споживаної питомої енергії, що було доведено Штеером і Вайтом.

Під енергією зіткнень тіл, що подрібнюються, мається на увазі їх кінетична енергія, яка передається в системі від мелючого тіла до суспензії, яка подрібнюється. Кінетична енергія визначається масою і швидкістю тіл, що мелють.

Існує пряма залежність між кінетичною енергією тіл, що мелють, кількістю їх ефективних зіткнень і питомим споживанням енергії для досягнення поставленого результату. Ефективність контакту є результативним, якщо кінетична енергія і енергія від зіткнення перевищують енергію руйнування або енергію зв'язку так, що відбувається процес подрібнення. Однак якщо енергія заткнутих тіл буде перевищувати її потреби, то надлишок перетворюється в тепло.

У процесі подрібнення змінюються властивості суспензії: при постійній частоті обертів ротора змінюється її в'язкість, внаслідок чого змінюється потужність - при зниженні в'язкості потужність падає, а при збільшенні в'язкості потужність зростає. При інтенсивному охолодженні системи величина потужності підвищується, а при менш інтенсивному охолодженні падає. Крім того, найбільша ступінь подрібнення відбувається на початку часу роботи бісерного млина, в подальшому подрібнення практично не спостерігається.

Взаємозалежність між енергетичними та часовими параметрами дозволяють оптимізувати і поліпшити процес диспергування. Можна збільшити тривалість процесу до тих пір, поки не буде досягнутий заданий результат. Потужність збільшується при збільшенні числа обертів, покращуючи результат диспергування.

Висновок. Всі наявні гіпотези враховують тільки геометричні розміри подрібнюють частинок і характеристики матеріалу, незважаючи на спосіб і умови подрібнення. Крім того, тонке та надтонке подрібнення являється високоенергетичним процесом, та не може бути проведено без диспергуючого середовища.

Література.

1. Chen Y., Lian X., Zheng S. Research on superfine grinding process and kinetics of calcined black talc in planetary mill // *Procedia Engineering*. – 2015. – Volume 102. – P. 379-387.
2. Loh Z.H., Samanta A. K., Heng P.W.S. Overview of milling techniques for improving the solubility of poorly water-soluble drugs // *Asian Journal of Pharmaceutical Science*. – 2015. – Volume 10. – P. 255-274.
3. Mende S. Rapl M. Mill performance matched to the task. Throughput enhanced by optimizing cooling and disc configuration // *European Coatings Journal*. – 2014. – №12. pp. 88–91.
4. Nakach. M. New Approach and Practical Modelling of Bead Milling Process for the Manufacturing of Nanocrystalline Suspensions / M. Nakach, J. Authelin, C. Agut // *Journal of Pharmaceutical Sciences*. – 2017. - № 106(7). – pp. 1889-1904.
5. Ogonowski S., Wolosiewicz-Clab M., Ogonowski Z., Pawelczyk M. Comparison of Wet and Dry Grinding in Electromagnetic Mill // *mdpi*. – 2018. – Volume 8 (38). – P. 1-19.
6. Stephen M. Using an agitator bead mill for nanoparticle dispersion and comminution // *Nanotechnology*. – 2011. - №11.
7. Rowe W.B. Principles of Modern Grinding Technology / W.B. Rowe. – New York: William Andrew Applied Science Publisher, 2014. – 215 p.

УДК 66.047.3**Дринкевич М.О.,** магістр, **Бабанова О.І.,** асистент*Національний університет харчових технологій (НУХТ), м. Київ, Україна***УДОСКОНАЛЕННЯ ОБЛАДНАННЯ ВАКУУМНОГО СУШІННЯ АМПУЛ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕСУРСООЩАДНОСТІ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ**

Вступ. В фармацевтичній промисловості одним із “вузьких місць” технологічного устаткування є сушильне обладнання, яке потребує удосконалення з метою забезпечення підвищення продуктивності, надійності роботи і підвищення якості кінцевої продукції та ресурсоощадності та енергоефективності процесу.

Матеріали і методи. Для встановлення найбільш ефективних шляхів поліпшення енергоефективності процесу сушіння ампул, необхідно проаналізувати існуючі способи та методи сушіння та сучасне обладнання, яке для цього використовується.

На основі аналізу вітчизняних та закордонних аналогів було виявлено недосконалість систем нагрівання та підготовки повітря в сушильних апаратах. Вони є недосконалими та мають ряд суттєвих недоліків, які призводять до тривалого періоду сушіння ампул та неякісної підготовки повітря, яке повинно відповідати вимогам GMP.

Результати. Сучасні умови, в яких функціонують підприємства фармацевтичної промисловості: збільшення потреб в продукції цієї галузі, необхідність постійного поновлення асортименту, потребують відповідної матеріально-технічної бази та раціональної системи її використання.

Труднощі, які виникають при спробі вирішення цієї проблеми в фармацевтичній промисловості, багато в чому схожі на ті, які виникають в інших галузях харчової промисловості.

Досвід передових західних країн показує, що подолати технічну проблему підприємств можна за допомогою зміщення акцентів з вводу нової техніки на заміну та поновлення вже діючого обладнання, підвищення частин вибуття в вартості впроваджуємих основних виробничих фондів.

Впровадження нової техніки потребує нових виробничих площ, проведення значних будівельно-ремонтних робіт, в результаті чого збільшується вартість пасивної частини основних виробничих фондів.

Поновлення або удосконалення обладнання дозволяє максимально використовувати будівлі та споруди, скоротити до мінімуму будівництво нових при одночасному нарощуванні технічної оснащеності та виробничої потужності існуючих підприємств.

Вакуумне сушіння ампул призначене для сушіння ампул в касетах під вакуумом з місцевим підігріванням. Удосконалення полягає в виявленні недоліків у роботі апарату вакуумного сушіння ампул: найбільш характерних несправностей та аналіз роботи вузлів апарату з метою їх усунення.

Після ретельного дослідження та огляду обладнання вакуумного сушіння ампул виявились наступні недоліки: під час роботи апарату відбувається неточне встановлення касети з ампулами на напрямні, а отже неточне попадання герметичної кришки апарату на касету, під час процесу сушіння. Це викликає зупинку апарату та пошкодження ампул, а можливо і касети. Простій апарату відбувається приблизно від 3 до 8 хв; вихід з ладу вузла нагрівання. В результаті чого відбувається повна зупинка апарату вакуумного сушіння ампул. Простій приблизно 10 годин. Зупиняється вся лінія і весь технологічний процес. Цей недолік є більш найважливішим та суттєвим. Через виходу з ладу вузла нагрівання, продуктивність апарату вакуумної сушки ампул зменшується, а також всієї лінії вцілому

Тому в якості удосконалення процесу сушіння ампул запропоновано встановити стерильний фільтр на подачі повітря в сушильну камеру, де відбувається процес сушіння. Він захищає від попадання мікроорганізмів та різних домішок в середину апарату. Також

розробити надійну систему вузла нагрівання, яка заключається в збільшенні площі нагрівання шляхом встановлення ребер на тенах та її конструктивного оформлення.

Впровадження у виробництво дозволить повністю контролювати стерильність повітря, яке попадає в сушильну камеру, як того вимагають стандарти GMP.

Висновки. Можна стверджувати, що основними шляхами для вирішення питання енергоефективності та ресурсоощадності процесу сушіння ампул є встановлення стерильного фільтра. Для його виготовлення застосовані стандартні вироби, уніфіковані складальні одиниці та деталі згідно стандарту ДСТУ. Основним техніко-економічним результатом цього удосконалення, буде задоволення потреб підприємств фармацевтичної промисловості України в апаратах вакуумного сушіння ампул без витрат зайвих коштів для закупівлі його закордоном.

УДК 615.014.2

Ковальов О.В., к.т.н., Присидько Є.В.

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

МЕТОДИ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ДЛЯ ІН'ЄКЦІЙНИХ РОЗЧИНІВ

В якості розчинників лікарських речовин при отриманні ін'єкційних розчинів застосовують воду для ін'єкцій, ізотонічні розчини деяких лікарських речовин і неводні розчини природного, синтетичного і напівсинтетичного походження.

До розчинів пред'являють наступні вимоги: висока розчинна здатність, необхідна хімічна чистота, фармакологічна індиферентність, хімічна сумісність з лікарськими речовинами, тобто відсутність хімічної взаємодії, стійкість при зберіганні, доступність в ціні.

Вода – найбільш розповсюджений розчинник для парентеральних препаратів, самий зручний з фізіологічної точки зору, оскільки являється в кількісному відношенні головною складовою частиною всіх секретів організму та одночасно основним агентом, що транспортує поживні речовини та продукти обміну речовин в організмі.

Мікробіологічним очищенням води для приготування ін'єкційних розчинів займалися ще у радянські часи, коли фармацевтична галузь була лише на стадії розвитку. Сьогодні це питання досить актуальне оскільки для парантеральних препаратів потрібна дуже чиста вода, в якій відсутні мікроорганізми і ендотоксини. Проаналізуємо дослідження вчених, щодо цього питання.

За даними ВІЗ в нестерильних лікарських засобах (пігулках, капсулах, гранулах, мазях, суппозиторіях, розчинах, настояках, аерозолях та ін.) найчастіше виявляли наступні мікроорганізми: *Escherichiacoli*, *Salmonella*, *Enterobacter*, *Proteus*, *Citrobacter*, *Klebsiella*, *Pseudomonasaeruginosa*, *Staphylococcusaureus*, *Micrococcus*, *Bacillussubtilis*, *Bacilluscereus*, плісневі і дріжджові гриби.

У ряді випадків мікробна забрудненість виявлялась і у препаратів, до складу яких входилиантибіотики і консерванти. Найчастіше в них виявляли *Paeruginosa*, спороутворюючі бактерії і мікроміцети.

Обширний фактичний матеріал послужив підставою для постановкипитання про необхідність обов'язкового мікробіологічного контролю якості НЛС і встановлення допустимих норм кількісного і якісного складу мікробіоти медичних препаратів.

Слід зазначити, що деякі зарубіжні фармацевтичні фірми почали вводити офіційні нормативи мікробіологічної чистоти що випускаються ними НЛС, не чекаючи введення цих норм у фармакопеї. Це в першу чергу великі швейцарські компанії, деякі угорські підприємства і компанії США. Згідно загальноприйнятій уяві лікарські препарати не повинні містити патогенні бактерії. Проте проводити мікробіологічний аналіз, що охоплює всі види

патогенних мікроорганізмів, абсолютно нереально в умовах виробничої лабораторії. Тому мікробіологічний контроль обмежується лише декількома видами бактерій, в першу чергу тими, які можуть викликати інтоксикацію у хворого, або присутність яких є ознакою незадовільних санітарно-гігієнічних умов виробництва.

При аналізі препаратів, що вживаються, найбільш важливими мікроорганізмами, наявність яких повинне проводитися випробування, є бактерії сімейства *Enterobacteriaceae*, представники якого можуть викликати інфекцію або харчове отруєння, або є індикаторами фекального забруднення. Випробування на наявність бактерій сімейства *Enterobacteriaceae* в цілому в окремих певних випадках може бути доповнено специфічним дослідженням на *Escherichiacoli* або *Salmonella* (для препаратів з тваринної сировини), а також на наявність *P.aeruginosa* або *Staphylococcus aureus*.

У препаратах для місцевого вживання слід побоюватися бактерій, що викликають локальну інфекцію, в першу чергу *S.aureus* і *P.aeruginosa*. Виявлення кишкових бактерій в цих лікарських засобах також необхідне для оцінки санітарного стану виробництва.

До кінця 60-х рр. XX століття намітилися два підходи до встановлення норм. Оригінальний принцип мікробіологічної оцінки НЛС, запропонований в Швеції в 1968 р., отримав назву «Загальна кількість бактерій». При вивченні виробничої гігієни на підприємствах, що випускають лікарські засоби, була встановлена пряма кореляція між санітарними умовами виробництва і мікробною забрудненістю готової продукції. За хороших санітарно-гігієнічних умов загальне число мікроорганізмів в 1 г або в 1 мл препарату, як правило, не перевищувало 100.

При цьому в переважній більшості випадків була відсутня патогенна мікробіота. Якщо число мікроорганізмів в 1 г НЛС перевищувало 10, проводили додатковий контроль на наявність патогенних бактерій: ентеробактерій, *P.aeruginosa*, *S.aureus* і ін.

Таким чином одним з показників якості лікарського засобу (ЛЗ) є рівень його мікробної чистоти. По цьому показнику всі ЛЗ ділять на дві категорії: стерильні і нестерильні. Стерильними називають препарати, в яких відповідно до вимог ГФУ не допускається вміст життєздатних кліток мікроорганізмів. Нестерильними називають такі ЛЗ, в яких допускається вміст живих мікроорганізмів, кількість і якісний склад яких залежить від вигляду і призначення продукції і нормується відповідною документацією.

Воду у виробництві лікарських речовин використовують як основний і допоміжний матеріал. Вода є компонентом живильних середовищ і готових лікарських форм. Її використовують в технології виділення і очищення БАВ, для санітарної підготовки приміщень і устаткування, а також для приготування розчинів дезінфектантів і антисептиків. У технологічних процесах використовують питну воду з центральних систем господарсько-питного водопостачання і очищену воду, що отримується на виробництві методами дистиляції, іонного обміну, зворотного осмосу, електродіаліза. У виробництві стерильних лікарських препаратів використовують воду для ін'єкцій, яку отримують з очищеної води.

Якість води регламентує нормативно-технічна документація: у воді очищеній не допускається присутність більш 100 клітин мікроорганізмів в 1 мл води, вода для ін'єкцій повинна бути апірогенною і містити в собі не більш ніж 10 КУО в 100 мл.

Аналіз якості води проводиться згідно загальним принципам процедури мікробіологічного моніторингу не рідше ніж раз на тиждень.

В процесі зберігання в промислових резервуарах кількість мікроорганізмів швидко збільшується і може досягати 10⁵-10⁶ кліток бактерій в 1 л. *Legionellapneumophila* здатна розмножуватися у воді при 57 °С. Арматура і апаратура, яка використовується для зберігання і розподілу води (насоси, трубопроводи, клапани, лічильники води і т. п.) можуть бути колонізовані мікроорганізмами, створюючи біоплівку на їх внутрішніх поверхнях, стійкими до дії біоцидів і представляючи небезпеку як джерело мікробної контамінації. Вода повинна зберігатися при температурі не нижче 80°С і циркулювати в розподільній системі зі швидкістю 1-2 м/с для запобігання утворенню біоплівки. Для попередження біообрастання стінок судин використовують режим рециклінга. Біоплівка - це просторово і

метаболічно структуровані співтовариства мікроорганізмів, ув'язнені в позаклітинний полімерний матрикс і розташовані на кордоні розділу фаз. Всього відомо чотири типи розділу фаз, на яких розвиваються мікробні співтовариства: рідина (водне середовище) - тверда поверхня, рідина - повітря, дві рідини, що незмішуються і тверда поверхня - повітря. У даний час найбільш досліджені лише біоплівки, що розвиваються на кордоні рідкого і твердого середовищ. Біоплівка є способом захисту мікроорганізмів від стресових умов: лімітації субстрата, змінам рН, окисненню активними формами кисню. Проте, найбільше значення має стійкість біоплівок до дії антибіотиків і різних біоцидів (дезрозчинів, антисептиків). Це пояснюється в першу чергу важливістю таких досліджень для медицини, оскільки багато патогених м/о утворюють біоплівки в інфікованому макроорганізмі, а також на поверхні різних виробів, що мають медичне призначення (катетерів, очних лінз, штучних клапанів серця і т. д.). За даними різних авторів більш 60% інфекцій викликається збудниками, локалізованими в біоплівках. Виявилось, що м/о, що входять до складу біоплівок відрізняються від планктонних культур в 100-1000 раз меш чутливі до більшості антибіотиків та інших біоцидних речовин. Існує декілька припущень різних авторів про механізми цієї стійкості:

- Екзополісахаридний матрикс зв'язує антибіотики;
- Низька швидкість росту м/о в біоплівках;
- Наявність клітин персистерів (перечілюючих кліток в стані спокою)
- Утворення ендоспор.

Вченими інституту хімії води і колоїдної хімії ім. А.В. Думанського було досліджено ефективність очищення води, щомістить ентеробактерій *Serratia marcescens* і *Escherichia coli*, методом тангенціальної мікрофільтрації за допомогою вітчизняних керамічних мембран з оксиду алюмінію ($\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$), діаметр пор яких в активному шарі становить 0,72 - 0,75 і 5,3 - 5,5 нм. Показано можливість підвищення ступеня знезаражування води від цих бактерій керамічними мембранами при додаванні в неї природного палигорскіта або накладенні електричного поля. Сполучення методів мікрофільтрації й електролізу води з переполосовкою електродів забезпечує практично повне її знезаражування від ентеробактерій при збільшенні питомої продуктивності мембран, пов'язаної з очищенням останніх електричним струмом.

Методи знезаражування води, застосовувані на водоочисних спорудженнях, недостатньо ефективні відносно небезпечних збудників паразитарних інфекцій, як, наприклад, ентеровіруси. Таке положення вимагає особливого підходу до вдосконалювання старих і впровадженню нових технологій знезаражування води.

Відомо, що застосування мінеральних сорбентів підвищує ступінь очищення води від бактерій при коагулюванні, відстоюванні й фільтруванні. У роботі було показано, що ступінь коагуляційного очищення води від мікроорганізмів можна підвищити додаванням природних сорбентів - глинистих мінералів, серед яких найбільш перспективні палигорскіт і монтмориллоніт черкаського родовища, використовувані в промисловості.

Для очищення води від бактерій також можна використовувати мікрофільтраційні керамічні мембрани з оксиду алюмінію. На відміну від полімерних мембран, вони мають високу продуктивність, механічну міцність й термостійкість. Такі мембрани не руйнуються розчинами кислот і лугів, що спрощує їхню регенерацію. Крім того, їх можна регенерувати зворотним потоком фільтрату.

Для визначення ефективності процесу мікрофільтрації вченими було проведено ряд експериментів по знезаражуванню модельних розчинів, приготовлених шляхом внесення у водопровідну автоклавану при 0,1 МПа (121°C) воду мікробних культур *Serratia marcescens* і *Escherichia coli* (кишкова паличка), що належать до сімейства *Enterobacteriaceae*.

З метою інтенсифікації процесу очищення води від бактерій мікрофільтрацією з використанням керамічної мембрани у вихідну воду з культурою *S. marcescens* додавали

різну кількість природної форми попередньо відмоченого палигорскитачеркаського. При наявності у воді 1 г/дм³ палигорскита забезпечувалося практично повне знезаражування води.

Висновок. У даній роботі розглянуто методи і степені очищення води від пірогенних домішок. У результаті проведеної роботи, можна зробити висновок, що за допомогою мікрофільтраційних керамічних мембран з оксиду алюмінію можна очистити воду приблизно на 99% при рН – 8,5 з використанням палигорскиту 1г/дм³. та недоліком даного процесу є те, що пори мембрани забиваються частками глини і продуктивність мембрани знижується. При випробуванні тих же мембран з накладанням поля електричного струму було досягнуто найкращих результатів знезаражування води, приблизно 99,9%. Це дуже гарний результат, та на мою думку використання керамічних мембран недоцільно, так як існує загроза розриву мембран. При випробуванні патронних фільтрів, було встановлено, що ефективність затримки часток для водних систем дорівнює 98%, а для електропозитивних фільтрів – 99,4%. Та ці фільтри можна використовувати для невеликих кількостей води, що є недоцільним на великому підприємстві. Тому можна вважати, що дистиляція один з самих надійних методів очищення води (до 99,99%)

Література

1. Александров И.Д., Субботин В.М. Справочник по технологии приготовления лекарственных форм. Ростов на Дону: "Феникс", 2000 - 192с.
2. Кондратьева Т.С., Иванова Л.А. Технология лекарственных форм в 2-х томах. - Т.1. - М.: Медицина, 1991. - 496с.

УДК 637.514.9

Клименко О. О. магістр, **Бабанов І.Г.**, к.т.н.

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

Шевченко А. О., к.т.н., **Михайлов В.М.**, д.т.н.

Харківський державний університет харчування та торгівлі (ХДУХТ), м. Харків, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ОЧИЩЕННЯ СЛИЗОВИХ ТА ШЕРСТНИХ СУБПРОДУКТІВ З МЕТОЮ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕСУРСОЕФЕКТИВНОСТІ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ

Вступ. В м'ясопереробній промисловості в силу особливостей переробної сировини тваринного походження і відповідної специфіки технологічних процесів, зв'язаних до того ж з об'єктами перероблення і технічної озброєності підприємств, резерви для підвищення економічної і технічної ефективності виробництва значні, хоча реалізація їх в силу тієї ж специфіки іноді дуже складна. Процес очищення слизових та шерстних субпродуктів є важливим етапом технологічного процесу оброблення субпродуктів. Найменше використовуються шлунки, що зумовлено низкою чинників, а саме: неприємним запахом, складністю його позбутися, трудомісткістю відокремлення так званої «бахроми» від м'язової частини, значною мікробіологічною забрудненістю, відсутністю ефективного апаратурного оформлення процесів очищення та оброблення.

Матеріали і методи. Для встановлення найбільш ефективних шляхів поліпшення енергоефективності процесу очищення, необхідно проаналізувати загальновідомі методи та способи оброблення сировини та сучасне обладнання, яке для цього використовується.

Зараз велику увагу приділяють невеликим м'ясопереробним підприємствам. Пов'язано це з тим, що в зв'язку з скрутним фінансовим положенням, підприємства не можуть

забезпечити себе потрібною кількістю сировини. Малі підприємства не потребують великої фінансової підтримки. Ці тенденції і являються основним фактором розвитку малих підприємств.

На основі проведеного аналітичного огляду технологій оброблення та конструкцій обладнання для очищення слизових та шерстних субпродуктів встановлено оптимальні шляхи для подальшого удосконалення процесу очищення субпродуктів.

Результати. Дослідження наукової літератури показали, що зі всієї м'ясної сировини, що виробляється з ВРХ, найменш споживаними є певні категорії субпродуктів, зокрема такі субпродукти II категорії, як шерстні та слизові. З огляду на предмет дослідження – шлунок яловичий або телячий – основними проблемними питаннями є відокремлення поверхневого шару від основної м'язової тканини.

Традиційні способи оброблення не досягають поставленої мети, тому ми пропонуємо використовувати комбіновані процеси очищення, які полягають в одночасному поєднанні різання поверхневого шару із впливом водного, ультразвукового або повітряного середовища. Більшість обладнання для очищення слизових та шерстних субпродуктів реалізує традиційну схему оброблення. В м'ясопереробній промисловості знайшли своє місце машини для очищення субпродуктів від шерстного покриву, до яких відносяться центрифуги.

Центрифуги такого типу застосовують як для очищення шерсті, так і для видалення слизового покриву. Дані центрифуги працюють за принципом одностороннього контакту. Основним робочим органом є диск з отворами, що обертається і нерухомий барабан, з розташованими в середині ребрами.

Відповідно до технології яловичі рубці промивають водою температурою 20...25 °C протягом 2...3 хв., шпарять і очищають від слизової оболонки водою температурою 66...68 °C протягом 6...7 хв. та 2...3 хв. охолоджують холодною водою. Очищення в цих агрегатах відбувається за рахунок взаємодії поверхні шлунків або рубців зі скребками циліндричної камери у водному середовищі та за підвищеної температури.

Процес очищення зазначеного типу продуктів потребує значних витрат на нагрівання води й призводить до утворення значної кількості стічних вод. З огляду на зазначені недоліки слід вирішити такі проблемні питання: зменшення часу оброблення, зменшення часу перебування сировини в температурному середовищі, механізація процесу відокремлення зовнішнього «бахромчастого» покриву, зниження витрат на нагрівання води, власне води та рівня забруднення стічних вод.

Висновки. Виходячи з вищезазначеного, можна стверджувати, що основними шляхами для вирішення питання енергоефективності та ресурсоощадності процесу очищення слизових субпродуктів є вдосконалення конструкцій обладнання для оброблення сировини за рахунок конструювання нових робочих органів та вузлів. Окрім цього необхідно забезпечити безперервність технологічного процесу за рахунок автоматизованого завантаження та вивантаження сировини.

УДК 664.282

Vladimir Litvyak¹ D.Sc. (engineering), Ph.D. (chemistry), Associate Professor, **Anastasia Zabolotets**¹M.S., **Alexey Ermakov**², Ph.D. (engineering), Associate Professor,

¹*Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus on Food, Minsk, Republic of Belarus*

²*Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus*

THE SIZE AND MORPHOLOGICAL FEATURES OF NATIVE STARCH GRANULES OF DIFFERENT BOTANICAL ORIGIN

Introduction. When developing modern technologies for deep processing of plant starch-containing raw materials (technologies for producing native and modified starches), the most important aspect is the study of the size and morphological structure of starch grains [1, 2].

Materials and methods. The object of the research are native starches: potato starch, corn starch, tapioca starch, wheat starch, rice starch, rye starch, pea starch, amaranth starch, barley starch, sorghum starch, tritcale starch, oat starch. Scanning electron micrographs of starch grains were obtained using a scanning electron microscope LEO 1420 (Germany) (fig. 1). Metallization of native starch preparations was carried out with gold in the EMITECH K 550X vacuum system. The size of the starch grains was estimated using computerized methods according to standard techniques.

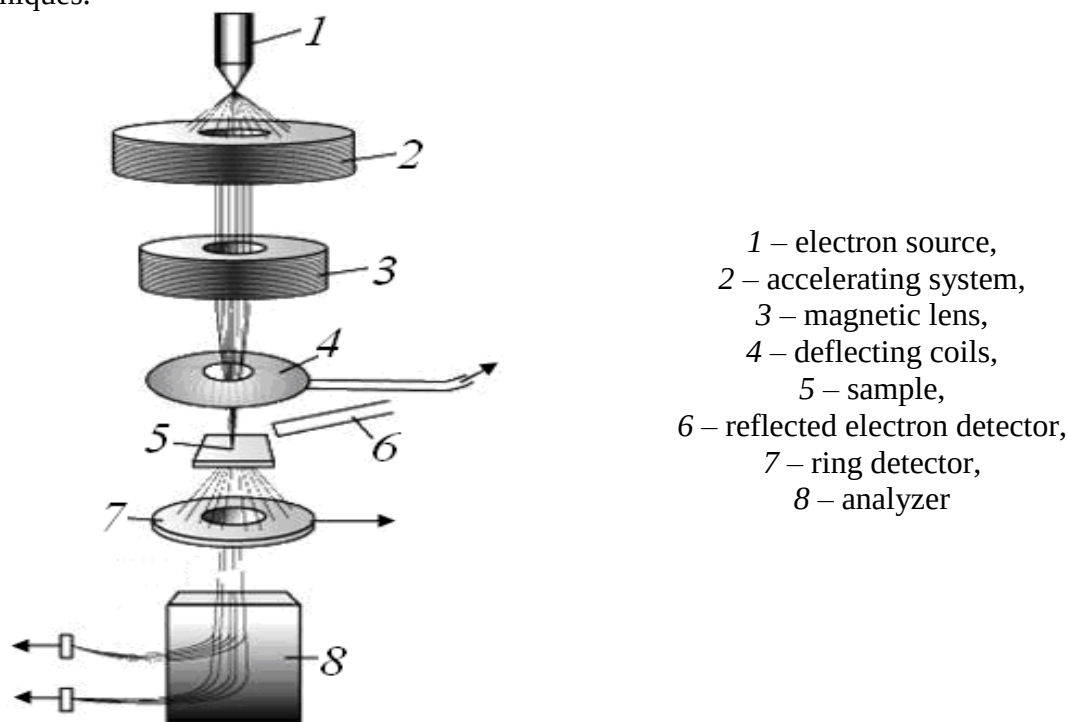


Figure 1 - Scanning electron microscope

Results and discussion. The sizes and morphological features of the grains of native starch of different botanical origin were investigated (table 1). The main structural characteristic of the structure of native starch, which determines its physicochemical properties, is starch grain (granule). There was revealed a large variety of forms of starch grains: regular and irregular oval, rounded, multi-faceted. The size of starch grains varied within 60,0–0,5 microns. Depending on the average size, starchy grains can be arranged in a descending row: potato ($21,7 \pm 1,22$), rye ($21,2 \pm 2,36$), pea ($20,4 \pm 2,57$), chickpea ($14,8 \pm 0,93$), tritcale ($13,2 \pm 1,75$), wheat ($12,4 \pm 1,90$), sorghum ($11,0 \pm 0,76$), barley ($10,9 \pm 1,15$), tapioca ($10,6 \pm 0,50$), corn ($9,8 \pm 0,42$), oat ($7,39 \pm 0,87$), rice ($5,3 \pm 0,29$), amaranth ($1,1 \pm 0,04$). The largest size of starch grains was found in potato starch, and the smallest size in amaranth starch. It was established that in 7 native starches (sorghum, barley, oat, pea, chickpea, amaranth and corn) the distribution of starch grains is

monomodal in size (1-fractional), in 4 (wheat, triticale, potato and tapioca) – bimodal (2-fractional), in 2 (rye and rice) – trimodal (3-fractional).

The source of starch-containing raw materials and the peculiarities of the structural organization of native starch largely determine the technological methods used for the most complete and gentle extraction of the seeds of native starch from the plant cell.

Table 1 – Morphological characteristic of native starches of different botanical origin

Parameters	Native starches						
	1	2	3	4	5	6	
$d_{aver.}$	21,2	12,4	13,2	11,0	10,9	5,3	
d_{min}	4,9	2,8	4,0	3,5	3,0	2,7	
d_{max}	42,8	27,1	30,7	21,7	21,4	7,9	
Parameters	Native starches						
	7	8	9	10	11	12	13
$d_{aver.}$	20,4	14,8	1,1	10,6	21,7	9,8	7,39
d_{min}	6,1	6,0	0,5	2,8	7,7	3,6	3,96
d_{max}	32,3	25,6	1,5	31,2	60,0	19,2	14,91

Note: **1** – rye, **2** – wheat, **3** – triticale, **4** – sorghum, **5** – barley, **6** – rice, **7** – pea, **8** – chick pea, **9** – amaranth, **10** – tapioca, **11** – potato, **12** – corn, **13** – oat

The main structural characteristic of the structure of native starch, which determines its properties, is starch grain. Features of the size and shape of starch grains cause the manifestation of the following properties of starch: molecular weight, the amount of bound moisture, temperature of gelatinization, the ratio of starch fractions and density of their laying in crystalline areas, the rheological characteristics of starch paste.

Conclusion. The morphology of starch grains of different botanical origin varies significantly in size (60,0–0,5 μm) and shape (round, oval, irregular shape). The size of starch granules is the main structural characteristic determining the physicochemical properties of starch pastes.

References

1. Литвяк, В.В. Атлас: морфология полисахаридов / В.В. Литвяк, Г.Х. Оспанкулова, Д.А. Шаймерденова, Н.К. Юркштович, С.М. Бутрим, Ю.Ф. Росляков. – Астана: ТОО «EDIGE», 2016. – 335 с.
2. Литвяк, В.В. Крахмал и крахмалопродукты: монография / В.В. Литвяк, Ю.Ф. Росляков, С.М. Бутрим, Л.Н. Козлова; под ред. д-ра техн. наук, профессора Ю.Ф. Рослякова. – Краснодар: Изд. ФГБОУВПО «КубГТУ», 2013. – 204 с.

УДК 664.282

Anastasia Zabolotets¹M.S., **Vladimir Litvyak¹** D.Sc. (engineering), Ph.D. (chemistry), Associate Professor, **Alexey Ermakov²**, Ph.D. (engineering), Associate Professor,

¹*Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus on Food, Minsk, Republic of Belarus*

²*Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus*

MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF STARCH GRANULES OF VARIOUS VARIETIES OF POTATOES (*SOLANUM TUBEROSUM*)

Introduction. Studies have been conducted to determine the effect of the size of starch granules on the quality of starch obtained from Eastern and Central European potato varieties [1].

Materials and methods. The object of study is native potato starch, produced according on technical regulatory legal acts from 15 potato varieties Belarusian, of Russian, of Ukrainian and of German selection. The morphological structure of starch granules was evaluated on a LEO 1420 scanning electron microscope. The contrast of the images was achieved by the metallization of preparations made with gold in the EMITECH K 550X vacuum system.

Results and its discussion. Grains of native starch obtained from Eastern and Central European potato varieties vary significantly in both shape and size, which, to a large extent, apparently, determine the technological features of starch production. It is noticed that, depending on the selection of Belarusian, German, Russian, Ukrainian, the size of the grains of native potato starch of Eastern and Central European varieties of potatoes varies within: 5–90,26; 8,38–83,47; 5,3–88,7; 12,36–70 microns, respectively (table 1).

Table 1 – Morphological characteristics of native starch isolated from different varieties of potatoes

Parameters	Native starch, isolated from different varieties of potatoes					
	Varieties of Belarusian breeding					
	«Atlant»	«Lazurit»	«Lasunok»	«Lileya»	«Mag»	«Skarb»
$d_{aver.}$	28,23	23,89	21,61	26,03	37,12	25,54
d_{min}	7,84	7,92	5,00	7,91	12,92	6,62
d_{max}	56,22	66,81	56,25	59,46	65,42	64,12

Continuation of table 1

Parameters	Native starch, isolated from different varieties of potatoes					
	Varieties of Belarusian breeding				German selection varieties	
	«Suzor'ye»	«Yavar»	«Uladar»	«Vesnyanka»	«Albatros»	«Kormoran»
$d_{aver.}$	37,13	26,02	26,29	32,85	33,72	23,96
d_{min}	14,58	9,12	6,43	7,89	8,46	8,38
d_{max}	67,64	59,41	58,39	90,26	62,64	58,82

Continuation of table 1

Parameters	Native starch, isolated from different varieties of potatoes					
	German selection varieties		Russian breeding varieties			
	«Kranich»	«Sonata»	«Lazar'»	«Divo»	«Vestnik»	«Effect»
$d_{aver.}$	33,90	28,38	27,68	30,35	34,13	27,52
d_{min}	14,31	10,97	10,14	15,00	13,68	9,47
d_{max}	83,47	62,64	55,69	56,58	60,53	58,94

Continuation of table 2

Parameters	Native starch, isolated from different varieties of potatoes					
	Russian breeding varieties					
	«Bryanskiy delikatesc»	«Favorit»	«Grand»	«Vasilek»	«Velikan»	«Nakra»
$d_{aver.}$	21,32	12,9	33,1	32,6	31,4	51,0
d_{min}	7	5,3	27,4	11,4	11,6	15,1
d_{max}	68,7	38,4	60,2	88,7	61,4	80,8

End of table 1

Parameters	Native starch, isolated from different varieties of potatoes				
	Russian breeding varieties			Varieties of Ukrainian breeding	
	«Kolobok»	«Krepysch»	«Meteor»	«Dzvin»	«Leleka»
$d_{aver.}$	31,9	30,1	27,9	33,47	33,27
d_{min}	15,1	10,0	10,3	12,36	15,14
d_{max}	64,1	61,1	52,7	70,00	60,28

The highest starch content in grains obtained from Eastern and Central European potato varieties was found in the German selection variety «Kormoran» – 23%. Among the varieties under consideration, it is he who has the highest starchiness, but at the same time small starch granules (the average size of the granules is 24,0 microns). Lowest starch content in grains derived from Eastern and Central European potato varieties was the lowest in the Russian «Krepysch» variety, 11,1%, with an average granule size of 30,1 microns. On this basis, it can be assumed that with a larger average size of starch grains the starch content decreases, and with a smaller average size, the percentage of starch content increases.

According to our results, as well as well-known data, starch grains have an oval, spherical or irregular shape, their diameter varies between 0,001–0,2 mm. Starch grains are divided into simple and complex: simple grains are homogeneous formations; complex – a combination of smaller particles. The density of starch is on average 1,5 kg/m³.

Based on the analysis of the characteristics of the structure of native starch, it can be assumed that the main structural characteristic of the structure of native starch, determining its properties, is starch grain (granule).

Conclusion. The morphological structure of native starch granules depends on the type of potato and can vary widely: from 5–7 microns to 80–90 microns, which affects the quality of the starch produced.

References

1. Андреев Н.Р. Основы производства нативных крахмалов. М.: Изд.: Пищепромиздат, 2001. – С. 289.

Ruslan Adil Akai Tegin, PhD, Nurzada Rayimbekova

Department of Food Engineering, Kyrgyz-Turkish Manas University, Bishkek, Kyrgyzstan

INVESTIGATION OF MICROBIOLOGICAL INDICATORS OF RAW MILK SOLD IN BISHKEK BY INDIVIDUALS

Introduction. Milk is a valuable liquid food product the human body. It consists a member of the functional elements, trace elements and vitamins. Therefore, milk consumption has always been high for humankind. In addition, milk is favorable food environment for microorganisms. In Kyrgyzstan, 98% of all raw materials for processing are produced in private farmsteads [1]. Milk as the raw materials have being exported to neighboring countries, and are sold in open-air markets by the private farmers. This raw milks are not heat-treated, sterilized and can be contaminated by pathogenic microorganism [2].

Materials and methods. A total of 20 raw milk examples were collected from open-air market in Bishkek. Microbiological analyzes of raw milks were done in the laboratory of the Kyrgyz-Turkish Manas University in period November 2018 to February 2019 according to standards [3].

Plate Count Agar (PCA) (Merck 1.05463) was used for **total mesophilic aerobic bacteria** count. The sample speared on PCA plate method. Petri dishes incubated at 30 °C for 48 hours and after incubation the bacterial colonies were evaluated. EC Broth (Merck 1.10765.0500) and Violet Red Bile Agar (accumedia 7165A) were used for **coliform group bacteria** count. (Figure 1-3)

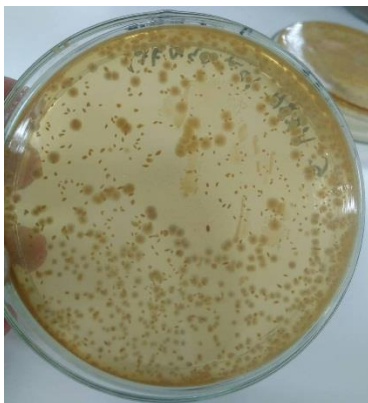


Figure 1 - Mesophilic aerobic bacteria on PCA

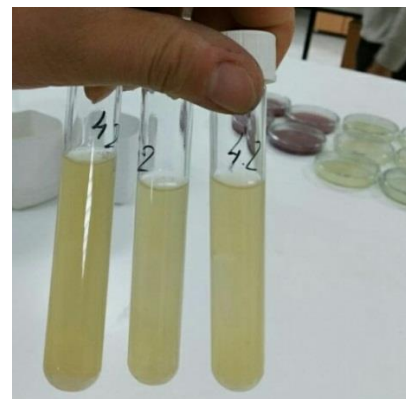


Figure 2 - Incubation in EC Broth



Figure 3 - Coliform group bacteria on VRBA

Results and discussion. Results of microbiological analyze shown in Table 1, 7 (35%) samples were found as a high-grade, 9 (45%) first-grade and 5 (25%) second-grade from the total of 20

samples of the raw milk. The number of total mesophilic aerobic bacteria was higher in one sample with $9,9 \times 10^6$ cfu/mL number.

Table 1 - Results of microbiological analyze of raw milks from the open-air markets

Sample №	pH чөйрө	PCA, cfu/mL	VRBA, cfu/mL	EC Broth, MPN/mL	Quality
1	6,76	$9,0 \times 10^4$	$1,15 \times 10^2$	110	High-grade
2	6,77	$1,69 \times 10^6$	$1,25 \times 10^3$	>1000	Second-grade
3	6,60	$1,40 \times 10^5$	$5,5 \times 10^3$	460	First-grade
4	6,73	$3,3 \times 10^4$	0.0	210	High-grade
5	6,71	$3,4 \times 10^5$	0.0	43	First-grade
6	7,01	$1,93 \times 10^6$	$1,46 \times 10^3$	240	Second-grade
7	7,13	$3,2 \times 10^5$	$2,1 \times 10^2$	460	First-grade
8	6,89	$1,28 \times 10^6$	$1,5 \times 10^2$	>1000	Second-grade
9	6,70	$9,9 \times 10^6$	$4,0 \times 10^3$	240	Spoiled
10	6,91	$5,0 \times 10^5$	$6,0 \times 10^2$	>1000	First-grade
11	6,63	$5,6 \times 10^5$	$1,4 \times 10^4$	>1000	First-grade
12	6,78	$2,3 \times 10^5$	$5,8 \times 10^4$	460	First-grade
13	6,90	$8,0 \times 10^4$	$1,08 \times 10^2$	>1000	High-grade
14	6,87	$8,0 \times 10^4$	$9,0 \times 10^2$	240	High-grade
15	6,75	$3,1 \times 10^5$	$7,2 \times 10^3$	1100	First-grade
16	6,98	$4,0 \times 10^4$	$3,0 \times 10^2$	23	High-grade
17	6,71	$1,38 \times 10^5$	$1,0 \times 10^2$	240	First-grade
18	6,82	$6,6 \times 10^4$	00	240	High-grade
19	6,81	$7,8 \times 10^4$	00	240	High-grade
20	6,77	$2,50 \times 10^5$	00	240	First-grade

By the standards GOST 31449-2013 "raw cow's milk" quality of milk with first and second grades are suitable for use in Kyrgyzstan. While the US and European countries on the 2-grade raw milk has been considered as a spoiled.

The number of the coliform bacteria shows the sanitary-hygienic conditions, as seen in table 1 the most sample contaminated. As results of the tests, the milk should be subject to strict microbiological controls. The compliance with sanitary and hygienic conditions improve the quality of milk sold in the market available.

References

- [1] <http://www.eastagri.org/docs/group/206/Dairy%20sector.pdf> [Accessed 20.06.2019]
- [2] Батыр А., Осмоналиева Д.А (2016) Состояние и пути увеличения производства молока и молочной продукции в кыргызской республике, Проблемы экономики и менеджмента, № 8 (60), 22-28.
- [3]. American Public Health Association (1978) Standard Methods for the Examination of Dairy Products, 14th ed., APHA Inc., Washington, D.C.
- [27]. Катулина Т.А., Дудчик Н.В., Мельникова Л.А. Зависимость качества сырого молока от соотношения индикаторных групп микроорганизмов // Сб. докладов IV Международной научно-практической конференции "Технологии и продукты здорового питания". 2006.

УДК 621.798.37

Гавва О.М., д.т.н., Михайлик Б.В., Литовченко І.М., к.т.н., Марцинкевич Л.В.

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

ОГРУНТУВАННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ МЕХАТРОННОГО МОДУЛЯ ДОЗУВАННЯ В'ЯЗКО-ПЛАСТИЧНИХ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ ВАГОВИМ СПОСОБОМ

Вступ. Активний розвиток та вимоги до сучасного пакувального виробництва створюють передумови для використання вагового принципу дозування. Так, завдяки швидкому переналагодженню, високій точності та контролю за якісними показниками формування дози тензометричні системи знайшли широке застосування у машинах для дозування сипкої та рідкої харчової продукції [1]. У випадку в'язко-пластичної харчової продукції розвиток таких систем стримується значною динамічною похибкою при формуванні дози через її реологічні особливості.

Основна частина. На рис. 1 наведена схема мехатронного модуля вагового дозування пластичної продукції. Після тарування порожньої тари, шнек 1 виходить на робочий (тах) режим починаючи операцію дозування. Система керування 17 обробляє дані, які надходять з системи зважування, визначаючи похибку від динамічної і реологічної складової, обчислює дійсну кількість продукції в тарі. Контролер 15 за допомогою отриманих даних контролює виконання процесу дозування, керуючи приводом шнеку 3 і телескопічним патрубком 6. Слід враховувати що залишковий "хвіст" продукції може не дорівнювати похибці в кінці формування дози і бути, як більше її так і менше.

Керування процесом дозування відбувається за допомогою регулювання тиску в камері нагнітання. Величина тиску повинна бути достатньою для деформування і переміщення продукції, та водночас не повинна призводити до втрати властивостей продукції. Для визначення необхідної швидкості обертання шнеку потрібно визначити перепад тиску між камерою нагнітання та виходом із насадки. Вихідною точкою розрахунку є забезпечення певних витрат продукції (Q).

Оскільки при потраплянні в тару продукт повинен деформуватись рівномірно заповнюючи її, на виході з насадки тиск має бути більше за τ , що відповідає реологічним властивостям продукції.

Перепад тиску в насадці (Δp_1), визначається за формулою:

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

де, η_{ef} – ефективна в'язкість; l_2 – довжина насадки; d – діаметр насадки

Необхідно зазначити, що у випадку застосування телескопічної насадки, її довжина є функцією від продуктивності. Варто зазначити, що в початковий момент часу між насадкою і дном тари наявний зазор (Δh), внаслідок чого рух насадки починається не одночасно з процесом фасування продукції, а тому кінцева формула набуває вигляду:

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

де, $l_{поч}$ – початкова довжина насадки; t – поточне значення часу формування дози; r – радіус тари (еквівалентний геометричний параметр тари).

Перепад тиску, при проходженні конфузору (Δp_2), знаходиться за формулою:

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

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

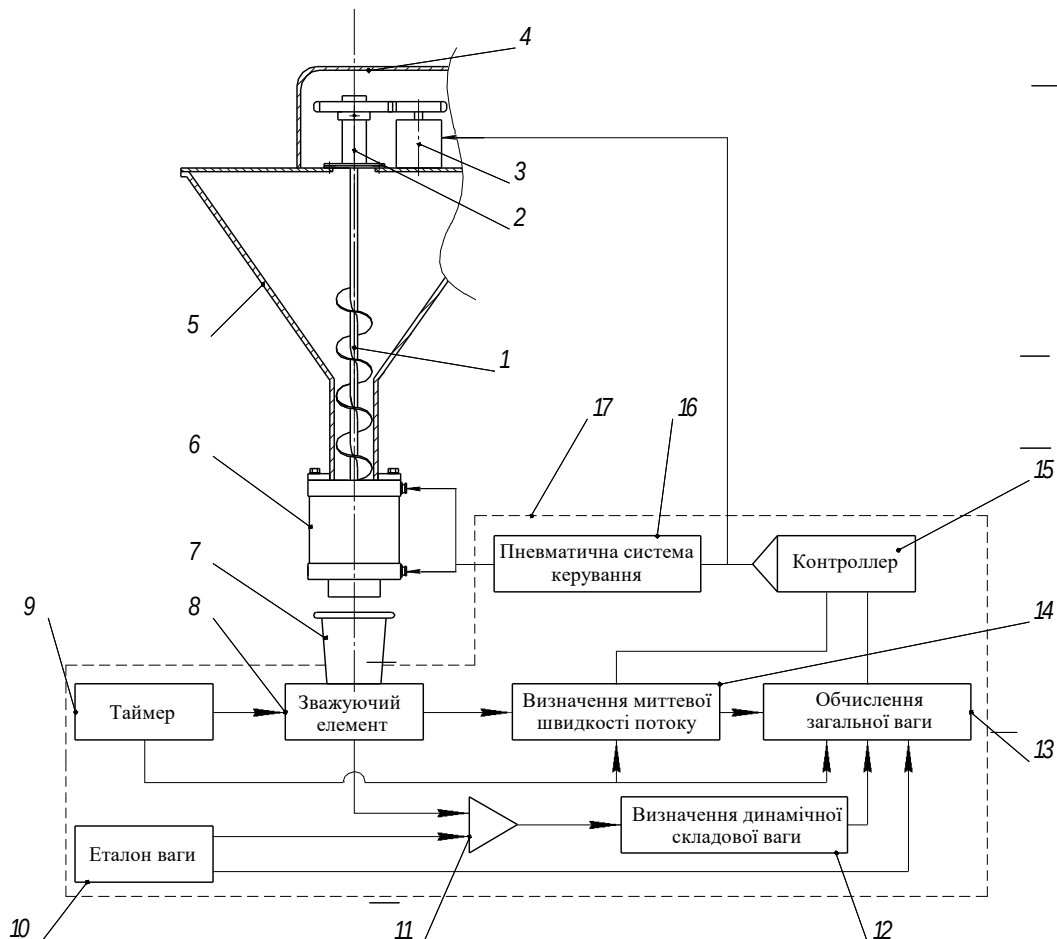


Рисунок 1 - Схема мехатронного модуля вагового дозування пластичної продукції: 1 - шнек; 2 - приводний механізм; 3 – привід; 4 - кришка; 5 - бункер; 6 – телескопічний патрубок; 7 - тара; 8 – зважувальний елемент; 9 - таймер; 10 - еталон ваги; 11 - компаратор; 12 – блок визначення динамічної складової ваги; 13 - блок обчислення загальної ваги; 14 - блок визначення миттєвої швидкості потоку; 15 - контролер; 16 – пневматична система керування; 17 – система керування

Таким чином величина тиску в камері нагнітання (P_2), для забезпечення певної продуктивності повинна дорівнювати:

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

При цьому швидкість обертання шнеку визначається [2]:

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

де, H – глибина гвинтової поверхні; φ – кут підняття нарізки; F_p – коефіцієнт форми потоку під тиском; F_d – коефіцієнт форми гвинтової поверхні шнеку для примусового переміщення потоку; P_1 – тиск у зоні завантаження

Зусилля котре сприймає тензометрична система включає в себе вагу продукції в тарі, тиск, що виникає при падінні продукції в тару та зусилля опору від напруження, що відповідає реологічним властивостям продукції.

$$P = m \cdot g + S \cdot \rho \cdot v + \tau$$

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

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.

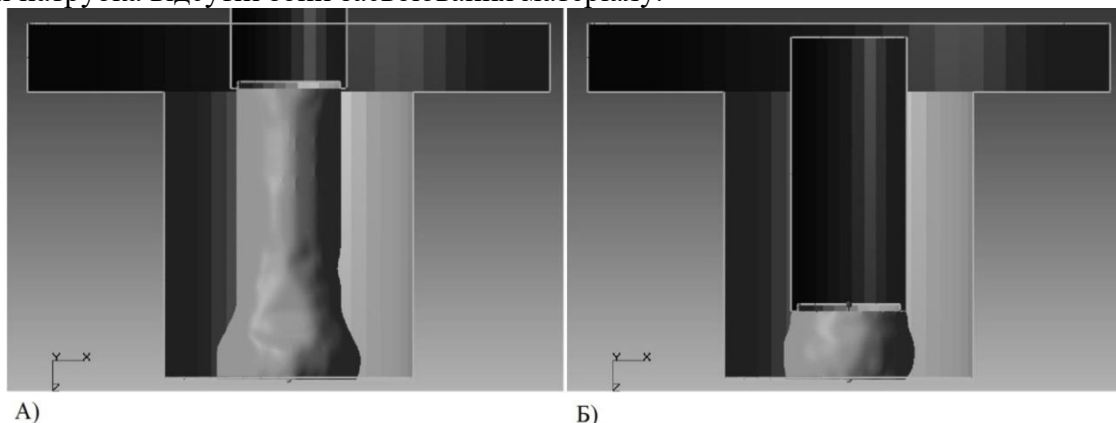


Рисунок 2 - Імітаційна модель процесу дозування: А – з нерухомим патрубком; Б – з телескопічним патрубком

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.

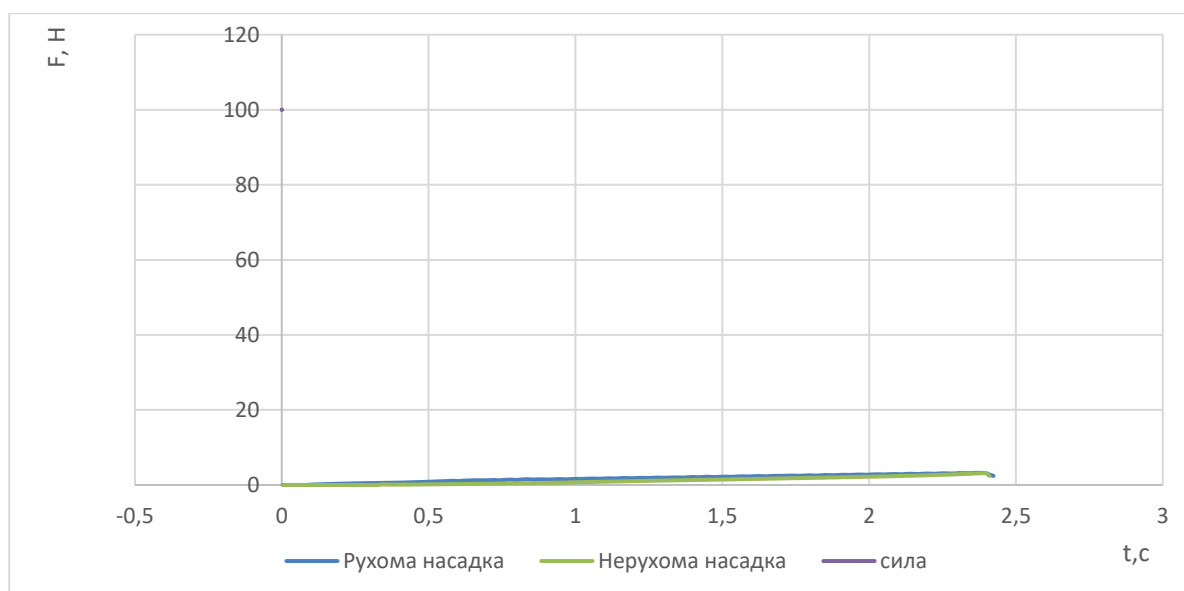


Рисунок 3 - Показники тензометричної системи в процесі формування дози

За результатами моделювання запропоновано мехатронний модуль дозування пластичної харчової продукції з телескопічним патрубком та електронною системою керування.

Висновки

Проведено аналіз режимів руху в'язко-пластичної продукції у шнековому живильнику, та створено імітаційну модель для дослідження впливу течії продукту на показники тензометричної системи.

Отримані данні можуть бути використані для встановлення закону зміни швидкості обертання шнеку для забезпечення точності при формуванні дози ваговим методом, та швидкості переміщення насадки.

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. Реологія харчових продуктів / І.Б. Левіт, В.О. Сукманов, Д.С. Афенченко – Полтава ПУЕТ 2015 - 540с.

Гнатів Т.Т., Кривопляс-Володіна Л.О., д.т.н., Іващенко Д., Туфкчі В. І.
Національний університет харчових технологій (НУХТ), м. Київ, Україна

ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ СИЛЬФОННОГО ПРИВОДУ ВІБРАЦІЙНОГО МОДУЛЯ ПАКУВАЛЬНОЇ МАШИНИ

Вступ. В харчовій промисловості на ділянках транспортування сипких, дрібноштучних, штучних харчових продуктів використовують функціональні технологічні модулі в яких вихідна ланка виконує різні коливальні рухи зворотно-поступальні, коливальні; обертальні та інші. Важливою задачею при розробленні транспортуючих віброустановок є підвищення швидкодії, точності подачі продукту при одночасному зменшенні їх масогабаритних параметрів, обмеженні перевантаження, захист від передчасного зношування та руйнування.

Матеріалами даного дослідження є розроблення транспортувальних вібраційних модулів із дослідженням їх геометричних, кінематичних та динамічних параметрів роботи.

Актуальність роботи визначена необхідністю розробки нової конструкції виконавчого двигуна вібросистеми із зменшенням потрібної потужності, оптимізацією системи керування ще на стадії розгону, впровадження методів дослідження законів руху вихідної ланки на основі нелінійного моделювання.[1,2]

Основна частина. Для досягнення поставленої мети, необхідно вирішити ряд задач: розробка нової геометрії двигуна модуля вібротранспортування дрібно-штучних харчових продуктів із використанням сильфонів; дослідження етапів економічного пуску незбалансованої сильфонної системи із використанням одностороннього керуючого сигналу запуску вібрації; дослідження системи при зміні кінематичних та динамічних параметрів. Звичайні технологічні режими вібротранспортування коливаються у межах: 20-50 Гц; 100-250 Гц, при амплітудах переміщення 1,5-100 мм. Такі межі зміни основних параметрів коливального процесу вимагають проведення додаткових досліджень з метою оптимізації існуючих та створення нових технічних рішень. Для підтримки технологічного процесу транспортування харчових продуктів його регулювання у межах параметрів режиму коливання (амплітуди, частоти, фази, гармонічних складових) повинно бути поступовим, відокремленим або комплексним.

При розробленні конструкцій функціональних технологічних пристроїв сильфонного типу, приймалась умова роботи на стиснення, так як в даному випадку силова частина (сильфон) витримує навантаження вдвічі більше ніж при розтягуванні [3,4].

Розрахунок ефективної площі сильфону здійснено за емпіричною формулою:

$$F_{ef} = \frac{\pi(R_B + R_H)^2}{4}, \quad (1)$$

R_B, R_H – відповідно зовнішній та внутрішній радіуси сильфону.

Переміщення сильфону під дією тиску p дорівнює переміщенню сильфону під дією осьового зосередженого навантаження: $N_1 = F_{ef} \cdot p$.

Якщо при збільшенні тиску у сильфоні опорна площа переміщуючись зустрічає опір (рис.1, а), то сила N – сила дії сильфону на опір:

$$N = F_{ef} \cdot p - C_1 h_0 = F_{ef} (p - p_0), \quad (2)$$

де p – тиск у сильфоні, C_1 – жорсткість сильфону, h_0 – хід сильфону до упору, p_0 – тиск, при якому опорна площа сильфону дійшла до упору.

При відсутності опору, рис.1, $N=0$, вся сила створена тиском витрачається на розтягування сильфону: $F_{ef} \cdot p = C_1 h$.

В разі сумісної роботи сильфону та гвинтової циліндричної пружини (рис.1,б, в) – зусилля, що діє на сильфон з боку пружини: $N = C_2 h$.

C_2 – жорсткість пружини. В запропонованій конструкції функціонального технологічного модуля вібраційного типу, вищеописане зусилля описано параметрами:

$$N = \frac{F_{ef} \cdot p}{1 + \frac{C_1}{C_2}}, \quad (3)$$

при прийнятому припущенні $h=h_0$.

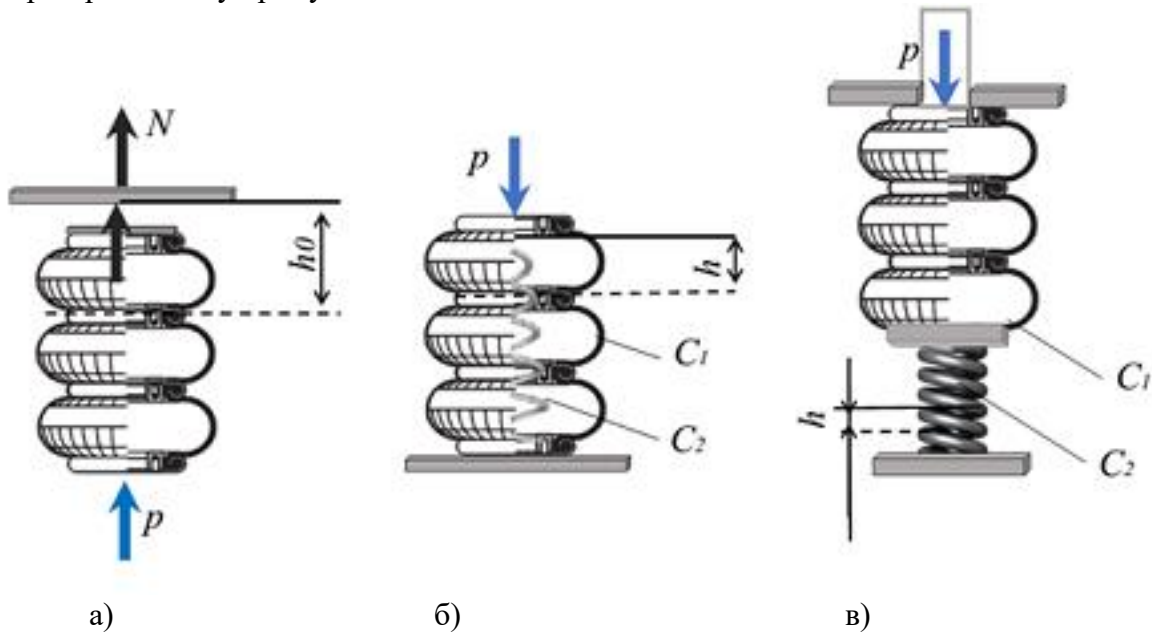


Рисунок 1 - Узагальнені схеми дослідних конструкцій сільфонів у дослідному функціональному технологічному модулі вібротранспортування дрібно-штучних харчових продуктів: а) схема навантаження трикамерного сільфонного пневматичного циліндру; б) схема навантаження трикамерного сільфонного пневматичного циліндру із застосуванням внутрішньої металевої пружини; в) схема навантаження трикамерного сільфонного пневматичного циліндру із застосуванням зовнішньої металевої пружини

Статична характеристика сільфону, що описує залежність переміщення h від тиску p або осевого зусилля, є лінійною навіть для значних переміщень. В конструкції рис.2, запропоновано використання безшовних сільфонів, які мають різну товщину стінки. У внутрішніх точках на радіусах R_h , товщина стінки дорівнюватиме δ_0 – товщина трубки заготовки. Отримані залежності зусилля сільфонів, при зміні об'ємів, ходу, при ефективному діаметрі 100 мм при різних робочих тисках, наведені на рис. 3.

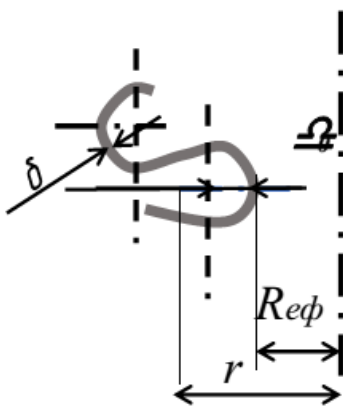


Рисунок 2 - Схема геометрії

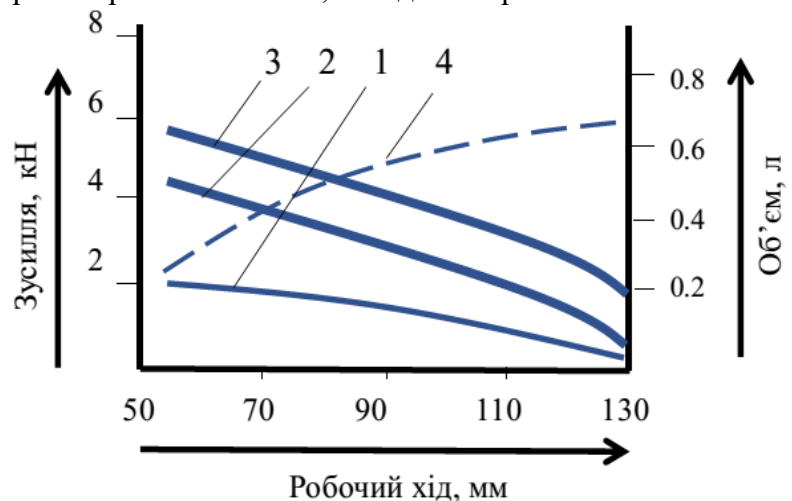


Рисунок 3 - Узагальнені характеристики сільфонів за умови змінного робочого тиску: 1-2 бара; 2 – 4 бара; 3 – 6 бар; 4 - зміна об'єму

Відповідно, із збільшенням радіуса сільфону, товщина зменшується. Товщина стінки сільфону в залежності від радіусу розрахована за емпіричною формулою:

$$\delta = \delta_0 \frac{R_B}{r}. \quad (4)$$

Відповідно до рис.3, для точок 1,2,3 товщина стінок обчислена за формулами:

$$\delta_1 = \delta_0, \quad \delta_2 = \delta_0 \frac{2R_B}{R_B + R_H}, \quad \delta_3 = \delta_0 \frac{R_B}{R_H}. \quad (5)$$

Для визначення усередненого значення товщин стінок сільфонів, запропоновано формулу:

$$\delta^3 = \frac{1}{3}(\delta_1^3 + \delta_2^3 + \delta_3^3) = \frac{\delta_0^3}{3} \left(1 + \left(\frac{2}{1 + \varphi} \right)^3 + \frac{1}{\psi^3} \right). \quad (6)$$

Отримані залежності зусилля сільфонів, при зміні об'ємів, ходу, при ефективному діаметрі 100 мм, надали можливість визначення раціональних значень при обґрунтуванні вибору робочого тиску у пневмомережі живлення для розроблення схеми керування.

Висновки. Найбільш доцільним способом транспортування дрібно-штучних харчових продуктів до фасувального модуля пакувальної машини середньої продуктивності слід вважати вібраційний, який характеризується високою частотою коливань та малою амплітудою. Аналіз руху дрібно-штучних харчових продуктів по несучій площині, що коливається, дозволив визначити вплив основних факторів на раціональні параметри двигуна – сільфону.

Проведені аналітичні дослідження є основою для розроблення методики дослідження технологічних параметрів, кінематичних та динамічних характеристик вібраційного лотка живильника у системі бункера-живильника пакувальної машини, побудованого на основі двигуна із сільфонними пневматичними циліндрами.

Слід відмітити, що при визначенні характеру руху дрібно-штучних харчових продуктів на опорній площині, що коливається, буде вирішена задача розробки автоматичної схеми керування із швидкозмінними режимами експлуатації, що є предметом додаткових досліджень.

Література

1. Технічні інформаційні ресурси. [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Київ : CAMOZZI. - Режим доступу до каталогу.: <http://catalog.camozzi.ua> — Назва з екрану. 20.07.2019р.
2. Повидайло В.А. Расчет и конструирование вибрационных питателей. М.: Машгиз, 1962.- 152 с.
3. Спірін А. В. Застосування вібротранспортера для завантаження зерна до подрібнювача малої продуктивності// Вібрації в техніці та технологіях.-№ 4 (68). – 2012р. – С.142 – 145.
4. Gnativ T. Study characteristics linear induction motor in the transport system package forming machines // Gnativ T., Volodin O., Kryvoplias-Volodina L., Gavva O. University of Ruse “Angel Kanchev”. Proceedings of Scientific Session. – Bulgaria, Ruse, 2017. – P. 21-25.

Володін С.О., Мирончук В.Г., д.т.н., Вітюк О.

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

МОДЕЛЮВАННЯ ВИТРАТНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗАПІРНО-РЕГУЛЮЮЧОЇ АРМАТУРИ

Вступ. Забезпечення технологічного процесу очищення соку цукрового буряка із організацією керування побудованого на слідкувальних приводах запірно-регулюючої арматури дозволяє: стабілізувати потік соку по апаратах станції дефекосатурації; упорядкувати систему розподілу вапняного молока по споживачах при застосуванні замкненої системи розподілу вапняного молока із регульованим тиском, ввести корекцію витрат CaO по його густині і по СВ (сухий речовині) дифузійного соку; оптимізувати подачу сатураційного газу у котли I і II сатурації за рахунок підтримки тиску для колектору газу, контролю CO_2 складі газу, підтримки рН (це негативний логарифм концентрації іонів водню) соку I сатурації з точністю не менше 0,2 одиниці, рН соку II сатурації - не менше 0,1 одиниці.

Матеріалами даного дослідження є робота запірно-регулюючої арматури із адаптивним керуванням, основна ідея якого полягає у зміні параметрів робочого елемента в залежності від критерію оптимальності замкненої системи. Більшість сучасних адаптивних регуляторів розробляються із використанням статистичних моделей для оцінки змін параметрів об'єкта і шумів.

Актуальність роботи визначена необхідністю розробки загальної методики аналізу та синтезу конструктивних схем автоматичного регулювання прохідних перерізів технологічної трубопровідної магістралі окремих ділянок цукрового виробництва для забезпечення заданої продуктивності з мінімальними вартісними витратами.[1,2]

Основна частина. Вплив відсічних клапанів, кранів, заслінок на умови роботи трубопровідного транспортування складових технологічного процесу, із врахуванням перевірених конструктивних параметрів – не доцільно розглядати без вирішення задач керування запірно-регулюючою арматурою із моделюванням роботи силової частини приводів. Результатом фізичного моделювання є розроблений експериментальний стенд технологічної ділянки нагнітання очищеного соку цукрового буряка I сатурації, схема керування якого наведена на рис.1.

В роботі враховані характеристики виконавчих пристроїв, такі як:

- 1) пропускна здатність, визначається об'ємною витратою середовища в ($\text{м}^3/\text{год}$);
- 2) щільність замикаання, яка покроково змінюється регулюючим органом при перепаді тиску на приводі в 0,1 МПа;
- 3) поточне значення пропускної здатності при заданій величині ходу робочої ланки (вала, штока пневмоцилиндра) у відсотках рис.2.

По діапазону зміни вище перерахованих характеристик запірно-регулюючої арматури визначені: пропускна характеристика $K_v = f(S)$ та її залежність від переміщення затвору S, пов'язаного з робочою ланкою приводу.

При лінійній пропускній характеристиці K_v забезпечується пропорційна залежність між пропускною спроможністю диску і ходом штока. При рівно процентній пропускній характеристиці забезпечується приріст пропускної здатності диску пропорційно поточному значенню ходу. На рис.1 зображені лінійна та рівновідсоткова параболічна відсоткові пропускні характеристики. Ці залежності дійсні при постійному перепаді тисків на диску.

Тобто в умовах, коли перепад тисків на диску не залежить від витрати середовища, а в регульованій системі усі інші гідравлічні опори у порівнянні із гідравлічним опором диску дуже невисокі. У таких умовах витратна характеристика диску співпадає із його пропускною характеристикою. При рівновідсотковій витратній характеристиці забезпечується приріст пропускної здатності диску пропорційно поточному значенню пропускної здатності по ходу диска.

Для зручності аналізу, оцінки і розрахунків пропускні та витратні характеристики наведені у відносних (безрозмірних) величинах. При цьому $q = K_v / K_{vy}$ - відносна витрата середовища, що змінюється від 0 до 1; $S = S/S_y$ - відносний хід плунжера, який змінюється від 0 до 1. Умовна пропускна здатність K_{vy} є номінальним значенням величини пропускної здатності при умовному ході затвора ($\text{м}^3/\text{год}$). Таким чином, $q = f(l)$ - пропускна характеристика диска у відносних величинах, $K_v = f(S)$ - в абсолютних. Використання пропускних характеристик у безрозмірному виді зручне для загальної оцінки різних за розмірами дисків.

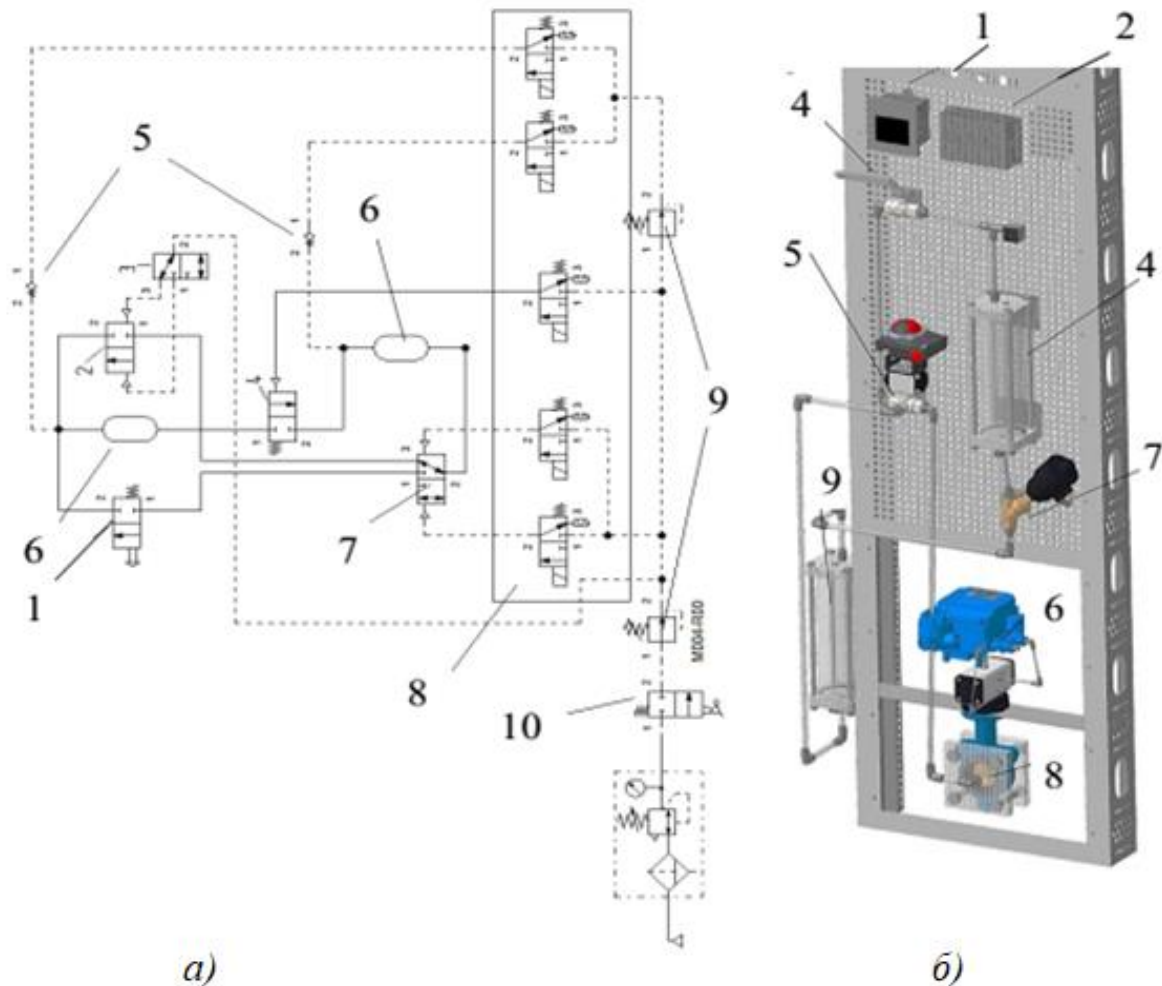


Рисунок 1 - Схема експериментального стенду дослідження роботи запірно-регулюючої арматури із пропорційним керуванням:

а) електропневматична схема: 1- кульовий кран, 2- дискова заслінка, 3- позиційний привод, 4- сідловий клапан, 5- зворотній клапан, 6- ресивери гідравлічні, 7- триходовий кульовий кран, 8- пневмоострів, 9-регулятор тиску, 10- клапан керування тиском в системі робочого контура; б) 1- PLK Unitronics, 2- пневмоострів, 3- кульовий кран з ручним керуванням, 4,9- ресивер, 5- кульовий кран з електропневматичним приводом двосторонньої дії; 6 – позиційний привод 4-20мА, 7 – сідловий клапан; 8 – дискова заслінка

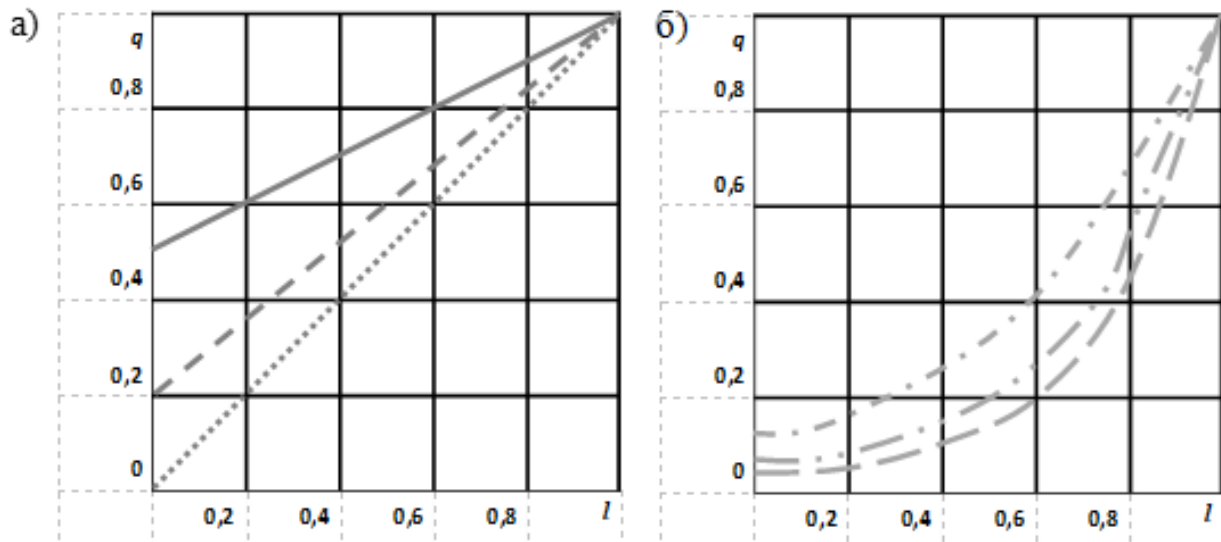


Рисунок 2 - Витратні характеристики ділянки трубопровідної магістралі від ходу робочого диску: а) лінійні; б) рівновідсоткові

Висновки. Експлуатаційні властивості виконавчих пристроїв - регулюючих клапанів значною мірою визначають основні характеристики: гідравлічні, силові і конструктивні для приводу в цілому. Досліджені характеристики виконавчих пристроїв: пропускна здатність, щільність замикавання із покровою її зміною органом регулювання при перепаді тиску на приводі в 0,1Мпа; розраховано поточне значення пропускної здатності при заданій величині ходу робочої ланки у відсотках. У реальних умовах експлуатації на експериментальному стенді трубопровідних систем досліджено перепад тисків на регулюючому клапані, який змінюється залежно від гідравлічних характеристик насосної установки, складових елементів трубопровідної системи, витрат середовища, властивостей робочого середовища, його в'язкості, гідравлічного режиму руху, здатності скипання у зв'язку з пониженням тиску та інших чинників.

Література

1. Технічні інформаційні ресурси. [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Київ :CAMOZZI. - Режим доступу до каталогу.: <http://catalog.camozzi.ua> — Назва з екрану. 20.07.2019р.
2. Повышение уровня технологической эффективности трубопроводной арматуры позиционным электропневмоприводом // В.Г.Мирончук, С.О.Володін - Ж-л «Автоматизація технологічних та бізнес-процесів». – Одеса:ОНАХТ т.№7(1)/2015.- С.68-74
3. Буряковий цукор технології виробництва / М.І. Бахмат, М.І. Ігнат'єв, І.А. Вітвіцький. - Кам'янець - Подільський: Абетка - НОВА. 2004.-372с.
4. Системы автоматизации технологических процессов сахарного производства / О.Яковлев, С. Танцюра, А. Войтюк, Ю. Рудаков, С. Латышев, В. Волков, М. Рак, Н. Круглый // Пищевая промышленность. 2000 - №1. - С.44-53.

УДК 621.87

Горчакова, О.М., аспірант, Якимчук М.В., д. т. н.

Національний університет харчових технологій (НУХТ), Київ, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ТОЧНОСТІ ПРЕЦИЗІЙНОГО ДОЗУВАННЯ РІДКИХ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ КЛАПАННИМИ ДОЗАТОРАМИ

Вступ та актуальність теми. Структура відомих систем автоматичного дозування, що охоплює основні області застосування дозаторів напірного і безнапірного принципу переміщення рідини характерна тісною взаємодією модуля дозування та електронного модуля керування виробничим процесом [1]. Традиційно дозуючі пристрої для рідких харчових продуктів складаються з трьох основних елементів: сідло (1), клапан (2) та корпус (3) (рис. 1) [2]. Найбільш відповідальною ланкою дозатора є робочий орган - запірний клапан, що знаходиться в безпосередньому контакті з дозуючою рідиною та сідлом.

Моделювання процесу взаємодії конусного клапана і сідла є складною задачею, рішення якої залежить від прийнятих припущень, пов'язаних із конструктивними особливостями форми клапана, його матеріалом (полімер, метал) та фізико-механічними характеристиками рідкого харчового продукту тощо. Однак на практиці точність прецизійного дозування рідких харчових продуктів з тривалістю експлуатації дозатора суттєво зменшується. Насамперед це пов'язано із зміною розміру зазору між клапаном і сідлом, яке характеризується зношенням матеріалів в місцях їх контакту, Тому такі дозуючі системи потребують постійного регулювання.

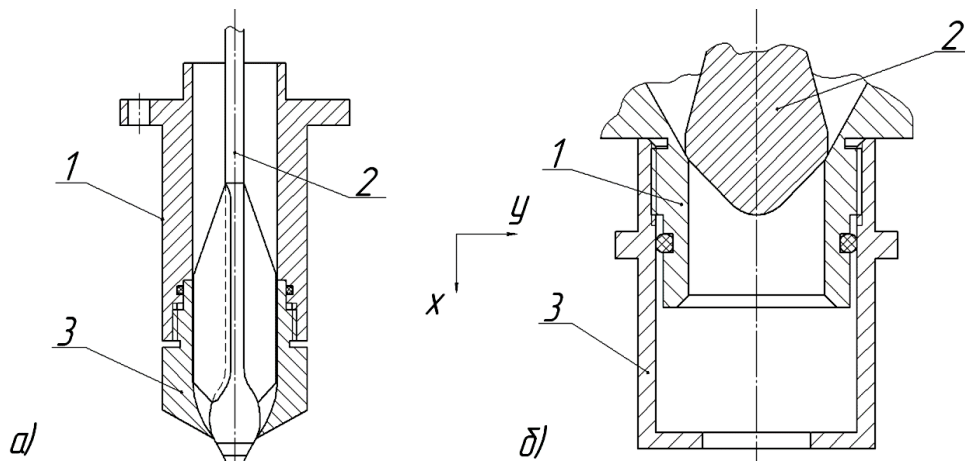


Рисунок 1 - Конструкція робочого органу в вагових дозаторах: а) конічний; б) циліндричний: 1 – сідло; 2- клапан; 3 – корпус

Метою роботи є розробка мехатронних дозаторів для рідких харчових продуктів, що базуються на постійному контролі та керуванні рухом клапанів із функціональними блоками підвищення точності та швидкодії систем дозування [3,4].

Основна частина. На основі проведеного аналізу конструкцій дозаторів запропонована принципова схема мехатронного модуля для дозування рідких харчових продуктів (рис. 2).

Точність дозування в запропонованій структурній системі відслідковується контролером шляхом одночасного аналізу переміщення клапану дозатора та ваги рідкого харчового продукту в споживчій упаковці. Відповідно для запропонованої конструкції мехатронного модуля розроблена математична модель його роботи та отримані аналітичні результати кінематичних та динамічних характеристик руху клапану. Для перевірки адекватності отриманих аналітичних результатів виготовлено експериментальну установку

функціонального мехатронного модуля дозування рідкої харчової продукції з конічним клапаном (рис. 3).

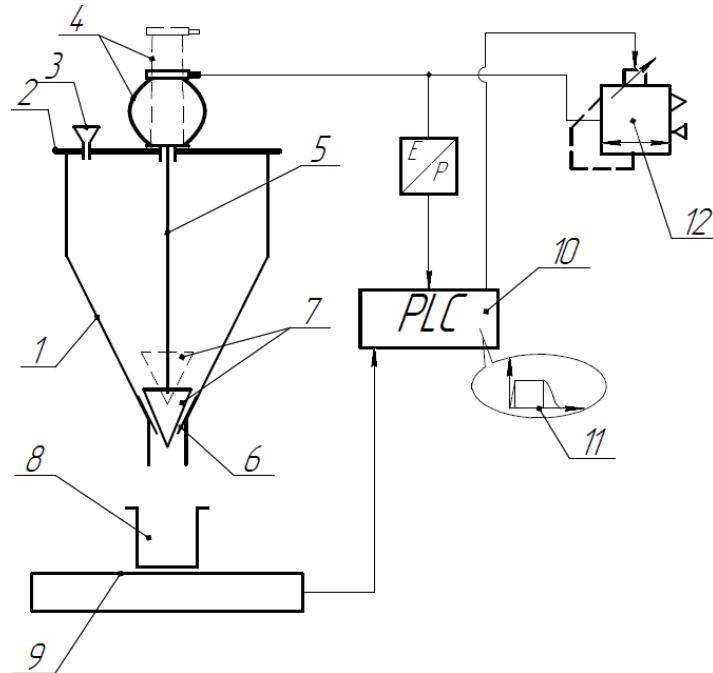


Рисунок 2 - Схема функціонального мехатронного модуля дозування рідкої харчової продукції з конічним клапаном: 1 – бункер; 2 – кришка; 3 – лійка; 4 – пневмоциліндр з гнучким корпусом; 5 – шток; 6 – сидло під клапан конічної форми; 7 – конусний клапан; 8 – споживча упаковка; 9 – тензоваги; 10 – аналогово-цифровий перетворювач (АЦП), що задає закон руху 11; 12 – електронний датчик тиску; 13 – регулятор тиску з пропорційним керуванням

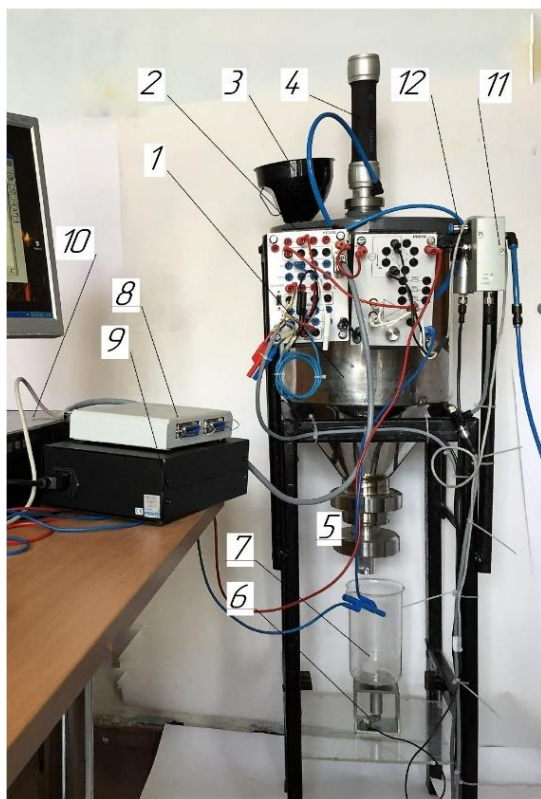


Рисунок 3 - Експериментальна установка функціонального мехатронного модуля дозування рідкої харчової продукції: 1 – бункер; 2 – кришка; 3 – лійка; 4 – пневмоциліндр з гнучким корпусом; 5 – сидло під конусний клапан; 6 – тензоваги; 7 – мірна ємність; 8 – аналогово-цифровий перетворювач; 9 – блок живлення; 10 – комп'ютер; 11 – регулятор тиску з пропорційним керуванням; 12 – електронний датчик тиску

Приводом дозатора в мехатронному модулі дозування є пневмоциліндр з гнучким корпусом, а сигналом керування ним - змінне значення тиску. Швидкість зміни тиску та його

миттєве значення забезпечувалось за допомогою регулятора з пропорційним керуванням. Точність дозування відслідковувалась зворотнім зв'язком – тензовагами контролю рідкого харчового продукту в споживчій упаковці. Всі кінематичні та динамічні параметри роботи мехатронного модуля дозування фіксувалися комп'ютером у режимі реального часу.

Результати досліджень. За результатами експериментальних досліджень мехатронного модуля дозування встановлено залежність масових витрат рідкого харчового продукту як функції зміни площі каналу дозування, який створюється між клапаном і сідлом (f) та тиску повітря (P) в пневмоциліндрі з гнучким корпусом (рис.4).

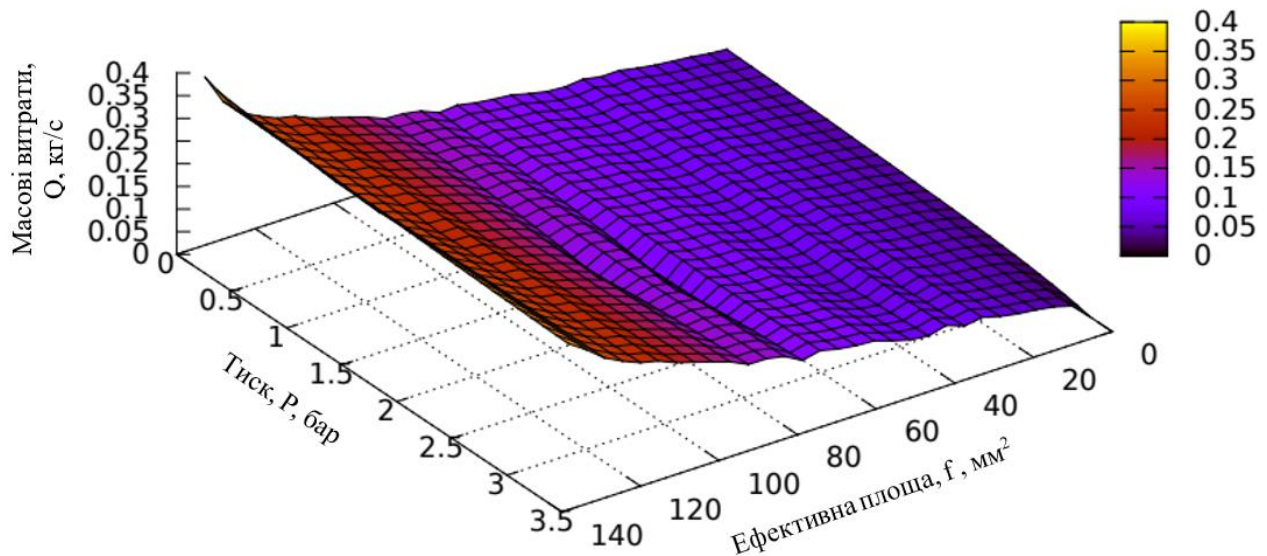


Рисунок 4 - Відгук масових витрат рідкого харчового продукту Q як функція зміни площі каналу дозування, що створюється між клапаном і сідлом (f) та тиску повітря (P) в пневмоциліндрі з гнучким корпусом

Висновки. На основі проведених досліджень роботи функціонального мехатронного модуля дозування рідкої харчової продукції встановлена залежність масових витрат рідкого харчового продукту як функції зміни площі каналу дозування, який створюється між клапаном і сідлом (f) та тиску повітря (P) в пневмоциліндрі з гнучким корпусом, що дозволить в подальшому визначити коефіцієнти коригування для реалізації заданого закону руху клапана та забезпечити високу точність дозування та збільшити швидкодію дозатора.

Література.

1. Пакувальне обладнання: підручник / О.М. Гавва, А.П. Беспалько, А.І. Волчко, О.О. Кохан. — К. : ІАЦ Упаковка, 2010. — 746 с.
2. Методологія проектування пакувальних машин на основі мехатронних модулів / О. М. Горчакова, М. В. Якимчук, А. В. Деренівська, А. П. Беспалько. // Харчова промисловість. — 2016. — №19. — С. 105–112.
3. Гавва О.М. Функціонально модульне проектування машин: моногр. / О.М. Гавва, М.В. Якимчук, Л.О. Кривопляс-Володіна [та ін.]// — К: Видавництво «Сталь», 2015. — 547 с.
4. Жавнер В.Л. Мехатронные принципы проектирования технологического оборудования / Жавнер В. Л., Смирнов А. Б. // Конструктор-машиностроитель. — 2008. — № 3. — С. 12 – 15.

УДК 621.87

Якимчук В.М., Гавва О.М., д.т.н.

Національний університет харчових технологій (НУХТ), Київ, Україна

УПРАВЛІННЯ МЕХАТРОННИМИ МОДУЛЯМИ ПАКУВАЛЬНИХ МАШИН ЗА КРИТЕРІЄМ ЕФЕКТИВНОГО ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО РЕСУРСУ

Вступ та актуальність теми. Протягом тривалого часу провідним напрямком вирішення проблеми удосконалення існуючих зразків пакувального обладнання було збільшення виконання допоміжних функцій [1]. Однак, такий підхід поступово вичерпав свої можливості і призвів до потреби революційних змін методів проектування на основі використання функціональних мехатронних модулів [2]. Мехатронний підхід до проектування нового пакувального обладнання полягає в тому, що такі об'єкти повинні створюватися як органічно-цілісні електро-механо-гідро-електронні технічні системи, що включають електронно-комп'ютерну апаратуру автоматизованого управління. Аналіз структури мехатронних модулів машин пакування показав, що подальший їх розвиток можливий на базі використання слідкуючих приводів. Під терміном слідкуючий привод [3] розуміють привод із керуванням руху веденої ланки через зворотний зв'язок, який дає можливість точно реалізовувати параметри операцій пакування. Саме наявність у системі керування зворотних зв'язків робить слідкуючі приводи широко функціональними пристроями, які здатні забезпечити високу точність реалізації заданих параметрів руху та позиціонування. Принцип дії таких систем полягає у безперервному порівнянні заданих кінематичних та динамічних параметрів роботи з дійсним їх значенням. Сьогодні виробники таких приводів пропонують сервосистеми з пневматичним, гідравлічним та електричним приводом.

Типова структурна схема мехатронного модуля для забезпечення обертального руху робочих органів на основі застосування сервоелектродвигунів наведено на рис.1, і складається з мікропроцесорної системи керування 1, підсилювача потужності 2, пристрою передачі інформації 3, датчика зворотного зв'язку 4.

Слід зазначити, що належність сучасних мехатронних систем пакування до класу складних динамічних об'єктів вимагає спеціального аналізу особливостей процесів управління і, в першу чергу, взаємодії енергетичного і інформаційного ресурсів. На шляху перетворення електричної енергії в механічну відбуваються три основні фізичні процеси: перетворення електричної енергії в механічну (і навпаки); накопичення електричної і механічної енергії в елементах, що мають властивості акумуляторів; дисипація електричної і механічної енергії, тощо.

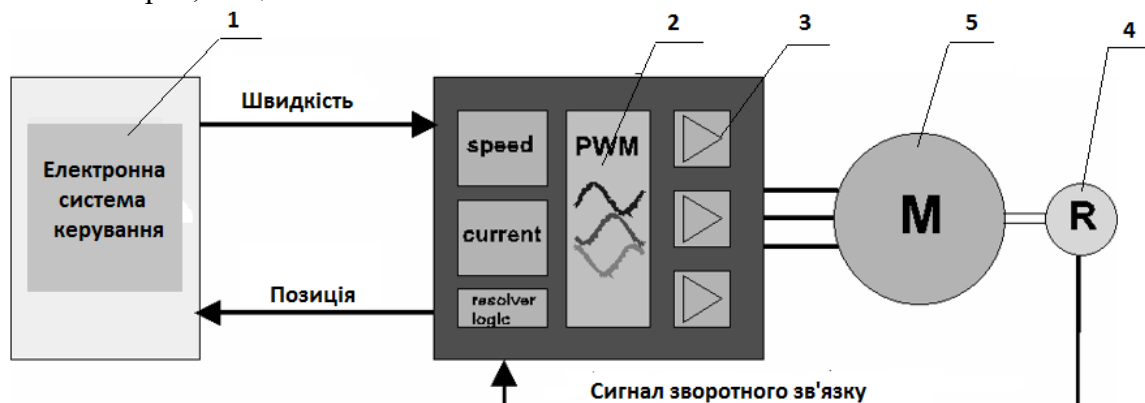


Рисунок 1- Структурна схема приводу мехатронного модуля для забезпечення обертального руху робочих органів

Це означає, що будь-яка мехатронна система модуля пакування має власний інформаційний ресурс, який повністю визначає характер процесів у системі, забезпечує її граничні можливості (обмеження) та енергетичну ефективність. Наявність у структурі керуючих та слідкуючих пристроїв, що впливають на параметри системи і функціональні

процеси, здатні легко змінювати інформаційний ресурс системи. Типовим прикладом таких змін є корегування циклограми роботи мехатронної системи, розширення властивостей, статичних і динамічних характеристик тощо.

Поряд із цим існує ще один можливий напрям корегування роботи мехатронних систем, який є малодослідженим і майже не реалізованим – корегування енергетичного ресурсу системи. Принципова можливість управління енергетичною ефективністю мехатронної системи модулів пакування обумовлюється класичним принципом найменшої дії, згідно з яким забезпечується рух по оптимальній траєкторії, що відповідає мінімуму дії:

$$S_{x_0} = S_0 = \int_0^t L_0 dt, \quad (1)$$

де, S_0 – траєкторія руху робочого органа мехатронної системи; L_0 – мінімум енерговитрат Лагранжа.

З формули 1 можна зробити основний висновок: мікропроцесорна система керування роботою мехатронним модулем пакування повинна містити додаткові засоби оцінки та аналізу критеріїв ефективного використання енергетичного ресурсу та мати вплив на виконавчу систему, що забезпечить рух робочого органа відповідно до оптимальної траєкторії. Це означає, що для підвищення ефективності використання енергетичного ресурсу потрібно розширити можливість інформаційного ресурсу системи керування мехатронним модулем пакування.

Постановка задачі. З метою забезпечення ефективного використання енергетичного ресурсу в мехатронних модулях пакування необхідно розробити аналітичну модель оцінювання енергетичного ресурсу та інтегрувати її в структуру керування.

Основна частина. Структуру керування модулем мехатронної системи пакування можна навести у вигляді

$$\dot{x}(t) = f[t, x(t), H(t, \tau), u_1(t - \tau_1), u_2(t - \tau_2)], \quad (2)$$

де $x = \{x_i\}$ – змінні фактори; $f(\cdot)$ – вектори-функцій 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 запізнень оброблення та подачі сигналів.

Цільова функція управління енергетичним ресурсом у структурі (1) полягає в підтримці або підвищенні ефективності роботи системи, а саме:

$$E[x(t), f(\cdot), u_1(t), T] \geq E_0; \quad (3)$$

$$x[(t, T), u] \approx x_0(t, T), \quad (4)$$

де, T – інтервал часу, протягом якого діє сигнал керування; $x_0(t, T)$ – функція оптимального закону руху.

Використовуючи рівняння (3) в алгоритмі керування мехатронним модулем пакування (1) можна отримати миттєві значення зміни енергетичного ресурсу системи E на інтервалі T . Однак враховуючи час збирання інформації і передачі сигналів, отримані значення будуть мати похибку. Тому для складних систем керування вводиться поняття умовної міри допустимої похибки, яка у нашому випадку буде мати прогнозоване значення оцінки ефективності Δ . У такому випадку завданням підсистеми керування енергетичним ресурсом буде формування керуючого сигналу $u_1(t)$, який при заданих функціях керування враховує відхилення отриманих значень від реальних змінних $x(t)$ від $x_0(t)$ на інтервалі T таким чином, що ефективність використання енергетичного ресурсу системи $E(x)$ істотно не знижується і завжди знаходиться в межах заданої похибки:

$$|E[x(0, \tau)] - E[x_0(0, \tau)]| \leq \Delta. \quad (5)$$

Для реалізації умови (5), процес керування $u_1(t)$ може здійснюватися відомими способами, тобто мати різну природу: адаптивну, синергетичний, програмну, обмежувальну [2]. Однак кінцевим результатом керування енергетичним ресурсом є отримання його оптимальної характеристики $u_2(t)$ з урахуванням керуючого сигналу зміни $u_1(t)$, що забезпечує виконання нерівності

$$E[x(t), u_1(t), u_2(t), T] \geq E_0. \quad (6)$$

Так за заданою методикою реалізовано роботу системи керування в мехатронному

модулі лінійного переміщення структурних елементів групової упаковки на основі використання лінійного електроприводу постійного струму. Результати експериментальних досліджень наведені у вигляді графіків витрати енергії (загальної та реактивної) під час реалізації оптимального закону переміщення ряду споживчих упаковок. Змінним зовнішнім фактором для визначення якості споживання мехатронним модулем енергетичного ресурсу був кут нахилу твірної площини (рис.2).

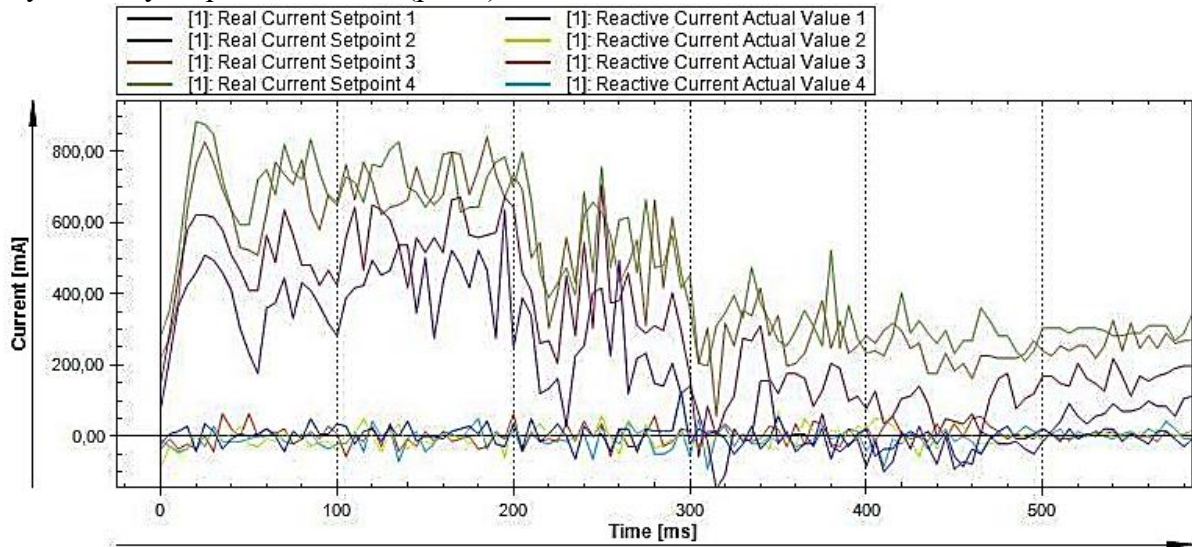


Рисунок 2 - Споживання енергії в мехатронному модулі лінійного переміщення під час операції зіштовхування ряду за оптимальним законом руху (маса 4 упаковок 2 кг, відстань 270 мм) з кутом нахилу твірної площини: 1- 0°; 2- 30°; 3- 60°; 4- 90°

Висновки. На основі виконаного аналізу математичної моделі оцінки енергетичного ресурсу сформовано основні положення синтезу алгоритмів і засобів управління, що забезпечують ефективне використання енергетичного ресурсу в мехатронних системах пакування.

1. Система повинна містити інформацію про енергетичні характеристики елементів, тобто включати власний інформаційний ресурс мехатронної системи. Процеси управління мають забезпечувати рух системи по траєкторіях, що відповідають мінімальним втратам енергії.
2. Реалізація управління за критерієм ефективного використання енергії в мехатронних системах пакування забезпечується за рахунок збільшення інформаційного ресурсу системи. Це означає, що до її складу повинні входити засоби вимірювання параметрів електроенергетичних процесів, обробки даних, прийняття рішень і впливу на систему.
3. Всі елементи мехатронної системи повинні бути об'єднані спільним енергетичним ресурсом, а їх інформаційна складова створюватиме підсистему керування енергетичним ресурсом із впливом на характер виконання технологічних процесів.
4. Підтримання в мехатронних системах режимів, що забезпечують ефективне використання енергетичного ресурсу, здійснюється на основі вимірювань станів шляхом впливу на процеси і параметри. При цьому величини запізнювання і похибки при вимірюваннях і обробленні сигналів не повинні перевищувати допустимих значень, за яких існує принципова можливість впливу на енергетичні процеси в умовах незворотної дисипації енергії.

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., Осинський Е.В. Промышленные мехатронные системы на основе пневмопривода: учебн. — Сев. : СевНТУ, 2007. — 401 с.
- 4.Конторов Д.С, Конторов М.Д., Слока В.К. Радиотехника. М.: Радио и связь, 1993. - 286 с

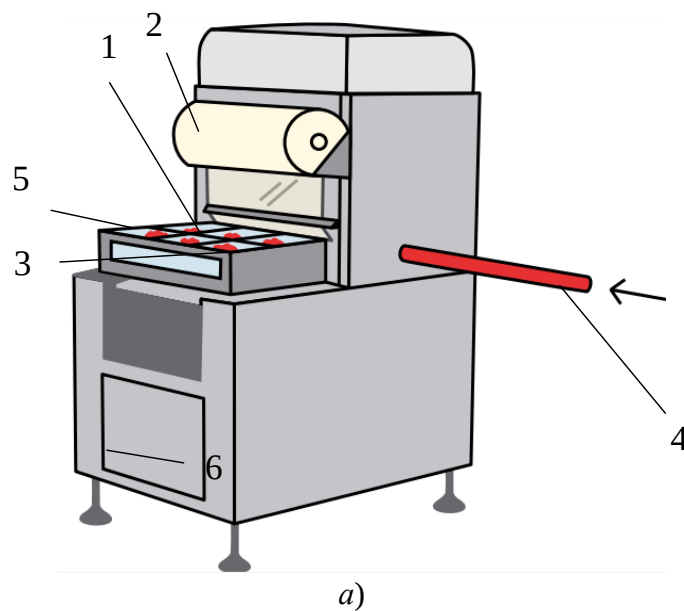
Гавва О.М., д.т.н., Кривопляс-Володіна Л.О., д.т.н., Чепур М.С., Володін О.С.
Національний університет харчових технологій (НУХТ), м. Київ, Україна

ІНТЕГРОВАНІ РІШЕННЯ ПНЕВМОСОПЛОВИХ СИСТЕМ ДЛЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МЕХАТРОННИХ МОДУЛЕЙ ПАКУВАЛЬНИХ МАШИН

Вступ. У пакувальних лініях харчових продуктів при виконанні допоміжних технологічних операцій широко застосовують пневмосоплові пристрої із системами ежекторів. Прикладами застосування є операції оброблення поверхонь пакувальних матеріалів і споживчої упаковки, введення газомодифікованого середовища (ГМС) всередину упаковки, розділення потоку споживчих упаковок на конвеєрі, створення вакууму, очищення клапанів картонної упаковки перед нанесенням клейового розчину і т.ін.

Актуальність. Для вибору раціональної конструкції ежектору, враховуючи різні фізико-механічні властивості харчових продуктів, пакувальних матеріалів, упаковки - необхідно виконати моделювання руху робочої речовини в процесі ежекції. [1,2] Розширення функціональних можливостей пакувального обладнання із пневмосопловими ежекуючими системами передбачає пошук раціональних технічних рішень функціональних мехатронних модулів із оптимальними витратними характеристиками. **Метою** проведених досліджень є удосконалення існуючих функціональних мехатронних модулів (ФММ) із пневмосопловими ежекуючими системами для пакування харчових штучних. Для цього залучено імітаційне моделювання в ПП FlowVision. Відповідно меті поставлено задачі, пов'язані із дослідженням кінематичних та динамічних параметрів робочих органів пневмосоплових ежекуючих систем для оброблення пакувального матеріалу, штучних продуктів у пакувальній машині.

Основна частина. Матеріалами дослідження є прямі ежектори із компоновкою «сопло Вентурі», із сопловим перерізом у межах 0,5; 0,7; 1; 2мм. Методами дослідження є чисельні методи у складі CFD моделі ежектора. Вхідні параметри: P_0 (вхідний тиск); P_2 (тиск розрідження - вихід); P_3 – (тиск вихлопного отвору); Q_{v0} (об'ємні витрати робочого газу); Q_{v2} (об'ємні витрати технологічного робочого середовища-газ, рідина); F_i – площі робочих перерізів; $k; \mu; R$ (робочого газу). Завданням проведеного дослідження – є аналіз можливостей використання пневмосоплових елементів на системах технологічного оброблення штучних харчових продуктів у пакувальних машинах.



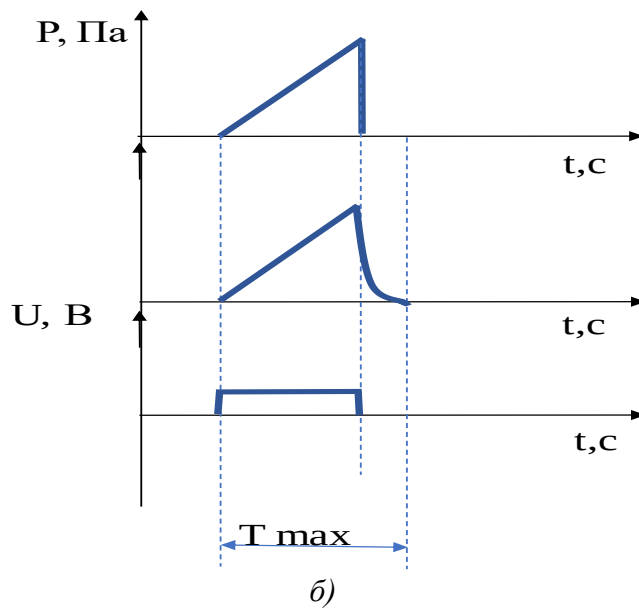


Рисунок 1 - Технологічна схема пакувальної машини для пакету «tray sealer» - пакування у лоток: а) загальний вид машини: 1 - лоток; 2 – пакувальний матеріал для формування верхнього клапана; 3 – ФП подачі лотків у термокамеру; 4 – ФП подачі газової суміші; 5 – продукт. б) узагальнений графік зміни параметрів керування; 6 – шафа керування

До факторів зовнішнього впливу на пневмосоплові ежектуючі системи віднесено: 1 геометричні - зміна площі поперечного перерізу каналу F ; 2. витратні - зміна секундної витрати M_c ; 3. механічні - підведення або відведення механічної енергії l_m ; 4. теплові - підведення або відведення теплоти q_e ; 5. тертя - витрати енергії газу на тертя $l_{тер}$. Зміна (збільшення) впливів по довжині каналу відповідно позначені – dF , dM_c , dl_m , dq_e , $dl_{тер}$. При цьому всі ці зміни, крім $dl_{тер}$, можуть бути як позитивними, так і негативними.

Використавши визначення числа Маха: $M = \omega / a$, нами отримано рівняння, за допомогою якого можна пояснити вплив різних факторів на основні параметри роботи пневмосоплового ежектуючого пристрою в системі ФММ пакувальної машини. Так, вплив на швидкість описуємо:

$$\frac{dw}{w}(M^2 - 1) = \frac{dF}{F} - \frac{dQ_v}{Q_v} - \frac{1}{a^2}dl - \frac{k}{a^2}dl_{тер} - \frac{k-1}{a^2}dq_e. \quad (1)$$

для тиску:

$$\frac{dp}{p}(1 - M^2) = kM^2 \left(\frac{dF}{F} - \frac{dQ_v}{Q_v} \right) - \frac{(k-1)kM^2}{a^2}dq_e - \frac{k}{a^2}dl - \frac{k(1 + (k-1)M^2)}{a^2}dl_{тер}. \quad (2)$$

для об'ємної маси:

$$\frac{dp}{p}(1 - M^2) = M^2 \left(\frac{dF}{F} - \frac{dQ_v}{Q_v} \right) - \left(\frac{k-1}{a^2} \right) dq_e - \frac{1}{a^2}dl - \frac{k}{a^2}dl_{тер}. \quad (3)$$

Використавши закон обернення впливів Вуліса Л.А. [3], можна зробити висновок, що для безперервної зміни швидкості газу в один бік за рахунок фізичних впливів, потрібно, щоб знак цієї дії змінювався на зворотній в момент переходу звукової межі. Тобто, $M > 1$ – стає < 1 , і навпаки. Якщо у технологічній операції діє декілька фізичних впливів, то в момент переходу звукової межі, знак їх суми потрібно змінити на зворотній. Щоб розглянути ці впливи, наприклад на швидкість потоку, ізолювано – приймемо зміни інших факторів рівними нулю. Тоді, вплив на витрати складатиме:

$$\frac{dw}{w}(M^2 - 1) = -\frac{dQ_v}{Q_v}. \quad (4)$$

Дослідження структури потоку в зоні змішування струменів [3,4], показали, що схематично такий вплив можна навести у вигляді сукупності перехідних ділянок (рис. 2) для моделювання роботи ежектора.

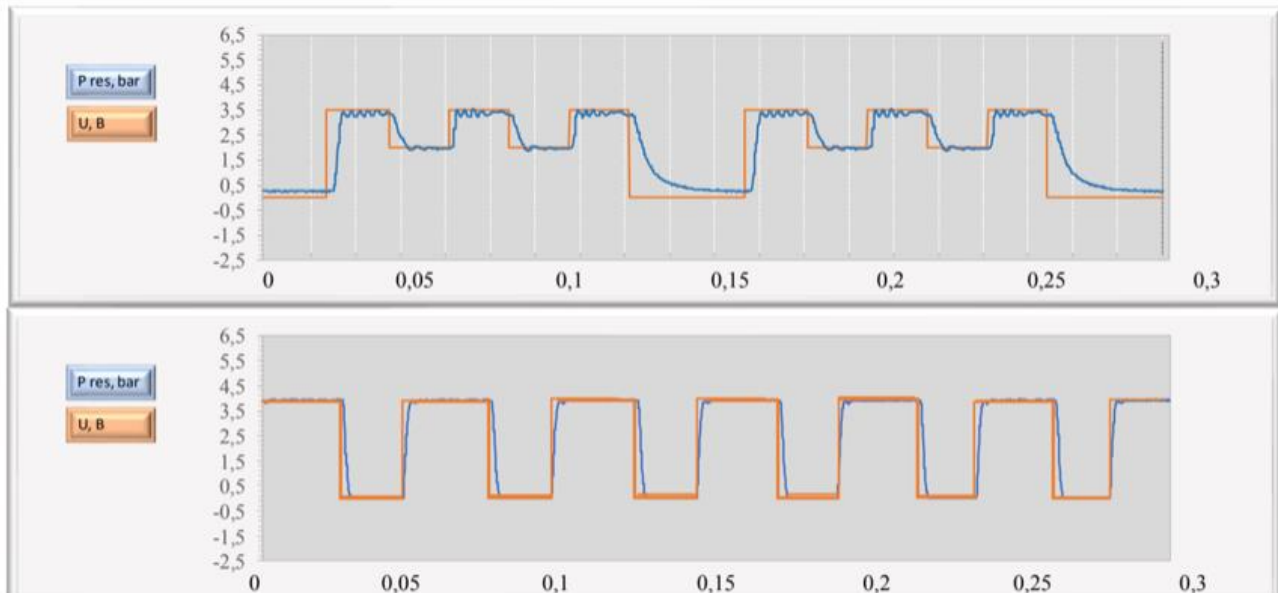


Рисунок 2 - Узагальнена характеристика роботи ежектора: діаметр трубопроводу 0,004м; робочий тиск – 4 бара; частота змінюється у межах 18-21Гц

Висновки. На базі проведених досліджень розроблено алгоритм діагностики пневмосистеми із сопловими пристроями на основі ежекторів, промодельовано та визначено характеристики розподілу тиску та швидкісних параметрів всередині ежектора. Отримані результати доводять, що динамічні моделі мають більш високу точність прогнозування і дають більше інформації у порівнянні із стійкими термодинамічними моделями. На підставі результатів проведеного циклу імітаційних експериментів можна вважати, що визначальними елементами робочої характеристики ежектора є: а) сопло, що забезпечує потрібну течію; б) камера змішування з необхідними параметрами; в) місце розташування сопла і форма його сполучення з поверхнею ежектора, що забезпечують необхідний розподіл тиску і поворот струменя. Результати імітаційного експерименту підтвердили відповідність моделі зв'язку між тиском і швидкістю, представлену в ході математичного опису.

Література

1. Гавва О.М., Беспалько А.М., Волчко АЛ. Пакувальне обладнання в 3 кн. – 1 кн. Обладнання для пакування продукції у споживчу тару / За ред. О.М.Гавви, – Київ: ІАЦ «Упаковка», 2008. – 436 с.
2. Кривопляс-Володіна Л.О. Багатокритеріальний синтез мехатронних функціональних модулів машин пакування харчових продуктів./ Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.18.12 "Процеси та обладнання харчових, мікробіологічних та фармацевтичних виробництв" (технічні науки). – Київ. - 2019. – 500с.

УДК 621.798

Деренівська А.В., к.т.н., доц., **Кривопляс-Володіна Л.О.,** д.т.н., проф., **Токарчук С.В.,** к.т.н., доц., **Мусін Б.Р.**

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

ОСОБЛИВОСТІ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПАКУВАЛЬНОЇ ЛІНІЇ ДЛЯ ШТУЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ

Розробка нової лінії для пакування продукції пов'язана із необхідністю аналізу, систематизації великої кількості параметрів складових механізмів, пристроїв, модулів, пакувального обладнання, транспортних систем та вибору оптимальних [1,2,3].

Основними вихідними параметрами для компонування пакувальної лінії є – вид самої продукції, необхідність пакування вибору упаковки, виду матеріалу, забезпечення багатостадійності процесу пакування з мінімальними матеріало- та енергозатратами, мінімальне або обмежене використання виробничої площі. Основними параметрами для вибору того чи іншого обладнання є – технологічні (продуктивність, режим роботи, ступінь універсальності, рівень автоматизації, кількість виконуваних операцій; технічні – робочий тиск і температури; частота обертання виконавчих органів; допустимі умови експлуатації; умови сумісності механізмів, пристроїв, модулів між собою; габаритні розміри і маса, показники електроспоживання – зокрема споживана електрична потужність, напруга та ін., економічні показники - ступінь економічної доцільності використання даного обладнання в процесі виробництва; ефективність капітальних витрат на його придбання, установка і запуск в експлуатацію; терміни окупності пакувальної машини, пакувальної лінії.

Для організації багатостадійного процесу пакування необхідно вирішити наступні задачі:

- розподіл потоку продукції між однотипними модулями для підвищення продуктивності лінії,
- визначити необхідну кількість модулів,
- визначити режими роботи та необхідні продуктивності всіх модулів лінії пакування,
- формування одного впорядкованого потоку продукції з багатьох на заключних етапах пакування,
- забезпечити рівномірність випуску продукції на основі єдиного розрахункового такту лінії пакування.

Розглянемо лінію для пакування штучної продукції з багатостадійним процесом пакування на прикладі лінії для пакування маффінів на рис.1.

Лінія включає в себе подавальний конвеєр 1 по якому рухаються в ряд по шість маффінів, перевантажувальні пристрої 2, які позиціюють маффіни на конвеєрі 1, а потім перевантажують на стрічкові конвеєри 3, модулі для пакування в Флоу-Пак, модулі 5 для вкладання маффінів в картонну коробку, модуль закривання кришки картонної коробки 6, модуль формування групової упаковки 7, маніпулятор 8, магазин піддонів 8, модуль створення транспортної упаковки 10, відвідний роликів конвеєр 11.

Проведений аналіз переміщення продукції та пакувальних матеріалів дозволив побудувати схему переміщення матеріальних потоків в пакувальній лінії та зробити висновок про необхідність проведення моделювання на ділянках найбільшої складності та технічного оснащення, тобто на етапі створення споживчої картонної упаковки (рис.2, 3). У споживчій картонній упаковці маффіни розташовуються наступним чином – три по довжині і три по ширині.

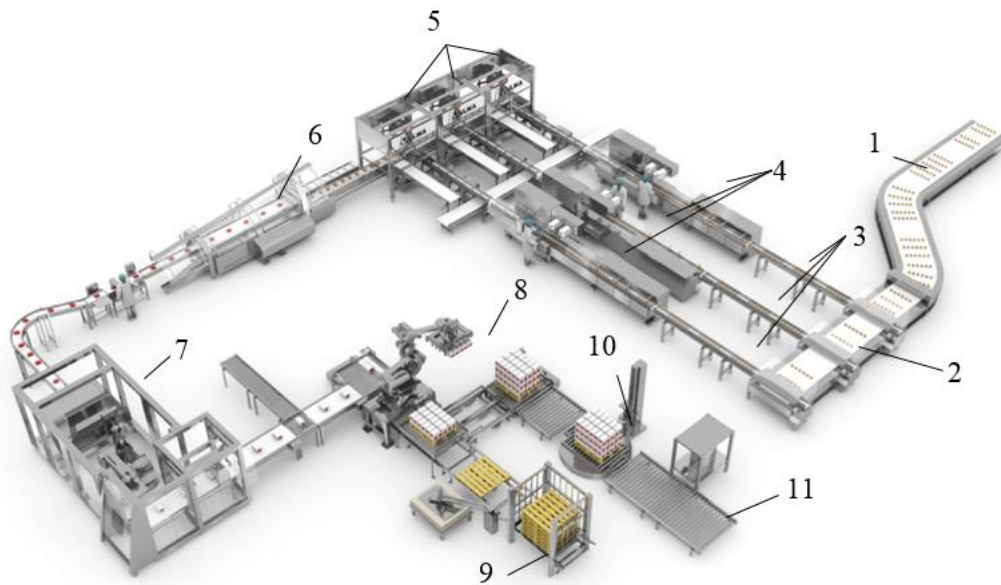


Рисунок 1. Схема лінії пакування маффінів

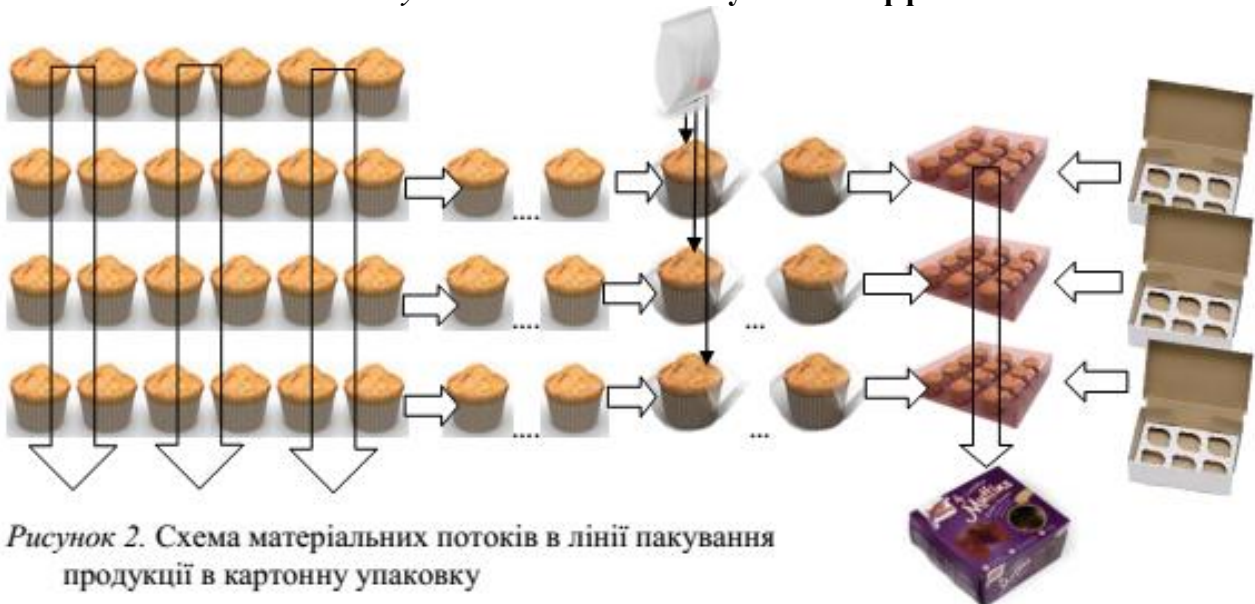


Рисунок 2. Схема матеріальних потоків в лінії пакування продукції в картонну упаковку

Відповідно до схеми матеріальних потоків в програмі AnyLogic була розроблена схема пакувальної лінії та програма, що моделює процес переміщення маффінів та пакування у картонну коробку (рис. 3, 4).

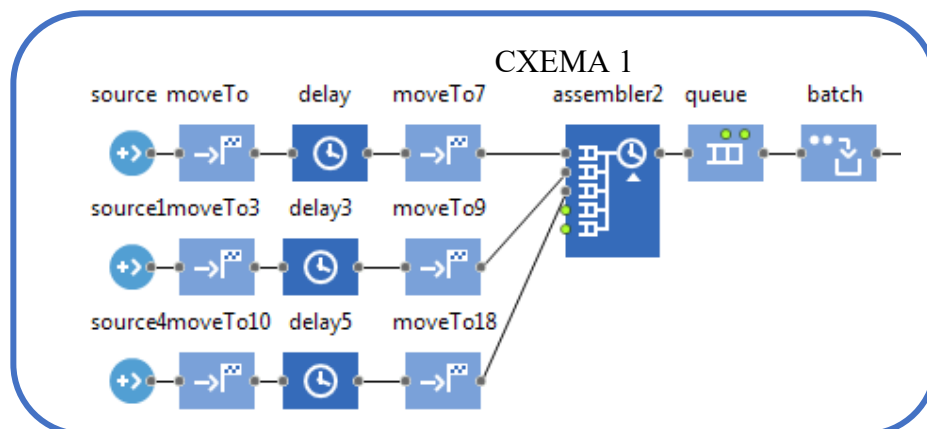


Рисунок 3 - Схема моделювання процесу переміщення трьох маффінів з одного ряду пакування в картонну коробку

Схема моделювання процесу:

1. переміщення 3 маффінів з 1-го ряду на подавальному конвеєрі
2. переміщення 3 маффінів з 2-го ряду на подавальному конвеєрі
3. переміщення 3 маффінів з 3-го ряду на подавальному конвеєрі

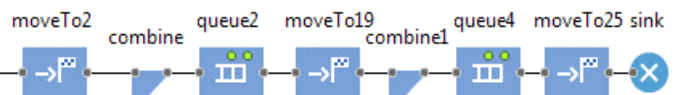


Рисунок 4 - Схема моделювання переміщення маффінів при пакуванні в картонну коробку

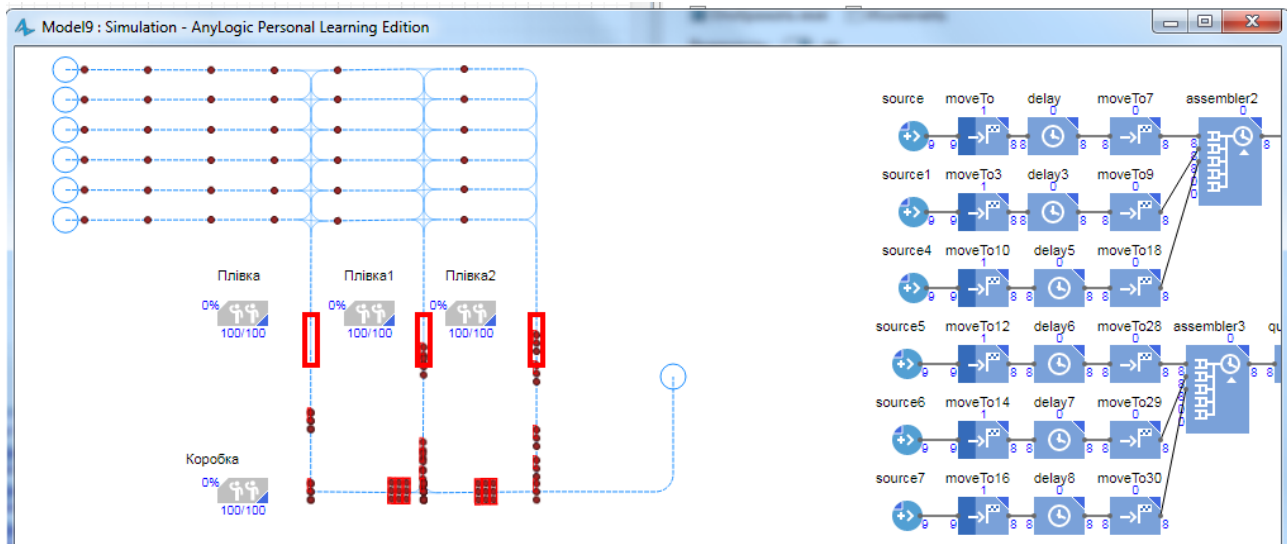


Рисунок 5 - Вікно симуляції переміщення маффінів при пакуванні в картонну коробку в програмі AnyLogic

Висновки. Візуальне спостереження за переміщенням продукції на етапах і стадіях пакування, аналіз інтенсивності переміщення продукції в транспортних системах та модулях дає можливість підібрати необхідну завантаженість однотипних модулів, обґрунтувати оптимальну кількість, розподілити потік продукції між ними, знайти раціональні кінематичні параметри роботи транспортних систем та модулів, безперервне переміщення при переорієнтуванні, розподіленні потоків та при формуванні одного потоку із декількох, забезпечити рівномірність випуску продукції на основі єдиного розрахункового такту лінії пакування.

Література.

1. Бурлай Ю.В., Сухой Л.А. Оборудование для укладки и упаковки штучных изделий в тару. – М.: Машиностроение. 1975. – 280 с.
2. Деренівська, А. В. Дослідження процесів розділення підпресованих сирних блоків на порції в перевантажувальних пристроях / А. В. Деренівська, Л.О. Кривопляс-Володіна // Вібрації в техніці та технологіях, - 2008. - №3(52). - С. 84-87.
3. Гавва О.М. Синтез просторових поточно-транспортних систем ліній пакування харчових продуктів/ О.М.Гавва, Л.О.Кривопляс-Володіна, А.В.Деренівська, М.В.Якимчук, С.В. Токарчук //Scientific Works of ONAFT 2016. - Volume 80, Issue 1, P.131 – 138

Рівна К.В., Гавва О.М., д.т.н., Кривопляс-Володіна Л.О., к.т.н.
Національний університет харчових технологій (НУХТ) м.Київ, Україна

MODELING OF PNEUMONOZZLE SYSTEM WORK

Introduction. In the lines for the processing of consumer packaging, when performing auxiliary technological operations, pneumatic equipment with ejector systems is widely used. Examples of applications are operations of processing surfaces of processing materials, introducing the gas medium into flotation units, separating the flow of polymer flakes on the conveyor, creating a vacuum, cleaning the internal surface of the cyclones after the technological process, and in. To choose the rational design of the pneumatic system, it is necessary to take into account the various physical and mechanical properties of the objects of processing. The best method of preliminary analysis of updated designs of pneumatic systems is the CFD modeling of the kinematic and dynamic characteristics of the working environment during the ejection, and its impact on the objects of recycling.

The purpose of the study is to develop a formalized approach to the simulation of kinematic and dynamic analysis of a pneumatic blower unit of the ejection type in the environment of PP FluidSim. To achieve this goal it is necessary to choose the type of numerical simulation, to determine the initial parameters (kind of a calculation grid, a model of turbulence, hardware computing resources).

Materials and methods of research. Outgoing long-time simulations are selected: conical pneumatic hook with different sections of the confuser; restriction of the input pressure in the range from 3 to 6 bars; conditions for the arrangement of the nozzle - a variable angle of the confuser in the range from 30 to 60 degrees, the length of the nozzle from 5 to 25 mm. The mathematical model is constructed taking into account the laws of ultraviolet body transference, the motion of Newtonian fluid and gas through a nozzle; the law of continuity of the work flow. At the inlet of the nozzle, the limiting value of the static temperature $T_0 = 293K$, the incoming main pressure, atmospheric pressure of 0.1 MPa is given; Integration scheme of the 2nd order; pressure gradient in the cell walls of the interpolation. During the execution of the simulation experiment on the study of the behavior of the working environment in the internal section of the nozzle with a change in pressure and speed, the nozzle traction coefficient was selected as the criterion. This allowed us to investigate changes in internal losses during expansion of gas in the nozzle:

$$C_v = \frac{P_c}{P_{ct}}, \quad (1)$$

P_c - actual thrust nozzle; P_{ct} - ideal thrust of the nozzle, which corresponds to the full expansion of gas (pressure at the cross section of the nozzle is equal to atmospheric: $P_c = P_H$) and the absence of internal losses due to the viscosity of real gas: $P_{ct} = G_r C_{ad}$, (2)

G_r – mass flow of gas through the nozzle, kg / s; C_{ad} – adiabatic velocity of leakage of the working medium from the nozzle, m / s.

Adiabatic leakage velocity was determined as:

$$C_{ad} = \sqrt{\frac{2k}{k-1} RT_0 \left[1 - \left(\frac{P_c}{P_0} \right)^{\frac{k}{k-1}} \right]}$$

where T_0 – absolute temperature in the nozzle, K; $\frac{P_c}{P_0}$ – relation of pressure at the entrance and at the experimental section of the nozzle, Pa; k – coefficient of adiabatic. The actual draft of the nozzle was determined by the Stechkin formula [1].

Simulation results:

Figure 1 shows the pressure distribution in the OY section of the cone with an angle of 60° , provided a stepwise change in pressure inside. The comparison of the experimental distributions obtained confirms the data on the physical modeling of the nozzle in the design with the micro-doser.

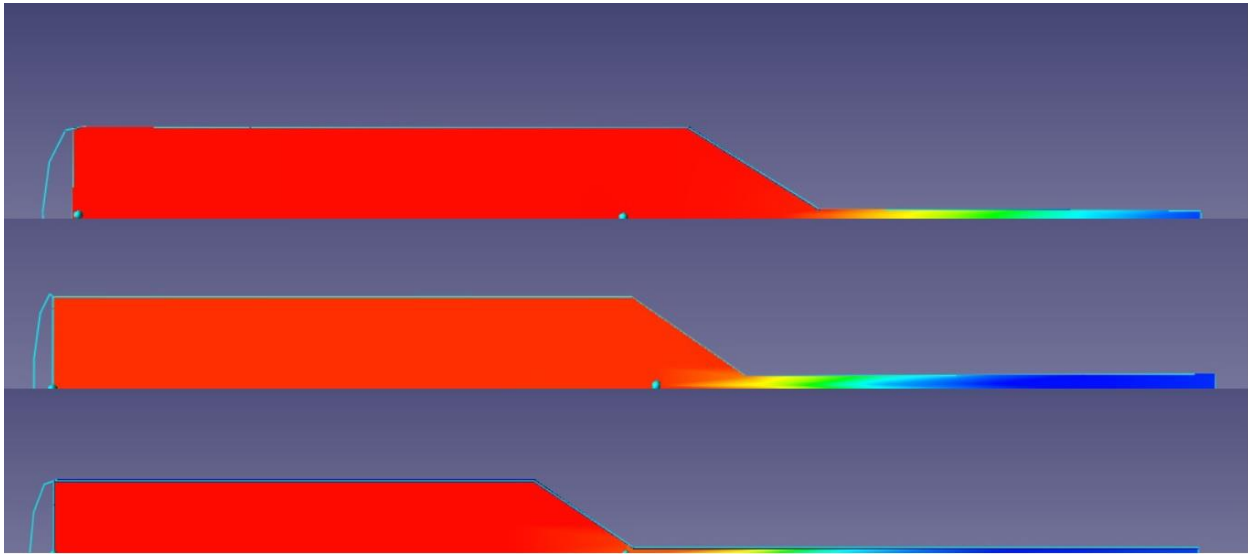


Figure 1 - Pressure distribution in the flow of the experimental working environment at an angle of confusion 60°

Changing the velocity flux across the pneumatic nozzle, assuming assumptions about the working environment, is depicted in Fig. 2.

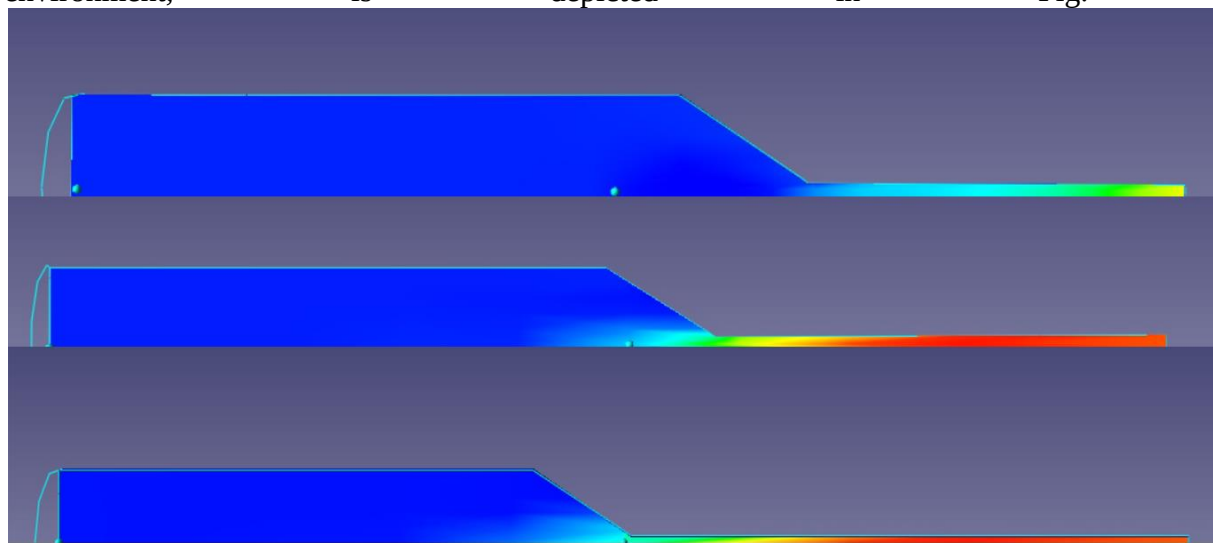


Figure 2 - Distribution of the flow rate of the stream in the flow of the experimental working environment at an angle of confusion 60°

Conclusions

The research was carried out to determine the sufficient number of nodes of the design grid of the experimental pneumatic tube. The value of maximum and minimum possible pressure change inside the confuser section when using different working media is obtained. During the irregularization of the data of the physical and simulation experiment, the error of the pressure change at the outlet of the nozzle was within 1.5%. The obtained results allowed to choose the design of a pneumatic molding with minimum destructive properties under pressure at the exit for a length of 15 mm.

Literature

- 1.Elatta A.Y., Gen L.P., Zhi F.L. An Overview of Robot Calibration //Information Technology Journal 3 (1), Asian Network for ScientificInformation. – 2004. – P. 7478.
- 2.Ruggeri S., Vertuan A., Legnani G., Visioli A. Kinetostaticcalibration of a SCARA robot // XIX Congresso AIMETA, AssociazioneItaliana di meccanica teorica e applicata. – Ancona. – 1417 Settembre,2009. – 10 p.

УДК 621.01

Соколенко А.І., професор, д.т.н., Скуйбіда Є.Л.

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

ДИНАМІКА І ЕНЕРГЕТИЧНА РЕКУПЕРАЦІЯ В ТЕХНОЛОГІЧНИХ МАШИНАХ

Вступ. Робота більшості машин характеризується певними співвідношеннями сил, мас і швидкостей руху ланок механізмів. Задачі обмеження нерівномірностей руху ведучих ланок пов'язані з пошуками найкращих співвідношень вказаних параметрів.

Актуальність теми. У більшості механізмів тільки в повному циклі усталеного руху робота рушійних сил дорівнює роботі сил опору. Однак усередині таких циклів рівність вказаних робіт не спостерігається, завдяки чому рух ведучих ланок буде нерівномірним. Втручання в систему на рівні обмеження динамічних навантажень і рекуперації кінетичної енергії визначає актуальність дослідження.

Метою дослідження є аналіз особливостей кінематики і синтезу механізмів і машин циклічної дії з обмеженнями нерівномірності ходу ведучих ланок і за прогнозованої рекуперації кінетичної енергії.

Матеріали та методи. Дослідження ґрунтується на використанні закономірностей динаміки машин і законах збереження енергії.

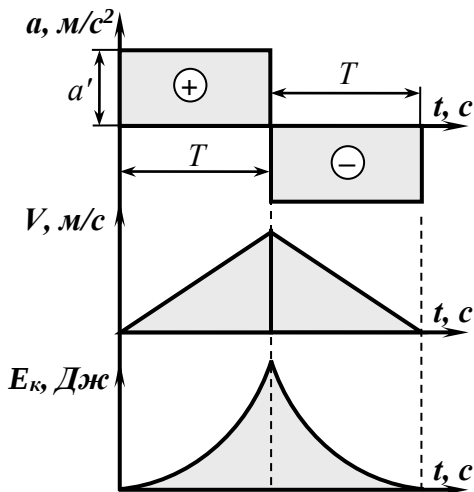


Рисунок 1 - Графічна інтерпретація кінематичних параметрів і кінетичної енергії пристрою

Результати та обговорення. Для можливості оцінки таких перспектив у синтезі машин звернемося до прикладу, який стосується крокових переміщень масивів виробів ланцюговим контуром. Припустимо, що приводом останнього реалізується рівноприскорені та рівносповільнені переміщення, кінематичні параметри яких відображаються діаграмами з рис. 1 в межах одного циклу. Очевидно, що такі переміщення супроводжуються необхідністю подолання сил технологічних опорів тобто сил тертя і сил інерції. Якщо період циклу складає час $2T$, то в першій його половині рух системи прискорений, а в другій – сповільнений. За сталих модулів прискорень a' швидкість системи відображується залежністю:

$$V = a't \quad (1)$$

і максимальна швидкість:

$$V_m = a'T. \quad (2)$$

Тоді зміна кінетичної енергії на етапі розгону визначається залежністю:

$$E'_{\text{кін}} = m \frac{V^2}{2} = m \frac{(a't)^2}{2}, \quad (3)$$

де m – приведена маса системи. В подальшому етап розгону будемо вважати першим, а етап гальмування – другим. Якщо відлік часу на другому етапі починати від нуля, то рівень кінетичної енергії на другому етапі відображується залежністю:

$$E''_{\text{кін}} = \frac{m}{2} (V_m^2 - (a''t)^2). \quad (4)$$

При цьому модулі прискорень $|a'|$ і $|a''|$ на першому і другому етапах рівні. У відповідності до записаних співвідношень рушійний фактор на вказаних етапах записується у формі:

$$P'_p = F_T + ma'; \quad P''_p = F_T - ma'',$$

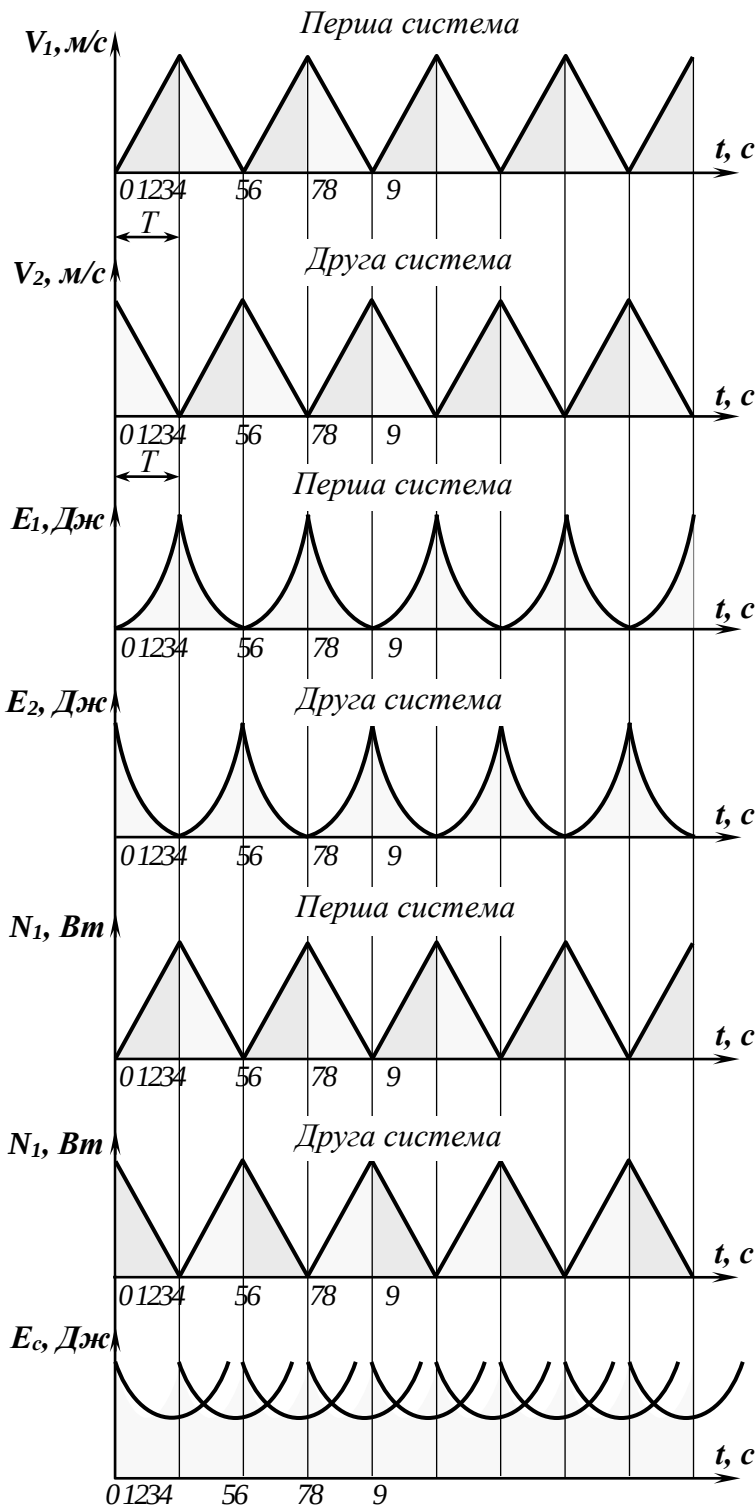


Рисунок 2 - Кінематичні та енергетичні діаграми паралельних подвоєних систем з жорсткими кінематичними зв'язками

(рис. 2). Окрім того наведені діаграми потужностей $N_1 = N_1(t)$, $N_2 = N_2(t)$ та діаграма сумарної кінетичної енергії систем $E_c = E_c(t)$.

Аналіз наведених результатів дозволяє відмітити наступне.

1. Використання, наприклад, синхронного електричного двигуна дозволить отримати швидкості вихідних ланок систем в заданих режимах.

де F_T – приведена сила тертя системи. Це означає, що сили інерції на першому і другому етапах відповідальні за нерівномірності ходу ведучих ланок, оскільки зміна рушійного фактора за прийнятих умов складає значення $2ma$, якщо $a = a' = a''$. Разом з тим важливо, що рушійний фактор на першому етапі визначає потужність приведення в дію системи. За сталого значення P'_p і зростаючої швидкості потужність N зростає від нуля до максимального значення і

$$N = P'_p V = P'_p a' t; \quad (5)$$

$$N_{\max} = P'_p a' t. \quad (6)$$

Вибір двигуна для приведення в дію системи має бути зорієнтованим на одержане значення $N_{\max}$, а залежності, наведені на рис. 1, повторюються в кожному циклі. Звідси витікає, що використання потужності двигуна носить помітно обмежений характер.

Покращення ситуації можливо досягти використанням подвоєних паралельних систем, пов'язаних жорсткими кінематичними зв'язками, але виконаних зі зсувом приводів таким чином, щоб співпадали перший етап однієї системи з другим етапом іншої. При цьому будемо вважати, що обидві системи у своєму функціонуванні забезпечуються спільним приводом і в обох випадках кінематичні, динамічні і енергетичні параметри співпадуть, але в часі зміщені на величину T . Такому випадку відповідають діаграми $V = V(t)$ і $E_k = E_k(t)$

2. Зсув на півфази першого і другого етапів приведе до рекуперації кінетичної енергії.

3. Подолання сил інерції на перших етапах супроводжується зростанням швидкостей і кінематичної енергії систем, тому діаграми кінетичних енергій систем відповідають розрахунковим.

4. Екстремальні значення швидкостей і кінематичних енергій в поєднаних системах не перевищують відповідних параметрів в однорядній системі. При цьому досягається значно рівномірніше навантаження двигуна привода з подвоєною продуктивністю системи.

5. За відсутності зсувів перших і других етапів сумарна кінетична енергія мала б подвоєні піки і значно гірше енергорозподілення.

Загальний вид діаграми $E_c = E_c(t)$ приводить до висновку про можливість застосування принципу суперпозиції. На першому і другому етапах швидкості змінюються від нуля до максимуму і відповідно від максимуму до нуля. Це означає, що за симетричних законів досягаються значення $0,5V_1$ і $0,5V_2$. Тоді відповідно їм кінетична енергія за умови $m_1 = m_2 = m$ становитиме:

$$E'_c = m_1 \frac{(0,5V_m)^2}{2} + m_2 \frac{(0,5V_m)^2}{2} = \frac{m}{2} 0,5V_m^2 = \frac{m}{4} V_m^2. \quad (7)$$

Таким чином, мінімальні значення кінетичної енергії складають половину максимальних. Оскільки сучасні можливості мехатроніки дозволяють реалізовувати різні закони руху, то доцільно здійснити пошук у напрямку зближення екстремумів кінетичної енергії у подвоєних системах.

Для перших етапів маємо залежність по визначенню плинної швидкості

$$V = kt = \frac{V_m}{T} t. \quad (8)$$

Задаємося умовою, що на половинних ділянках першого другого етапів сумарна кінетична енергія складає:

$$E'_c = m \frac{V_m^2}{2}. \quad (9)$$

Тоді підстановкою умови (8) одержуємо

$$m \frac{V_m^2}{2} = \frac{m}{2} \left(\frac{V_m t}{T} \right)^2 + \frac{m}{2} (V(t))^2. \quad (10)$$

або
$$m \frac{V_m^2}{2} = \left(\frac{V_m t}{T} \right)^2 + (V(t))^2; \quad (11)$$

$$V(t) = \sqrt{V_m^2 - \left(\frac{V_m t}{T} \right)^2} = V_m \sqrt{1 - \frac{t^2}{T^2}}. \quad (12)$$

Досягнутий результат означає можливість зближення екстремумів кінетичної енергії і для інших законів, якими відображуються швидкості приведених мас системи.

В рівняннях (10)-(12) залежність $V(t)$ відображує закон швидкості приведених мас на других етапах їх переміщень. При цьому у відповідності до рівняння (9) це означає вирівнювання екстремумів кінетичної енергії. На підтвердження останнього умову (10) запишемо у вигляді:

$$m \frac{V_m^2}{2} = \frac{m}{2} \left(\left(\frac{V_m t}{T} \right)^2 + \frac{m}{2} \left(V_m \sqrt{1 - \left(\frac{t}{T} \right)^2} \right)^2 \right) = \frac{m}{2} \left(\frac{V_m^2 t^2}{T^2} + \left(V_m \sqrt{1 - \left(\frac{t}{T} \right)^2} \right)^2 \right). \quad (13)$$

Підстановка значень часу t дозволяє визначити:

$$\text{при } t = 0 \quad E_k = \frac{m V_m^2}{2}; \quad (14)$$

$$\text{при } t = 0,5T \quad E_k = \frac{m}{2} (0,25 V_m^2 + 0,75 V_m^2) = \frac{m}{2} V_m^2; \quad (15)$$

$$\text{при } t = T \quad E_k = \frac{m}{2} V_m^2. \quad (16)$$

Для додаткової перевірки виконаємо розрахунок для проміжного значення $t = 0,25T$:

$$V_m^2 = (0,25 V_m)^2 + V_m^2 (1 - 0,25^2) = 1,0 \cdot V_m^2. \quad (17)$$

З формули (17) очевидно, що для всякого плинного значення t екстремуми відсутні і сума кінетичних енергій подвоєних систем залишається сталою. Ця особливість зберігається на другому етапі для першої системи, оскільки для другої системи має місце синхронізований перший етап. Стале сумарне значення кінетичної енергії двох систем означає нові умови з точки зору інтересів обмеження нерівномірності ходу ведучої ланки, яка забезпечує передавання руху обом системам. Окрім того має місце циркуляція кінетичної енергії в системах.

Висновки. Аналіз наведених результатів дає змогу стверджувати, що:

1. Використання жорстких кінематичних зв'язків дасть змогу отримати швидкості вихідних ланок систем у заданих режимах.
2. Зсув на півфази першого і другого етапів призведе до рекуперації кінетичної енергії.
3. Подолання сил інерції на перших етапах супроводжується зростанням швидкостей і кінетичної енергії систем, тому діаграми кінетичних енергій систем відповідають розрахунковим.

Література

1. Патент 58946 UA, МПК B65B 5/10(2006.01). Пристрій для переміщення вантажів / Соколенко А.І., Шевченко О.Ю., Піддубний В.А., Максименко І.Ф., Шевченко А.О.; заявник та патентовласник Національний університет харчових технологій. № u201012737; заявл. 27.10.2010; опубл. 26.04.2011, Бюл. № 8, 2011 р.
2. Соколенко, А.І. Про можливість рекуперації кінетичної енергії в машинах і механізмах / А.І. Соколенко, К.В. Васильківський, В.С. Костюк // Харчова промисловість. Київ: НУХТ. 2016. № 19. С. 92-99.
3. Теория механизмов и механика машин: учеб. для вузов / К.В. Фролов, С.А. Попов, А.К. Мусатов, Г.А. Тимофеев; под. Ред. Г.А. Тимофеева. Изд. 6-е испр. и доп. Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. 688 с.

УДК 621.798.147-026.765:621.798.5

Ватренко О.В., д.т.н.

Одеська національна академія харчових технологій (ОНАХТ), м. Одеса, Україна.

АНАЛІЗ СТАНУ РІВНОВАГИ НАВАНТАЖЕНОЇ КРУГЛОЇ ПРУЖНОЇ ПЛАСТИНИ НА ОСНОВІ ЕНЕРГЕТИЧНОГО КРИТЕРІЮ

Вступ. Одна з основних функцій упаковки харчових продуктів – забезпечення безпеки харчових продуктів впродовж визначеного виробником терміну зберігання. Для цього повинні бути враховані усі основні небезпеки для продукції впродовж її життєвого циклу. Це можуть бути процеси закупорювання, теплової обробки, якщо продукт обробляється в упакованому вигляді, транспортування, складування, зберігання продукції. Так, в процесі зберігання, особливо якщо термін зберігання тривалий і вимірюється роками, упаковка може у різний спосіб втрачати свої захисні функції. Тоді виникає питання: що може бути показником того, що упаковка продовжує ефективно виконувати свою захисну функцію?

Для скляної упаковки типу ІІІ, або системи твіст-офф (ТО), в якій продукція зберігається від двох до трьох років, таким гарантійним пристроєм є гнучка мембрана, розташована в центрі поля кришки системи ТО, відома під назвою «контрольна кнопка». Мембрана являє собою спеціальний рельєф на полі кришки у вигляді круглої пружної пластини. Мембрана в залежності від її стану - втягнутого або опуклого - свідчить про наявність або відсутність в упаковці вакууму, а отже про її герметичність.

Актуальність. Залежно від типорозміру скляної тари та режиму теплової обробки, кришки виготовляються з жерсті різної товщини та твердості. Виробники кришок з мембранами, особливо вітчизняні, мають певні складнощі у виробництві, які стосуються надійності роботи пружної пластини. Крім того, робота механічних систем з контрольованою втратою стійкості взагалі не достатньо вивчена і обґрунтована та торкається питань теорії пружності. Загалом цей напрям досліджень стосовно харчової промисловості пов'язаний з удосконаленням технологій пакування.

Основна частина. Конструктивно мембрани спроектовані для роботи в режимі контрольованої втрати стійкості, рис. 1. Вони втрачають стійкість в результаті виникнення вакууму в тарі, який спричиняє перепад тиску на полі кришки. Надалі цей перепад тиску називатимемо тиском. Після втрати стійкості мембрана переходить у положення стійкої рівноваги. Значення критичних тисків втрати стійкості та відновлення початкової форми, які визначають робочий інтервал функціонування існуючих мембран, загалом відомі і надаються фірмами-виробниками кришок. Отже завдання роботи полягає у тому, щоб шляхом математичного моделювання описати зміну потенціальної енергії круглої пластини, яка обумовлює стабільну роботу мембран в заданому режимі.

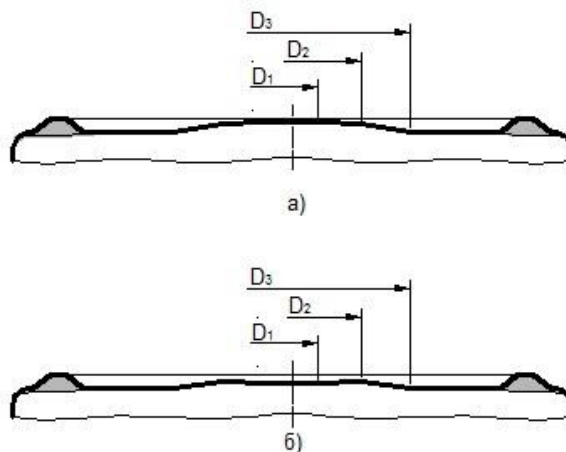


Рисунок 1 - Поле кришки системи ТО (твіст-офф): а) мембрана в ненавантаженому стані; б) мембрана у стані втрати стійкості.

Потенціальна енергія круглої пластини залежить від геометрії її поперечного перерізу (рельєфу). Дотримуватимемось розрахункової схеми, в якій робочий конус пластини зацмлений по контуру, з вільним радіальним зміщенням точок контуру (рис. 2). Вихідні рівняння для розрахунків енергії системи використаємо з теорії пружності. Повна енергія системи мембрани визначається аналогічно енергії при осесиметричному вигині круглої пластинки [1]

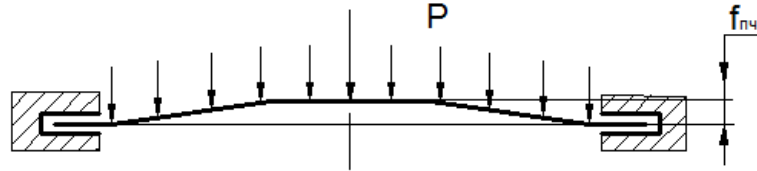


Рисунок 2. Схема закріплення мембрани. $f_{пч}$ – початковий прогин центра мембрани.

$$E_n = E_c + E_\delta - W, \quad (1)$$

де E_c – енергія напружень в серединній поверхні мембрани;

$$E_c = \frac{E\delta}{2} \int_0^R \left[\left(\frac{d^2\Phi}{dr^2} \right)^2 + \left(\frac{1}{r} \frac{d\Phi}{dr} \right)^2 - \frac{2\mu}{r} \frac{d\Phi}{dr} \frac{d^2\Phi}{dr^2} \right] 2\pi r dr, \quad (2)$$

E_δ – енергія вигину;

$$E_\delta = \frac{D}{2} \int_0^R \left[\left(\frac{d^2\omega}{dr^2} \right)^2 + \left(\frac{1}{r} \frac{d\omega}{dr} \right)^2 + \frac{2\mu}{r} \frac{d\omega}{dr} \frac{d^2\omega}{dr^2} \right] 2\pi r dr, \quad (3)$$

W – робота зовнішнього навантаження.

$$W = \int_0^R P \omega 2\pi r dr = 2\pi P \int_0^R \omega r dr, \quad (4)$$

де E – модуль нормальної пружності матеріалу мембрани;

δ – товщина мембрани (жерсті);

R – радіус контуру закріплення мембрани;

Φ – функція напруження;

r – поточний радіус мембрани;

μ – коефіцієнт Пуассона матеріалу мембрани;

$D = \frac{E\delta^3}{12(1-\mu^2)}$ – циліндрична жорсткість мембрани;

ω – додатковий поточний прогин мембрани;

P – тиск (навантаження) на мембрану.

Розв'яжемо рівняння (2). Після розв'язання отримаємо

$$E_c = \frac{\pi E^3 f^4 \delta}{36 R^2} \int_0^1 \left[r_1^2 \left(\frac{dR}{dr_1} \right)^2 + \frac{1}{r_1} R^2(r_1) - 2\mu R(r_1) \frac{dR}{dr_1} \right] dr_1. \quad (5)$$

Позначимо інтегральну частину рівняння (5)

$$I_1 = \int_0^1 \left[r_1^2 \left(\frac{dR}{dr_1} \right)^2 + \frac{1}{r_1} R^2(r_1) - 2\mu R(r_1) \frac{dR}{dr_1} \right] dr_1.$$

Тоді рівняння енергії напружень в серединній поверхні мембрани

$$E_c = \frac{\pi E^3 f^4 \delta}{36 R^2} I_1. \quad (6)$$

Розв'яжемо рівняння (3). Після розв'язання отримаємо

$$E_\epsilon = \frac{16 f^2 \pi D}{R^2} \int_0^1 \left[r_1 \left(\frac{dW_1}{dr_1} \right)^2 + \frac{1}{r_{1r}} W_1^2(r_1) + 2\mu W_1(r_1) \frac{dW_1}{dr_1} \right] dr_1. \quad (7)$$

Позначимо інтегральну частину рівняння (7)

$$I_2 = \int_0^1 \left[r_1 \left(\frac{dW_1}{dr_1} \right)^2 + \frac{1}{r_{1r}} W_1^2(r_1) + 2\mu W_1(r_1) \frac{dW_1}{dr_1} \right] dr_1.$$

Тоді рівняння енергії вигину

$$E_\epsilon = \frac{16 f^2 \pi D}{R^2} I_2. \quad (8)$$

Розв'яжемо рівняння (4). Після розв'язання рівняння роботи зовнішнього навантаження отримаємо

$$W = \frac{\pi P f R^2}{3}. \quad (9)$$

Після підстановки (6), (8) та (9) у рівняння (1)

$$E_n = \frac{\pi E^3 f^4 \delta}{36 R^2} I_1 + \frac{16 f^2 \pi D}{R^2} I_2 - \frac{\pi P f R^2}{3}. \quad (10)$$

Висновок. Рівняння (10), отримане шляхом розв'язання рівнянь локальних енергетичних впливів, є базовим рівнянням, яке характеризує та відображає енергетичні перетворення в тілі мембрани. Рівняння (10) це значною мірою розв'язане рівняння, за допомогою якого після розрахунку інтегральних частин можна отримати розрахункове рівняння для побудови енергетичних рівнів форм рівноваги мембран.

Література.

1. Вольмир, А.С. Гибкие пластинки и оболочки [Текст] / А.С. Вольмир. – М.: Изд-во технико-теоретической лит., 1956. – 419с.
2. P. FrankPai. (April 2007) Total-Lagrangian Formulation and Finite-Element Analysis of Highly Flexible Plates and Shells. *Mathematics and Mechanics of Solids*, vol. 12, no. 2, 213-250.
3. Ватренко, О.В. Моделювання роботи мембран вакуумних кришок: прогин, товщина / О.В. Ватренко // Наук. пр. ОНАХТ. – О., 2015. – Вип. 48. С. 150-154.
4. Тимошенко, С.П. Пластинки и оболочки [Текст] / С.П. Тимошенко, С. Войновский-Кригер; пер. с англ. - М.: Наука, 1966. - 635с.
5. Руководство по обработке крышек Твист-офф: [пер. с нем.] / Silgan White Cap. – Hannover, 2006. – 42с.
6. Добронравов В.В., Никитин Н.Н. Курс теоретической механики – М.: Высш. школа, 1983. – 575 с.

УДК 621.798

Регей І.І., д.т.н., Іваськів Б.Р.*Українська академія друкарства (УАД),
м. Львів, Україна*

ОБҐРУНТУВАННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ НОВОГО СПОСОБУ ТРАНСПОРТУВАННЯ КАРТОННИХ АРКУШІВ У ШТАНЦЮВАЛЬНОМУ ОБЛАДНАННІ

На підприємствах з виготовлення картонної тари широко експлуатують аркушеві штанцювальні машини – високопродуктивне обладнання, укомплектоване операційними модулями: пневматичним самонакладом I (рис. 1), штанцювальною секцією II, секцією виламування обрізків III та приймальним пристроєм IV [1]. Універсальне штанцювальне обладнання додатково укомплектоване секцією роз'єднання та стапелювання готових розгорток, яка розташована після секції виламування обрізків.

Через технологічні секції покрокове переміщення картонних аркушів КА від самонакладу I до приймального пристрою IV забезпечують каретки 1, приєднані перпендикулярно до двох нескінченних ланцюгових транспортерів 2, з фіксуючими клапанами 3. Для їх привода використовується цикловий кулачково-зубчастий механізм, який забезпечує кареткам періодичний рух із зупинкою в технологічних секціях.

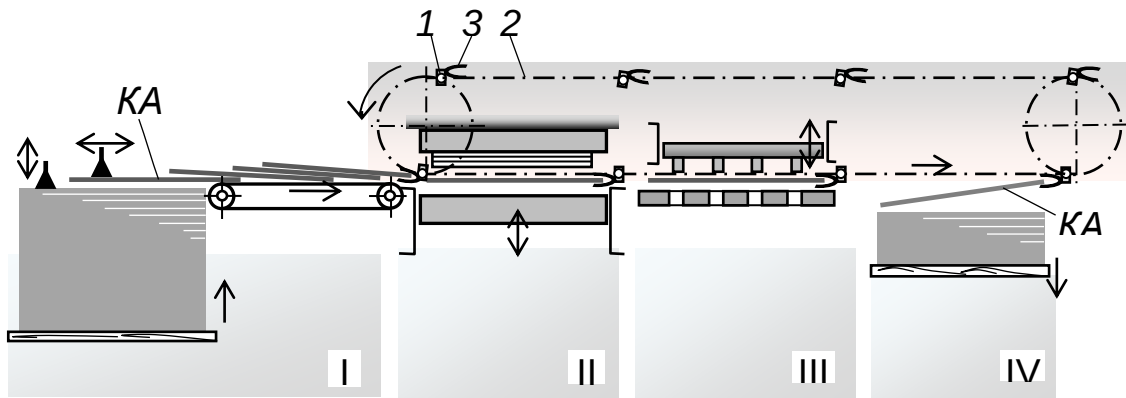


Рисунок 1 - Принципова схема аркушевого штанцювального автомата

У переважній більшості штанцювальна секція обладнання містить рухому нижню плиту, яка під час робочого ходу забезпечує силову взаємодію інструментів штанцювальної форми з картонним аркушем. Для забезпечення умов проходження кареток через зону штанцювання, обмежену робочими інструментами штанцювальної форми 4 (рис. 2) та площиною нижньої натискної плити 5, остання зміщується вниз на величину H , яка враховує розмір h кареток 1. Для різних форматів та призначення штанцювального обладнання вертикальне зміщення натискної плити різне, проте для найбільш використовуваних $H = 80 - 100$ мм.

Оскільки натискна плита є масивною, то для забезпечення високої продуктивності штанцювального обладнання циклові механізми її приводу переборюють значні інерційні навантаження, що вимагає відповідного енергозабезпечення [2]. Окрім того, транспортери, які приводять в рух каретки з фіксуючими клапанами, функціонують над робочими площинами технологічних секцій, що впливає на вертикальний габаритний розмір штанцювального обладнання.

Запропоновано новий спосіб, який забезпечує умову реалізації відносно незначного переміщення нижньої масивної натискної плити в штанцювальному пресі для проходження через зону штанцювання тільки картонних заготовок, а транспортери функціонують під площиною обробки картонних заготовок в усіх технологічних секціях.

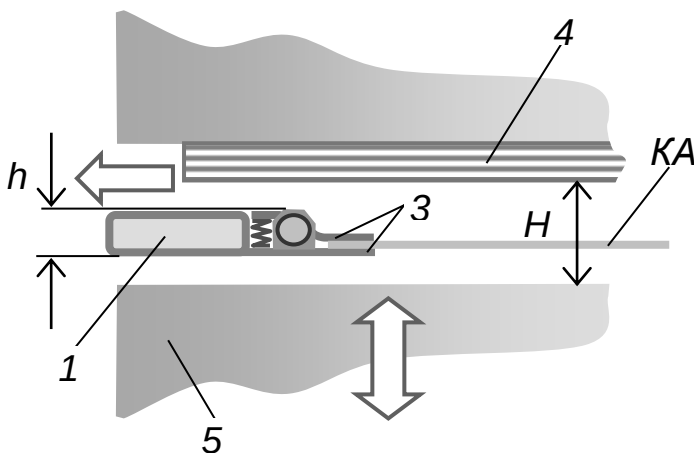


Рисунок 2 - Схема традиційного транспортування картонного аркуша в зону штанцювання

Новий спосіб дискретного переміщення картонних аркушів по технологічних секціях штанцювального автомата передбачає їх фіксування, поданих самонакладом, клапанами окремих лівої та правої кареток, які закріплені навпроти одна одній на нескінченних ланцюгових пластинчастих транспортерах, та транспортування аркушів за бокові ліве та праве вільні поля.

Пристрій, що реалізує новий спосіб дискретного переміщення картонних аркушів по технологічних секціях штанцювального автомата, складається з правої та лівої кареток, які зафіксовані, відповідно, до правого та лівого ланцюгових транспортерів.

Ліва каретка складається з нерухомої губки 1 (рис. 3) клапана, жорстко закріпленої до двох пальців 2 ланки лівого ланцюгового транспортера ЛТ, та рухомої губки 3, приєднаної до осі 4, що знаходиться під дією пружини кручення. Права каретка складається з аналогічних елементів, дзеркально розташованих відносно правої ПК каретки.

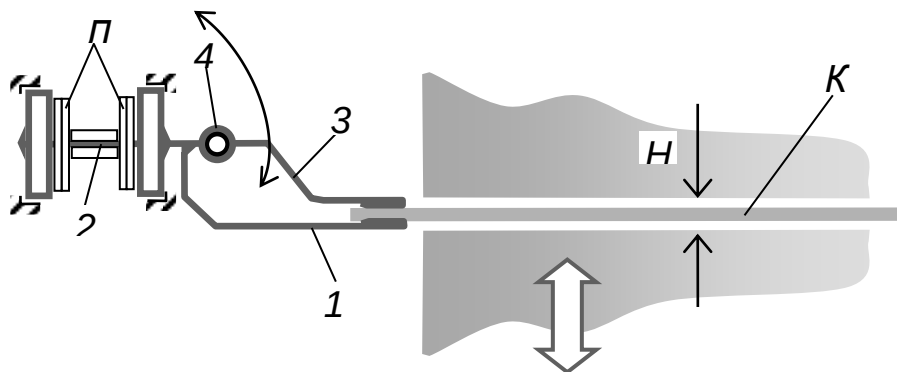


Рисунок 3 - Схема конструкції лівої каретки для фіксування картонного аркуша за вільне бокове поле

Висновки. Технічний результат реалізації пропонованого способу транспортування картонних аркушів за вільні бокові поля полягає в збільшенні продуктивності штанцювального обладнання та зменшенні:

- інерційного навантаження масивної натискної плити на привод;
- габаритів обладнання за рахунок функціонування транспортерів під площиною виконання технологічних операцій з картонними аркушами;
- метало- та енергомісткості штанцювального обладнання.

Зоренко Я. В., к.т.н., **Афанасьєв Д.В.**, аспірант

Національний технічний університет України Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського (НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського), м. Київ, Україна

РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ СПОЖИВЧОЇ УПАКОВКИ ОФСЕТНИМ ДРУКОМ

Вступ. Сучасний стан виробництва споживчої упаковки із застосуванням офсетного друку характеризується використанням широкого асортименту витратних матеріалів та застосування технологічного процесу комплексного контролю для забезпечення високої якості друкованої продукції і зменшення відходів виробництва [1, 2]. Однак, ще одним з напрямків мінімізації браку в процесі друкування на упаковці є пошук нових підходів до стабілізації градаційних характеристик текстово-ілюстраційної інформації на стадії додрукарської підготовки оригінал-макету упаковки.

Актуальність теми. Одним із перспективних напрямків підготовки оригінал-макетів є застосування сучасних алгоритмів стиснення інформації, що дозволяє зменшити обсяг даних та підвищити ефективність процесів обробки оригінал-макетів. Особливістю застосування сучасних методів стиснення для обробки оригінал-макетів упаковки є зменшення надлишкової інформації і як наслідок покращення відтворення градаційних характеристик текстово-ілюстраційної на етапі виготовлення друкарських форм та процесу офсетного друку на упаковці [3].

Результати та обговорення. Для систематизації сучасних методів стиснення було проведено аналіз існуючих технологій обробки інформації на стадії додрукарських процесів підготовки оригінал-макетів. Зокрема було розглянуто основні алгоритми кодування для стиснення цифрових зображень: RLE, JBIG, CCITT Group, LZW, Huffman, Wavelet (рекурсивний), фрактальний та JPEG. Проаналізовано особливості процесу стиснення даних за алгоритмами Lossy JPEG (з втратами) та Lossless JPEG2000 (без втрат), що є поширеними в графічних форматах оригінал-макетів для друку упаковки. Встановлені існуючі критерії ефективності та якості стиснення зображення за різними алгоритмами кодування для практичного порівняння алгоритмів стиснення цифрових зображень в системах додрукарської підготовки.

Висновки. На основі проведеного дослідження розроблено систематизацію основних технологій стиснення зображень в системах поліграфічного репродукування, що характеризується такими основними ознаками, як методи стиснення даних, алгоритми кодування, класи зображення, величина компресії (K_c) та якість зображення після кодування (KPSNR). Визначено особливості застосування алгоритмів кодування для стиснення цифрових зображень: RLE, JBIG, CCITT Group, LZW, Huffman, Wavelet (рекурсивний), фрактальний та JPEG. Встановлено значну перспективність застосування алгоритму стиснення Lossless JPEG2000 [4], що здатний зменшувати обсяг даних при збереженні візуальної якості зображення, підвищити ефективність додрукарських процесів та зменшити обсяг неякісних відбитків при друці на упаковці.

Література

1. Розум Т. Контроль якості друкування на пакуванні / Т. Розум, Я. Зоренко, К. Савченко, В. Скиба // Упаковка. Журнал для виробників та споживачів тари і упаковки. – 2012. – № 3. – С. 63–66.
2. Савченко, К. І. Сучасний стан технологій друкування в Україні / К. І. Савченко, О. В. Зоренко, Т. В. Розум, О. М. Величко // Технологія і техніка друкарства. – 2011. – № 2. – С. 21–27.
3. Афанасьєв Д. Систематизація методів стиснення цифрових зображень / Д. Афанасьєв // Сучасне репродукування: інжиніринг, моделювання, мульти- та кросмедійні технології. — К.: ВПІ. — 2018. — С. 24–29.
4. ISO 15929: 2002: Graphic technology – Prepress digital data exchange – Guidelines and principles for the development of PDF/X standards.

УДК 621.835+621.8.028.3

Гриценко Д.С., к.т.н.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна

КУЛАЧКОВИЙ МЕХАНІЗМ КРОКОВОГО ПРИВОДУ ТРАНСПОРТУВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ ПАКОВАНЬ ПОЛІГРАФІЧНИХ МАШИН

Вступ. Тампонний друк використовують для задруковування об'ємних пакувань, які неможливо задруковувати іншими методами. У сучасній промисловості є необхідність задруковувати велику кількість однотипних виробів. У такому випадку машини з ручною подачею використовувати недоцільно. Тому для задруковування великої кількості однотипних виробів доцільно використовувати транспортувальні крокові пристрої, які періодично подають у зону друку пакування, оскільки процес друку відбувається у період вистою пакування.

Актуальність. Для приводу крокових транспортувальних пристроїв використовуються різні механізми. До таких механізмів висуваються вимоги точної фіксації виробів у зоні друку, плавності періодичного руху без різких прикорень і коливань та дотримання необхідного співвідношення періоду вистою до повного кінематичного циклу за вимогами технологічного процесу. Аналіз механізмів показав, що таким вимогам відповідають механізми із кулачком. [1, 2].

Основна частина. На рис. 1 наведений запропонований кулачковий механізм періодичного повороту, який містить корпус 1, встановлений в ньому ведучий вал 2 з кулачком 3, який має замкнутий профіль та утворений поперемінно випуклими і ввігнутими ділянками та ведену ланку 5 у вигляді диска 6 із рівномірно закріпленими на ньому по колу роликами 7 і 8 для взаємодії з кулачком, а кулачок встановлений з можливістю одночасного контакту з двома сусідніми роликами 7 під час поворотного руху веденої ланки. Додатково на ведучий вал встановлений сектор 4, який під час вистою знаходиться в контакті одночасно з двома сусідніми роликами 8, які встановлені з протилежного боку диска. При цьому кулачок 3 утворений за допомогою двох і більше випуклих і ввігнутих ділянок профілю на однаковій або різній відстані одна від одної, а сектор 4 має розриви в місцях здійснення поворотного руху веденої ланки [3].

Механізм для періодичного поворотного руху веденої ланки працює таким чином. При повороті ведучого валу 2 разом з ним повертаються кулачок 3 і сектор 4, які закріплені на ньому. З кулачком взаємодіють ролики 7 встановлені зі сторони кулачка на диску 6, закріпленому на веденому валу 5. При цьому здійснюється надійне кінематичне замикання кулачка 3 і двох сусідніх роликів 7, піл час повороту веденої ланки на кут $360/z$, де z – кількість роликів 7. Після завершення поворотного руху в процесі вистою здійснюється надійне кінематичне замикання сектором 4 і двома сусідніми роликами 8, які встановлені з іншого боку диска 6 і розміщені між роликами 7 та своїми твірними дотикаються до лінії, на якій встановлюються центри цих роликів. Таким чином створюється надійне замикання по двох роликах як в процесі вистою, що дозволяє здійснювати технологічні операції в цей період, так і в процесі повороту, що дозволяє здійснювати процес повороту без додаткових замикаючих пристроїв.

Запропонований механізм періодичного поворотного руху веденої ланки забезпечує високу точність позиціонування виконавчої ланки і може бути використаний при розробці пристроїв періодичного обертального руху веденої ланки в поліграфічній промисловості.

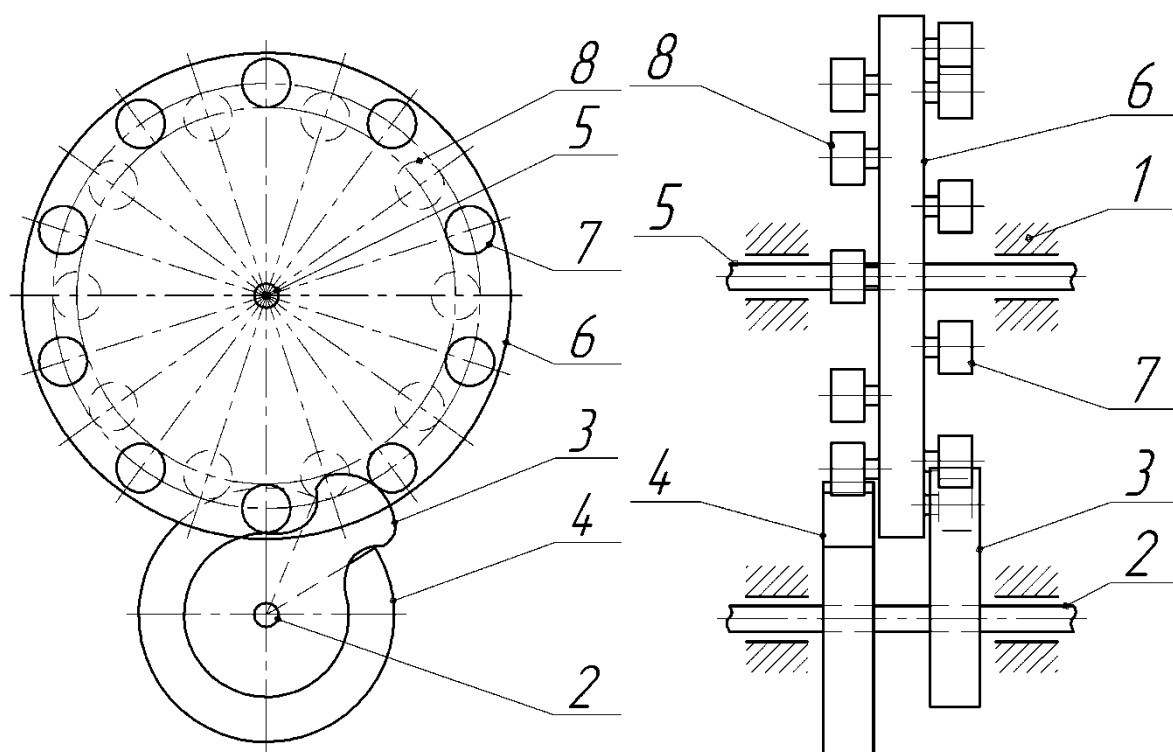


Рисунок 1 - Схема механізму періодичного повороту

Висновки. Перевагою запропонованого варіанту побудови кулачкового механізму крокового приводу транспортувального пристрою подавання пакувань у зону друку, є використання додаткового сектора, який під час вистою знаходиться в контакті одночасно з двома сусідніми роликми, які встановлені з протилежного боку диска, що дає можливість здійснювати точну фіксацію під час вистою.

Така конструкція дозволяє досягти високої точності позиціонування ланки, що робить доцільним його використання в машинах, де технологічний процес виконується під час вистою.

Література

1. Гриценко Д. С. Конвеєр подання пакувань у тамподрукарську машину (експериментальне дослідження крокового приводу) / Д. С. Гриценко // Упаковка. – 2016. – №2. – С. 45–48.
2. Петрук А.І. Визначення раціональної структури механізмів періодичного повороту поліграфічних машин / А.І. Петрук, Д.С. Гриценко // Збірник наукових праць «Технологія і техніка друкарства». – К., 2007. – № 3-4. – С. 86-94.
3. Пат. 66231 України, МПК F 16 Н 25/04 (2006.01). Механізм періодичного поворотного руху веденої ланки / Ю.О. Шостачук, Д.С. Гриценко, В.Г. Яницький. – № u201107587; заявл. 16.06.2011; опубл. 26.12.2011, Бюл. №24. – 4 с.

UDK 655.3.026.25

Khokhlova R. A., Ph. D, associate professor, **Shulzhenko O.O.**, senior lecturer, **Nikolenko K.D.**
Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, Kyiv, Ukraine

SEARCH COMPONENTS FOR BIODEGRADABLE INKS

Paints for modern packaging are resistant to light, chemicals, physical and mechanical stresses, freezing, heat sealing, electrical insulating, conductive, adhesive properties of the paint layers are provided. When special pigments are added, tactile effects, metallic coatings, and glow effects in a certain radiation zone are created, which are successfully used in the creative packaging design, as well as to protect the product from counterfeiting [1].

A classification of modern printing inks for packaging has been developed according to the degree of environmental friendliness of the components, the technology of applying the ink and the way it is fixed, the degree of transparency and viscosity, resistance to operating modes and chemicals, the purpose of packaging materials [2]. Application of the image is carried out by the method of flexographic, gravure, offset and screen printing. However, personalized packaging, which is sealed with liquid electrophotography printing or inkjet printing, is gaining more and more demand.

Actual problems of the packaging industry are the environmental friendliness and safety of printing inks in relation to packaged products, in particular, food products, as well as the problem of recycling and processing packaging polymers that are inert to the environment. Conducted patent search with a retrospective 2000-2018 shows that the development of biodegradable paints and varnishes for the manufacture of packaging is an actual scientific and applied problem [2]. Such inks are made by world manufacturers for offset, flexographic and inkjet printing and contribute to the improvement of production and technological processes of manufacturing and packaging design and their environmental disposal.

The relevance of ecological packaging, safe for the consumer and the environment, stimulates the development of printing inks biodegradable. The aim of the work was to search for components for the creation of domestic environmentally friendly printing and varnishing materials for packaging, which decompose without harming nature and the environment and contribute to the improvement of production and technological processes of manufacturing and packaging design and their environmental recycling.

Studies of aqueous solutions of natural polymers of potato, corn starch, wheat protein, casein were conducted. These film-forming were taken in dry and pasty form. Water was used as a solvent. It has been experimentally determined that film-forming substances based on corn starch paste give the most approximate results to the established technological requirements for inks for flexographic printing.

For biodegradable printing inks, one of the main problems is to ensure the stability of their properties over time while simultaneously maintaining a high degree of drying on the print and matching them to mechanical impact. To this end, a search was made for antiseptics for the paint being developed, among such substances: silver nitrate, potassium alum, chromium alum, triethanolamine, borax, ethyl alcohol. To ensure the stability of the paint during storage and prevent its deterioration, satisfactory results were shown by triethanolamine and ethyl alcohol in the proportion studied.

Conclusions. Further active development of biodecomposable printing materials for packaging is aimed at developing a recipe for solving the problem of fast fixing of paint removers and forming their gloss, light resistance, with the implementation of the condition of stability, environmental friendliness, availability and renewability of materials.

References

1. Khokhlova R., Velychko O. Finishing of printing products with lacquering: tutorial. – K.: VPC «Kiev University». – 2014. – 183 p.
2. Khokhlova R.A. Printing inks for packaging (development trends) // Packaging. – 2018. – №6. – P. 45-49.

УДК 664:67.02

Копилова К.В., д.с.-г.н., Вербицький С.Б., к.т.н., Козаченко О.Б., Вербова О.В., Кос Т.С., к.т.н.

Інститут продовольчих ресурсів НААН, м. Київ, Україна

ІННОВАЦІЙНІ БІОРОЗКЛАДНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ПАКУВАННЯ ПРОДУКЦІЇ МОЛОЧНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Проблемі сучасного масового пакування харчових, у тому числі молочних, продуктів притаманним є дуалістичне протиріччя, яке полягає у тому, що і засади харчової безпечності, і сучасні вимоги ресурсозбереження щодо подовження дозволеного терміну зберігання харчової продукції вимагають виконання пакувань зі стійких, у хімічному та біохімічному сенсі, матеріалів належної механічної міцності. Проте матеріали із зазначеними характеристиками надзвичайно важко піддаються розкладенню у природних умовах, яке може тривати від кількох років до багатьох століть [1].

У цілому, молочні продукти пакують, використовуючи наступні групи матеріалів:

- 1) паперові матеріали на основі целюлози для рідких і сухих молочних продуктів, пергаментні обгортки для масла, сиркових виробів та ін.;
- 2) полімерні матеріали (пакети, коробки, стаканчики тощо) для молока, рідких молочних продуктів, йогуртів, сметани, стерилізованих продуктів та ін.;
- 3) скляну тару (пляшки, банки тощо) для молока, рідких молочних продуктів, молочних консервів та ін.;
- 4) алюмінієву кашировану або ламіновану фольгу для масла, сиркових виробів, плавлених сирів та ін.;
- 5) металеві банки для згущеного молока, сухого молока, консервованих сирів та ін.;
- 6) пластмаси, включаючи біорозкладні пластмаси, які використовуються для упаковки практично всіх видів молочних продуктів;
- 7) матеріали на біологічній основі, отримані з поновлюваних ресурсів, які можуть використовуватися для молочних продуктів з обмеженим терміном придатності.

Біологічні матеріали – це матеріали, переважно одержувані з джерел, що поновлюються щороку. Ці матеріали можуть бути компостованими, що, саме по собі, не є ключовим моментом, оскільки загальне управління відходами компостованих матеріалів не є досконалим. З наведеного вище переліку до біологічних матеріалів можна, у тій чи іншій мірі, віднести групи 1, 6 та 7.

Вимоги до біологічних пакувань, застосовуваних для молочних продуктів, не є занадто відмінними від вимог до інших харчових продуктів. Матеріали на біологічній основі повинні захищати молочний продукт від впливу навколишнього середовища і забезпечувати збереження якості під час транспортування та зберігання. Критичними аспектами є механічні та бар'єрні властивості щодо кисню, вуглекислого газу, води, світла та запахів. Крім того, при виборі пакувальних матеріалів для молочних продуктів слід враховувати аспекти безпеки (міграція, ріст мікробів), стійкість (термостійкість і хімічна), технологічні вимоги (придатність до зварювання і формування), зручність і відповідність засадам маркетингу (комунікація, варіанти друку) [2].

Механічні властивості мають вирішальне значення і повинні бути адаптовані таким чином, щоб молочний продукт був захищений навіть при тривалому зберіганні і транспортуванні. Полімери можуть бути в деякій мірі адаптовані для відповідності певним механічним властивостям, наприклад, шляхом вибору сировини або змішування з іншими полімерами, або наповнювачами, шляхом додавання волокон, зшивання, пластифікації тощо. Належні механічні властивості характерні для полілактиду (ПЛА) у напівкристалічній формі. Існують різні параметри обробки, які можна варіювати для отримання певних механічних властивостей біополімерів, що імітують властивості звичайних полімерів на масляній основі, як жорстких (поліетилентерефталат, ПЕТ) і гнучкі матеріали (наприклад поліетилен, ПЕ) [2,

3]. Порівняльні випробування показали, що міцність на розтяг, відносно подовження і міцність на розрив плівок ПЛА та крохмалю-полікапролактону (ПКЛ) були нижче, ніж у плівок поліетилену низької щільності (ПЕНЩ) і поліетилену високої щільності (ПЕВЩ), стиск стаканчиків на основі крохмалю, ПЛА та полігідроксibuтирату (ПГБ) був у тому ж діапазоні, що й для стаканчиків з поліпропілену (ПП), полістиролу (ПС) та поліетилену (ПЕ) [4]. Водночас, натуральний крохмаль не відповідає вимогам щодо пакування харчових продуктів, оскільки його механічна міцність і стабільність є занадто низькими.

Аналізуючи **стійкість до нагрівання** біопластиків, слід зазначити, що температура використання для більшості молочних продуктів знаходиться в межах від 0 °С до 40 °С. Однак гаряче наповнення і стерилізація можуть використовуватися для рідких молочних продуктів з тривалим терміном зберігання. Крім того, при обробці пакувальних матеріалів (формування, герметизація) вони піддаються впливу високих температур. Область термічного застосування біологічних пакувальних матеріалів буде відносно обмеженою, оскільки стабільність зменшується з ростом температури, як це спостерігалось для ПЛА [2, 3], особливо під впливом високої вологості. Тара з ПЛА залишається стабільною тільки до температури 55 °С, а матеріалів на основі сумішей крохмаль-ПКЛ відбувалася між 60 і 90 °С.

Бар'єрні властивості щодо водяної пари залежать від типу продукту. Наприклад, виразні бар'єрні властивості щодо водяної пари мають вирішальне значення при пакуванні молочних продуктів, таких як масло і сир, де ключовим параметром є запобігання втрати вологості і висихання поверхні. З іншого боку, пакування продуктів з коротким терміном зберігання менш критичне, тому що температура низька, а термін придатності менше 10 діб. Таким чином, тонкий шар ПЕ є достатнім бар'єром для вологості в картонних пакуваннях для молока. Бар'єрні властивості щодо газів також залежать від характеру продукту. Наприклад, високі бар'єрні властивості необхідні для пакування продуктів в модифікованих середовищах (нарізані сири і сухе молоко), натомість менш щільний газовий бар'єр є достатнім для пакування продуктів з коротким терміном придатності (питне молоко і йогурти). В цілому, полімери на біологічній основі є гідрофільними, проте при порівнянні швидкостей проникнення водяної пари (ШПВП) пакувальних біоматеріалів з матеріалами на основі мінеральних олій стає очевидним, що біоматеріали можна застосовувати для короткотермінового зберігання молочних продуктів. Наразі науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи спрямовані на поліпшення пароізоляційного бар'єру для матеріалів на біологічній основі, і майбутні матеріали цілком можуть мати властивості бар'єру для водяної пари, аналогічні звичайним матеріалам [2]. ПЛА забезпечує кращий захист від водяної пари, ніж матеріали на основі крохмалю. У [4] зазначається, що ШПВП плівок ПЛА була лише в 4 рази більше, ніж у звичайних плівок з полівініліденхлорид (ПВДХ) і ПЕНЩ, в 2 рази більше, ніж для стаканчиків ПС, і в 40-60 разів більше, ніж стаканчиків ПП та ПС. Низькі значення ШПВП мають полігідроксіалканоати (ПГА), що робить ці матеріали перспективними в якості бар'єру для вологості в молочних коробках або обгортках для масла. Швидкості пропускання кисню (ШПК) більшості біоматеріалів відповідають зазначеному показникові більшості традиційних матеріалів на основі мінеральних олій. Пакувальні плівки товщиною 20 мкм на основі ПЛА, суміші пшеничного крохмалю і ПКЛ, а також суміші кукурудзяного крохмалю і ПКЛ мали ШПК, яка була значно нижчою, ніж у плівок ПЕНЩ та ПЕВЩ [4]. Селективність (рівень проникності) матеріалів на біологічній основі щодо інших газів знаходиться в діапазоні, який характерний для звичайних пакувальних матеріалів, застосовуваних у харчовій промисловості. Вологість не впливає на ШПК при холодильному зберіганні молочних продуктів. Бар'єрні властивості щодо запахів є важливою характеристикою, особливо для таких продуктів, як масло і молоко, які можуть набувати смак, наприклад, цитрусових. Крім того, погані бар'єрні властивості щодо запахів можуть спричинити втрату аромату у зрілих сирів, що призводить до погіршення якості. На жаль, дані про проникність аромату практично відсутні. Втім дослідники показали, що ПЛА є ефективним бар'єром для етилацетату і D-лимонену, і, таким чином, очікується, що він стане хорошим бар'єром для запахів [5].

Вплив на пакувальні матеріали олій і кислот може знизити ефективність полімеру. Молочні продукт часто є кислими, солоними або з високим вмістом жиру, важливо оцінити **хімічну стійкість** матеріалів. При порівнянні орієнтованої плівки з полілактиду (ОПЛА) з ПЕТ і орієнтованим полістиролом (ОПС) виявили, що вплив кислот (рН від 6 до 2) і рослинних олій призводило тільки до мінімального погіршення міцності, натомість ОПЛА з додаванням 40% вторинної сировини, фактично, показало поліпшення [6].

Мікроорганізми можуть використовувати пакувальні матеріали на основі біологічних джерел в якості джерел енергії. Це може викликати потенційний ризик зростання небажаної плісняви і бактерій на пакуванні, і якщо пакування буде розкладатися під час зберігання харчових продуктів, може відбутися зовнішня мікробна міграція, що призведе до забруднення харчової продукції. Є лише кілька повідомлень про збільшення чисельності мікроорганізмів на пакувальних матеріалах на біооснові. Плівки з ПЛА та ПГБ перешкоджають появі пліснявих грибів [7], натомість пакувальні матеріали на основі крохмалю-ПКЛ сприяють росту пліснявих грибів, якими можуть бути вражені харчові продукти – отже, доцільно включати до складу матеріалу антимікробні сполуки.

У сенсі пакування харчових продуктів термін **міграція** використовують як дефініцію переносу речовин з пакування до харчових продуктів, що є важливим аспектом, який слід враховувати при використанні пакувальних матеріалів для зазначених продуктів. За нормами Європейського Союзу загальна міграція не повинна перевищувати межу 10 мг/дм². Мігранти з біопакувальних матеріалів можуть включати, наприклад, молочну кислоту, лінійний і циклічний димер лактиду, різні малі олігомери ПЛА, харчовий і гідролізований крохмаль. Ці мігранти можуть природним чином бути присутні в харчових продуктах і, отже, можуть вважатися безпечними для цілей упаковки харчових продуктів. Згідно із Законодавством ЄС, категорії лактид, харчовий та гідролізований крохмаль, а також ПГБ використовуються без будь-яких особливих обмежень.

У ході **біодеградації** ферменти гідролітично розкладають полімери. ПЛА гідролізуються без будь-якої допомоги від гідролітичних ферментів у присутності вологи. Крім вологості (активність води), для процесу біодеградації є важливими такі параметри, як рН, доступні поживні речовини, кисень, час зберігання і температура.

Висновки. Аналіз науково-технічної інформації доводить можливість та доцільність використання біорозкладних матеріалів, зокрема біопластиків як інноваційних пакувальних матеріалів для використання у молочній промисловості. Зазначені матеріали, насамперед ПЛА, суттєвим чином не відрізняються, за механічними та іншими технологічними властивостями, від традиційних пластиків з вуглеводневої сировини.

Література

1. Вербицький, С.Б. Екологічна упаковка для харчових продуктів (від теорії до практики) / С.Б. Вербицький, К.В. Копилова, О.Б. Козаченко, О.В. Вербова, Т.С. Кос // Упаковка. – 2019. – № 4 (131). – С. 30-34.
2. Jakobsen M., Holm V. & Mortensen G. (2008). Biobased packaging of dairy products – in 'Environmentally compatible food packaging' (Chiellini E. ed.). Elsevier.
3. Södergård A. & Stolt M. (2002). 'Properties of lactic acid based polymers and their correlation with composition'. *Prog Polym Sci.* 27.1123-1163.
4. Petersen K., Nielsen P. V. & Olsen M. B. (2001). 'Physical and mechanical properties of biobased materials'. *Starch/Starke.* 53. 356-361.
5. Auras R., Harte B. & Selke S. (2006). 'Sorption of ethyl acetate and D-limonene in poly(lactide) polymers', *J Sci Food Agric.* 86.648-656.
6. Auras R. A., Singh S. P. & Singh J. J. (2005). 'Evaluation of oriented poly(lactide) polymers vs. existing PET and oriented PS for fresh food service containers'. *Pack Technol Sci.* 18.207-216.
7. Bergenholtz K.P. & Nielsen P. V. (2002), 'New improved method for evaluation of growth by food related fungi on biologically derived materials', *J Food Sci.* 67 (7), 2745-2749.

UDK 655.3.066.22

Zolotukhina K., PhD, **Velychko O.**, Doctor of Technical Sciences

National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine

RESEARCHING THE INTERACTION OF DIFFERENT MATERIALS TYPES FOR PACKAGING WITH LIQUIDS

The interaction of the printed surface with the liquids is a must in many technological processes of printing. The requirements to the quality of consumables, semi-products, and final printed products, packaging are getting higher in time. This means it is required to perform the constant search of methods and means to improve the technology, which is going to lead to set the stable ink transfer onto the printed surface, to get the reproduction, to obtain the normalized color parameters of imprints.

Issues while printing may arise while the printed surface and the liquid interact, also when the liquid (ink-water emulsion, inks, etc.) is being transferred (absorbed) into the printed material internal layers. That is why it is required to research the interaction of the various printed materials for packaging with liquids in a way of experimental research and to digest the possibility of their usage in different technological reproduction processes, which becomes the actual scientific-technical task.

To conduct the experimental research there were four types of printed substrates selected, they differ in composition and surface parameters from the porous, absorbing to non-absorbing structure. The process of material selection was conducted based on their possibilities of being applied in different technological processes of packaging manufacturing, with the usage of liquids as well.

These substrates were chosen: coated (glossy and matt) paper of the various sqm weight, designer's metalized paper of several color tones and films (white and transparent) of the known manufacturers.

While examining the experimental research data, we can claim that the surface properties of the printed substrates are dependent on the composition and additives concentration in them. The water has better wetting and spreading on the surfaces of the porous paper and coated matt paper. To reach the printing inks adhesion, it is required to have the surface tension of the printed substrate not less than 38 din/cm. This value is the lowest acceptable one, and as confirmed practically values around 40-42 din/cm are used more often. The researched films have got the surface treatment with the surface tension at 40-41 din/cm and so can immediately be used to print on them. However, high values of the contact angle and about linear dependency in their dynamics can cause problems with curing the inks on the imprint.

In opposite, designer's paper is not suitable at all for inkjet printing and unit packaging manufacturing, because the ink curing, as well as the imprint quality, can be highly reduced – this can be explained by the metallic particles availability in the compound.

The highest water repellency is observed in the designer's paper (the highest time $T_{max}=2.36-4.88$). Coated papers are characterized by the zero wetting phase ($W=0$) and the maximum absorption happens immediately after draining them in water. Designer's materials are characterized by low liquid penetration into their structure, which can lead to bad ink curing on the imprint.

The acceptable values of color parameters can be achieved by the thin coated papers (up to 250 g/sqm) and the designer's paper without metallic particles. All other sample have got low liquids wetting capabilities and have troubles while printing inkjet on them.

Calculations of the correlation values and setting up the correlations confirm the experimental dependency of the T_{max} parameter on the T_{95} parameter. The water repellent resistance also has the mutual connection with the W parameter, although to a lesser extent. All the connection powers, t -statistics, are statistically significant while setting the corresponding level of significance.

So paper surface wetting has to be definitely examined before adding any substrates in the printing production process. This is going to allow making a correct decision in the process of selections done in the “printed substrate – imprint” system, as long as the surface glueing of the material, internal glueing or the non-absorbing surface of films is going to be water-repellant and so impact the imprint’s quality.

The obtained research results can be used while setting up the rational technological process in the printshops, and the testing methodology can be used while creating new samples of printed substrates on the papermaking mills.

The proposed methodology of testing the consumables allows avoiding mistakes while selecting the components of the system “printed substrate – imprint”, and so reduce the waste percentage. Before the items are meant to be used in the technological process of printed product and packaging manufacturing for the substrates the preliminary check of its surface with liquid wetting is required, especially in the cases when principally new materials are going to be used for printing.

Determining the wetting parameter of the material’s surface allows stating its applicability in the inkjet or offset printing, where there is the highest liquid-substrate interaction. In the case of significant linear deformations, the high-quality imprint can be achieved using other printing types: screen printing, electrophotography, etc. Determination of the contact wetting angle allows getting the ink adhesion to the substrate defined and make a decision about using liquid or toner-based systems in the process of imprints production.

Further research effort is going to be put on studying the interaction of the printed substrates not with the testing liquid, but with the real ones, used in the technological process of printing production.

Designer’s papers and films are a wonderful material to get the exclusive packaging printed digitally, or via classical printing types with the usage of UV inks. With that, they remain useful for the offset printing as well, and the interaction with the dampening solution does not cause any unwanted linear deformations and color deviations on the imprint. However, according to the research results, using the inkjet for the just mentioned materials will not guarantee getting high-quality reproductions as there will be complications with ink curing.

Conclusions

Various types of printed substrates were researched for their capabilities to interact with liquids, the contact wetting angle was studied as well as the adhesion of the liquid to the substrate’s surface.

The methodology of detailed experimental research was developed in order to thoroughly study the phenomena occurring on the printed substrate’s surface (several paper types, designer’s cardboards and papers, films) while being wetted by the liquid. The experimental research frames as well as the timeframes had been set, the experimental material selection was explained, and also the results were fixated. Based on the obtained experimental data for contact wetting angle change the approximated graphical dependencies were built.

Gained table data were additionally checked to be corresponding with the statistical methods of data processing and as a result the linear equations were obtained showing the relation between the contact wetting angle with the time based on the smallest quadrants method, the kinetics had been also analyzed from the acceleration point of view. The average approximation tolerance and the determination coefficient were defined.

The water penetration dynamics into the paper’s internal structure was analyzed based on the experimental data and its’ mathematical explanation. The correlative ties of the biggest water penetration resistance T_{max} from the porosity in the point indicator (T95) and from surface liquid volume W were determined.

УДК [678.027.3+678.057.3]:678.073

Витвицький В.М., аспірант, **Мікульонок І.О.**, д.т.н., **Сокольський О.Л.**, к.т.н.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (КПІ ім. Ігоря Сікорського), м. Київ, Україна

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ РЕЖИМІВ ШНЕКОВИХ МАШИН НА РУХ ОБРОБЛЮВАНОГО МАТЕРІАЛУ

Вступ. Ринок пакувальних матеріалів являється найбільшим ринком для пластмас, полімери дозволяються зменшити масу та отримати кращі захисні властивості для упаковки, у порівнянні з папером або картоном, також використання пластику має велике значення для дизайну упаковки, так як пластмаса дає значно більшу свободу дизайну, ніж кераміка, скло, дерево, метал та інші традиційні матеріали.

При виробництві виробів з пластмас часто використовуються шнекові машини, у тому числі шнекові живильники або черв'ячні екструдери [1]. Для їх проектування важливим є врахування коефіцієнта зовнішнього тертя та коефіцієнта бокового тиску сипкого матеріалу, що у поєднанні з іншими параметрами визначають конструкцію вузлів обладнання, тиск і температурний режим переробки матеріалу, продуктивність і витрати потужності та відіграють принципову роль як засіб, що створює умови для переміщення та нагрівання матеріалу.

Актуальність теми. Важливими параметрами експлуатаційних режимів тертя та бокового тиску є вплив тиску та температури. В існуючих дослідженнях, коефіцієнт зовнішнього тертя зазвичай визначаються для монолітних зразків, нехтуючи взаємодією між окремими частинками полімеру, а дослідження коефіцієнта бокового тиску проведені для обмеженого класу матеріалів, тому цих даних недостатньо для отримання загальної картини їх поведінки при переробці. Слід також зазначити відсутність єдиної методики для експериментального визначення зазначених коефіцієнтів зовнішнього тертя і бокового тиску, а також обмеженість більшості існуючих установок, що дозволяють проводити дослідження тільки певних властивостей у певних діапазонах.

З вищезазначеного випливає необхідність створення нових установок, завдяки яким буде можливим проведення досліджень триботехнічних властивостей для різних типів сипких матеріалів, зокрема для гранульованих полімерних матеріалів, а також проведення таких досліджень.

Матеріали та методи. Авторами раніше були проведені власні дослідження для декількох типів полімерних матеріалів [2], проте використовувана установка дозволяла вимірювати залежності тільки для коефіцієнта зовнішнього тертя і для обмеженого діапазону тиску, тому була створена нова установка [3], що дозволяє враховувати також вплив досліджуваних параметрів на коефіцієнт бокового тиску у ширших межах тиску, а також враховувати вплив швидкості обертання ротора.

Методика проведення досліджень наведена в праці [4]. Під час планування експерименту, для врахування одночасного впливу таких факторів, як вплив тиску, температури, швидкості обертання ротора та висоти шару гранул на коефіцієнт тертя та коефіцієнт бокового тиску на досліджуваний матеріал, було також використано метод повного факторного експерименту [5].

Полімером для дослідження було обрано поліетилен високої густини [6], як один із найбільш використовуваних полімерів для виготовлення упаковки, зокрема під час виготовлення екструдованих полімерних плівок.

Результати та обговорення. Використовуючи рівняння регресії, отримані методом повного факторного експерименту, було побудовано графічні залежності коефіцієнтів тертя (рис. 1, 2) та коефіцієнтів бокового тиску (рис. 3, 4) для поліетилену, побудовані з використанням лінійної апроксимації. Середнє значення достовірності апроксимації кривих не нижче 0,95.

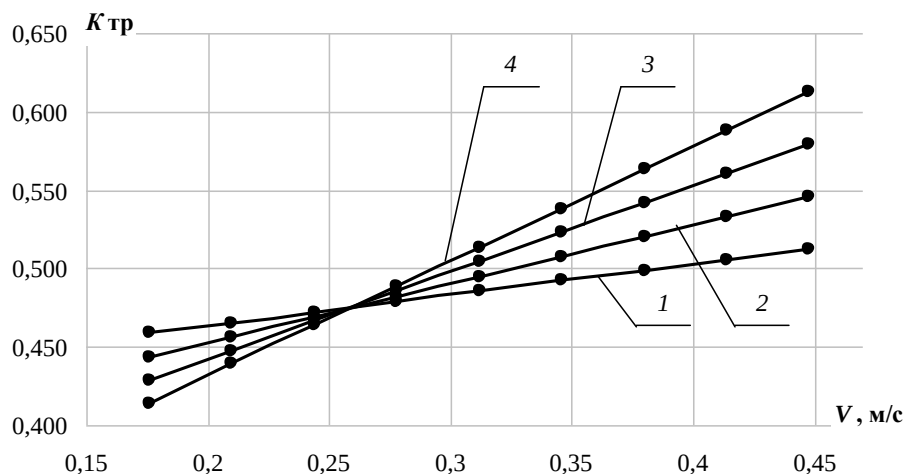


Рисунок 1 - Залежність коефіцієнта тертя $K_{тр}$ від швидкості V за різної температури: 1 – 20 °C; 2 – 40 °C; 3 – 60 °C; 4 – 80 °C

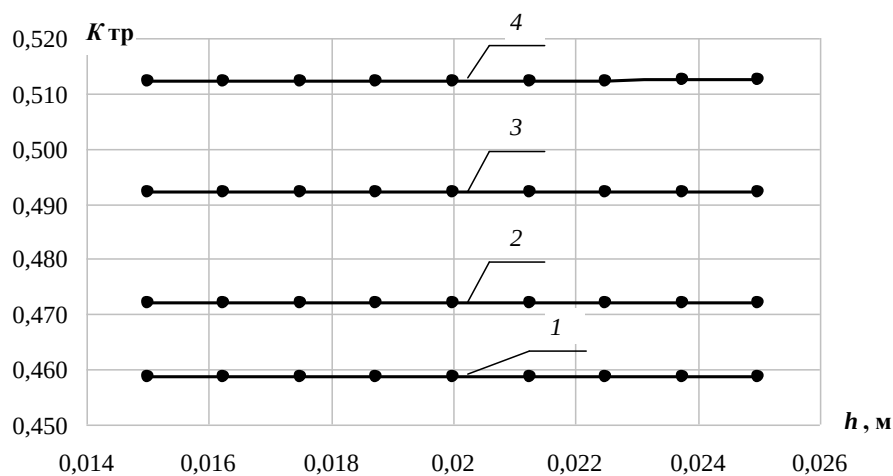


Рисунок 2 - Залежність коефіцієнта тертя $K_{тр}$ від висоти шару гранул h за різної швидкості V : 1 – 0,176 м/с; 2 – 0,244 м/с; 3 – 0,346 м/с; 4 – 0,448 м/с

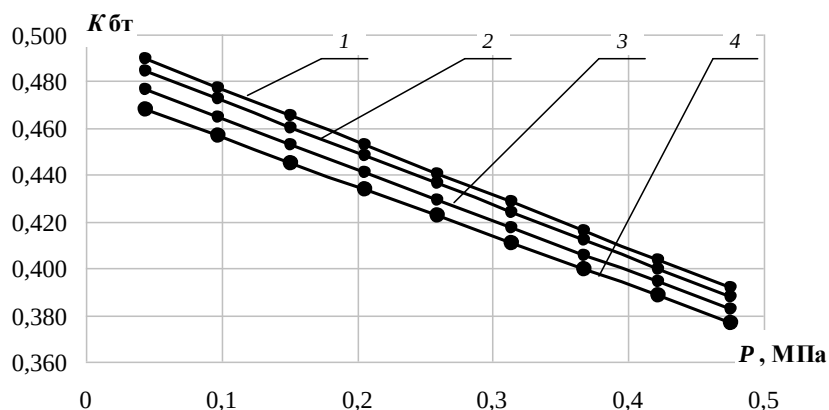


Рисунок 3 - Залежність коефіцієнта бокового тиску $K_{бт}$ від тиску P за різної швидкості V : 1 – 0,176 м/с; 2 – 0,244 м/с; 3 – 0,346 м/с; 4 – 0,448 м/с

На рис. 1 зображені апроксимуючі криві залежності коефіцієнта тертя від швидкості за різної температури. Бачимо, що при підвищенні швидкості коефіцієнт тертя зростає, також бачимо, що швидкість зростання коефіцієнта тертя залежить від температури – чим більша температура, тим швидше зростає коефіцієнт тертя.

На рис. 2 зображено залежність коефіцієнта тертя від висоти шару гранул за різної швидкості. Із залежності бачимо, що коефіцієнт тертя не залежить від висоти шару гранул,

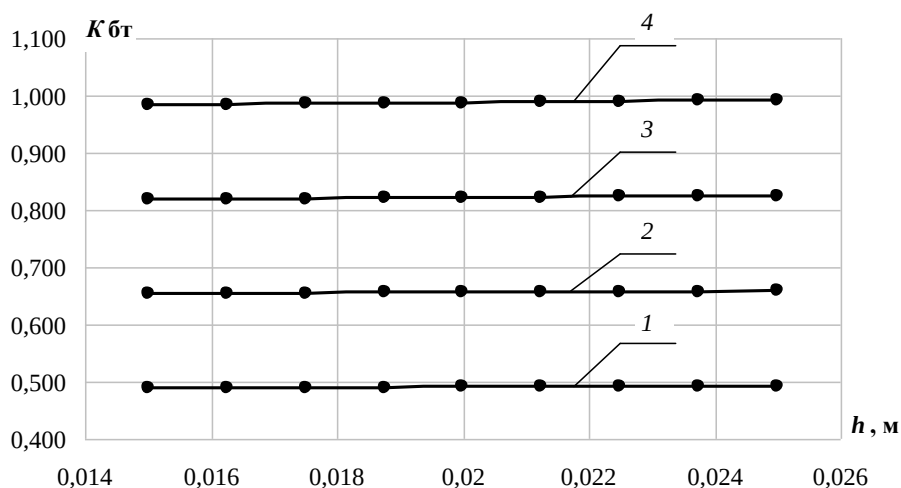


Рисунок 4 - Залежність коефіцієнта бокового тиску $K_{бт}$ від висоти шару гранул h за різної температури t : 1 – 20 °C; 2 – 40 °C; 3 – 60 °C; 4 – 80 °C

також бачимо зростання коефіцієнта тертя від швидкості, що зумовлено підвищенням температури від енергії дисипації.

На рис. 3 зображено залежність коефіцієнта бокового тиску від прикладеного до гранул тиску, за різної швидкості. Бачимо, що коефіцієнт бокового тиску зменшується при збільшенні тиску, що пояснюється ущільненням матеріалу, під час чого гранули починають поводитися, як суцільне тіло.

На рис. 4 зображено залежність коефіцієнта бокового тиску від висоти шару гранул за різної температури. Бачимо, що висота шару гранул не впливає на коефіцієнт бокового тиску. Також бачимо, що при збільшенні температури коефіцієнт бокового тиску зростає, що можна пояснити розм'якшенням матеріалу, що в свою чергу веде до кращої передачі тиску.

Висновки. Для досліджуваного полімеру (поліетилен високої густини), залежність коефіцієнта тертя від тиску є спадаючою, від швидкості обертання – зростаючою, від температури – зростаючою, від висоти шару гранул – майже не залежить. Коефіцієнт бокового тиску при підвищенні температури зростає, при підвищенні швидкості, тиску та висоти шару гранул – спадає.

Література

1. Мікульонюк І. О. Механічні, гідромеханічні і масообмінні процеси та обладнання хімічної технології. Київ : НТУУ «КПІ», 2014. 340 с.
2. Pressure and temperature influence on the friction coefficient of granular polymeric materials on the metal surfaces / V. Vytvytskyi, I. Mikulionok, O. Sokolskyi, O. Gavva // Ukrainian Food Journal. 543–552, 6 (2017). DOI: 10.24263/2304-974X-2017-6-3-14.
3. Пат. № 124170 У Україна, МПК G01N 19/02 (2006.01). Пристрій для визначення величини коефіцієнта зовнішнього тертя сипкого матеріалу / І.О. Мікульонюк, О.Л. Сокольський, В.М. Витвицький, Д.Г. Швачко; заявник і патентовласник Нац. техніч. ун-т України «КПІ ім. Ігоря Сікорського». – № u201710073; заявл. 18.10.2017; опубл. 26.03.2018, Бюл. № 6, 2018.
4. Дослідження триботехнічних властивостей гранульованих полімерних матеріалів / В. М. Витвицький, С. В. Бардашевський, О. Л. Сокольський, І. О. Мікульонюк // Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського, Серія: Технічні науки. 2015. № 5. С. 9–13.
5. Арзамасцев С. В. Полный факторный эксперимент: «Моделирование и оптимизация технологии полимерных материалов». Саратов, 2009. 20 с.
6. Marlex ННМ 5502BN Polyethylene – Chevron Phillips Chemical, URL: <http://www.cpchem.com/bl/polyethylene/en-us/tdslibrary/Marlex%20ННМ%205502BN%20Polyethylene.pdf> (дата звернення 15.09.2018)

УДК 678.027.3-036.5-023.848-046.47

Mikulionok I. O.¹, Dr. Eng. Sc., Petukhov A. D.¹, Dr. Eng. Sc., Gavva O. M.², Dr. Eng. Sc.

1 – National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

(Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute), Kyiv, Ukraine

2 – National University of Food Technologies (NUFT), Kyiv, Ukraine

INTENSIFICATION OF COOLING OF TUBULAR BLOWN POLYMERIC PACKING FILMS WITH THE FLOWING-DOWN LIQUID FILM

Process of cooling of an extruded tubular blown polymeric film significantly influences productivity of the film technological line and quality of the produced product. Due to relative simplicity of constructive and technological realization of process of cooling the air method is the most widespread. However the air method of cooling can not always correspond to high productivity of the basic machine of the film line, namely a screw extruder, especially at production of thick polymeric films [1].

It is essential to increase efficiency and intensity of cooling of a polymeric tubular blown polymeric film by means of its interaction with a film of the liquid which is flowing down on its external surface. In this case the method of extrusion of a tubular polymeric film with blowing according to the scheme "from top to down" is the most expedient (unlike air cooling when the scheme "from below up" is the most acceptable).

However for the analysis of efficiency of process of cooling of the tubular blown polymeric film with a gravitational film of liquid it is necessary to investigate hydrodynamics of the liquid film which is flowing down on the moving firm surface and also heat exchange between them.

The objective of the study is the analysis of process of cooling of tubular blown polymeric packing films the flowing-down liquid film. It will allow to determine rational parameters of process of cooling (type of cooling liquid, its temperature and a volume discharge, and also cooling zone length) for cooling of a polymeric film up to the required temperature in a definite time.

It is necessary to solve the following tasks to achieve the objective:

- theoretical investigation the liquid concentration size providing a condition of balance of forces, acting on a polymer bubble at its cooling with the flowing-down liquid film;
- experimentally confirm a possibility of practical realization of process of liquid cooling of tubular blown polymeric films;
- formulate recommendations about rational realization process of cooling of tubular blown polymeric packing films with the flowing-down liquid film.

As material of the studied polymeric films low density polyethylene (LDPE) of two types was used:

- LDPE, type 1; density is 919.0 kg/m³; melt flow index of 2 g/10 min at a temperature of 190 °C and load of 21.17 N;
- LDPE, type 2; density is 920.5 kg/m³; melt flow index of 0.3 g/10 min at a temperature of 190 °C and load of 21.17 N.

The studied samples of a polymeric film produced the next way.

The film sample by the sizes 1000×320×0.1 mm (along the polymer bubble) was cut out from the polymer bubble in folded form produced on experimental-industrial working plant. Then the long parties of a sample of the film fixed on a similar film substrate by means of steel wires with a diameter of 0.5 mm. Then the film substrate in horizontal position had on the flat electric heater. In the middle of the made package from one of its short parties between a sample of the film and the film substrate placed jumped to thickness of 0.1 mm thermojunction. After that at a temperature of 180 °C the prototype of the film and the film substrate were welded among themselves. As a result received a monofilm 0.2 mm thick with sealed in its center (on thickness) the thermocouple.

Samples of a polymeric film of other thickness were similarly made.

Authors developed the experimental stand for research of process of heat exchange at a film current of liquid on a mobile polymeric surface. Also experimental-industrial installation (working

plant) was developed for production of a tubular blown polymeric film with liquid cooling on which operating modes of formation of the polymer bubble and a design of the liquid cooling system were fulfilled.

Basic elements of the experimental stand are a head for distribution of the liquid film and the studied flat sample of a polymeric film.

The head is executed in the form of the plane-parallel slot-hole distributor with regulation of distance between sponges (within 0.4...0.8 mm) and slot of 300 mm wide. At the same time as cooling liquid the tap water which is previously purified by means of the filter with a temperature of 15...40 °C was used. Regulation of water temperature was carried out by means of the heat exchanger supplied with resistance electric heaters. The volume flow rate of water was regulated the valve, and measured by the rotameter. Also after each experience carried out control measurement of volume of water by a volume method by means of a measured vessel and a stop watch. Water temperature on an entrance and an exit of the studied sample of the polymeric film was measured by the thermocouples installed in the camera of a distributive head and before a reception funnel.

The prototype of the polymeric film with a film substrate the long parties was fixed on links of two vertically located infinite chains which covered driving and tension asterisks of the pulling device. At the same time the thermocouple of the film sample was connected to measuring equipment. The run of the film was carried out from the reversible electric motor. The film run in the vertical direction was limited to two limit switches. The working film run – vertical from top to bottom with the regulated speed (0.03...0.50 m/s), and idle run – from below up with a constant speed.

Heating of the polymeric film prototype was carried out thermal radiation from the thermal screen the size 0.3×1.0 m supplied with the flat electric heater of resistance. Temperature of the screen was maintained automatically by means of the device of thermal automatic equipment. For providing the "soft" mode of heating of the sample it was carried out not only regulations of power of the electric heater of the screen, and distance between the screen and the sample.

Steel wires at the edges of the double thickness monofilm during experience played a role of peculiar thresholds, providing at the same time a current of the liquid film, uniform on sample width.

Research was conducted in the following sequence.

By means of chains the sample of the polymeric film is established in extreme top point (at the same time the top limit switch works). After that the necessary mode of heating of epy film with the thermal screen before achievement by a sample of epy polymeric film of necessary temperature was provided.

Then the necessary volume flow rate of water of a certain temperature which at the exit from a head in the form of a flat film flew down on the motionless directing plate established under a sample of the polymeric film and at last got to a reception funnel was provided.

After that the drive of the pulling device was switched on. At the same time chains with the set speed moved the polymeric film sample concerning the distributor of a water film, the sample began to contact to water and was gradually cooled, the lower limit switch of the stand did not work yet. During the movement of the studied sample of a polymeric film the thermogram of its cooling continuously registered.

Thus, at the experimental stand it was possible to conduct numerous researches of cooling process of a certain sample of the polymeric film under various conditions: a volume flow rate of the cooling water, its initial temperature, and also speed of the movement of the sample of the polymeric film.

Experimental-industrial installation for production of the tubular blown polymeric film is developed on the basis of the line for production of a tubular blown film according to the scheme "from above-down". Installation consists of a single screw extruder, an extrusive ring die with the central feeding of melt below which the ring for formation of the water film on an external surface of the polymer bubble is located. For elimination of possible cross fluctuations of the polymer

bubble below the liquid distributive ring the stabilizing device with system of the rollers made of a polytetrafluorethylene (teflon) which evenly on a circle contact to the bubble is mounted. Under these device it is mounted the putting and pulling devices executed in the form of two cheeks located at an angle to each other and two rubberized rolls, respectively (Figure 1).

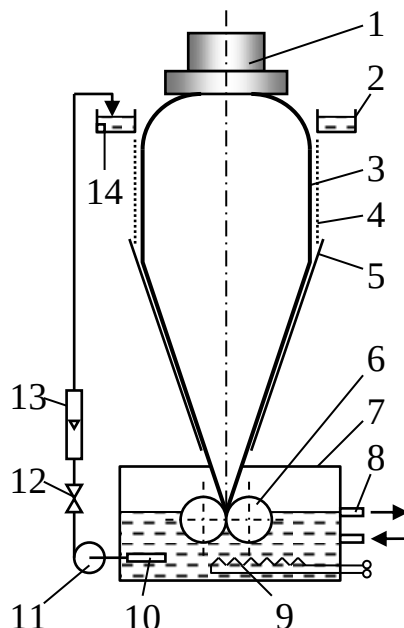


Figure 1 - Experimental-industrial installation for production of the tubular blown polymeric film: 1 – extruder ring film die; 2 – the film cooling system with a distributive ring; 3 – tubular blown polymeric film; 4 – film of cooling water; 5 – the putting cheeks; 6 – the pulling rolls; 7 – bathtub for water reception; 8 – drain branch pipe for maintenance of water level in the bathtub; 9 – electrical heater; 10 – filter; 11 – pump; 12 – regulating valve; 13 – rotameter; 14 – resistance thermometer

On the made experimental-industrial installation (working plant) a number of experiments on production of tubular blownfilms from LDPE in the wide range of values of productivity of the extruder, volume flow rate and reference temperature of the cooling water, and also film thickness depending on conditions of production of the polymeric film was carried out.

On critical values of volume cooling water concentration Γ_v counted the volume productivity of the technological line q (or the speed of an exit of polymer melt from the extrusion die v_0) from the condition of achievement of necessary temperature on an internal surface of the polymer bubble.

The nomogram for determination of volume cooling water concentration, and also volume productivity of the technological polymeric film line depending on geometrical parameters of a ready polymer bubble is given in Figure 2.

As a result of theoretical researches of process of cooling of extruded tubular polymeric films with the flowing-down water film it is established that at the liquid concentration ($\Gamma_v = 5.03 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$, or $\text{Re} \geq 20000$) arise essential power load of the polymer bubble. Besides, at such high liquid concentration only the wall layer of liquid participates in heat exchange that leads to its over-expenditure.

Therefore when carrying out parametrical calculations it is necessary to define critical value of volume liquid concentration which can sustain the polymer bubble of a certain diameter and thickness.

Apparently from nomogram given on Figure 3, the greatest effect of liquid cooling can be reached at production of films with a width of the bubble in folded form to 1 m.

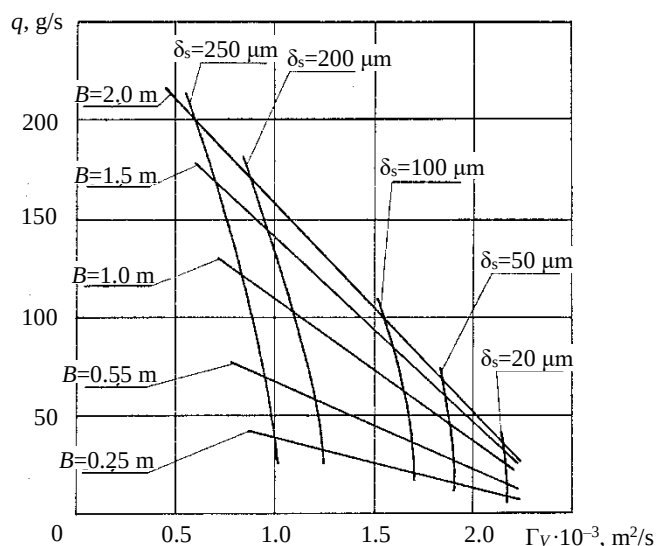


Figure 2 - The nomogram for determination of extreme values of volume liquid concentration G_v and productivity of the technological line q from the geometrical sizes of the tubular blown polymeric film (film thickness δ_k and width of polymer bubble in folded form B)

Conclusion

The following conclusions can be drawn, based on the obtained results [2]:

1. Parameters of the liquid film (a speed profile, film thickness) change only on an entrance zone and depend on density of liquid concentration of the polymer bubble and initial distribution of speed of the liquid film at the exit from a distributive ring.

2. At the high values of liquid concentration providing the developed turbulent mode of a current of the liquid film (Reynolds number over 20000), only the wall layer of liquid participates in heat exchange.

3. For the film from LDPE its external surface hardens at distance about 0.01 m from the beginning of contact with water, and an internal surface – at distance about 0.10...0.15 m. Therefore the ring for distribution of liquid needs to be established after the termination of a blowing zone of the polymeric tubular workpiece. It is also necessary to provide the steady movement of a continuous liquid film on an external surface of a polymeric tube on length to 0.2 m from the beginning of contact of liquid from the polymeric film.

4. For thick films from LDPE (thickness more than 200 μm) and over 1 m wide intensity of cooling is limited to the critical liquid concentration.

5. For practical application of the received results the nomogram for determination of volume liquid concentration of the cooling water, and also volume productivity of the technological line depending on the sizes of a ready tubular blown polymeric film is offered.

6. Temperature of the cooling water in the range of 20...60 $^{\circ}\text{C}$ significantly does not influence both intensity of cooling process, and physical-mechanical properties of the produced polymeric film.

7. Extreme values of degree of the polymer bubbleblowing ($K_b=2$) and degree of stretching ($K_s=4$) from LDPE are established. It is shown that the limiting stage in production of thin films (thickness of 40 μm and less) with a speed of receiving not less than 0.5 m/s is not process of cooling, and physical-mechanical properties of the film (in particular anisotropy of its properties).

The obtained results of researches allow to determine rational parameters of technological processes of producing tubular blown polymeric films.

References

1. Lukach Yu. E., Petuhov A. D., Senatos V. A. Equipment for production of polymeric films, Mashinostroenie: Moscow, 1981. 224 p. (in Russian).
2. Intensification of cooling of tubular blown polymeric packing films with the flowing-down liquid film / I. Mikulionok, A. Petukhov, V. Gapon, O. Gavva // Ukrainian Food Journal. 2018. Vol. 7 (Issue 3). P. 472–487. DOI: 10.24263/2304-974X-2018-7-3-12.

УДК 637.521.027:658.516.2

Васильков В.В., аспірант, Чепелюк О.М., к.т.н.

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

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ КОТЛЕТНИХ ВИРОБІВ

Вступ. Обладнання для виробництва котлетних виробів залежно від механізму формування поділяють на такі групи: з циліндричними формуючими барабанами; з формуючими пластинами; з карусельними формуючими столами. Найбільшого застосування на підприємствах малої та середньої потужності набули машини першої групи – з циліндричними формуючими барабанами, але і серед них є широкий ряд обладнання зі схожими характеристиками.

Актуальність теми. Компонування потокових технологічних ліній для виробництва м'ясних напівфабрикатів потребує обґрунтованого вибору відповідного обладнання. У більшості випадків вибір здійснюється за основними параметрами роботи обладнання, його вартістю, умовами поставки та впізнаваністю торгової марки. Але різноманіття пропозицій однакового цінового сегменту ускладнює це завдання. Разом з тим у більшості випадків при виборі обладнання не враховується цілий ряд факторів, які суттєво впливають на ефективність його експлуатації і витрати виробництва.

Матеріали та методи. Використано три методи багатокритеріального вибору – метод спектрального аналізу, Парето і відстані до мети – для комплексного оцінювання технічного рівня технологічного обладнання з метою вибору найкращого варіанта машини для формування котлетних виробів малої продуктивності.

Для восьми варіантів обладнання для формування котлетних виробів провідних компаній – італійських «La Minerva» (машина La Minerva C/E 653) та «CRM» (машина Planus), німецької «GPM» (машина GPM AK-MR 400), англійської «Deighton» (машина Formatic R3000), іспанської «Gaser» (машина Gaser A-2000), російської Ельф 4М НПП (машина ИПКС – 123) та української «Карлівський механічний завод» (машина АК2М-40) – виконана комплексна оцінка технічних характеристик – продуктивності, потужності, розмірів завантажувального бункера, габаритів обладнання (для спрощення під габаритом розуміється об'єм, який займає обладнання) та його маси.

Результати та обговорення. Для вирішення багатокритеріальної задачі оцінювання та вибору кращого варіанта методом спектрального аналізу проводиться заміна множини варіантів, що порівнюються, їх моделями. Ступінь збіжності об'єктів обчислюється не послідовним співставленням окремих ознак, а співставленням всіх можливих комбінацій ознак, що входять в опис об'єкта. Ітераційний процес сходиться до величин граничних навантажень.

Отриманий результат дає можливість прийняти обґрунтоване рішення при виборі машини для формування котлетних виробів з перелічених варіантів. Встановлено, що найкраща інтегрована оцінка характерна для машини La Minerva C/E 653 1ph.

Для наочного представлення розв'язання поставленої задачі методом Парето для ряду варіантів почергово розглядалися по два критерії. Насамперед для восьми конструкційних виконань обладнання розглядали показники, які мають найбільшу вагомість – продуктивність, шт./год і потужність, кВт. Відповідними точками 1 – 8 зображалися варіанти машин для формування котлетних виробів. Варіанти машин, які домінують – це La Minerva C/E 653 1ph, PLANUS і GPM AK-MR 400.

Враховуючи, що на ефективній границі розміщено три варіанти обладнання, слід розглянути наступні за значимістю характеристики. Залишивши найбільш значущий показник – продуктивність, беремо до уваги місткість завантажувального бункера, яка за умови періодичності процесу формування впливає на тривалість допоміжних операцій і гігієнічність процесу. При цьому варіанти машин, які перебувають на ефективній границі – La Minerva C/E 653 1ph і ИПКС – 123.

Для отримання більш об'єктивного рішення, розглянута наступна характеристика – габаритні розміри обладнання, які в узагальненому виді представлені об'ємом, який займає машина. Для малих підприємств важливо мінімізувати площу і об'єм, що займає обладнання.

Обладнанням, яке переважає інші, і в цьому випадку залишилася машина La Minerva C/E 653 1ph і Gaser A-2000. Машина La Minerva C/E 653 1ph перебуває на ефективній границі для всіх розглянутих комбінацій параметрів. Тому її доцільно обрати як таку, що має найбільшу серед розглянутих продуктивність при помірній споживаній потужності і невеликих габаритних розмірах.

З метою вирішення задачі вибору найкращого варіанта обладнання з вихідної множини восьми альтернативних варіантів машин для формування котлетних виробів методом відстані до мети визначені критерії k_i відкладені на радіально розташованих шкалах (рисунк 1) та обчислені площі утворених фігур (таблиця 1).

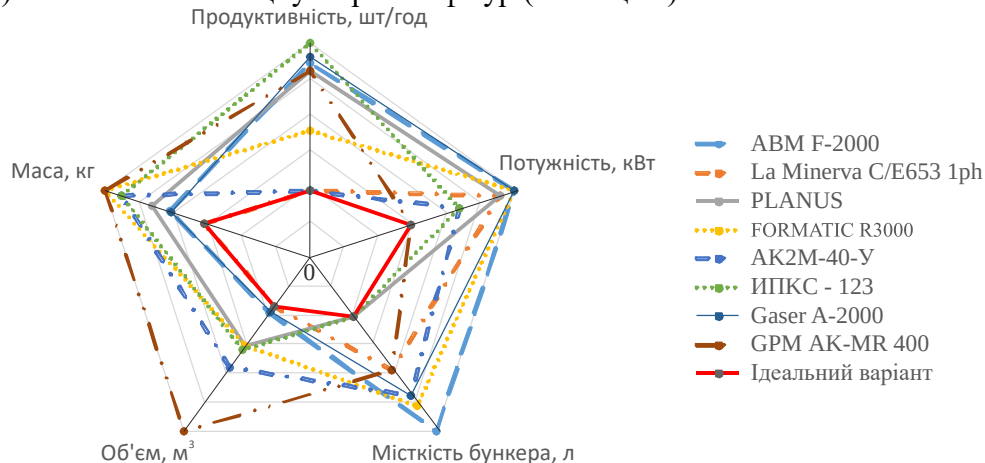


Рисунок 1 - Багатокритеріальна оцінка технічного рівня і якості машин методом відстані до мети

Таблиця 1 - Узагальнений критерій відстані до мети

№ варіанта	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8
μ	2,86	1,51	2,61	3,63	3,20	2,94	2,86	4,98

Найменший узагальнений критерій відстані до мети ($\mu = 1,51$) має варіант S_2 – машина LaMinervaC/E 653 1ph. Саме вона може вважатися найкращим варіантом серед розглянутих альтернатив.

Висновки. Кожен з розглянутих методів багатокритеріального вибору (спектрального аналізу, Парето, відстані до мети) є ефективним. Прийнятним є застосування методу спектрального аналізу, який дає можливість комплексно врахувати всі критерії, які характеризують технічний рівень обладнання та ефективність його роботи. Даний метод не потребує наявності спеціальних навичок роботи з графічною інформацією і є найбільш формалізованим.

Отримані трьома методами багатокритеріального вибору результати є однакові – проаналізувавши п'ять показників (продуктивність, потужність, місткість бункера, маса, габаритні розміри) восьми зразків обладнання для формування котлетних виробів встановлено, що за обраними параметрами перевагу має машина La Minerva C/E 653 1ph.

Для отримання адекватного рішення насамперед необхідно коректно вибрати показники, які порівнюються. При подальшому аналізі до їх складу обов'язково потрібно включати показники надійності і безвідмовності роботи обладнання, а також якісні показники готової продукції.

УДК 364**Филипчик О.В., Ермаков А.И., к.т.н., доцент***¹Белорусский национальный технический университет (БНТУ), г. Минск, Республика Беларусь***СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ТЕПЛОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ И ТОРГОВЛИ**

Введение. Плита - неизменный атрибут любой кухни. Использование электроплит имеет определенные преимущества: их можно применять в отсутствии газоснабжения; тепло равномерно распространяется по всей поверхности; много моделей с разными функциями. Электрические плиты на предприятиях общественного питания используются различных конструкций, которые просты по устройству и различаются между собой габаритами, мощностью, количеством и формой конфорок, а также наличием или отсутствием жарочных шкафов.

Актуальность темы. Электроплиты относятся к универсальному тепловому оборудованию с непосредственным обогревом для тепловой обработки продуктов. Основными потребляющими энергию элементами являются разного рода нагреватели, без которых невозможно обойтись современному человеку. Часть энергии, призванной совершать полезную работу, тратится не только на подогрев пищевых продуктов, но и на разогрев самой поверхности плиты. Чтобы уменьшить эти потери, были разработаны электроплиты, потребляемая мощность которых экономится за счет особенности ее функционирования. Поэтому актуальность темы обусловлена эффективным использованием энергии, чтобы создать тот же уровень энергетического обеспечения объектов общественного питания и торговли с различными электронагревательными элементами.

Цель исследования – сравнительная оценка параметров теплового оборудования для общественного питания и торговли.

Материалы и методы. Методы общего анализа и обобщения на основе статистических данных, конструкций, технологий и информации, представленной в научных изданиях и открытой печати. Объект исследования – тепловое оборудование с различными электронагревательными элементами.

Результаты и обсуждение. Развитие сети предприятий общественного питания имеет особое значение для удовлетворения потребности людей в разнообразном и рациональном питании. Существенная роль в решении этой задачи отводится техническому оснащению предприятий. Часть тепловых кулинарных процессов реализуется на предприятиях общественного питания за счет использования универсального теплового оборудования.

Электроплиты относятся к универсальному тепловому оборудованию с непосредственным обогревом для тепловой обработки продуктов в налитой посуде. Электроплиты объектов общественного питания весьма мощный прибор. Их принцип действия, с любым видом подвода энергии, основан на передаче теплоты в обрабатываемой среде путем теплопроводности через многослойную разделительную стенку. Уровень потребления энергии напрямую зависит от ее типа. В связи с тенденцией экономии энергоресурсов, наблюдаемой во всем мире, появляется все больше инновационных технологий.

Еще 10 лет назад альтернативой газовой плите могла быть только электрическая плитка. Конфорка состояла из чугуна «блина» и спирали. Нагревалась чрезвычайно долго – до 10 минут. При перепаде температур диск деформировался, срок службы редко превышал 5 лет. Энергозатратность была необоснованно высокой: на подогрев литра воды уходило 5кВт.

Сегодня есть возможность готовить на плитах со стеклокерамической варочной поверхностью, индукционных плитах, в которых используют ТВЧ-нагреватели. Главной особенностью таких плит является то, что благодаря ТВЧ-нагревателю, быстрому нагреву подвергается непосредственно наплитная посуда. Индукционные плиты появились сравнительно недавно. Они работают по принципу электромагнитной индукции. Плюсы таких плит: быстро нагреваются; сберегают энергию; панели включаются только в том случае, если на них стоит кастрюля с магнитным дном; пища начинает готовиться мгновенно; большое количество программ; заданная температура точно поддерживается; отключение плит происходит автоматически, одновременно со снятием с них посуды; мощность одной конфорки может использоваться другой; легко моются. Минусы индукционной плиты связаны только с ее покупкой: она дорогая; для нее нужно покупать специальную посуду.

Выводы.

1. Используя универсальное тепловое оборудование с различными электронагревательными элементами для общественного питания и торговли, сравнивая параметры теплоотдачи и КПД, должны соблюдаться энергетические требования.
2. Аппараты должны работать в энергосберегающих режимах (т.е. при минимальных расходах электроэнергии, топлива, пара и любых других источников теплоты и теплоносителей), должны быть обеспечены устройствами или приспособлениями, регулирующими количество подводимой энергии в зависимости от требований технологических режимов на разных этапах приготовления пищи.
3. В целях экономии потребляемой энергии аппараты должны иметь тепловую изоляцию, существенно сокращающую потери теплоты в окружающую среду.

Литература:

1. Ботов М.И. Тепловое и механическое оборудование предприятий торговли и общественного питания: Учеб. для нач. проф. образования / М.И. Ботов, В.Д. Елхина, О.М. Голованов. – М.: Издательский центр «Академия», 2002. – 464 с.
 2. Могильный М.П. Оборудование предприятий общественного питания. Тепловое оборудование: учебное пособие / М.П. Могильный, Т.В. Калашева, А.Ю. Баласанян, ред. М.П. Могильный. – М.: Академия, 2004. – 191 с.: ил.
 3. Оборудование предприятий общественного питания: В 3-х т. Т. №: Беляев М.И. Тепловое оборудование: Учеб. для технол. фак. торг. Вузов. – М.: Экономика, 1990. – 559 с.
 4. Улейский Н.Т. Механическое и тепловое оборудование предприятий общественного питания / Н.Т. Улейский, Р.И. Улейская. – Ростов н/Д: Феникс, 2000.
- Филипчик О.В., Ермаков А.И., БНТУ, г. Минск, Республика Беларусь*
- Сравнительная оценка параметров теплового оборудования для общественного питания и торговли.

УДК 665.584:615.454.1

Грінінг К.Р., аспірант, **Гордейчук Р.В.**, магістрант, **Губеня О.О.** к.т.н., доц.

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

Єрмаков А.І., к.т.н., доц.

Білоруський національний технічний університет (БНТУ), м. Мінськ, Білорусь

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ СТЕНД І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ НАДТОНКОГО ПОДРІБНЕННЯ КОМПОНЕНТІВ ФАРМАЦЕВТИЧНИХ І КОСМЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ У БІСЕРНИХ МЛИНАХ

Вступ. У науковій літературі недостатньо даних про методики досліджень надтонкого подрібнень продуктів фармацевтичних та косметичних засобів у бісерних млинах.

Матеріали та методи. Аналітичні та практичні дослідження проведені на основі аналізу сучасних літературних джерел та власного досвіду з виробництва.

Результати та обговорення. Порядок проведення досліджень:

1. Підготовка обладнання до роботи:

1.1. Підготовка бісерного млина та вимірювання сили струму без стакану з робочими органами (бісером).

2. Проведення дослідів з водою:

2.1. завантаження наважки у стакан та проведення дослідів, в якому буде вимірюватися температура та сила струму;

2.2. миття обладнання.

3 Проведення дослідів з рициновою олією:

3.1. завантаження наважки у стакан та проведення дослідів, в якому буде вимірюватися температура та сила струму;

3.2. миття обладнання.

4. Аналіз отриманих даних.

Сила струму вимірюється за допомогою ватметра з кожної фази, а температура відпрацьованої води, температура валу у підшипниковому вузлі, температура системи у стакані – за допомогою пірометра. Покази приладів знімають кожні 5 хвилин протягом 30 хвилин. Частота обертання валу з дисками - 1350 об/хв.

Рицинову олію зважують на аналітичних вагах у стакані з точністю до 0,01 г. Завантажують у робочу камеру млина за допомогою лійки через пробовідбірний патрубок.

Стакан (робоча камера) підключають до охолодження водою циклічного типу, щільно закривають та засипають робочі органи (бісер) через пробовідбірник, одночасно вручну повертаючи вал з направляючими дисками для рівномірного розподілення бісеру. Потім стакан з'єднують з ротором двигуна через шпонкове з'єднання.

Після закінчення дослідів млин вимикають, патрубки водопостачання та водовідведення закривають. Стакан з бісером та рициновою олією від'єднують від двигуна. Патрубки водопостачання та водовідведення від'єднують від стакану, відкручуючи зажимні кільця, зливаючи воду з сорочки стакану. Через пробовідбірник через сито з розміром пор 0,8 мм зливають рицинову олію у стакан. Потім розбирають стакан: знімають сито, відкручують кришку з валом з направляючими дисками, бісер під сильним напором води збивають з кришки з дисками та стакану на поверхню сита. Миють бісер та стакан засобом для миття посуду «Fairgu» або іншим жиророзчинником.

Під час кожного експерименту проводимо 3 паралельні дослідів.

За трьома паралельними дослідями визначаємо середнє значення вихідної величини.

Знаходимо суму квадратів відхилень між паралельними дослідями і середнім значенням. Знаходимо суму квадратів відхилень.

Визначаємо вид функції для кожного дослідів (будуємо «лінію тренда»).

Визначаємо квадрат відхилення між середнім експериментальним і розрахунковим значенням вихідної величини. Знаходимо суму квадратів відхилень.

Визначаємо рівняння, яке найкраще описує процес, тобто, те рівняння, критерій достовірності апроксимації R^2 найближчий до одиниці, або сума квадратів відхилень між середнім експериментальним і розрахунковим значенням вихідної величини є найнижчим.

Для проведення дослідження було взято такий експериментальний стенд та прилади для вимірювання:

Бісерний млин лабораторний. Оснащений трьома робочими камерами (стаканами) з сорочкою для водяного охолодження та пробовідбірником на кришці стакану із ситовим патроном, який загвинчується на різьбу. Ротор складається з валу, на якому закріплені 4 направляючі диски з 4 отворами діаметром 1 см. Робочі органи - скляний бісер, який має діаметр 2 мм. Вал з дисками кріпиться до ротора двигуна через шпонкове з'єднання. Трубки водопостачання та водовідведення кріпляться до патрубків стакану за допомогою зажимних кілець. Подрібнення відбувається мокрим способом (в присутності розчинника) за рахунок взаємодії бісеру один з одним, зі стінками робочої камери та дисками на валу, який і призводить в рух всю систему. Тип двигуна АИММ 63В4 У2.5; потужність 0,37 кВт; частота обертів 1350 об/хв, ТУ 16-525-722-87.

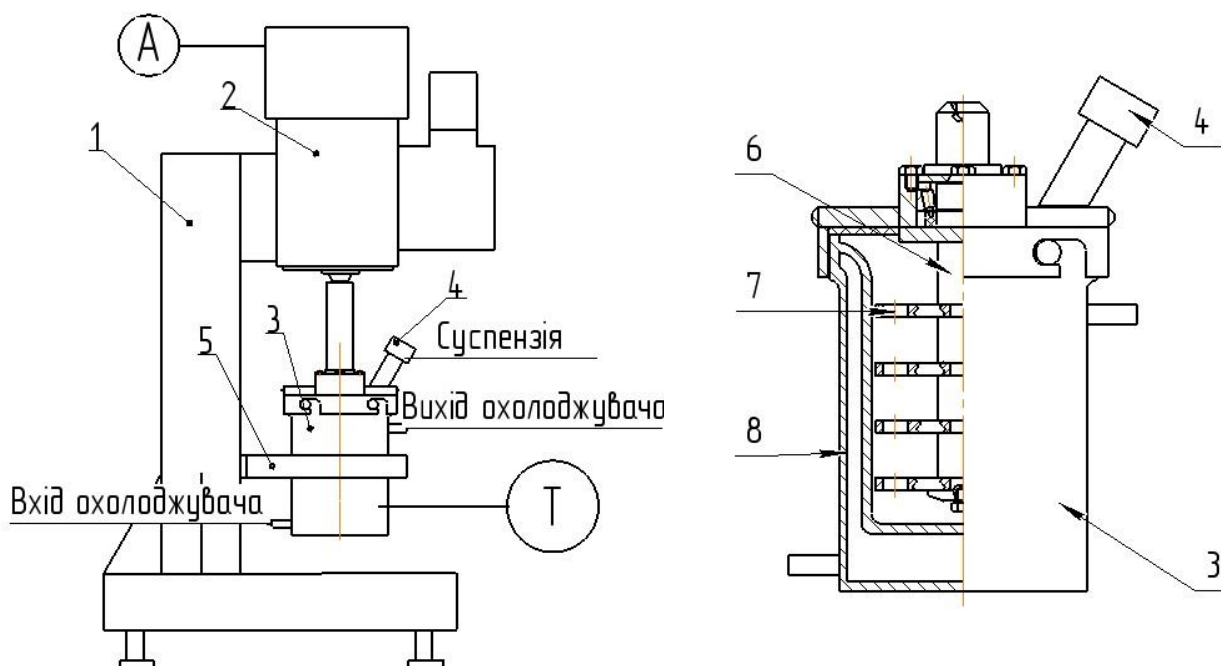


Рисунок 1 - Експериментальний стенд – бісерний млин лабораторний. 1 – станина; 2 – двигун; 3 – робоча камера (стакан); 4 – пробовідбірник із ситовим патроном; 5 – зажим для стакану; 6 – ротор-вал; 7 – розмельні диски; 8 – сорочка охолодження. А – вимірювання струму ватметром; Т – вимірювання температури пірометром

Пірометр GM 320 – безконтактний цифровий термометр. Інфрачервоний принцип дії. Здатний вимірювати температуру в градусах Цельсія ($^{\circ}\text{C}$) та у Фаренгейтах ($^{\circ}\text{F}$). Діапазон температур від -50°C до $+330^{\circ}\text{C}$; точність - від 0°C до 330°C : $\pm 1,5^{\circ}\text{C}$ або $\pm 1,5\%$.

Мультиметр DT700D - універсальний цифровий мультиметр із звуковою "прозвонкою" ланцюга. Поєднує в собі функції вольтметра, амперметра, омметра, дозволяє вимірювати коефіцієнт посилення транзисторів (PNP/NPN). При змінній напрузі працює в діапазоні 200/750 В.

Для проведення дослідження було взято рицинову олію як диспергуюче середовище.

Рицинова олія - натуральний продукт, рослинна олія з плодів рицини звичайної, суміш гліцеридів трьох жирних кислот: рицинолевої, лінолевої та олеїнової. Прозора, густа та в'язка безбарвна або трохи жовтуватого кольору рідина; запах слабкий, смак своєрідний, неприємний. Змішується у всіх співвідношеннях з безводним спиртом, льодяною оцтовою кислотою, етером, хлороформом і метанолом; вільно розчиняється в етиловому спирті (95%)

і петролейному етері (1:1); практично нерозчинна у воді та мінеральних оліях. Є стабільною речовиною, не прогіркає. Динамічна в'язкість при 20°C - 1000 мПа×с, при 40°C - 200 мПа×с.

У фармації найчастіше використовується в кремах і мазях у концентрації 5–12,4% як складова речовина і розчинник для багатьох АФІ (у дерматологічних мазях, спиртових рідинах, лініментах, еластичному колодії, мазі від обмороження) та в/м ін'єкцій, а також як пластифікатор при виробництві таблеток і капсул. У харчовій промисловості — для оброблення поверхні сирів з метою запобігання плісняві, просочення пакувального паперу. До появи якісних мінеральних, а згодом синтетичних олив, рицинова олія була найкращим мастилом для авіаційних двигунів та інших механізмів, що працюють у складних умовах. Входить до складу багатьох косметичних препаратів. У зв'язку зі своїми характеристиками, пігментні паста на основі рицинової олії мають більшу стійкість до седиментації, а продукт стійкий до впливу високих температур.

Висновок. Розроблена методика дослідження процесу надтонкого подрібнення у бісерному млині дозволяє:

1. Визначити вплив часу на споживану потужність;
2. Визначити вплив часу на температуру системи «бісер-продукт»;
3. Визначити хоча б приблизно скільки енергії розсіюється;
4. Виконати аналіз роботи обладнання для надтонкого подрібнення, визначити його переваги і недоліки, вибрати раціональний вид обладнання в залежності від технічного завдання, вибрати раціональні режими роботи обладнання.

Література.

1. Chen Y., Lian X., Zheng S. Research on superfine grinding process and kinetics of calcined black talc in planetary mill // *Procedia Engineering*. – 2015. – Volume 102. – P. 379-387.
2. Loh Z.H., Samanta A. K., Heng P.W.S. Overview of milling techniques for improving the solubility of poorly water-soluble drugs // *Asian Journal of Pharmaceutical Science*. – 2015. – Volume 10. – P. 255-274.
3. Mende S. Rapl M. Mill performance matched to the task. Throughput enhanced by optimizing cooling and disc configuration // *European Coatings Journal*. – 2014. – №12. pp. 88–91.
4. Nakach. M. New Approach and Practical Modelling of Bead Milling Process for the Manufacturing of Nanocrystalline Suspensions / M. Nakach, J. Authelin, C. Agut // *Journal of Pharmaceutical Sciences*. – 2017. - № 106(7). – pp. 1889-1904.
5. Stephen M. Using an agitator bead mill for nanoparticle dispersion and comminution // *Nanotechnology*. – 2011. - №11.
6. Rowe W.B. Principles of Modern Grinding Technology / W.B. Rowe. – New York: William Andrew Applied Science Publisher, 2014. – 215 p.
7. Акунов В.И. Струйные мельницы. Элементы теории и расчета. / Акунов В.Я. издание 2-е, переработанное. – М.: Издательство «Машиностроение», 1967. – 264 с.
8. Горяйнова О.А. Эффективность диспергирования порошка Al_2O_3 в бисерной мельнице / О.А. Горяйнова, Е.В. Мельникова, К. Кузьмин // *Современные техника и технологии: сборник докладов XX Международной юбилейной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В 3 т. Т. 2. Томский политехнический университет*. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – С. 21–23.
9. Прядко Н.С. Развитие теории и технологии тонкого измельчения / Н.С. Прядко, Н.Д. Коваленко, Г.А. Стрельников // *Техническая механика*. – 2015. - № 4. – С.72–84.

UDC 664

Ivanova T., PhD, chief assistant prof., Popova V., DSc, ass. prof., Mazova N., PhD student,
Stoyanova A., DSc, prof., Damyanova S., DSc, prof.
University of Food Technologies (UFT), Plovdiv, Bulgaria

CHEMICAL COMPOSITION OF PHYSALIS LEAVES AND THE OBTAINING OF EXTRACTS RICH IN BIOACTIVE COMPOUNDS INTENDED FOR MEDICINE AND COSMETICS

Introduction. The aim of research is to characterize the chemical composition of physalis leaves and the obtaining of extracts rich in bioactive compounds intended for medical and cosmetic applications.

Materials and methods. Extraction of dried physalis leaves was carried out under the following conditions: hydromodule – 1:10 (w/v), solvents – 95, 70, 50 and 30 vol.% ethanol, temperature – 20, 40 and 60 °C, and duration – 1, 3 and 5 h. The content of polyphenols, flavonoids and triterpenes in the leaves and in the obtained extracts was determined by HPLC.

Results and discussion. The analyzed physalis leaves from variety Plovdiv and from the bio-farm were with 8.32% and 8.79% moisture, respectively. The plant materials contained 9.62% and 10.58% tannins, respectively. Extract color varied by solvent concentration: yellow-orange (with 30% ethanol), yellow-brown (50% ethanol), green-brown (70% ethanol), and brown (95% ethanol). The experimental data and the derived equations showed that the two main factors – temperature and duration, had a strong influence on the content of extracted tannins. The optimal conditions of the process were: 5-hour extraction at a temperature of 60 °C, with 30 and 50% ethanol for the leaves from Plovdiv genotype, and with 50 and 70% ethanol – for the bio-farm genotype. Twelve phenolic acids were identified in the leaves and extracts from Plovdiv genotype and 10 – in those from the bio-farm genotype. Rutin was the dominant flavonoid in the leaves and extracts from both genotypes. The major triterpene in the leaves and in the extracts was oleanolic acid, followed by betulin.

The extracts from physalis leaves are rich in bioactive substances (phenolic acids, flavonoids and triterpenes), and have the prospective for possible application in medicinal and cosmetic products.

To the best of our knowledge, data achieved by this study provide for the first time the optimal conditions for the extraction procedure of *Physalis peruviana* L. leaves, as well as information about the content of certain biologically active components in the leaves and in the obtained extracts. These are the first results reported about physalis genotypes grown in Bulgaria. The extracts contained phenolic acids, flavonoids and triterpenes, and have the prospective for possible application in different medicinal and cosmetic products, but additional investigations are undoubtedly required.

Conclusions. This study provides for the first time data about the optimal conditions for the extraction of *Physalis peruviana* leaves, as well as information about the content of certain biologically active components in the leaves and in the obtained extracts. These are the first results reported about physalis genotypes grown in Bulgaria.

References

Tanya Ivanova, Venelina Popova, Nadezhda Mazova, Albena Stoyanova, Stanka Damyanova (2019), Extracts from physalis leaves (*Physalis peruviana* L.) for prospective application in medicine and cosmetics, *Ukrainian Food Journal*, 8(1), pp. 34-44.

UDC 636.4.3

Popovici V., PhD st., **Covaliov E.**, Lect., PhD, **Capcanari T.**, Assoc. prof., PhD, **Popovici C.**,
Assoc. prof., PhD, **O. Radu**, PhD st.

Technical University of Moldova (TUM), Chisinau, Republic of Moldova

EVOLUTION OF TOTAL CAROTENOID CONTENT IN FOOD PRODUCTS ENRICHED WITH ROSEHIP (*ROSA CANINA*) POWDER

Introduction. There is an increased interest for sources of natural antioxidants such as carotenoids in order to enrich food products to increase the product shelf life. The rosehip (*Rosa Canina*) berries are natural concentrate of vitamins (C, P, B1, B2, E, K), carotenoids, folic acid, volatile oil, etc. The aim of this study is to evaluate the total carotenoid content during storage of functional food products enriched with rosehip powder.

Materials and Methods. Rosehip berries (*Rosa Canina*) were harvested in the central area of Republic of Moldova, in 2018. The rosehip berries were air dried, then grounded and sieved. In order to determine the total carotenoid content a lipophilic extraction was performed. The extractions were carried out in deodorized refined sunflower oil (1 g vegetal material extracted in 15 ml of oil). The extractions were performed using stirring technique at 45°C temperature regimes. Before decanting, the extracts were centrifuged at 5000 rpm for 10 min. For the determination of the content of carotenoids, was measured the absorbance at wavelengths of 663 nm for chlorophyll a, 647 nm for chlorophyll b, 470 nm for β -carotene, 448 nm for lycopene and 452 nm for zeaxanthin [1], to 10 ml of extract *versus* the deodorized refined oil (blank).

Results and discussion. The main carotenoids are lycopene and β -carotene, which have bio-medicinal and nutraceutical benefits. Rosehips are widely spread in Moldova which can motivate its use in food industry. Total carotenoid content was determined by UV-Vis spectrophotometric method. Results showed that the rosehip extract had the content of chlorophyll α $0,68 \pm 0,01$ mg/L and chlorophyll β $1,39 \pm 0,02$ mg/L, β -carotene $17,18 \pm 0,01$ mg/L, lycopene $18,13 \pm 0,03$ mg/L and zeaxanthin $18,02 \pm 0,02$ mg/L. Rosehip extracts were stored for 3 months at +4 °C. According to bibliographic sources, the content of carotenoids decreases up to 40% if samples are stored in a refrigerator (+4 °C) [2]. Results showed that the rosehip extract the content of chlorophyll α $0,59 \pm 0,01$ mg/L and chlorophyll β $1,22 \pm 0,02$ mg/L, β -carotene $15,09 \pm 0,01$ mg/L, lycopene $16,05 \pm 0,03$ mg/L and zeaxanthin $15,83 \pm 0,02$ mg/L. The results of this study showed that storage terms and conditions affect carotenoid content in extracts and that the nutritional value depends on the storage time.

Conclusions. Therefore, evaluating the carotenoids content of functional products enriched with rosehip powder we can conclude that there is a high possibility to motivate the continuous use of this compounds in the production of functional food products. Also there are possibilities to replace synthetic additives with natural ones to offer to consumers high quality and safe for consumption food products.

Acknowledgements. We gratefully thank the young researchers project **06/26.10.18A** “Functional products obtained by using natural texture agents and carotenoids” for support. This research was partially supported by World Federation of Scientists.

References.

1. Tesfaye B., Abebaw A., Reddy M.U., Determination of Cholesterol and β -Carotene content in some selected Edible Oils; International Journal of Innovative Science and Research Technology; Volume 2, Issue 7, July 2017, 14-18p.
2. [Park M.H.](#), [Sangwanangkul P.](#), [Baek D.R.](#) Changes in carotenoid and chlorophyll content of black tomatoes (*Lycopersicon sculentum* L.) during storage at various temperatures, [Saudi J Biol Sci.](#) 2018 Jan; 25(1): 57–65.

Jurkėnaitė, N., Doctor of Social Sciences
Lithuanian Institute of Agrarian Economics, Vilnius, Lithuania

CATTLE PRODUCTION AND BOVINE MEAT MARKET FUNCTIONING: THE LITHUANIAN CASE

Introduction. Over the last decades, the Common Agricultural Policy of the European Union (EU) survived drastic reforms that resulted in structural changes of the EU agricultural system. One of the most important evolution-driving aspects was the switch from coupled to decoupled direct payments. Academics argued that this reform could reduce the attractiveness of livestock farms and predicted farmers' exit from livestock production (Sahrbacher, 2012; Kazukauskas et al., 2013), while field crop farms supposed to increase their size (Rizov and Mathijs, 2003; Douarin and Latruffe, 2011; Sahrbacher, 2012). Another important factor was stressed in the study conducted by Neuenfeldt et al. (2018), academics argued that agricultural prices explained 14.0% of farm changes in EU agricultural system. The dramatic growth of input prices and decreasing gap between input and output prices was particularly important in new Member States that were often characterized by lower efficiency and polarized farm structures with high number of small farms. This paper has two-fold aim. First, the analysis of changes in cattle production in EU-28 and Lithuania is conducted. Second, the price transmission along the Lithuanian bovine meat supply chain is investigated. The study contributes to the debate about the role of supply chain functioning in the development of the particular agricultural sector.

Data and Methods. The study covers the period from 2010 to 2017 and applies methods of comparative analysis, the Augmented Dickey-Fuller (ADF) test (Dickey and Fuller, 1979), the Johansen co-integration test (Johansen 1991; Johansen 1995), and the Granger causality test (Granger, 1969). The analysis of changes relies on Eurostat data, while the price transmission analysis is based on the average retail price of ham with bones and average prices of carcass meat collected on weekly basis by the SE 'Agricultural Information and Rural Business Centre'.

Results. According to Eurostat, the largest share of live bovine animals (about 85.0%) is located in Members States that joined the EU before 2004 (Table 1). During the period 2010–2017, moderate annual changes of the animal population in EU-28 are observed; however, the situation remains stable and even a slight increase in population is documented. Dairy cows account for slightly above ¼ of the life bovine animal population. It should be noted that more than ¾ of animals are situated in EU-15. The indicator of bovine meat slaughtering in slaughterhouses shows a growth trend in EU-28, while in EU-15 the situation is not changing, i.e. the increased amount of the bovine meat has the origin of Member States that joined the EU post 2003.

Table 1. The changes of cattle production indicators in the EU and Lithuania in 2010–2017

		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2017/ 2010, %
Live bovine animals (thou animals)	EU-28	87831.5	87054.2	87297.0	87734.4	88405.6	89138.3	89134.2	88818.8	101.1
	EU-15	74898.5	74144.9	74327.2	74598.8	75066.5	75680.6	75541.0	75197.5	100.4
	Lithuania	748.0	752.4	729.2	713.5	736.6	722.6	694.8	676.9	90.5
Dairy cows (thou animals)	EU-28	23313.9	23052.7	23192.9	23468.0	23558.6	23593.7	23524.8	23310.8	100.0
	EU-15	17552.5	17409.3	17702.9	18029.5	18176.1	18376.7	18363.7	18188.8	103.6
	Lithuania	359.8	349.5	331.0	315.7	314.0	300.5	285.8	272.8	75.8
Bovine meat slaughtering (thou t)	EU-28	:	:	7579.5	7268.0	:	7585.2	7800.0	7802.8	:
	EU-15	:	:	6923.6	6651.6	:	6807.6	6968.4	6920.9	:
	Lithuania	42.7	41.1	40.0	36.8	39.3	44.1	42.3	40.9	95.8

Source: Eurostat (2019-08-27), own calculations.

Nevertheless, the development of cattle production in Lithuania differs significantly. Over the period from 2010 to 2017, the number of live bovine animals decreased and the shrinking of dairy sector is dramatic. In

2017, the number of cattle farms was equal to 45.5% of their 2009 level, while the average farm size was growing. The population of dairy cows reduced by $\frac{1}{4}$ due to unfavorable milk purchase prices and decreasing gap between production costs and income on farm. Lithuanian farmers switched to other farming types or meat production. Over the investigated period, the population of purebred animals increased significantly, however, in 2017, crossbreds accounted for 76.6% (Lietuvos..., 2018).

The study of the vertical price transmission has a particular focus on the functioning of the Lithuanian bovine meat supply chain. Market efficiency and its possible influence on the development of meat production and the contribution to the shrinking of cattle population in Lithuania are explored.

Results of ADF test show that producer and retailer prices become stationary in first difference. The Johansen test without deterministic trend also confirms that producer and retailer prices in first difference have one valid co-integrated equation. According to results, the hypothesis that 'Time series have no co-integrated equations' could be rejected at 1.0% significance level. The Trace test shows that the critical value (0.05) accounts for 12.32, while Eigenvalue is 0.04 and Trace statistic is 16.41. The results of Maximum Eigenvalue test go in lines with Trace test. The critical value (0.05) is 11.22, while Max-Eigen statistic corresponds to 16.38 and Eigenvalue – 0.04. Both tests confirm that the hypothesis that 'Time series have at most one co-integrated equation' cannot be rejected at 5.0% significance level. Thus, it could be concluded that producer and retailer prices are co-integrated and have similar movement in the long run.

The results of the Granger causality test with two lags are provided in Table 2. In Lithuanian bovine meat market the two-way causality direction is violated and producer prices Granger cause retailer prices in the short run. Thus, the situation is more favorable for farmers.

Table 2. The results of the pairwise Granger causality test for the Lithuanian bovine meat supply chain

Null Hypothesis:	F-Statistic	Prob.
LPRODUCER does not Granger Cause LRETAIL	7.53	0.00
LRETAIL does not Granger Cause LPRODUCER	2.64	0.07

Source: own calculations.

Conclusions. The cattle and dairy production of the EU market is mainly represented by EU-15 countries that have the highest share of animal population. During the investigated period, the situation in EU-28 remained almost stable, while in EU-15 a slight growth was observed.

However, in Lithuania the dramatic decrease of cattle and dairy production is reported. The changes in dairy sector show that farmers are switching to other farming types or meat production. The results of vertical price transmission tests demonstrate that bovine meat supply chain has co-integration between producer and retailer prices in the long run, while the Granger causality test shows that in the short run meat producers lead price on the meat market.

References

- Dickey D.A., Fuller W.A. 1979. Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root. *Journal of the American Statistical Association* 74(366): 427–431.
- Douarin E., Latruffe L. 2011. Potential impact of the EU Single Area Payment on farm restructuring and efficiency in Lithuania. *Post-Communist Economies*. 23 (01), 87–103.
- Granger C.W.J. 1969. Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-spectral Methods. *Econometrica* 37(3), 424–438.
- Johansen S. 1991. Estimation and Hypothesis Testing of Cointegration Vectors in Gaussian Vector Autoregressive Models. *Econometrica* 59(6): 1551–1580.
- Johansen S. 1995. Likelihood-Based Inference in Cointegrated Vector Autoregressive Models. New York: Oxford University Press Inc.
- Kazukauskas A., Newman C., Clancy D., Sauer J. 2013. Disinvestment, Farm Size, and Gradual Farm Exit: The Impact of Subsidy Decoupling in a European Context. *American Journal of Agricultural Economics* 95 (5), 1068–1087.
- Lietuvos žemės ir maisto ūkis 2017. 2018. R. Melnikienė et al. Vilnius: Lietuvos agrarinės ekonomikos institutas.
- Neuenfeldt S., Gocht A., Heckelet T., Ciaian P. 2018. Explaining farm structural change in the European agriculture: a novel analytical framework. *European Review of Agricultural Economics*. *European Review of Agricultural Economics*. 1–56.
- Rizov M., Mathijs E. 2003. Farm Survival and Growth in Transition Economies: Theory and Empirical Evidence from Hungary, *Post-Communist Economies* 15 (2), 227–242.
- Sahrbacher A., 2012. Impacts of CAP reforms on farm structures and performance disparities. An agent-based approach: PhD thesis. Leibniz-Institut für Agrarentwicklung in Mittel- und Osteuropa, Leibniz.

Jurkėnaitė, N., Doctor of Social Sciences

Lithuanian Institute of Agrarian Economics, Vilnius, Lithuania

Paparas, D., Doctor of Social Sciences

Harper Adams University, Newport, Shropshire, the United Kingdom

CUCUMBER PRODUCTION AND MARKET FUNCTIONING: THE LITHUANIAN CASE

Introduction

According to Eurostat, in 2017, only 44.7% of the population in Lithuania consumed vegetables daily, while the average daily consumption in the EU accounted for 63.5%. Lower consumption levels were recorded only in Latvia, Romania, and Hungary. Eurostat survey shows that the Lithuanian vegetable market has a good potential for consumption growth; however, the increase in consumption is possible only in case of behaviour changes and movement towards healthier diet. The paper contributes to the academic discourse on vegetable market functioning adding the case of cucumbers. In Lithuania, this vegetable is often included in a daily ration and the harvested area of cucumbers substantially exceeds the area of tomatoes. This paper has two complementary objectives. First, the study aims to analyse the changes in main production indicators in the EU. Second, the paper investigates the functioning of the cucumber supply chain in Lithuania.

Materials and Methods

The analysis of changes in cucumber production in the EU and Lithuania relies on data collected on August 27, 2019, from online databases of Eurostat and Statistics Lithuania. The study of price transmission is based on weekly cucumber prices from the SE 'Agricultural Information and Rural Business Centre'. The price on farm level is calculated as the average value of minimum and maximum prices on farm, while the average retail price is available. The study focuses on the period from 2010 to 2017.

The study on changes in cucumber production applies methods of comparative analysis and graphical representation, while the functioning of the Lithuanian cucumber supply chain is investigated applying econometric techniques (the Augmented Dickey-Fuller test (Dickey and Fuller, 1979); the Granger causality test (Granger, 1969); the momentum threshold autoregressive model (Enders and Siklos, 2001)) and using logged price values.

Results

Over the period 2010–2017, in EU-28, the harvested area of cucumbers dropped from 36.4 to 31.9 thou ha, while production increased from 2095.8 to 2297.8 thou t. Statistics show that yield situation has improved and Europeans on average harvested more cucumbers from the same plot. Climate conditions, level of production development, and characteristics of agricultural system of individual Member States had an impact on the harvest situation.

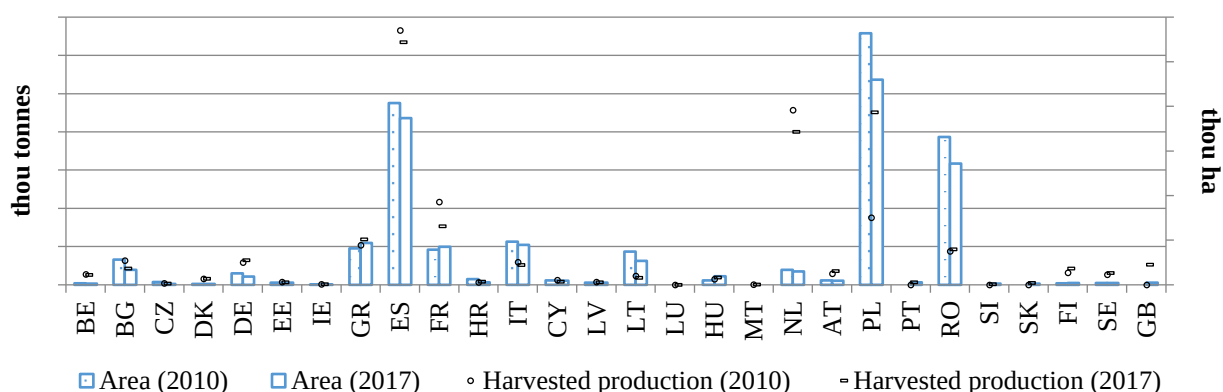


Figure 1 - Cucumber production and area indicators by Member States in 2010 and 2017

Source: Eurostat database (2019-08-27)

Figure 1 demonstrates that the harvested areas reduced in three largest producing countries: Poland, Spain, and Romania. However, the harvested production reduced only in Spain. It should be noted that, during 2010–2017, in Spain, the area under glass or high accessible cover dropped from 7.2 to 6.8 thou ha, while in Poland and Romania this area enlarged.

In 2017, Lithuania was the seventh largest cucumber producer by area; however, the harvested production was low and the country was only sixteenth on the EU-28 list. According to Statistics Lithuania, the cucumber production area dropped from 1.6 to 1.2 thou ha over the investigated period. During the period from 2010 to 2017, cucumber indoor production demonstrated a small increase. In 2017, 49.82% of cucumbers were planted under glass or high accessible cover. This feature of Lithuanian cucumber

production is one of the important explaining low yields. A significant gap is observable comparing average yield and average outdoor yield. The modest share of agricultural companies and enterprises demonstrated higher average yields than farmer and family farms, because they were able to invest in glasshouse cultivation and scientific innovations. However, the dominant share of cucumbers was grown on farmer and family farms.

The investigation of the Lithuanian cucumber supply chain's efficiency allows considering if price transmission issues could be a serious factor forcing farmers to switch from cucumber production for the local market to other alternatives. First, the results of the Augmented Dickey-Fuller test are explored. Test confirms that cucumber prices of producer and retailer become stationary at 1.0% level of significance under conditions of exogenous constant or trend specification including only intercept. Thus, other econometric tests for stationary variables can be applied.

The pairwise Granger causality test with two lags does not allow rejecting the first null hypothesis that 'Cucumber producer prices do not Granger cause cucumber retail prices'. F-statistic is equal to 93.2, and the result is significant at 1.0% significance level. Hence, the cucumber price is moving from producer to retailer. The second null hypothesis that 'Cucumber retail prices do not Granger cause cucumber producer prices' can be rejected, because F-statistic is equal to 0.7, and the result does not pass the significance level of 5.0%. As a result, the test provides the evidence of the abnormal one-way price movement direction and confirms the pricing leadership of producer in the short run.

The momentum threshold autoregressive model tests two null hypotheses. The first null hypothesis tests for the presence of the co-integration between cucumber producer and retailer prices. The Lithuanian case shows that cucumber producer and retailer prices are co-integrated in the long run. The second null hypothesis tests for the presence or absence of symmetry among the supply chain of cucumbers. The Lithuanian case does not confirm symmetric price behaviour, and the results witness in favour of inefficient functioning of the supply chain, because negative shocks on Lithuanian cucumber market are passed more intensively than positive one.

Conclusions

During the period 2010–2017, indicators of cucumber production in EU-28 demonstrate the shrinking of the harvested area, but the amount of the harvested production grows. Although in individual Member States this business depends on climate, farming structure, industry development level and other important factors, the average yield in EU-28 is growing.

In Lithuania, cucumber production area and harvested production indicators decreased, however, average yields has improved. Nevertheless, most of the producers are not able to invest in infrastructure allowing to increase yields remarkably. The investigation of cucumber supply chain provides an evidence of inefficient behaviour. According to results, producer lead prices in the short run, while the transmission of prices along cucumber supply chain is asymmetric.

References

1. Dickey D.A., Fuller W.A. 1979. Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root. *Journal of the American Statistical Association* 74(366): 427–431.
2. Granger C.W.J. 1969. Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-spectral Methods. *Econometrica* 37(3), 424–438.
3. Enders W., Siklos P.L. 2001. Cointegration and Threshold Adjustment. *Journal of Business & Economic Statistics* 19(2): 166–176.

УДК 681.513.5:621.313.322-81

Балюта С.М., проф., д.т.н., Куєвда В.П., проф., к.т.н., Куєвда Ю.В., к.т.н.

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

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ВЗАЄМОЗВ'ЯЗАНОГО РОБАСТНОГО КЕРУВАННЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ВАЛОПРОВОДУ ТУРБОАГРЕГАТА НА ПІДПРИЄМСТВАХ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Вступ і актуальність теми. В результаті дії збурень з боку електроенергетичної системи (ЕЕС) і взаємодії турбоагрегата (ТА) з ЕЕС, у валопроводі ТА виникають механічні крутильні коливання, які обумовлюють накопичення втомної пошкоджуваності матеріалу валопроводу ТА, суттєво зменшують ресурс ТА, знижують надійність і призводять до передчасного виводу його з експлуатації [1].

Для гасіння низькочастотних електромеханічних коливань і забезпечення стійкої роботи в електроенергетичній системі ТА оснащуються системами керування струму збудження генератора (АРЗ) та частоти обертання турбіни (АРЧО). Ці системи керування як правило проектуються у вигляді окремих незалежних підсистем і не завжди забезпечують ефективне демпфування крутильних коливань. Відомі випадки, коли певні параметри налагодження АРЗ та АРЧО були причиною збудження крутильних коливань у валопроводі ТА [3].

Однією з причин зниження якості керування частотою обертання і неякісного демпфування крутильних коливань валопроводу ТА є те, що системи керування турбіною і синхронним генератором, маючи спільні вхідні керувальні сигнали, не тільки проектується, а й налагоджуються окремо. Проблема координації роботи АРЧО та АРЗ вирішувалась, наприклад, в [4] шляхом створення методики узгодженого налагодження цих регуляторів. Однак, такий підхід не змінюючи структуру регуляторів, не дозволяє отримати принципово нових властивостей керування. В [2] авторами запропонований новий варіант вирішення проблеми координації функціонування АРЗ та АРЧО за допомогою застосування додаткового взаємозв'язаного робастного регулятора. Синтез цього регулятора проводився із використанням методів робастного керування, враховуючи ту обставину, що робота ТА в енергосистемі відбувається в умовах невизначеності, обумовленої зміною параметрів ТА в різних режимах його роботи.

Впровадження цього регулятора потребує розробки комплексу супутніх технічних рішень, які можна реалізувати шляхом створення відповідної автоматизованої системи керування (АСК) ТА, до складу якої він увійде. Таким чином, метою цієї роботи є визначення функцій, розробка структури АСК ТА на принципах взаємозв'язаності та робастності, основним призначенням якої є забезпечення якісного демпфування крутильних і низькочастотних електромеханічних коливань валопроводу ТА в умовах невизначеності для зменшення накопичення втомної пошкоджуваності матеріалу валопроводу ТА і забезпечення його довговічності.

Матеріали та методи. Для вирішення поставлених завдань в рамках розробки автоматизованої системи керування ТА авторами використані методи системного аналізу. В результаті проведеного системного аналізу виявлено фактори, які впливають на крутильні коливання та довговічність валопроводу, їх взаємний зв'язок.

Системний аналіз процесів керування турбоагрегатом дозволив розробити підходи до побудови автоматизованої системи керування ТА, яка забезпечить структуризацію і цілісність процесу керування та узгодження роботи окремих її підсистем і функцій.

Результати та обговорення. Функції керування окремими складовими ТА в існуючих системах приймає на себе автоматизована система управління технологічним процесом енергоблока (АСУ ТП ЕН), до складу якого входить ТА [5]. При цьому складові ТА, турбіна та турбогенератор, виступають як окремі незв'язані об'єкти керування з автономними автоматичними системами керування, керувальні сигнали до яких генеруються

безпосередньо з АСУ ТП ЕН. Логіка управління турбіни (Т) та турбогенератора (ТГ) поєднується на рівні АСУ ТП ЕН з метою реалізації таких комплексних задач управління, які потребують участі всіх складових енергоблока, як, наприклад, пуск та зупинення тощо. Але існують задачі управління, які відносяться тільки до підсистем ТА, які можна об'єднати на окремому рівні ієрархії системи керування. Одна з таких задач – керування надійністю валопроводу ТА, одна частина якого відноситься до турбіни, а інша – до турбогенератора.

Для вирішення згаданої задачі пропонується створити автоматизовану систему взаємозв'язаного робастного управління турбоагрегатом (АСК РВ ТА) з функцією моніторингу пошкоджуваності матеріалу валопроводу ТА, в склад якої входить АСР ТА з автоматичним взаємозв'язаним регулятором (АВРР).

Відокремимо функції, які виконує АСК РВ ТА: робастне взаємозв'язане управління частотою обертання валопроводу ТА; моніторинг втомної пошкоджуваності матеріалу валопроводу; управління роботою спеціального обладнання, пов'язаного із демпфуванням крутильних коливань валопроводу ТА: пристроїв для компенсації крутильних коливань, які здатні створювати додатковий крутильний момент. Перелічені функції пропонується реалізувати за допомогою відповідних функціональних підсистем: підсистема робастного взаємозв'язаного керування валопроводу ТА; підсистема ідентифікації моделі об'єкта керування; підсистема автоматичного керування крутильними коливаннями валопроводу ТА; підсистема моніторингу стану валопроводу ТА; підсистема ідентифікації механічних параметрів валопроводу ТА.

Функціональну структуру АСК РВ ТА відображено на схемі рис. 1. Як видно з рис. 1, підсистеми отримують дані з системи обробки даних давачів, яка в реальному часі статистично обробляє дані, готуючи їх до розрахунків. Підсистема робастного взаємозв'язаного керування ТА надсилає керувальні сигнали на АВРР, який через окремі канали керування АРЧО та АРЗ діє на їх виконавчі механізми та регулювальні органи. Переналаджування АВРР може здійснюватися з автоматизованого робочого місця (АРМ) диспетчера енергоблоку, який посилає відповідну команду на підсистему робастного взаємозв'язаного керування, яка запускає переналадження, використовуючи дані підсистеми ідентифікації об'єкта керування. Підсистема ідентифікації об'єкта керування використовує в своїй роботі алгоритм ідентифікації матричної передавальної функції об'єкта керування, запропонований авторами в [6].

Одна з основних задач підсистеми моніторингу стану валопроводу – оцінювати початкове значення параметра Π [7], що є мірою пошкодження матеріалу валопроводу, розраховувати його в режимі реального часу та надсилати на АРМ диспетчера енергоблоку інформацію про його поточний стан та перевищення критичного рівня. В роботі підсистема моніторингу використовує дані підсистеми ідентифікації механічних параметрів валопроводу ТА [9]. На основі даних моніторингу стану валопроводу і ідентифікації параметрів диспетчер за встановленими процедурами вирішує питання про виведення ТА в ремонт, контролює стан перехідних процесів в ТА.

Підсистема автоматичного керування крутильними коливаннями валопроводу ТА також здійснює керування спеціальними пристроями для демпфування крутильних коливань валопроводу [8], які за рахунок своєї конструкції можуть створювати додатковий крутильний момент в певній ділянці валопроводу.

Висновок. Запропоновано вирішення задачі забезпечення довговічності та надійності роботи ТА у різноманітних перехідних процесах в енергосистемі шляхом створення автоматизованої системи робастного взаємозв'язаного керування турбоагрегатом з функцією контролю стану валопроводу ТА. Розробка АСК РВ ТА полягає в організації багаторівневої системи керування з урахуванням взаємного впливу підсистем АРЗ генератора та АРЧО турбіни, використанні локальних та централізованих систем керування і забезпечує покращення демпфувальних характеристик турбоагрегата в умовах невизначеності при збуреннях режиму електричної мережі шляхом використання робастних методів керування,

процедур ідентифікації параметрів, моніторингу стану валопроводу з використанням запропонованих методик оцінювання пошкоджуваності його матеріалу.

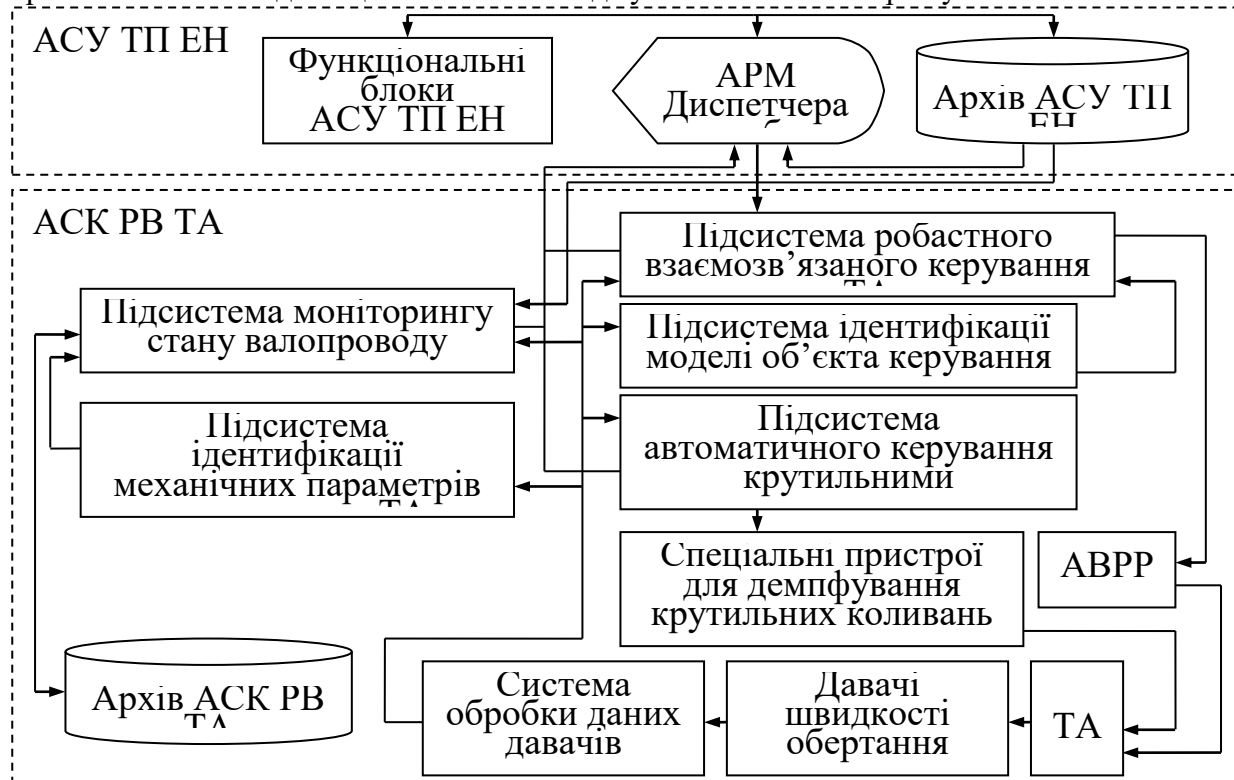


Рисунок 1 - Функціональна структура АСК РВ ТА

Література

1. Bovsunovskii A. P.

Torsional vibration in steam turbine shafting in turbogenerator abnormal modes of operation. *Strength of Materials*. 2012. No. 44 (2). P. 177-186.

2. Kuievda Yu., Baliuta S. Synthesis of robust interconnected power system stabilizers for turbine generators in sugar factories. *Ukrainian Journal of Food Science*. 2017. Vol. 5, Issue 2. P. 256-266.

3. Kundur P. Power system stability and control. New York : McGraw-hill, 1994. 1196 p.

4. Булатов Ю. Н., Игнатьев И. В. Методика согласованной настройки систем АРВ и АРЧВ генератора. *Труды Братского гос. ун-та: Сер. Естественные и инженерные науки – развитию регионов Сибири*: В 2 т. Т.1. Братск: БрГУ, 2009. С. 3-7.

5. Булкин А.Е. Автоматическое регулирование энергоустановок : учебное пособие для вузов. М.: Издательский дом МЭИ, 2016. 507 с.

6. Балюта С. М., Куєвда Ю. В. Синтез робастних систем взаємозв'язаного керування турбоагрегатами в умовах невизначеності. «Автоматика-2018»: матеріали XXV Міжнародної конференції з автоматичного управління, м. Львів. 18-19 вересня 2018 р. Львів, 2018. С. 27-28.

7. Бовсуновский А. П., Куєвда Ю. В. Учет качаний валопровода турбоагрегата при оценке усталостной поврежденности его элементов в процессе успешного несинхронного включения. *Праці Інституту електродинаміки НАН України*. 2015. Вип. 42. С. 56-60.

8. Куєвда Ю. В., Куєвда В. П., Балюта С. М. Зменшення крутильних коливань валопроводів потужних турбогенераторів за допомогою асинхронного демпфірувального пристрою. *Праці Інституту електродинаміки НАН України*. 2017. Вип. 46. С. 50-55.

9. Куєвда Ю. В., Балюта С. М. Методика ідентифікації параметрів пружної моделі валопроводу турбоагрегату для моделювання крутильних коливань. *Праці Інституту електродинаміки НАН України*. 2017. Вип. 47. С. 37-44.

УДК 620.97.

Серьогін О.О., д.т.н., Василенко О.В.

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

БІОГАЗ З ОСАДУ СТАНЦІЙ ОЧИЩЕННЯ КОМУНАЛЬНИХ СТИЧНИХ ВОД

Останнім часом найбільш ефективним є реалізація енергетичних проектів по виробництву біогазу на станціях очищення стічних вод найкрупніших міст.

Технологія виробництва біогазу, порівняно зі звалищами твердих побутових відходів дуже відрізняється. Процес виробництва є контрольованим і переборці підлягає той осад, що утворюється в даний час на станції.

Кліматичні умови не впливають на розміщення даного ресурсу, який є повністю антропогенним. Проте температурні умови значно впливають на процес виробництва біогазу. Так, у районах з суровими зимовими температурами, проекти на основі даного виду біогазових комплексів не є рентабельними, бо необхідно посилювати ізоляцію реактору, в якому йде генерація метану. Також у цьому випадку вся теплова енергія буде йти на підтримання постійної температури у реактору, бо бактерії, що продукують метан, є дуже вразливими до змін температури (навіть незначних).

Слід відзначити, що з просторової точки зору даний вид біогазових комплексів доцільно споживати на місці внаслідок того, що самі станції очищення стічних вод є значними споживачами теплої та електричної енергії.

Природоохоронний аспект проблеми, окрім питання зменшення емісії парникових газів (тут енергетичні проекти відіграють, безумовно, позитивну роль), порушує також питання утилізації збродженого відстою стічних вод як сільськогосподарського добрива. Так, можливість використання збродженого осаду як органічного добрива в сільському господарстві є одним з найбільш значних факторів, що обумовлюють розвиток використання технології анаеробного зброджування на станціях очищення стічних вод. На прикладі Франції, як однієї з країн з розвинутою галуззю зброджування осаду стічних вод розглянемо структуру поводження з осадом:

50 – 60% використовуються як органічне добрива;

20 – 25% вивозяться на звалища твердих побутових відходів;

15 – 20% спалюються на сміттєспалювальних заводах.

У 2016 році в сільському господарстві використано 66% осаду стічних вод, в 2018 р. – 62% зі збільшенням частки осаду, що підлягає спаленню. Порівняно з даними за 2005 рік, говорить про те, що частка осаду, що була використана як добриво, збільшилась з 20 до 62% у 2015 році відповідно, а обсяги осадів, що були відправлені на спалювання, зменшились, відповідно, з 20,2 до 15%.

Безпосереднє ж використання органічних добрив на основі комунальних вод не є оптимальним внаслідок малого вмісту живильних елементів, які до того ж мають низьку рухомість, тобто низьку доступність рослинам. Але найбільш важливою, на наш погляд, проблемою, що була виявлена під час дослідження можливостей використання осаду стічних вод як органічного добрива, є вміст важких металів. Одним з основних джерел цього забруднення є промислові стічні води, що нерідко скидаються до міської каналізаційної мережі.

Прикладом неспроможності використання стічних вод у сільському господарстві внаслідок значного їх забруднення можна відзначити ситуацію на Бортницькій зрошувальній станції, яка знаходиться у Київській області, де здійснювалось використання стічних вод для зрошування. Ця зрошувальна система на даний момент є найбільшою в Україні. Але у 2015 році стічні води були замінені на Дніпровську воду, бо полик ними був заборонений санепідемстанцією.

Література

1. Вах Е., Мікелевич Д. Відновлювані джерела енергії в енергетичній політиці європейських країн.// Ринок інсталяцій. 2010 р., № 6, с. 7-9.
2. Гелетуха Г., Копейкін К., Біогаз зі звалища перспективи використання в Україні.// Зелена енергетика. 2012 р., № 5, с. 13-16.
3. Сухенко Ю.Г., Серьогін О.О., Сухенко В.Ю., Рябоконь Н.В.– Ресурсозберігаючі технології в харчових і переробних виробництвах: [Підручник] / За ред. Проф. О.О.Серьогіна. - К.: ЦП «КОМПРИНТ», 2016. – 338
4. Сухенко Ю.Г., Серьогін О.О., Мушпрук М.М., Рябоконь Н.В. Інноваційні технології альтернативного енергозабезпечення харчових і переробних підприємств в прикладах і задачах: Навчальник посібник. – К. ЦП «КОМПРИНТ», 2016. – 256 с.

УДК 663.551

Литовченко І.М. к.т.н

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

СПЕЦІАЛІЗАЦІЯ «КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДИЗАЙНУ ТА ВИГОТОВЛЕННЯ УПАКОВКИ» ВАЖЛИВА СКЛADOVA ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ ПАКУВАЛЬНОЇ ІНДУСТРІЇ

Вступ. Сучасний фахівець, якого потребує пакувальне виробництво потрібен мати комплексну багатосторонню підготовку. Кафедра машин і апаратів харчових та фармацевтичних виробництв НУХТ взяла на себе відповідальність за якісну підготовку фахівців за освітньою програмою «Комп'ютерні технології дизайну та виготовлення упаковки».

Актуальність теми. Професійна підготовка фахівців індустрії визначається їх вмінням використовувати сучасні інноваційні складові процесу створення пакувальної системи. Важлива складова цього процесу – розробка та створення упаковки. Вона повинна виконувати такі важливі функції, як ергономічність, надійність, привабливість, економічність виготовлення та утилізації. Для забезпечення цього необхідно детально проаналізувати всі наявні виробничі інструменти. Як правило – це актуальні сучасні комп'ютерні програми, що використовуються в галузі.

Матеріали та методи. Комп'ютерні програмні засоби, які використовуються при підготовці упаковки до виготовлення. Рекомендації їх до вивчення можна аргументувати такими критеріями:

- популярність та поширеність в галузі, тобто актуальність та вживаність у поліграфічних видавництвах та редакціях видань різної спрямованості;
- доступність для вивчення та офіційного придбання виробниками продукції;
- адаптованість до стандартів виробництва.

Результати та обговорення. Проаналізуємо актуальність основних типів поширених комп'ютерних програм, які використовуються при розробці та підготовці до виробництва елементів упаковки.

Їх можна поділити на дві частини: базові та спеціальні. Базова частина складається з програм, які частково вивчаються на рівні загальної середньої освіти.

Здобувачі вищої освіти приходять на навчання в університет із різним рівнем комп'ютерної підготовки. Тому актуальним є додаткове цільове довчання їх базовим знанням. Університет має достатній науково-методичний рівень для забезпечення засвоєння знань про апаратне та програмне забезпечення комп'ютерних систем, про роботу в сучасних операційних системах та комп'ютерних мережах всіх рівнів [1].

Так як з кожним роком вимоги до основних знань та умінь зростають, до цієї частини підготовки вже додалися:

- тривимірне проектування складних геометричних об'єктів та тонких тіл (тобто упаковки будь-якої складності);
- розрахунки на міцність елементів упаковки, які дають можливість забезпечити ергономічне збереження та транспортування упаковки;
- вивчення сучасних мережевих технологій для обробки текстової інформації – отримання електронних варіантів з аналогових носіїв, переклад інформації на будь-яку мову, різноманітне конвертування інформації та представлення її в різних форматах, актуальних в галузі.

Запропонована тематика підготовки затверджена після детального аналізу дисциплін, які вивчаються здобувачами за весь період отримання вищої освіти.

Спеціальна частина комп'ютерної видавничо-поліграфічної підготовки складається з вивчення програм, які професійно використовуються у видавничо-поліграфічній галузі та є поширеними на виробництві.

У даному випадку в процесі підбору програм для вивчення та отримання навичок їх

використання необхідно враховувати важливий аспект: при будь-яких професійних контактах з зарубіжними суміжниками-поліграфістами, підтвердження використання офіційно придбаних програм є стандартом продовження стосунків. Також в умовах підвищеної уваги з боку власної держави до використання ліцензованих програмних засобів процес вивчення необхідно адаптувати так, щоб здобувачі отримували практичні знання не однієї програми якогось певного етапу підготовки друку поліграфії, а декількох. Причому обов'язково серед них повинні вивчатись засоби з категорії OpenSourceSoftware, які на даний час практично наближаються по можливостях до комерційних продуктів але розповсюджуються безкоштовно.

Наведемо основні групи програмних засобів, достатні на даний час, щоб отримати компетенції, знання та уміння для роботи у видавничо-поліграфічній галузі, а саме у додрукарській підготовці матеріалів – найбільш трудомісткому та відповідальному етапові поліграфічного процесу.

Растрові графічні редактори. Класичним прикладом є популярний редактор AdobePhotoshop. Але слід не забувати про його заміну – безкоштовну програму Gimp. Вони зараз конкурують і у можливостях, і у подібності інтерфейсу, що дає можливість оперативно переходити з однієї програми на іншу.

Векторні графічні редактори. Часто у вимогах до матеріалів, які передаються у друкарню, фігурує популярний комерційний редактор CorelDRAW. Але здобувач буде більш обізнаний та підготовлений до виробничих умов, якщо він також набуде умінь в безкоштовній програмі Inkscape.

Текстові редактори та програми для верстання на даний час мають тенденцію до об'єднання можливостей, а відповідно до розширення галузі використання. В їх можливості входить і створення оригінал-макетів поліграфічної продукції.

По-перше слід зазначити, що не потрібно поверхнево ставитись і до останніх версій текстового редактора MicrosoftWord. Зараз він позиціонується на ринку як мала поліграфічна система. Його можливостей на даний час вистачає для більшості проектів рекламної поліграфічної продукції, тобто і для створення дизайну упаковки, складність оформлення яких невелика.

Професійна програма AdobeIndesign поширена серед великих видавництв, які займаються великими багатосторінковими проектами. Для створення елементів упаковки доцільно використовувати також верстальну програму Scribus. По-перше, вона розповсюджується безкоштовно, по-друге, процес її вивчення та освоєння легший та швидший.

Програмні можливості програм для спеціалізованої додрукарської підготовки, тобто як мінімум для процесу «спуску полос», обов'язкового для багатосторінкового видання, на даний час реалізовані в багатьох комерційних та безкоштовних комп'ютерних програмах перегляду оригінал-макетів. Вони є звичним інструментом для роботи верстальника. На додаток відзначимо, що реалізовані вже он-лайнні програми, які оперативно справляються з цим процесом.

Перелічені в даному дослідженні програмні засоби додрукарської підготовки інформації є актуальними на даний момент. Але, так як прогрес у створенні комп'ютерних засобів галузі відбувається безперервно, необхідно слідкувати за тенденціями та новачками на ринку спеціального галузевого програмного забезпечення.

Висновки. Результати проведених досліджень показують, що підготовка сучасного фахівця видавничо-поліграфічного напрямку відбувається на основі обов'язкового врахування інноваційних складових процесу створення пакувальних систем. Важлива умова цього процесу – постійний моніторинг та аналіз появи нових інструментів для забезпечення ефективного виробничого процесу.

Література.

1. Гуржій А.М., Поворознюк Н.І., Самсонов В.В., Українець А.І. Методи та засоби комп'ютерних інформаційних технологій. – К.: НУХТ, 2016, - 351 с.

УДК 336.6:368+338.43

Арич М.І., к.е.н.

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

СТРАХУВАННЯ ЯК ЕЛЕМЕНТ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ХАРЧОВОЇ БЕЗПЕКИ ТА КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ КРАЇНИ

Результати дослідження показують, що у сучасних умовах господарювання харчова безпека є одним з основних викликів для суспільства, та, при цьому, використання страхування відповідно до результатів дослідження *SwissReinsuranceCompanyLtd (2015)* може мати позитивні наслідки для зниження вище вказаних ризиків [2]. Крім цього, варто відмітити, що застосування страхування на підприємствах харчової промисловості для зниження чи диверсифікації фінансових та інших ризиків також матиме позитивний ефект в контексті підвищення конкурентоспроможності як кожного окремого суб'єкта господарювання, так і харчової галузі в цілому.

Відповідно до звіту *Lloyd'sFoodReport (2013)* страхування може бути інструментом зниження та управління ризиками, що пов'язані із харчовою безпекою, при цьому особливо дієвими є інноваційні методи страхування [1]. Також важливим є факт, як вважає *Havinga (2012)*, позитивного впливу страхування і на харчову безпеку (*foodsafety*), що в більшості випадків пов'язано із страхуванням відповідальності (*liabilityinsurance*), і на безпеку продовольчого ринку (*foodsecurity*), що досягається в цілому за допомогою страхування (*insurance*) [4].

Разом з тим наукові дослідження *CoganandAloysius (2016)* показують, що застосування страхування для забезпечення харчової безпеки є важливим інструментом державного регулювання харчової безпеки, при цьому уряд використовує всі переваги поєднання страхування і харчової безпеки [5]. Також, відповідно до *OmriBen-Shahar (2015)* обґрунтовується необхідність обов'язкового використання страхування відповідальності як інструменту урядового регулювання харчової безпеки [3].

Цікавими та актуальними на сьогодні є наукові результати *Mârzaaetal. (2015)*, відповідно до яких взаємозв'язок між страхуванням та харчовою безпекою необхідно розглядати також з позиції та з урахуванням особливостей і наслідків змін клімату [7].

Відповідно до наукових результатів та висновків *AgriculturalInsuranceConference (Berlin, 2014)* використання агрострахування є дієвим інструментом забезпечення безпеки продовольчого ринку [8], при цьому згідно з *Isaboke et al. (2016)* ефективним в контексті досягнення безпеки продовольчого ринку є також індексне мікрострахування [6].

Висновки. Отримані наукові результати аналізу взаємозв'язку страхування, харчової безпеки та конкурентоспроможності харчової промисловості показують тісний вплив і кореляцію вище вказаних методів та показників. Разом з тим, варто відмітити, що у змінному та глобалізованому середовищі забезпечення харчової безпеки є чи не одним з найбільших викликів людства сьогодні. При цьому страхування може бути саме тим інструментом, що успішно буде сприяти як забезпеченню харчової безпеки, так підвищенню конкурентоспроможності харчової промисловості в цілому.

Література

1. Feast or Famine: Business and Insurance Implications of Food Safety and Security, *Lloyd's*, 2013. Available at: https://www.lloyds.com/news-and-risk-insight/risk-reports/library/society-and-security/food-report_1
2. Food safety in a globalised world: Keeping our food safe in the 21st century. *Swiss Reinsurance Company Ltd*, 2015.
3. Omri Ben-Shahar (2015). Regulation of food safety through compulsory insurance. *Law and Social Science* 47, 14(2).
4. Tetty Havinga (2012). The Influence of Liability Law on Food Safety. On Preventive Effects of Liability Claims and Liability Insurance. *SSRN Electronic Journal*. DOI: 10.2139/ssrn.2016115
5. Cogan, Jr., John Aloysius (2016). The Uneasy Case for Food Safety Liability Insurance. *Faculty Articles and Papers*. 399. Available at: https://opencommons.uconn.edu/law_papers/399
6. Isaboke, H. N., Zhang, Q., Nyarindo W. N. (2016). The effect of weather index based micro-insurance on food security status of smallholders. *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal*, [Online], vol. 2, no. 3, available at: www.ares-journal.com
7. Bogdan Mârzaa, Camen Angelescu, Cristina Tindecheb (2015). Agricultural Insurances and Food Security. The New Climate Change Challenges. *Procedia Economics and Finance* 27. P. 594–599.
8. How can we make insurance work for food security? *Conference Report. Agricultural Insurance Conference*. Nov 27-28 2014, Berlin.

UDC 664.08

Ruskova M.M., Petrova T.V., Penov N.D.

Institute of Food Preservation and Quality (IFPQ), Plovdiv, Bulgaria

OPTIMIZATION OF EXTRUSION PROCESS OF APPLE POMACE – WHEAT SEMOLINA MIXTURES USING RESPONSE SURFACE METHODOLOGY

Introduction. Apple pomace (AP) is the main by-product of cider processing and pose a serious environmental problem due to the large amounts produced every year. AP is composed mainly of carbohydrates and dietary fibre, small amounts of protein, fat and ash [1]. AP is a good source of phytochemicals primarily phenolic acids and flavonoids [2].

The common applications of this by-product are the direct disposal to soil in a landfill and for pectin recovery usage. In recent years, investigations into the incorporation of apple pomace in foods especially in baked foods [1].

Extruded snack products made predominantly from cereal flour tend to be low in protein with low biological value. The incorporation of enriched fibre flours with significant values of antioxidants is a way to improve the nutritional value of these snacks. Apple pomace rich in fibre with significant amounts of antioxidants can be incorporated in human food-chain thus generating new potential functional foods.

The quality of the end product depends upon how the thermal performance of the extruder is controlled and what the thermomechanical history of the product is inside the extruder [3].

The objective of this study was to optimize the extrusion conditions of apple pomace - wheat semolina mixtures for obtaining instant product suitable for the preparation of kissel (fruit soup, popular as a dessert).

Materials and methods. Apple pomace is a by-product obtained during juice processing. Commercial apples (Granny Smith variety) were refrigerated and stored until the juice processing. The apple pomaces were dried a laboratory heat dryer at 60°C. The dried pomaces were ground using a hammer mill then mixed with commercial wheat semolina and distilled water to be obtained the desired ratios (Table 1). The prepared wet samples were extruded in a laboratory single screw extruder (Brabender 20 DN, Germany). The feed screw speed was fixed at 70 rpm. The screw speed was according to the experimental design (Table 1). The compression ratio of the screw was 3:1. The temperatures of the feed and kneading zone were 150 and 160°C, respectively. The temperature of the final cooking zone was 130, 140, 150, 160, 170°C. The die diameter was 5 mm.

The specific mechanical energy (*SME*, kJ/kg) was calculated using the equation [4]:

$$SME = \frac{2\pi M_n n}{60Q} 3.6 \quad (1)$$

where *M_n* is the corrected torque (N.m), *n* - screw speed (rpm), *Q* - mass flow rate (kg/h).

Hardness (*H*, N) of the extrudates was measured in tenfold with a TA.XT Plus Texture Analyser (Stable Micro Systems Ltd., England) using a 50 kg load cell and a 2-bladed Kramer shear cell. The test settings were as follows: Test speed 1.0 mm/s, Distance 10 mm. A force-distance curve was recorded and analyzed by Texture Exponent 32 to calculate the peak force. The highest value of force is taken as a measurement for hardness.

Table 1 – Independent variable values and corresponding levels

Independent variables	Levels				
	- 2	- 1	0	+ 1	+ 2
Apple pomace content in the mixture (<i>C_{pom}</i>), % - <i>X</i> ₁	10	30	50	70	90
Moisture content (<i>W</i>), % - <i>X</i> ₂	17	20	23	26	29
Screw speed (<i>n</i>), rpm – <i>X</i> ₃	120	150	180	210	240
Barrel temperature (<i>T_m</i>), °C – <i>X</i> ₄	130	140	150	160	170

To determine total color difference (*ΔE*) and water absorption index (*WAI*, g/g), the extrudates were finely ground using a laboratory hammer mill. The color parameters determined for the raw

blends (non-extruded) and extruded samples included L^* , a^* , and b^* values (CIE Lab system) using a colorimeter Colorgard 2000, BYK – Gardner Inc., USA. ΔE was calculated applying the equation

$$\Delta E = \sqrt{(L - L_0)^2 + (a - a_0)^2 + (b - b_0)^2} \quad (2)$$

where L , a , and b are the values for the extruded samples; L_0 , a_0 , and b_0 are the values for the raw mixtures.

A 0.2 g milled sample was placed in a tared centrifuge tube and 5 ml distilled water added. After standing for 30 min at 30°C, the sample was centrifuged at 3000 rpm for 20 min using a centrifuge CH 90-2A. The supernatant was decanted into a tared aluminium pan and weight gain in the gel was noted. WAI was calculated as:

$$WAI = \frac{m_g}{m_o} \quad (3)$$

where m_g is the weight gain of the gel (g), m_o – the weight of dry sample (g).

The effects of four independent extrusion parameters (variables) apple pomace content (X_1), moisture content (X_2), screw speed (X_3), and barrel temperature (X_4) on the dependent variables (SME, ΔE , H , WAI) were investigated using central composite design [5] and response surface methodology (RSM). All variables were controlled at five different levels.

A second-order polynomial equation was used to fit the measured, dependent variable (Y) as a function of the coded, independent extrusion variables (X_i):

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^n b_i x_i + \sum_{i=1}^n b_{ii} x_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n b_{ij} x_i x_j \quad (4)$$

where b_0 is the value for the fixed response at the central point of the experiment; and b_i , b_j and b_{ij} were the linear, quadratic and cross-product coefficients, respectively. The significance of the effect was given as a p-value. The effect was considered significant if the p-value for each factor or interaction is less than 0.05. SYSTAT statistical software (SPSS Inc., Chicago, USA, version 7.1) and Excel were used to analyze the data results.

Results and discussion. Extrudates of different physical structure were obtained by single screw extrusion of apple pomace - wheat semolina mixtures at different combinations of processing parameters (Table 1). Regression analyses of the physicochemical properties of the extrudates indicated that all the second order polynomial models correlated well with the measured data and were statistically significant ($p < 0.05$).

The resulting models, after removing the nonsignificant terms, were evaluated in terms of uncoded factors and are presented below:

$$SME = 2504.3 - 2.7C_{pom} + 13.6W - 26.8T_m + 0.1C_{pom}W - 0.3WT_m + 0.1T_m^2, \text{ kJ/kg} \quad (R^2 = 0.86) \quad (5)$$

$$\Delta E = 60.62 + 0.60C_{pom} - 2.06W - 0.60T_m - 0.003C_{pom}T_m + 0.06W^2 + 0.0004n^2 \quad (R^2 = 0.8) \quad (6)$$

$$H = 641.14 + 30.75C_{pom} - 7.14T_m - 0.04C_{pom}^2 - 0.11C_{pom}T_m + 1.56W^2 - 0.02n^2, \text{ N} \quad (R^2 = 0.9) \quad (7)$$

$$WAI = 108.54 - 0.14C_{pom} + 0.01T_m^2, \text{ g/g} \quad (R^2 = 0.85) \quad (8)$$

The criterion established to determine the optimal extrusion conditions of the apple pomace - wheat semolina mixtures was to find the conditions leading to high values of water absorption index ($WAI > 6.5$ g/g) and low values of hardness ($H < 250$ N), total color difference ($\Delta E < 8$), and specific mechanical energy ($SME < 75$ kJ/kg).

An increase in apple pomace content resulted in an extrudate with higher density and hardness. Increased feed moisture leads to higher mechanical strength of the cell wall [6]. Increased moisture content during extrusion make for an increase in plasticization of the melt, resulting in reduced the degree of starch's depolymerization and increasing the mechanical strength of extrudate. An increase in the barrel temperature increases the degree of superheating of water in the melt encouraging bubble formation, resulting in an increase in the expansion and a reduction in the density of the extrudate leading to reduced hardness [7].

Specific mechanical energy is the amount of mechanical energy dissipated as heat inside the material, expressed per unit mass of the material. Specifically, it is the work input from the drive motor into material being extruded and thus provides a good characterization of the extrusion

process. *SME* values indicate the extent of molecular breakdown or degradation the material undergoes during the extrusion process. *SME* was found to be most dependent on barrel temperature. An increase in the temperature will decrease *SME*. Higher temperature facilitated the transformation from solid flow to viscoelastic flow, and higher moisture produced a lubricating effect, resulting in less energy use [8].

Optimization was carried out by the superposition of several contour surfaces of competing responses. The response surface plots were generated for interaction of any two independent variables, while holding the value of all the rest as constant (at the central value). The best conditions that correspond to shaded areas, obtained by superimposing contour plots of water absorption index, hardness, total color difference, and specific mechanical energy during extrusion process are shown in Figure 1.

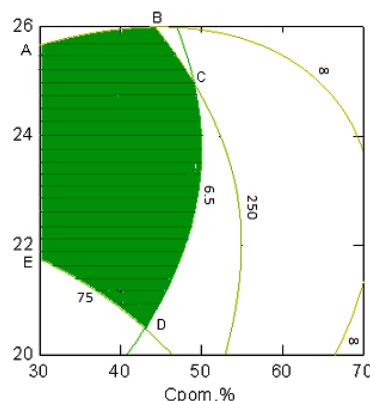


Figure 1 – Graphics optimization of extrusion process of AP – wheat semolina mixtures

From a convenience and practical point of view, moisture content from 22 to 26% and apple pomace content from 30 to 50% could be recommended as optimal extrusion conditions for obtaining instant product suitable for the preparation of kissel (fruit soup, popular as a dessert).

Conclusion. Apple pomace - wheat semolina mixtures were extruded in a laboratory single screw extruder (Brabender 20 DN, Germany). Moisture content from 22 to 26% and apple pomace content from 30 to 50% could be recommended as optimal extrusion conditions for production of instant products of the mixtures.

References

1. Sudha M., Baskaran V., Leelavathi K. (2007), Apple pomace as a source of dietary fiber and polyphenols and its effect on the rheological characteristics and cake making, *Food Chemistry*, 104, pp. 686-692.
2. Reis S., Rai D., Abu-Ghannam N. (2012), Apple pomace as a potential ingredient for the development of new functional foods, *International Conference on Food Safety, Quality and Nutrition*, Manchester, UK, pp. 61-66.
3. Guy R. (2001), *Extrusion cooking - Technologies and applications*, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England, 206 p.
4. Chuang G., Yeh An-I. (2004), Effect of Screw Profile on Residence Time Distribution and Starch Gelatinization of Rice Flour during Single Screw Extrusion Cooking. *Journal of Food Engineering*, 63, pp. 21-31.
5. Montgomery D. (2011), *Design and Analysis of Experiments*. 7th ed. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc. ISBN 978-0-470-16990-2, 114 p.
6. Robin F., Engmann J., Pineau N., Chanvrier H., Bovet N., Della Valle G. (2010), Extrusion, structure and mechanical properties of complex starchy foams. *Journal of Food Engineering*, 98(1), pp. 19-27.
7. Ding Q., Ainsworth P., Plunkett A., Tucker G., Marson H. (2006), The Effect of Extrusion Conditions on the Functional and Physical Properties of Wheat - Based Expanded Snacks. *Journal of Food Engineering*, 73, pp. 142-148.
8. Altan A., McCarthy K., Maskan M. (2009), Effect of screw configuration and raw material on some properties of barley extrudates. *Journal of Food Engineering*, 92, pp. 377-382.

УДК 368.025.61

Позднякова Е.В.

*Белорусский государственный аграрный технический университет (БГАТУ), г. Минск,
Республика Беларусь*

АНАЛИЗ ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ И ФАКТОРОВ РИСКА МИРОВОГО ЭКСПОРТА МЯСНОЙ ПРОДУКЦИИ

Введение. Мировой рынок мяса и мясных продуктов развивается в условиях жесткой конкурентной борьбы, в которых рост цен на готовую продукцию создает мотивы для вложения инвестиций, расширения, реструктуризации и оптимизации мясной промышленности, тем самым повышая ее значимость среди других отраслей народного хозяйства. Конечные результаты производства во многом предопределяются умением субъекта хозяйствования 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.

Материалы и методы. В процессе анализа использовались системы определенных статистических показателей, характеризующих тенденции функционирования и развития стран-экспортеров мясной продукции с целью выявления основных факторов риска, оказывающих существенное влияние на изменение объемов экспорта.

Результаты и их обсуждение.

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).

Объем мирового экспорта мяса и мясных продуктов с 2013 по 2017 гг. увеличился на 3,16 млн т (таблица 1).

Наращивание объемов экспорта произошло преимущественно благодаря основным регионам-экспортерам: США, Бразилии, странам ЕС, Канаде, Таиланду и Новой Зеландии. При этом за анализируемый период наблюдалось сокращение экспорта из Австралии, Индии, Китая, Аргентины. Беларусь также снизила реализацию мясной продукции на экспорт с 0,37 до 0,34 млн т или на 8,11%. Удельный вес страны за 2017 г. в мировой торговле составил 1,04 %.

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. И, 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 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.

Таблица 1 – Экспорт мяса и мясных продуктов по странам мира, млн т

Страны и регионы	Годы					Удельный вес в мировом производстве в 2017 г., %	Изменение 2017 г. к 2013 г., %
	2013	2014	2015	2016	2017		
США	7,57	7,54	6,93	7,31	7,72	23,52	101,98
Бразилия	6,42	6,55	6,69	6,97	7,02	21,38	109,35
ЕС 28	4,02	4,02	4,35	5,16	4,99	15,20	124,13
Австралия	1,97	2,25	2,22	1,86	1,91	5,82	96,95
Канада	1,72	1,7	1,75	1,86	1,92	5,85	111,63
Индия	1,77	1,97	1,71	1,67	1,74	5,30	98,31
Тайланд	0,8	0,85	0,96	1,03	1,11	3,38	138,75
Новая Зеландия	0,92	0,97	1,03	0,96	0,99	3,02	107,61
Китай	0,71	0,73	0,6	0,53	0,59	1,80	83,10
Аргентина	0,6	0,56	0,45	0,45	0,55	1,68	91,67
Беларусь	0,37	0,3	0,31	0,34	0,34	1,04	91,89
МИР	29,67	30,61	30,54	31,86	32,83	100,00	110,65

Примечание – Таблица составлена автором по данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН.

Для реализации целей концентрации мясного сектора в государстве были приняты 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, к 2020 году данный показатель составит уже 7%, так как возможности наращивания собственного производства не смогут опередить устойчивый рост потребления.

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 %).

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 мясoproductов, вследствие чего было введено ограничение на продажу и покупку КРС на убой на всех рынках скота.

Увеличился мировой объем экспорта мяса птицы, который за анализируемый период вырос с 12,4 млн т в 2013 г. до 13,13 млн т в 2017 г. (рост составил 105,9 %). Основными странами, которые осуществляют реализацию данной продукции на внешний рынок, в 2017 г. стали Бразилия (32,6 % объема мирового экспорта мяса птицы), США (28,7 %), страны ЕС

(11,8%), Таиланд (8 %), Турция (3,4 %), Китай (3,3 %). Их доля в совокупности составила 87,7 % мирового экспорта. Также, необходимо отметить, что за исследуемый период объем экспорта значительно сократился в США и Китае – на 9,2 % и 8,5 % соответственно.

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 (НРАИ), 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 НРАИ, 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.

Мировые объемы экспорта баранины возросли незначительно с 2013 по 2017 г. всего на 1,0 %. Увеличение экспорта баранины произошло в Австралии (+4,7 %), а уменьшение наблюдалось в Новой Зеландии (-2,5 %), странах ЕС (-3,2 %).

Выводы. Ограниченность мирового экспорта мясной продукции обусловлена в основном следующими факторами:

- 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;
- государственное стимулирование роста внутреннего потребления, а также разработка и реализация целевых государственных программ, направленных на увеличение потребления мясной продукции;
- увеличение цен на корма для животных, рост затрат на производство сырья и его переработку, вспомогательные материалы, электроэнергию и т. п.;
- условия транспортировки и хранения мясной продукции в значительной степени обуславливают региональные особенности ее сбыта. Это является сдерживающим фактором экспорта даже при наращивании производства и существовании повышенного спроса на удаленных от производителя рынках;
- распространение различных заболеваний эпидемического характера на территории стран-экспортеров (например, африканской чумы свиней, высокопатогенного птичьего гриппа).

Таким образом, возможности экспорта различных стран определяются их экономическим потенциалом, который позволяет при расширении внутреннего потребления наращивать объемы поставок на внешние рынки.

Литература

1. Meat Market Review, April 2018. FAO, Rome.
2. Meat and Meat Products: price and trade update. Trade and Markets Division. June 2017. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
3. Meat and Meat Products: price and trade update. Trade and Markets Division. June 2016. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
4. Meat and Meat Products: price and trade update. Trade and Markets Division. July 2015. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
5. Meat and Meat Products: price and trade update. Trade and Markets Division. November 2014. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

УДК 633.022.68.620.9

Серьогін О.О., д.т.н., **Осьмак О.О.**, *Національний університет харчових технологій (НУХТ), М. Київ, Україна*

ЗАСТОСУВАННЯ ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ ПИВНОЇ ДРОБИНИ

Останнім часом використання пивної дробини стає все більш актуальним, що зумовлюється широкими можливостями її використання.

Пивна дробина утворюється після фільтрації пивного сусла в процесі варки пива. Це натуральний, екологічно чистий продукт з високим вмістом протеїну (в 2-3 рази більшим, ніж в ячмені). З неї можна виробляти біогаз, екологічне добриво, електроенергію, застосовувати при виготовленні хліба, макаронних і ковбасних виробів. Про цінність пивної дробини свідчить її хімічний склад, наведений в таблиці 1.

Таблиця 1 – Хімічний склад пивної дробини, г/кг

Види дробини	Вода	Сухі речовини	Сира зола	Сирий протеїн	Сира клітковина	Сирий жир	БЕР*	Ca	P
свіжа	768	232	11,9	58	39	17	107	0,5	1,1
консервована	754,3	245,3	12,1	66,2	49,5	28,5	89,4	0,1	1,64

*БЕР – без азотисті екстрактивні речовини

Але найчастіше пивна дробина все ж таки застосовується у потребах сільського господарства. Її можна використовувати у сирому, консервованому та сухому вигляді. У всіх трьох видах дробина є високоякісним кормом для тварин, основною відмінністю якого є термін зберігання.

Та, зважаючи те, що пік виробництва пива майже на всіх пивних заводах нашої країни припадає на літні місяці, у цей час збільшується й кількість відходів цього виробництва, що у свою чергу, через швидке псування не дає змоги підприємствам організувати ефективну реалізацію дробини до сільськогосподарських комплексів.

Ще одним недоліком використання пивної дробини для годівлі тварин є наступний фактор: тільки ті підприємства, що розміщені неподалік пивних заводів, можуть забезпечити безперебійне постачання свіжої пивної дробини для систематичного введення її в раціон тварин.

Знаючи про вищевказані фактори, науковцями світу та України було розглянуто питання щодо використання пивної дробини в інших напрямках та галузях.

З метою зменшення енергозалежності від зовнішніх поставок газу і перетворення зростаючих витрат на закупівлю блакитного палива пропонується виробляти біогаз в установках, працюючих на пивній дробині, а також спалювати пивну дробину в енергетичних котлах.

Отже, перевагами виробництва біогазу з відходів пивоварної промисловості та спалювання в твердотопливних енергетичних котлах можна назвати наступне: забезпечення підприємства «безкоштовним» газом власного виробництва; нейтралізація негативного впливу світової енергетичної кризи; установки потребують дуже незначних поточних витрат і є автоматизованими; біогазова установка може працювати на багатьох видах органічної сировини, що дає можливість розвивати «зелену енергетику».

Недоліком даної альтернативи є тривалий термін окупності. Але це не знижує перспективності та доцільності зазначених вище способів переробки пивної дробини.

Література

1. Осьмак О.О., Серьогін О.О. Гзогенерація – без відходів і авто енергетична технологія утилізації промислових відходів. Збірник наукових праць НУХТ, № 8, 2011 р., с. 87-91.

2. Сухенко Ю.Г., Серьогін О.О., Сухенко В.Ю., Рябоконь Н.В. – Ресурсозберігаючі технології в харчових і переробних виробництвах: [Підручник] / За ред. Проф.. О.О.Серьогіна. - К.: ЦП «КОМПРИНТ», 2016. – 338 с.

3. Сухенко Ю.Г., Серьогін О.О., Муштрук М.М., Рябоконь Н.В. Інноваційні технології альтернативного енергозабезпечення харчових і переробних підприємств в прикладах і задачах: Навчальник посібник. – К. ЦП «КОМПРИНТ», 2016. – 256 с.

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