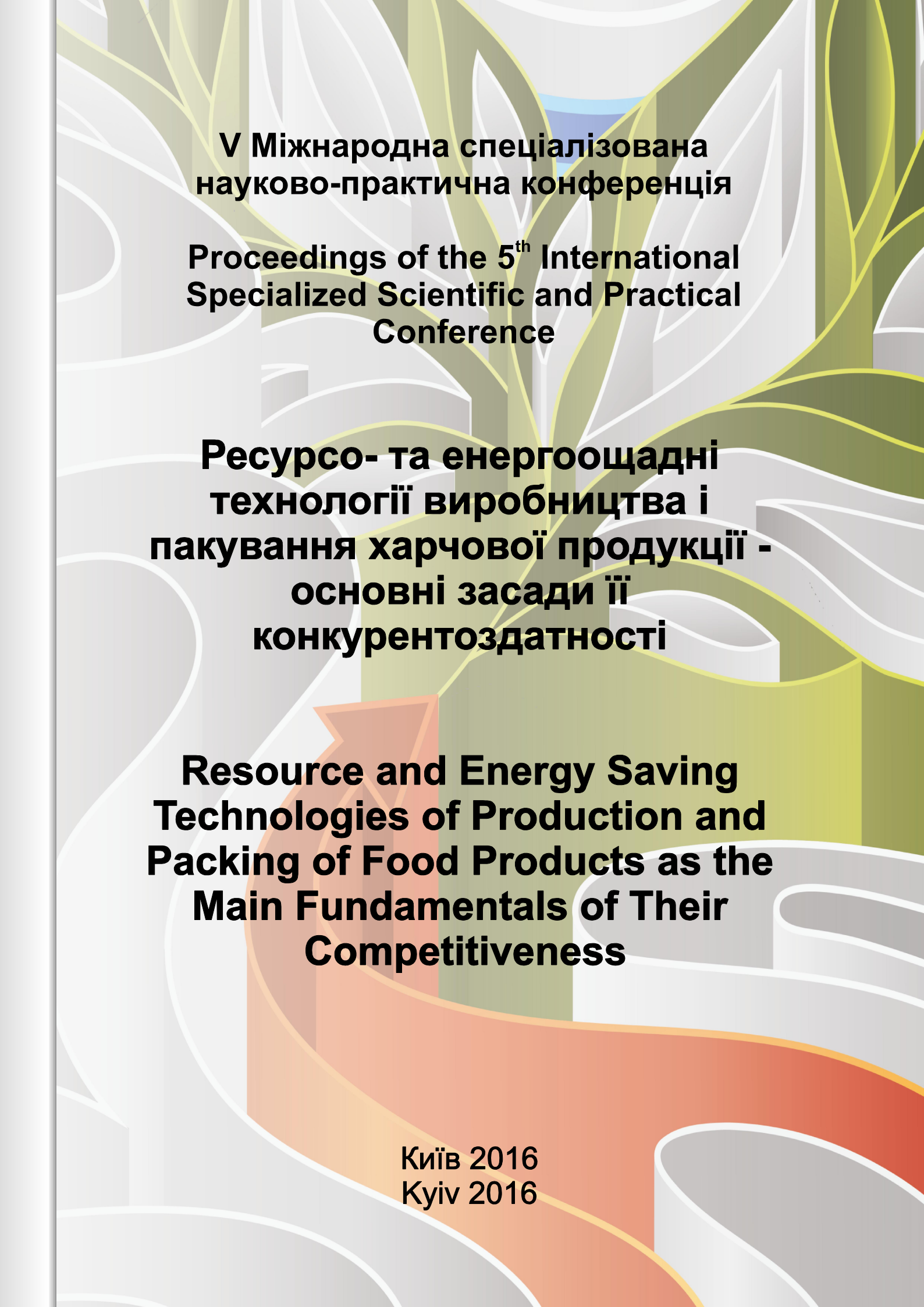




**V Міжнародна спеціалізована
науково-практична конференція**

**Proceedings of the 5th 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 2016
Kyiv 2016**

**Міністерство аграрної політики та
продовольства України
Міністерство освіти і науки України
Національний університет харчових технологій
АККО Інтернешнл**

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

Матеріали V Міжнародної спеціалізованої
науково-практичної конференції

14 вересня 2016 р., м. Київ, Україна

Ресурсо- та енергоощадні технології виробництва і пакування харчової продукції - основні засади її конкурентоздатності: Матеріали V Міжнародної спеціалізованої науково-практичної конференції. 14 вересня 2016 р., м. Київ. - К. НУХТ, 2016. - 204 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.

**Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine
Ministry of Education and Science of Ukraine
National University of Food Technologies
AKKO International**

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

**Proceedings of the 5th International Specialized
Scientific and Practical Conference**

September 14, 2016 Kyiv, Ukraine

Resource and Energy Saving Technologies of Production and Packing of Food Products as the Main Fundamentals of Their Competitiveness: Proceedings of the 5th International Specialized Scientific and Practical Conference, September 14, 2016. Kyiv, NUFT, 2016. 204 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.

ЗМІСТ

1.	<i>Чуприна А.В., Войтюк Ю.І.</i> Ресурсо- та енергоощадні технології компанії ГЕА	11
2.	<i>Соя І. В., Бортнік Р. М.</i> Інноваційні розробки в пакувальному машинобудуванні	12
3.	<i>Michael Mayokun ODEWOLE¹, Samuel Kehinde OYENIYI²</i> <i>¹ Department of Food and Bioprocess Engineering, Faculty of Engineering and Technology, University of Ilorin, Ilorin, Nigeria;</i> <i>² Department of Agricultural and Environmental Engineering, Faculty of Technology, University of Ibadan, Ibadan, Nigeria</i> Analyses of energy parameters in convective drying of osmo-pretreated green bell pepper in a cabinet dryer	13
4.	<i>Гавва О.М., Кривопляс- Володіна Л.О., Якимчук М.В., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Мехатронні технології – основа створення інтелектуальних пакувальних машин	16
5.	<i>Якимчук М.В., Гавва О.М., Беспалько А.П., Журибеда О.М., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Шляхи та способи заощадження енергії в пневмоприводах пакувальних машин	18
6.	<i>Бухкало С.І., НТУ «ХПІ», м. Харків, Україна</i> Технології ресурсо- та енергозбереження для полімерної тари та пакування	21
7.	<i>Янаков В.П., ТГТУ, г. Мелітополь, Україна.</i> Обоснование затрат мощности тестомесильных машин	24
8.	<i>Гуць В.С., Губеня О.О., Гуць О.О., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Енергія деформування в'язко-пружних систем в операціях транспортування та пакування	27
9.	<i>Родіонов Є.В., Ковальов О.В., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Підвищення енергоефективності при виробництві хлібобулочної продукції з використанням інфрачервоного випромінювання	30
10.	<i>Шпак М.С., Чепелюк О.О., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Визначення статистичної багатофакторної залежності витрат енергії на замішування хлібного тіста	32
11.	<i>Беседа С. Д., Литовченко І.М., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Енергетичні показники процесу транспортування м'ясної сировини	34
12.	<i>Соколенко А.І., Шевченко О.Ю., Васильківський К.В., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Інтенсифікація процесів синтезу в біохімічних технологіях	36
13.	<i>Деренівська А.В., Гавва О.М., Токарчук С.В., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Дослідження процесу переміщення частинок сипкої харчової продукції через випускний канал бункера шляхом імітаційного моделювання	38
14.	<i>Бухкало С.І.¹, Денисова А.Є.², Ольховська О.І.¹, Боднар І.О.²,</i> <i>¹ НТУ «ХПІ», м. Харків, Україна; ² ОНПУ, м. Одеса, Україна</i> Деякі можливості інтеграції для теплообмінної системи в харчовій промисловості	40
15.	<i>Рачок В.В., Теличкун Ю.С., Теличкун В.І., НУХТ, м.Київ, Україна</i> Використання енергозберігаючих технологій при безперервному обробленні дріжджового тіста	45

16.	<i>Фролова Н.Е., Силка І.М., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Ресурсозберігаючі підходи при переробці ефіроолійної сировини	47
17.	<i>Мерзляк Д.В., Удодов С.А., Марцінкевич Л.В., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Шляхи підвищення ефективності використання енергії вторинної пари при кип'ятінні пивного суслу	50
18.	<i>Пащенко Б.С., Штефан Є.В., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Ресурсоощадний метод очистки води харчових підприємств на установках з фільтрувальними мембранними елементами	52
19.	<i>Федин В. В. , Кухар В.Н., Серьогін О.О. ¹, Кухар В.М.</i> ¹ <i>НУХТ, м. Київ, Україна</i> Ресурсозберігаюча технологія переробки твердих побутових відходів продуктивністю 150 тисяч тон на рік	54
20.	<i>Федин В. В , Кухар В.Н. , Серьогін О.О. ¹, Василенко О.В.</i> ¹ <i>НУХТ, м. Київ, Україна</i> Енергозберігаюча технологія очистки муніципальних стічних вод для міст з населенням до 50 тисяч чоловік	55
21.	<i>Понікарчук І.А., Серьогін О.О., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Використання твердопаливних котлів в комунальній енергетиці	56
22.	<i>Володін С.О., Мирончук В.Г., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Аналіз компоновочних рішень в автоматизованих системах керування трубопровідною арматурою	58
23.	<i>Валіулін Г.Р., Любімов В.М., Кривопляс-Володіна Л.О, НУХТ, м. Київ, Україна</i> Конструктивні підходи до побудови моделі процесу розвитку технічної системи	60
24.	<i>Коломієць А.Б., УАД, м. Львів, Україна</i> Підвищення ефективності пристроїв повороту транспортного пакету шляхом корегування руху затискного вузла	62
25.	<i>Kryvoplias-Volodina Liudmyla, NUFT, Kiev, Ukraine</i> Modeling packaging machine systems on the basis of proportional pressure regulator	65
26.	<i>Кузнецов В.О., Коломієць А.Б., Стеців Я.Б., УАД, м. Львів, Україна</i> Удосконалення профілювання програмоносія в приводах механізмів пакувального обладнання методом сплайн-інтерполяції	69
27.	<i>Доломакін Ю.Ю., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Вплив ексцентриситету на витрати потужності роторного змішувача	72
28.	<i>Кандяк Н.М., УАД, м. Львів, Україна</i> Застосування сервопривода для періодичного переміщення продукції і напівфабрикатів	75
29.	<i>Поздняков В.М., Зеленко С.А., БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь</i> Экспериментальные исследования процесса вибропневмосепарирования компонентов зерновой массы в псевдоожиженном слое	77
30.	<i>Тимолянов К.А., ДГТУ, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация</i> Наблюдение сводообразования в щелевом бункере с использованием стробоскопического эффекта	81
31.	<i>Бренч А.А., Дацук И.Е, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь</i> Анализ работы шнековых обвалочных прессов	84

32.	<i>Бабанов І.Г., Беседа С.Д., Бабанова О.І., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Пристрій для термічного оброблення ковбасних виробів	87
33.	<i>Литовченко І.М., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Моделювання роботи топки тунельної хлібопекарської печі	88
34.	<i>Поздняков В.М., Эбиенфа Пол Дивейни, Пруденс Тлхатлоги, БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь</i> Моделирование процесса теплопередачи в обжарочном аппарате барабанного типа	90
35.	<i>Бойко О.О., Мироненко С.М., Національний університет харчових технологій (НУХТ), м. Київ, Україна</i> Моделювання генерування парової фази при створенні розрідження в споживчій упаковці	93
36.	<i>Витвицький В.М., Сокольський О.Л., Мікульонок І.О., НТУУ «КПІ», м. Київ, Україна</i> Експериментальні дослідження впливу тиску та температури на коефіцієнт тертя гранульованих полімерів по металу	95
37.	<i>Івіцький І.І., Мікульонок І.О., Сокольський О.Л., НТУУ «КПІ», м. Київ, Україна</i> Вплив пристінних ефектів на процес виготовлення полімерної пакувальної плівки	98
38.	<i>Морозов А. С., Довгань А. А., НТУ «КПІ», м. Київ, Україна</i> Сучасні аспекти утилізації полімерних паковань	100
39.	<i>Регей І.І., Олішкевич В.Ю., УАД, м. Львів, Україна</i> Модернізація секції виламування обрізків у штандувальному обладнанні	102
40.	<i>Сімахіна Г.О., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Інновації у харчових технологіях – вимога часу та запорука створення в Україні індустрії здорового харчування	104
41.	<i>Popovici C.¹, Cartasev A.², Caragia V.², Migalatiev O.², Coev G.², Bogdan N.², Grumeza I.², Necrilova L.², Golubi R.²</i> ¹ TUM, Chisinau, Moldova; ² PSIHFT, Chisinau, Moldova Innovative product from goat milk with high biological properties	107
42.	<i>Popovici C., TUM, Chisinau, Moldova</i> Development of a dairy-free milk from walnuts (juglans regia l.)	108
43.	<i>Сімахіна Г.О., Ярош К.О., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Біокорегування функціонального стану організму військовослужбовців компонентами харчових продуктів	109
44.	<i>Башта А.О., Івчук Н.П., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Використання нетрадиційної інуліновмісної сировини в технологіях оздоровчих харчових продуктів	112
45.	<i>Кирпіченкова О. М., Оболкіна В. І., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Технологія пряників із використанням нетрадиційної сировини	114
46.	<i>Дорохович А.М., Божок О.С., Кохан О.О., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Способи формування та пакування жувальної карамелі функціонального та функціонально-дієтичного призначення	116

47.	<i>Сімахіна Г.О., Халапсіна С.В., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Інноваційні підходи до створення функціональних напоїв на основі дикорослих ягід	119
48.	<i>Michael Mayokun ODEWOLE¹, Musliu Olushola SUNMONU¹, Samuel Kehinde OYENIYI²</i> ¹ University of Ilorin, Ilorin, Nigeria; ² University of Ibadan, Ibadan, Nigeria Optimization of nutrients in dry mixture of fermented milled maize and sorghum (OGI)	122
49.	<i>Оболкіна В.І., Сивній І.І., Олексієнко Н.В., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Застосування напівфабрикатів з дикорослих плодів та ягід для подовження терміну придатності кондитерських виробів	124
50.	<i>Вайсеро О.О., Володько Н.Ю., Кохан О.О., Оболкіна В.І., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Використання морквяного пюре при виробництві неглазурованих помадних цукерок	126
51.	<i>Бабанов І.Г.¹, Михайлов В.М.², Михайлова С.В.², Шевченко А.О.²,</i> ¹ НУХТ, м. Київ, Україна; ² ХДУХТ, м. Харків, Україна Способи виробництва харчової продукції з прямих овочів	129
52.	<i>Шульга О.С., Чорна А.І., Арсеньєва Л.Ю., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Вплив різних пластифікаторів на властивості біодеградабельних плівок	131
53.	<i>Оболкіна В.І., Скрипко А.П., Кияниця С.Г., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Дослідження впливу гуміарабіку ««FIBREGUM™» на структурні властивості тіста з додаванням борошна із солоду вівса та пшениці під час створення нового асортименту здобного печива оздоровчого призначення	134
54.	<i>Науменко О.В., ІПР НААН України, м.Київ, Україна</i> Лактобактерії як природний засіб нормалізації ліпідного обміну	136
55.	<i>Ватренко О.В., ОНАХТ, м. Одеса, Україна</i> Аналіз виходу CO ₂ при бродінні виноградного сусла періодичним способом	138
56.	<i>Лизова В.Ю., Бондар С.В., ІПР НААН України, м. Київ, Україна</i> Рациональне використання м'яса механічно відокремленого у виробництві паштетних продуктів з м'яса птиці	142
57.	<i>Мікульонок І.О., Петухов А.Д., НТУУ «КПІ», м. Київ, Україна</i> Класифікація полімерних сіток та сучасні технології їх виготовлення	143
58.	<i>Гриценко О. О., Морозов А. С., НТУУ «КПІ», ВПІ, м. Київ, Україна</i> Виготовлення маркувань розумних пакувань трафаретним способом друку	145
59.	<i>Величко О. М., Розум Т. В., НТУУ «КПІ», м. Київ, Україна</i> Оцінка антибактеріальних характеристик відбитків пакувань	148
60.	<i>Гриценко О. О., НТУУ «КПІ», ВПІ, м. Київ, Україна</i> Використання струминного способу друку для маркування розумних харчових пакувань	149
61.	<i>Коляда Л.Г., Тарасюк Е.В., Еремеева К.В., МГТУ им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск, Россия</i> Синтез наночастиц серебра и их использование в пищевой упаковке	152
62.	<i>Золотухіна К.І., НТУУ «КПІ», ВПІ, м. Київ, Україна</i> Оформлення пакування офсетним друком зі зволоженням друкарських форм	155

63.	<i>Гриценко Д.С., НТУУ «КПІ», ВПІ, м. Київ, Україна</i> Особливості застосування тамподрукарського обладнання при виготовленні паковань	157
64.	<i>Хохлова Р. А., Лихолай С.В., НТУУ «КПІ», м. Київ, Україна</i> Дослідження впливу природи водорозчинного лаку на час закріплення лакованих відбитків	159
65.	<i>Бухкало С.І., Демидов І.М., Білоус О.В., НТУ «ХПІ», м. Харків, Україна</i> Деякі складові дослідження комплексного антиоксиданту	160
66.	<i>Бабанов І.Г.¹, Бабкіна І.В.², Шевченко А.О.², Михайлова С.В.²</i> ¹ НУХТ, м. Київ, Україна; ² ХДУХТ, м. Харків, Україна Електроконтактне нагрівання харчової сировини як енергоощадний спосіб жарення	165
67.	<i>Гузова С. И., Кирик И. М., МГУП, г. Могилев, Республика Беларусь</i> Тепловая обработка реструктурированных пищевых продуктов животного происхождения в аппарате инфракрасного нагрева	167
68.	<i>Пригодій Д.В., Соколенко А.І., Васильківський К.В., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Вплив фізико-механічних властивостей пакувальних матеріалів на технологічні процеси пакування	169
69.	<i>Бухкало С.І., Іглін С.П., НТУ «ХПІ», м. Харків, Україна</i> Математичне моделювання процесів окиснення полімерної тари та пакування	172
70.	<i>Гапонюк І.І., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Дифузія вологи і теплоти зернових культур	176
71.	<i>Прибильський В.Л., Олійник С.І., Нгуен Фіонг Донг, Карпюк І.С., Ренейський, І.В., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Термічна обробка зерна рису у технології ферментованого напою	179
72.	<i>Гапонюк І.І., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Особливості кінетики сорбції вологи зернинами різних розмірів	180
73.	<i>Гапонюк І.І., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Структурно-механічні властивості зерна різної вологості	183
74.	<i>Мельнічук О.Є., Сельський В.Р., ТНТУ, м. Тернопіль Україна</i> Мікробіологічні дослідження поверхневої мікрофлори батату	185
75.	<i>Святненко Р.С., Маринін А.І., Кочубей-Литвиненко О.В., Захаревич В.Б., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Дослідження впливу імпульсного електромагнітного поля на <i>Escherichia coli</i> в воді	189
76.	<i>Олійник С.І., Сівер Т.Г., Тарасюк Л.А., Самченко І.О., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Стійкість скляної тари та лікero-горілкової продукції	191
77.	<i>Tomáš Sadílek, University of Economics, Prague, Czech Republic</i> How czech people buy foodstuffs online?	192
78.	<i>Teodora Atanasova¹, Miroslava Kakalova¹, Lyubomir Stefanof², Maya Petkova³, Albena Stoyanova¹, Stanka Damyanova⁴</i> ¹ UFT, Plovdiv, Bulgaria; ² Lotos Expert Ltd, Plovdiv, Bulgaria; ³ Ekostopanstvo Dunav Ltd, Vidin, Bulgaria; ⁴ UR, Branch - Razgrad, Bulgaria, Essential oil composition from <i>rosa damascena</i> mill	194

79. *Stanka Damyanova¹, Albena Stoyanova², Teodora Atanasova², Petko Bozov³*
¹ UR, Branch - Razgrad, Bulgaria, ² UFT, Plovdiv, Bulgaria, ³ "PH" UP, Bulgaria ,
⁴ NUFT, Kyiv, Ukraine
 Examine of flowers and leaves oil from *s.aethiopsis* l. and its chemical composition 197
-
80. *Vasile Nagy, Dumitru Mnerie, PUT, Romania*
 Technologic aspects about hog casings cleaning process aiming edible destination 199
-
81. *Jakia Sultana Jothi¹, M. Burhan Uddin²*
¹ CVASU, Bangladesh; ²BAU, Bangladesh; ³HU, Japan
 Commercial brands of Bangladeshi noodles: the status of quality and safety based on public attitude 201
-

Чуприна А.В., к.т.н., менеджер з продажу,

Войтюк Ю.І., менеджер з продажу

ДП «ГЕА Вестфалія Сепаратор Україна», м. Київ, Україна

РЕСУРСО- ТА ЕНЕРГООЩАДНІ ТЕХНОЛОГІЇ КОМПАНІЇ ГЕА

З переходом України на світові ціни на енергоносії конкурентоздатність вітчизняних виробників харчової продукції у великій мірі залежить від раціонального використання енергоносії та сировини.

В даній роботі наводяться два приклади інноваційних рішень компаній групи ГЕА для ощадливого використання енергії та ресурсів на харчових виробництвах:

- технологія регенерації котлових випарів сушварних котлів за допомогою систем IWM та енергонакопичення 2.0 компанії GEA Brewery Systems;
- інноваційна конструкція сепараторів для знежирення молока із застосуванням інтегрованого прямого приводу та системи Pro+ для зменшення об'єму осаду, що вивантажується під час сепарації.

Система енергонакопичення 2.0

Традиційно в сушварних котлах на пивзаводах для нагріву і випаровування використовується виключно первинна енергія. Вторинна пара випускається в атмосферу невикористаною, що призводить до викидів у навколишнє середовище з неприємним запахом а енергія, що міститься у вторинній парі, відповідно, втрачається і скидається в атмосферу. У середньому, на процеси СІР-мийки, затирання, нагрівання та кип'ятіння сула витрачається: для виробництва пива 6,00% - близько 10,5 кВт*год/гЛ, пива 4,50% - близько 9,5 кВт*год/гЛ та пива 3,75% - близько 9 кВт*год/гЛ.

Система IWM (Intelligent Wort Management) виконує розрахунок частки випаровування у сушварному котлі та з використанням конденсатора випарів і енергонакопичувача забезпечує: постійний рівень випаровування, щадну обробку сула при нагріванні і кип'ятінні, визначення циклів миття кип'ятильника у відповідності з фактичними потребами, компенсацію коливань в системі постачання пари і контроль якості пари, контроль процесу на основі температури конденсату.

Із застосуванням системи регенерації сула на процеси СІР-мийки, затирання, нагрівання та кип'ятіння сула витрачається: для виробництва пива 6,00% - близько 8,1 кВт*год/гЛ (економія близько 23%), пива 4,50% - близько 7 кВт*год/гЛ (економія близько 26%) та пива 3,75% - близько 6,5 кВт*год/гЛ (економія близько 28%).

Переваги системи енергонакопичення 2.0: економія енергії при нагріванні затору і сула, зниження викидів CO², відсутність надлишку гарячої води на конденсаторі котлових випарів, нагрівання нагрівачем сула за короткий час за низької температури граничної поверхні

- зниження загального часу зайнятості сушварного котла, зменшення забруднення кип'ятильника завдяки використанню нагрівача сула, гнучке загальне випаровування, можливість управління енергетичним балансом, можливість управління водним балансом.

Інноваційна конструкція сепараторів для знежирення молока.

Прямий інтегрований привід.

Близько десяти років тому була змінена конструкція приводу сепараторів GEA Westfalia Separator з черв'ячної передачі на плоскопасову. Це дозволило підвищити коефіцієнт корисної дії приводу з 80% до 90%. Найновітніша розробка в сфері приводу – застосування інтегрованого прямого приводу. У такій конструкції механічні передачі та муфти відсутні. Обмотки ротора встановлюються на валу барабана, а обмотки статора – у корпусі сепаратора. Завдяки цьому ККД приводу підвищено до 93%, зменшено кількість деталей, які потрібно обслуговувати та зменшено габарити самого сепаратора на 30%. Економічний ефект від застосування такої конструкції полягає не лише у зниженні витрат енергії, але і у зменшенні витрат на обслуговування.

Система зменшення об'єму осаду, що вивантажується з сепаратора Pro+

Осад, що вивантажується з сепаратора у процесі знежирення та очистки молока, є неминучими втратами виробництва. Понад 9% від маси цього осаду складає молочний білок – цінний інгредієнт молока. GEA Westfalia Separator внесла зміни у конструкцію барабана та

сепараційної тарілки барабана таким чином, що у зоні накопичення осаду, в якій діє найвища відцентрова сила підвищується турбулентність продукту. Завдяки цьому підвищенню турбулентності більшість частинок білку, яка раніше осідала разом з брудом вивантажується з сепаратора з важкою фазою – перегонном. В залежності від забрудненості молока, що подається на обробку, інтервал між вивантаженням осаду збільшується у 2 - 4 рази. Тобто в рази зменшуються втрати білку під час сепарації молока, зменшується кількість операційної води, що використовується для відкривання барабану, та зменшується об'єм продукту, що потрапляє у стічні води.

Використано матеріали GEA Brewery Systems та GEA Westfalia Separator.

Соє І. В.,

Бортнік Р. М.

ТОВ «Пакувальні технології»

ІННОВАЦІЙНІ РОЗРОБКИ КОМПАНІЇ «ПАКУВАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ» В ПАКУВАЛЬНЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

ТОВ «Пакувальні технології» - один із лідерів ринку машинобудування. Свою історію фірма розпочала у 2000 роках і вже на протязі 16 років нестримно розвивається та вносить інновації у виробництво фасувального та пакувального обладнання. За цей час, виробництво з найпростіших установок та мінімальних масштабів виросло в повноцінний виробничий комплекс, здатний виготовити автоматизовані лінії будь-якого рівня складності. З роками компанія ставала все більш практичною та самостійною. На даному етапі власне виробництво повністю укомплектоване і включає в себе лазерну порізку металу, порошкове фарбування та числове програмне управління станків, різної складності.

Компанія розробила цілий ряд готових рішень для фасування та пакування різноманітних сипучих та рідких продуктів. Автоматичних ліній для обсмажування насіння, горішків, які здатні забезпечити безперервний цикл з виготовлення кінцевого продукту з поданої сировини при мінімальному втручанні людини. Було розроблено та запущено в серійне виробництво обладнання, призначене для упаковки предметів в термозбіжну поліетиленову плівку, яке використовується, переважно, як апарат для групового пакування продукції тощо. Також виготовляється, етикетувальне, дозувальне, конвеєрне, інспекційне та запаювальне обладнання.

Пакувальні технології – це кваліфіковані та винахідливі інженери-конструктори, компетентний комерційний відділ, відповідальна бухгалтерія, а також працьовитий і дуже талановитий штат працівників цеху. Менеджери з продажу завжди допоможуть зробити оптимальний та найбільш практичний вибір. Завдяки багаторічному досвіду інженери завжди зможуть зробити конструкцію найбільш функціональною.

Продукція компанії поєднує в собі високі експлуатаційні показники, функціональність та якість. Тут можна вирішити, як приватні, так і комплексні завдання підприємств харчової та промислової галузі.

Клієнтами ТОВ «Пакувальні технології» є фірми: Bella, Choice, Clovin, Рошен, Форнетті, Повна Чаша, Премія, Укрзалізниця, Жменька, Fozzy Group, МЕТРО Кеш енд Керрі Україна, а також інші відомі компанії. Кожен клієнт, на думку керівництва, повинен залишитися задоволений своїм придбанням, адже все обладнання призначене для економії часу та сили працівників підприємства.

Нині Компанія впевнено виходить на ринок Європи. Активно розпочало свою роботу представництво ТОВ «Пакувальні технології» в Польщі SP. Z O.O. «BEZMEŻ». А головне, що обладнання відповідає Європейським стандартам, що підтверджує сертифікат CE.

«Що ж таке Пакувальні Технології? » На це запитання керівництво дає лише одну відповідь: «Ми – це цілісний колектив, команда, згуртована однією метою. Ми любимо те, що робимо і робимо все з любов'ю». До усвідомлення цього ми йшли довгі роки, завжди намагаючись адекватно оцінювати свої можливості, і накопичений досвід ясно показує, що в улюбленій справі, при чітко поставлені цілі, межі неможливого йдуть далеко за горизонт.

YDK 664.8

Michael Mayokun ODEWOLE ¹,Samuel Kehinde OYENIYI ²¹ Department of Food and Bioprocess Engineering, Faculty of Engineering and Technology, University of Ilorin, Ilorin, Nigeria;² Department of Agricultural and Environmental Engineering, Faculty of Technology, University of Ibadan, Ibadan, Nigeria

ANALYSES OF ENERGY PARAMETERS IN CONVECTIVE DRYING OF OSMO-PRETREATED GREEN BELL PEPPER IN A CABINET DRYER

Introduction. Convective drying is the process of transferring heat energy from air to a solid, liquid, or other gas, thereby lowering the relative humidity by raising the temperature of the air. Although more than 400 types of different dryers are reported in the literature to dry plants and foodstuff, convective dryers are the most widely used devices to dehydrate agricultural products [1, 12]. In convective drying, water is transferred from the product and air interface to the air stream [4].

Drying process utilizes high energy compared to other production processes due to relatively low energy efficiency of dryers and high latent heat of water evaporation [15]. Drying consumes 10-15% of the total national industrial energy demand in Canada, France and the USA, as well as 20-25% in Germany and Denmark [11]. It is a great challenge for the drying industry to perform energy analysis to achieve optimum process conditions and reduction of energy utilization. Energy analysis is practical in quantitative evaluation of energy requirements and energy losses in drying systems. Therefore, the objective of this study was to conduct the energy analyses of convective drying process of osmo-pretreated green bell pepper in a cabinet dryer with emphasis on energy utilization ratio and energy efficiency.

Materials and Methods.

The fresh green bell peppers (sliced 3mm thickness) of 85 % (wb) initial moisture content used in this study were purchased from a local market in Ilorin, Kwara State, Nigeria. All samples passed through osmotic dehydration pretreatment process in hypertonic salt (NaCl) solutions under 5 levels of osmotic solution concentration of common salt: (5% (w/w) - 25% (w/w)) and osmotic process duration of 60 min- 180 min for quality improvement after drying. All samples were arranged in the cabinet dryer after the osmotic dehydration pretreatment process.

ANSYS 14.5 Design Modeler for 2-dimensional model geometry, mesh analysis in ANSYS ICEM as shown in ANSYS FLUENT solver was used since it is the best in analyzing CFD simulation [13]. The number of iterations and the reporting levels were set to 1000 and 100 respectively in which the result converged at the 600th iteration. Thereafter, the air properties gotten from the simulation result were used for the energy parameters analyses.

(i) Estimation of Energy Utilization Ratio (EUR).

The energy utilization ratio of the drying process was estimated from the equation given by [5]

$$EUR_{dc} = \frac{\dot{m}_a(h_{dci@T} - h_{dco@T})}{\dot{m}_a(h_{dci@T} - h_{a\infty})} \quad (1)$$

Where:

EUR_{dc} = the Energy Utilization Ratio for the drying chamber

$\dot{m}_{da}$ = mass of dry air

$h_{dci@T}$ = enthalpy of air at the inlet of the drying chamber at temperature, T (kJ/kg)

$h_{dco@T}$ = enthalpy of air at the outlet of the drying chamber at temperature, T (kJ/kg)

$h_{a\infty}$ = enthalpy of air at ambient temperature, T (kJ/kg)

(ii) Estimation of Energy Efficiency.

This was estimated as the ratio of the energy used and the input energy

$$\eta_E = \frac{E_i - E_o}{E_i} = \frac{\dot{m}_a(h_{dci@T} - h_{dco@T})}{\dot{m}_a h_{dci@T}} \times 100 \% \quad (2)$$

Where η_E is the energy efficiency in %, E_i and E_o are the input and output energy respectively in kJ/s

Results and Discussion. Table 1 shows the data obtained from the simulation

Table 1 - Data gotten from the CFD simulation and used for the energy analysis

Drying temperature ($^{\circ}\text{C}$)	$T_{dci} @ T$ (K)	$T_{dco} @ T$ (K)	$h_{dci} @ T$ (kJ/kg)	$h_{dco} @ T$ (kJ/kg)
50	323.1500	322.9992	25.0137	25.0627
55	328.1500	327.9991	30.0457	30.0968
60	333.1500	332.9991	35.0804	35.1207

Energy Utilization Ratio (EUR)

Energy Utilization Ratio was varied with the drying air temperature during the simulation process of green bell pepper drying and the relationship is presented in Figure 3. It can be deduced from the plotted graph that the energy utilization ratio decreased from 0.01441 to 0.0029 as the temperature of the drying air increased from 50°C to 60°C this trend is advantageous because the energy being used is minimal. This is in good agreement with the results reported on the drying of cassava starches in a tray dryer and on the drying of sour pomegranate arils in a microwave dryer by [3] and [11] respectively.

Energy Efficiency

Figure 4 shows that the energy efficiency of green bell pepper drying in a cabinet dryer decreased from 1.96 to 1.15 % as the drying air temperature increased from 50°C to 60°C , this is in agreement with the results reported by [14] that energy efficiency in the drying of chilli using an indirect solar cabinet dryer decreased with time also, [1] reported that the energy efficiency during the drying of fish oil encapsulation using a spray dryer decreased with increase in drying temperature.

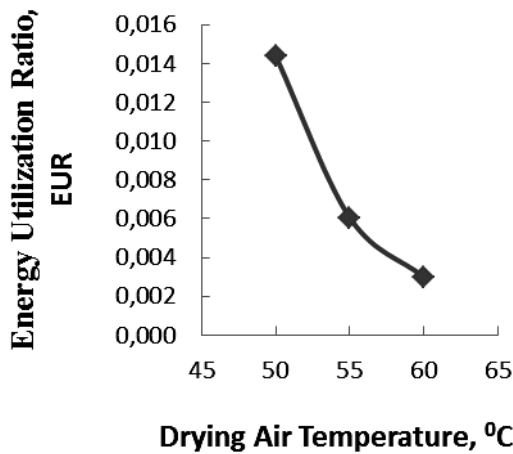


Figure 3 - Energy Utilization Ratio at different temperatures of drying

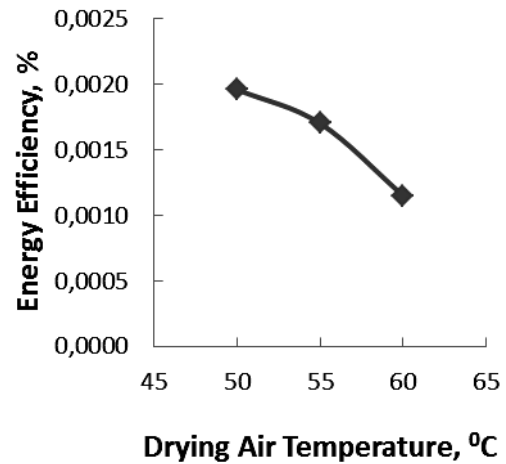


Figure 4 - Variation of the energy efficiency with drying air temperature

Conclusions.

The application of computational fluid dynamics (CFD) analysis is of high relevance in determining the energy utilization and energy efficiency of drying process. Energy is gradually becoming scarce and more expensive than before; therefore available energy for drying operation must be utilized efficiently.

References

1. Aghbashlo, M., Mobli, H., Rafiee, S. and Madadlou, A. (2013). A review on exergy analysis of drying processes and systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 22: 2013, p. 1-22.
2. Ahmad F., Kamaruzzaman S., and Mohd O. (2014). Energy and exergy analyses of solar drying system of red seaweed, *Energy and Buildings*, 64, 121-129, (2014).
3. Aviara, N.A., Onuoha, L.N., Falola, O.E. and Igbeka, J.C. (2014). Energy and exergy analyses of native cassava starch drying in a tray dryer. *Energy*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2014.06.087>
4. Beigi, M. (2015). Hot air drying of apple slices: dehydration characteristics and quality assessment. *Heat and Mass Transfer*. In press. [http:// dx.doi.org/10.1007/s00231-015-1646-8](http://dx.doi.org/10.1007/s00231-015-1646-8).
5. Celma, A.R. and Cuadros, F. (2009). Energy and exergy analyses of OMW solar drying process. *Renew Energy* 34: 2009, p, 660–666.
6. Chemmala, F. and Dinesh, L.R. (2014). Exergy Analysis of Solar Energy Applications and Renewable Energy Systems International Conference on Advanced Trends in Engineering and Technology- (FORSCHUNG): 2014
7. Dincer, I. and Sahin, A.Z. (2004) A new model for thermodynamic analysis of a drying process”, *International Journal of Heat and Mass Transfer*, vol. 47, no. 4: 2004, p. 645–652.
8. Erbay, Z. and Icier, F. (2011) Energy and exergy analysis on drying of olive leaves (*olea europaca* L.) in tray drier. *J Food Process Eng* 2011;34: 2011, p. 2105-2123.
9. George Mateljan Foundation (GMF), (2008): Bell Peppers. *World Healthiest Foods*. 4/3/2013.
10. Midilli A., and Kucuk H. (2001).Energy and exergy analyses of solar drying process of pistachio, *Energy*, 28, pp. 539-556.
11. Motevali, A. and Minaei, S. (2012). Effects of microwave pretreatment on the energy and exergy utilization in thin layer drying of sour pomegranate arils. *Chem Industry Chem Eng Q* 2012;18:63-72. www.ache.org.rs/CICEQ. 2012.
12. Mujumdar. A.S. (2007) *Handbook of Industrial Drying* Fourth Edition CRC Press Taylor and Francis Group London New York, 2007.
13. Murathathunyaluk, S., Srisakwattana, N., Saksawad, T. and Bumrungthaichaichan, E. (2015) Development of rotating tray dryer and study of the hot air flow pattern with computational fluid dynamics, *Chemical Engineering Transactions*, 43, 2015. p, 1669-1674 DOI: 10.3303/CET1543279
14. Singh, B., Panesar, P.S., Nanda, V., Gupta, A.K. and Kenedy, J.F. (2006). Application of Response Surface Methodology for the Osmotic Dehydration of Carrots. *Journal of Food Engineering*. Vol. 29: 2006. pp. 592-614.
15. Syahrul, S., Hamdullahpur, F., and Dincer, I. (2002). Exergy analysis of fluidized bed drying of moist particles. *Exergy International Journal*, 2(2), 87-98. [http://dx.doi.org/10.1016/S1164-0235\(01\)00044-9](http://dx.doi.org/10.1016/S1164-0235(01)00044-9).

МЕХАТРОННІ ТЕХНОЛОГІЇ – ОСНОВА СТВОРЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ПАКУВАЛЬНИХ МАШИН

В останні роки сформувались загальні тенденції розвитку техніки і технології, які передбачають революційну перебудову всіх сфер людської діяльності, в тому числі і пакувальної індустрії – інтелектуалізація і мініатюризація.

Ці тенденції тісно пов'язані і постійно, як форма та зміст, зливаються в мікросистемну мехатронну техніку. В основі цього процесу здійснюється реалізація цих тенденцій в базових компонентах такої техніки – сенсорна, інформаційно-керуюча, виконавча (силова), та їх зближення на базі розвитку загальних тримірних (3 D) мікросистемних технологій [1].

З точки зору історії, то після винаходу машин одним із постійних напрямків людської діяльності стало розроблення машин-автоматів, а в подальшому і робототехнічних систем. На границі ХХІ сторіччя в процесі створення складних машин, до яких відносять і пакувальні машини, виникла стійка тенденція інтелектуалізації алгоритмики керування, що супроводжується мініатюризацією модулів і компонентів технічних засобів.[2]

Мотивацією процесу мініатюризації є відмінність в розмірах (принцип 3/2) об'ємних 3 і поверхневих 2 явищ. Враховуючи той факт, що міцність матеріалів і конструкцій визначається поверхневими параметрами, а внутрішні навантаження під дією інерційних сил – об'ємними, зменшення габаритів елементів машини збільшує їх стійкість до перенавантажень, розширює область застосування і збільшує надійність.

Переваги мехатронного підходу дають можливість реалізувати синергетичний ефект функціонального інтегрування у вигляді покращення технічних і експлуатаційних параметрів пристроїв, таких як надійність, ефективність, питоме енерговикористання та використання подібних технологій розроблення та виготовлення.

Актуальність інтелектуалізації пов'язана з прогресуючим ускладненням задач, що вирішуються технічними засобами і інтенсифікацією процесів пакування.

Інтелектуалізація пакувальних машин заключається в застосуванні технологій штучного інтелекта для забезпечення її функціонування. Це відноситься, в першу чергу, до таких функцій: оброблення сенсорної інформації; оцінювання зовнішньої ситуації; прийняття ефективних рішень по постановці задач і вибору поведінки; прогнозування і планування шляхів досягнення мети; керування рухом або маніпуляцією.

Для процесу інтелектуалізації важливим стала мікромініатюризація сенсорних компонентів на базі 3D мікропроцесорних технологій, створення мікро-електромеханічних та мікро-опто-електромеханічних систем Основними компонентами, що створюють подальшу мініатюризацію технічних систем є виконавчі (силові) компоненти. Вони до сьогодні базуються в основному на технічних ідеях двигунів ХІХ сторіччя. Їх майбутній процес пов'язаний із створенням мікромініатюрних механізмів типу штучних м'язів на базі 3 D – мікросистемних технологій.

Відповідно до загальних тенденцій розвитку пакувальних машин планується зближення і в перспективі конструктивне злиття всіх компонентів на загальній технологічній базі мікро системної техніки. Тобто пріоритетною основою машин і технічних систем майбутнього повинна стати єдина система їх компонентів у вигляді функціонально, конструктивно і інформаційно уніфікованих модулів. На рисунку наведена характерна послідовність створення мехатронної бази пакувальних машин і технічних систем нового покоління.

Проектування мехатронних модулів із яких створюють нове покоління пакувальних машин не є єдиним реалізуючим принципом мехатроніки. Технічні системи, в тому числі і пакувальні машини, створені із мехатронних модулів не можуть називатися мехатронними,

якщо в їх основі не є загальносистемна оптимізація, а декомпозиція з локальною оптимізацією окремих функціональних складових.

Для того щоб синтезована за загальними критеріями технічна система могла бути віднесена до класу мехатронних, результатом її оптимізації повинно бути конструктивне злиття окремих функціональних компонентів різної фізичної природи – механічних, електронних, електротехнічних та оптичних.

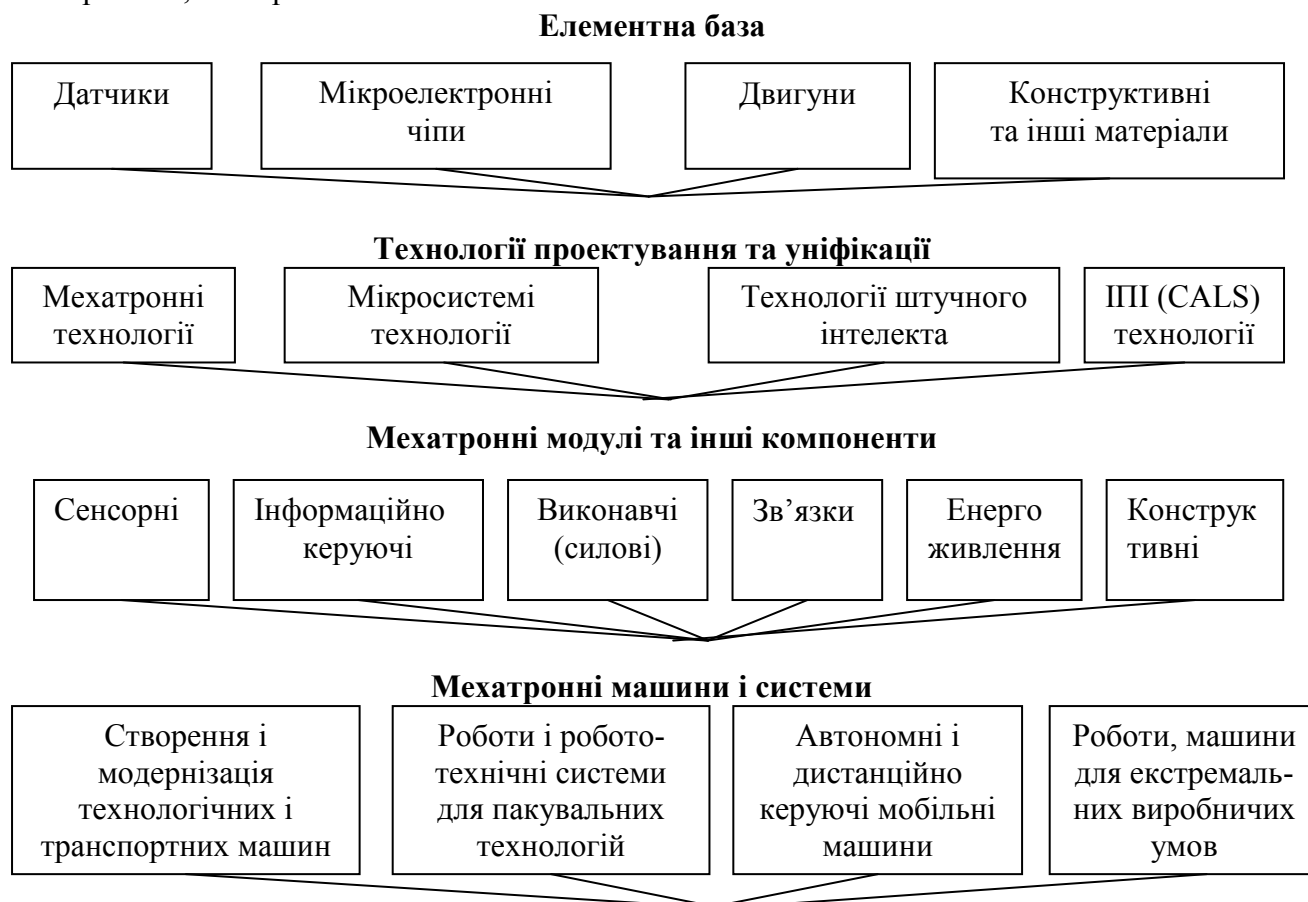


Рисунок – 1. Послідовність створення мехатронних пакувальних машин і систем

Проектування пакувальних машин із мехатронних модулів – це спосіб оптимізації функціональних груп пакувальних машин близьких за призначенням.

Одиночне застосування мехатронної технології, з одного боку, і модульного принципу побудови пакувальних машин, з другого, потребує визначення мінімального елемента (модуля). Створення мехатронного модуля, який є таким елементом, передбачає єдиний системний підхід до його розробки і не може здійснюватись без тісного взаємоузгодження інтерфейсних компонентів.

Реалізація мехатронних технологій опробована авторами під час створення машин для групового пакування харчових продуктів. Методологія та теоретичні розробки викладені в роботі [1]. Сформована концепція і методологія мехатронної технології в подальшому буде використана під час проектування новітніх зразків інших функціональних груп пакувальних машин.

Література

1. Якимчук М.В. Науково – технічні засади розвитку обладнання для групового пакування харчових продуктів на основі мехатронних модулів: автореферат для д-ра техн. наук: 05.18.12 «Процеси та обладнання харчових, мікробіологічних та фармацевтичних виробництв» / Якимчук Микола Володимирович: НУХТ.- К. 2016.- 40с.
2. Гавва О. М. Забезпечення заданої інтенсивності переміщення сипкої продукції із бункера в лінійних вагових дозаторах / О. М. Гавва, А. В. Деренівська, Л. О. Кривопляс-Володіна // Вібрації в техніці та технологіях. - 2012. - № 4. - С. 103-108. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vvtt_2012_4_20.

ШЛЯХИ ТА СПОСОБИ ЗАОЩАДЖЕННЯ ЕНЕРГІЇ В ПНЕВМОПРИВОДАХ ПАКУВАЛЬНИХ МАШИН

Вступ та актуальність теми. Розподілення енергетичних витрат у пакувальному обладнанні з пневмоприводом доцільно класифікувати за трьома основними ознаками. Перша ознака - споживання енергії на виконання технологічних операцій пакування. Друга - споживання енергії на виконання допоміжних операцій пакування. Третя, найбільш розгалужена ознака - споживання енергії при забезпеченні комутативних систем живлення обладнання.

Кроки з енергозбереження стисненого повітря передбачають проведення комплексу заходів на кожній з перерахованих ознак і поділяються на проведення оптимізації технологічного процесу та зменшення непродуктивних втрат повітря з системи живлення. Першу частку витрат повітря можна зменшити наприклад, за рахунок оптимізації кількості операцій, порядку їх виконання в процесі пакування продукції, кінематичних і силових параметрів тощо. Друга частка витрат стисненого повітря є найбільш вагомою, так як саме в системах живлення спостерігаються найбільші втрати енергії. Цю частку можна зменшити за рахунок оснащення робочих органів, які наприклад виконують операції подачі матеріалу або відведення тари, механізмами для акумулювання енергії, пристроями її обліку витрат.

Підсумком якості проведених енергоощадних заходів є кількість заощадженого повітря, або електроенергії. Поряд з цим доводиться констатувати той факт, що у більшості вітчизняних виробників відсутній системний підхід з проведення таких заходів.

Основна частина. Метою даної роботи є дослідження конструкцій устаткування, які дають можливість проводити постійний моніторинг непродуктивних втрат стисненого повітря на підприємствах в технологічних потокових лініях харчової та пакувальних комплексах.

Визначення непродуктивних втрат повітря під час роботи пакувального обладнання – процес складний. Для цього необхідно мати спеціальне устаткування, як стаціонарне та мобільне. Традиційно одноразовий моніторинг проводиться шляхом використання мобільного устаткування, яке може підключитись в будь-яку точку трубопроводу пневматичної системи живлення (рис.1).

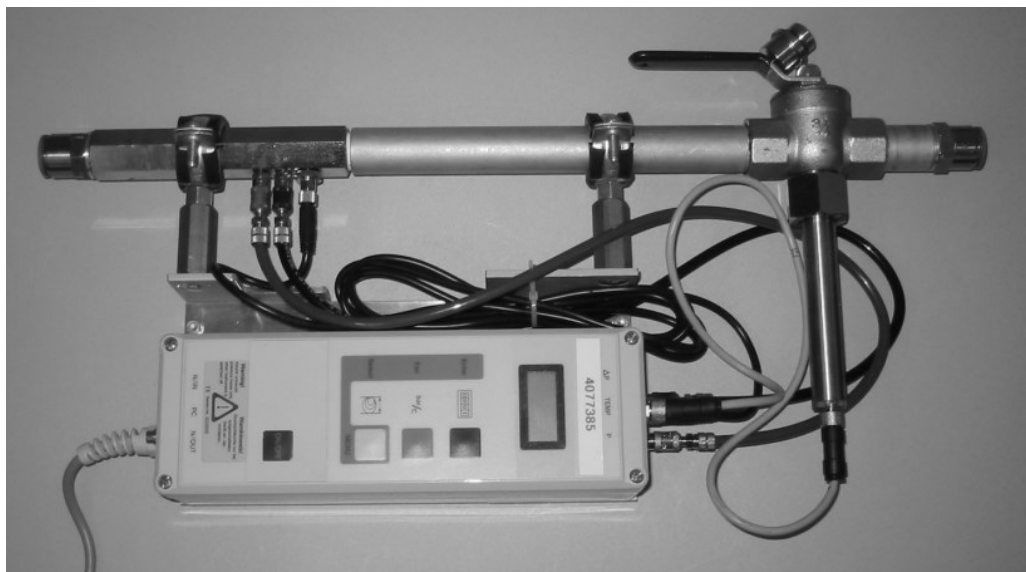


Рисунок 1 – Мобільний витратомір VSM 3K

Таке устаткування комплектується комплексом датчиків витрат та тиску, які об'єднані з блоком керування та через спеціальну шину мають можливість підключатись до комп'ютера. Результати вимірювання в такій системі фіксуються в режимі реального часу та обробляються спеціальним програмним забезпеченням. Додатково подібним обладнанням можна вимірювати стан зношення окремих пневматичних елементів, наприклад, пневмоциліндрів або розподільників, визначати якість проведеного їх ремонту. Результати замірів до і після модернізації системи живлення стисненого повітря можна представити в зручній для аналізу формі (рис.2).

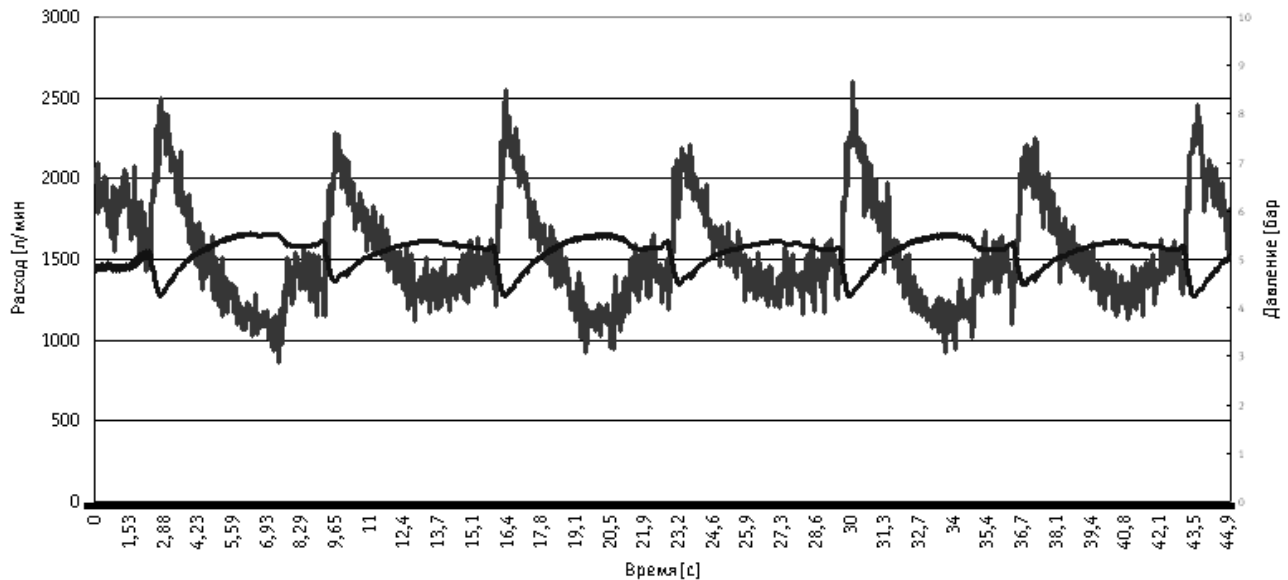


Рисунок 2 – Зміна витрат повітря та тиску в часі в пневматичній системі живлення під час роботи обладнання

До основних недоліків такого устаткування відноситься необхідність зупинки пакувального обладнання на певний час для підключення та відключення вимірювального устаткування, що порушує графік виконання плану виробництва і супроводжується довгим процесом погодження.

Сьогодні найбільш перспективним є використання безконтактних вимірювальних комплексів – ультразвукових детекторів. Робота таких приладів базується на пошуку місць та визначенні величини непродуктивних втрат стисненого повітря шляхом вимірювання швидкості струменя витоку повітря (рис.3).

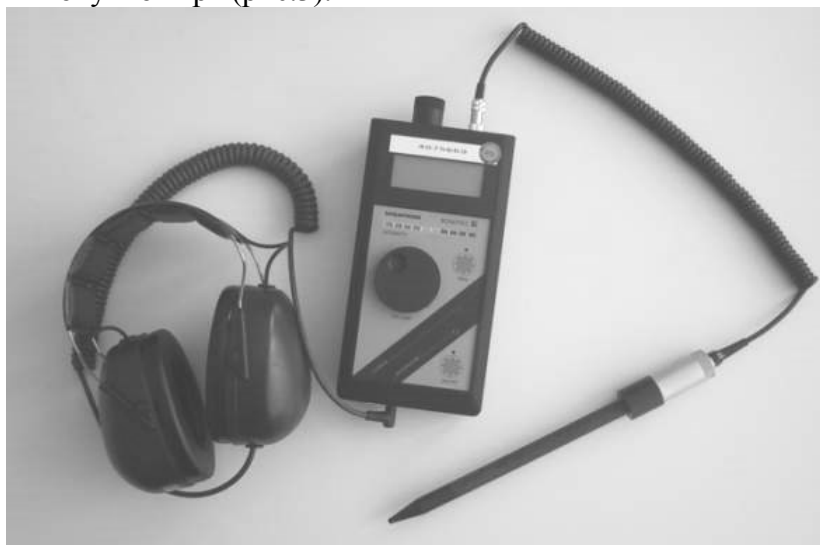


Рисунок 3 – Ультразвуковий детектор пошуку непродуктивних втрат стисненого повітря

Сучасні моделі детекторів мають цифрову панель, яка показує величину непродуктивних витрат повітря або швидкість його струменя потоку та комплектуються додатковими насадками, які допомагають проводити діагностику пневматичних систем живлення, розташованих високо від підлоги. В середньому при використанні насадок відстань збільшується з одного до п'яти метрів.

Для реалізації постійного моніторингу виробництва щодо витрат повітря та його непродуктивних витрат впроваджується комплекс стаціонарних вимірювальних пристроїв, як правило - витратомірів (рис.4).

Передачу інформації від кожного вимірювального елементу до основного комп'ютера відбувається через мережеву комп'ютерну систему. Впровадження такої системи моніторингу дає ряд суттєвих переваг: постійний аналіз витрат та витрат стисненого повітря за годину, зміну, місяць тощо; порівняння та аналіз споживання повітря однаковим типом обладнання; аналіз стану зношування пневматичних елементів в обладнанні тощо.

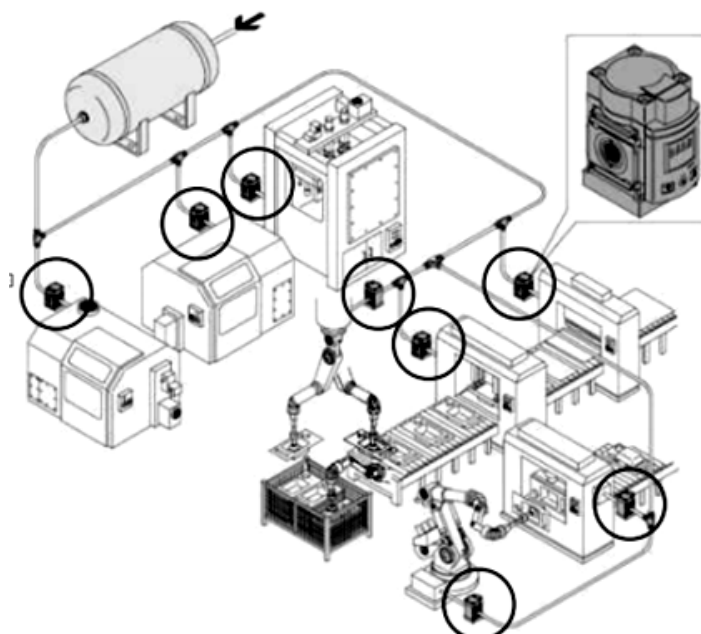


Рисунок 4 – Комплексний підхід до моніторингу витрат стисненого повітря на обладнанні

Висновок. Однією з нагальних потреб сьогодення для підприємств харчової та пакувальної галузей є проведення заходів з енергозбереження. Встановлено, що найбільший економічний ефект від таких заходів отримується у випадку впровадження комплексу вимірювальних засобів в потокові лінії для здійснення постійного моніторингу витрат стисненого повітря. У роботі виконано аналіз конструкцій витратомірів для таких систем, визначені переваги та недоліки їх використання.

Література

1. Пакувальне обладнання : підручник / О.М. Гавва, А.П. Беспалько, А.І. Волчко, О.О. Кохан. — К.: ІАЦ Упаковка, 2010. — 746 с.
2. Каталог виробів компанії Фесто. -Режим доступа: <http://www.festo-didactic.com/ru-ru/>
3. Пашков Е.В. Промышленные механотронные системы на основе пневмопривода: учебн. / Е.В. Пашков, Ю.А. Осинський. -Сев.: СевНТУ, 2007 – 401 с.

УДК 678.742

Бухкало С.І., к.т.н.,

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» (НТУ «ХПІ»), м. Харків, Україна

ТЕХНОЛОГІЇ РЕСУРСО- ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ДЛЯ ПОЛІМЕРНОЇ ТАРИ ТА ПАКУВАННЯ

Вступ. Світовий ринок випуску великотоннажного полімерного пакування та тари (ППТ) для харчових продуктів неупинно зростає. Така ситуація вимагає використання інноваційних ресурсо- та енергозберігаючих технологій утилізації пакування та тари.

Поширеним способом утилізації полімерного пакування та тари застосування сміттєзвалище, але, на наш погляд є можливості комплексного вирішення задач підвищення ефективності використання ППТ після закінчення терміну її експлуатації.

Актуальність. Ринок сировини для ППТ України забезпечується закордонними виробниками, така ситуація обумовлює, перш за все, застосовування ППТ після закінчення терміну її експлуатації, у якості матеріальних та енергетичних, тобто відновлюваних та нетрадиційних джерел сировини та енергії на комплексному підприємстві, яке може забезпечувати усі свої енергетичні потреби самостійно. Загалом цей напрям досліджень пов'язаний з удосконаленням технологій ППТ та подовженням терміну їх експлуатації зв'язаним з переробкою у вторинну сировину або енергоресурси. Комплексні технології також забезпечують використання властивостей полімерних матеріалів – тривалий термін експлуатації – для більшості полімерів це можливість переробки у вироби нового асортименту шість разів.

Основна частина. Спрощена функціональна схема поводження з ППТ за принципом ідентифікації-класифікації (рис. 1) дозволяє уявити складний хіміко-технологічний цикл переробки-утилізації в сировину та енергоресурси. [1]

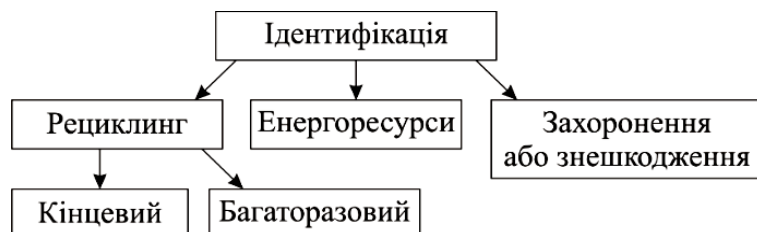


Рисунок 1 - Функціональна схема технології ресурсо- та енергозбереження для ППТ

Дослідження спрямовані на вивчення таких питань як організація збирання і транспортування відходів, їх класифікація-ідентифікація та методи контролю якості, маркування відповідно до загальноприйнятої класифікації полімерів; вибір науково-обґрунтованих методів переробки та утилізації полімерів; розробка необхідних технологічних схем, вибір добавок для модифікації та обладнання для переробки полімерних відходів; вибір підприємств для реалізації утилізації полімерів і виду енергетичних ресурсів для реалізації цих проектних рішень.

Процес автоокислення у період експлуатації ППТ, наприклад для поліетиленової плівки, характеризується трьома стадіями: періодом індукції, якій відповідає стадія зародження ланцюгів; періодом, прискорення, якому відповідають стадії росту ланцюгів; періодом сповільнення, що відповідає стадії обриву ланцюгів. Відповідно до зміни властивостей полімеру-сировини, підрозділяють ці процеси на агрегативні, пов'язані із процесами зшивки, і деструктивні, пов'язані з розпадом макромолекул на більше дрібні фрагменти [1–3].

Контроль цих процесів ми проводили за основними фізико-хімічними показниками властивостей ППТ – зміна кількості киснеутримуючих в натурних умовах поліетиленової плівки (рис. 3 б: 1 – карбоксильних; 2 – складноефірних), ненасичених (рис. 2, Group 3),

метильних груп (рис. 2, Group 4) та ін., а також за структурно-механічними показниками – зміна показника текучості розплаву (рис. 3 а: температура, °С: 1, 2 – 190; 3, 4 – 210; навантаження, Н – 49,8; 1, 4 – плівка, 2, 3 – пресовані зразки), кількості геліфракції (рис. 3 б: 3 – геліфракції), реологічних характеристик, молекулярної маси та ін).

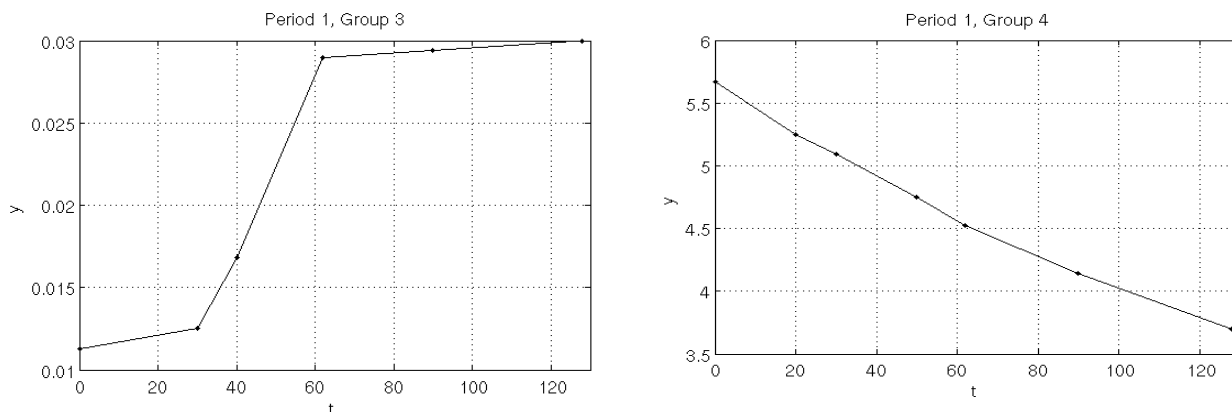


Рисунок 2 – Експериментальні дані визначення зміни ступеня ненасиченості (Group 3 та 4) для періодів (Period 1) експлуатації полімерної плівки

Вже після першого місяця експлуатації утворюється значна кількість геліфракції, висока швидкість утворення зшитою частини підтверджується різким зниженням плинності розплаву (рис. 3).

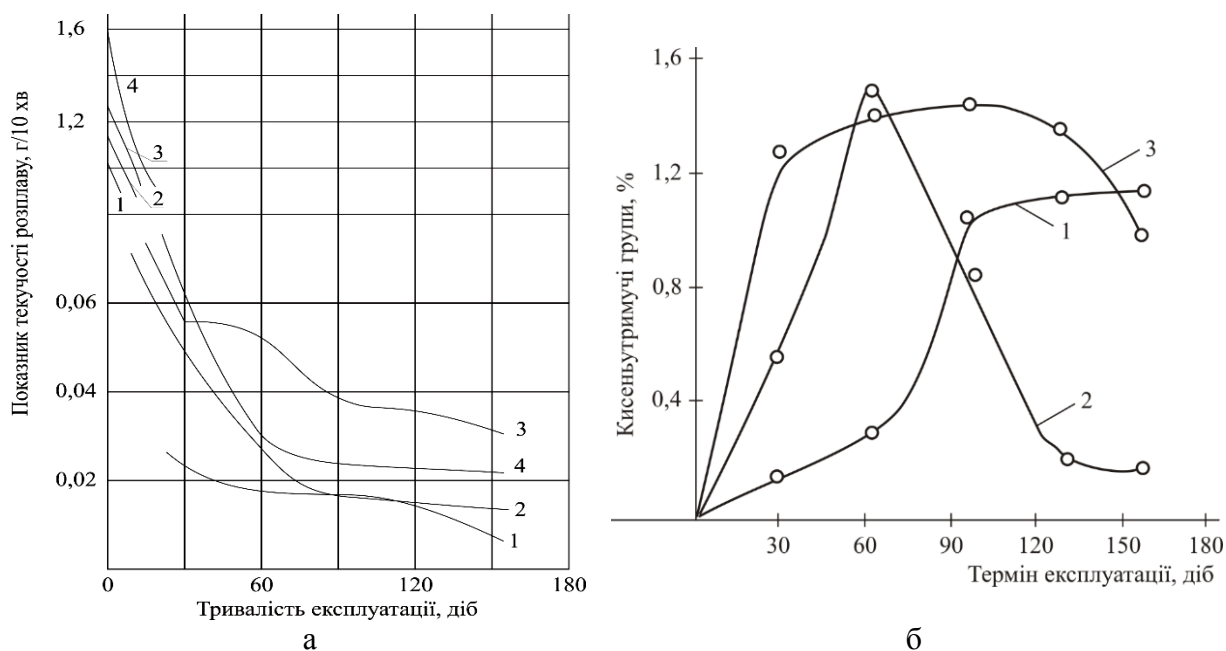


Рисунок 3 – Залежність ПТР (а) та утворення киснеутримуючих груп від тривалості експлуатації

Порівняння даних по експлуатації поліетиленової плівки в літні та осінні місяці дозволяє зробити висновок, що в процесі експлуатації сонячна радіація має велике значення. Можна припустити, що в процесах експлуатації ППТ при дії кисню й світла зшивки (утворення геліфракції) відбуваються переважно шляхом утворення кисневих містків між розгалуженими ланцюгами. Ці містки можуть бути перекисними, ефірними й складноефірними. Розвиток всіх окисних процесів відбувається з поверхні, впровадження кисню вглиб матеріалу визначається швидкістю дифузії кисню в полімери (рис. 2 та 3). Тому плівкові матеріали, як велика частка ППТ, найбільшою мірою схильні до фотоокислювальної деструкції [1–4].

Таким чином, для пошуку оптимальних варіантів комплексних безвідхідних технологій утилізації та переробки ППТ нами запропонована наступна послідовність дій:

- розробка способів та методів великотоннажних різновидів ППТ, їх попередня класифікація-ідентифікація (рис. 1);
- виявлення науково-обґрунтованих показників якості ППТ та залежність їх зміни у процесі її експлуатації у натурних умовах (рис. 2 та 3);
- виявлення принципових можливостей та недоліків існуючих технологій з обліком всіх розглянутих принципів, визначення вихідних потоків системи, які мають потребу в очищенні або мають продукти для утилізації;
- визначення основних причин, що перешкоджають модернізації існуючих виробництв із метою створення безвідхідних технологічних процесів і комплексів;
- розробка нових методів одержання цільового продукту або вдосконалювання одного з існуючих, задовольняючим принципам створення безвідхідних технологічних процесів і комплексів;
- розробка декількох варіантів безвідхідних технологій з обліком обраного нового методу – рециклінг-повторна переробка або кінцева утилізація-енергоресурси;
- вибір пріоритетної технології для кожного різновиду ППТ з погляду основних економічних показників і мети – створення безвідхідних технологічних процесів і комплексів.

Висновки. З урахуванням усіх можливостей процесу управління та поводження з ППТ необхідно враховувати наступні складові:

1. Можлива кількість циклів переробки, тобто розробка та удосконалення методів дослідження якісних показників ППТ;
2. Наявність можливостей технологій та методів подальшої комплексної переробки у енергетичні ресурси;
3. Вибір науково-обґрунтованих способів модифікації або покращання технологічних показників введенням необхідних компонентів;
4. Обов'язкове визначення кінцевої стадії утилізації полімерних відходів складних багатотоннажних ППТ на комплексних підприємствах.
5. Забезпечення комплексних підприємств сучасним обладнанням для проведення кінцевих стадій технологічної системи – виробництво енергоносіїв або компонентів органічного синтезу на екологічно-безпечному рівні.
6. Розробка математичних моделей дослідження якості ППТ залежно від терміну, регіонів та режимів експлуатації.
7. Пошук оптимальних варіантів комплексних безвідхідних технологій утилізації різновидів багатотоннажних ППТ.

Література

1. Бухкало С.И. Деякі властивості полімерних відходів у якості сировини для енерго- і ресурсозберігаючих процесів // Інтегровані технології та енергозбереження. – Х.: НТУ «ХП». 2014. – № 4. – с. 29–33.
2. Бухкало С.И. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах (інноваційні заходи) [текст] підручник. Київ «Центр учбової літератури»: 2014, 456 с.
3. Бухкало С.И. Деякі аспекти екологічної безпеки полімерної тари та пакування харчової промисловості / Наукові праці ОНАХТ. – Одеса, 2014. – Вип. 45. Т. 3. – С. 76–79.
4. Бухкало С.И. Екологічні та економічні проблеми утилізації полімерної тари та пакування продуктів харчування / Матеріали III міжн. н/практ. конф «Хімія біо- і нанотехнології, екологія та економіка в харчовій і косметичній промисловості». – Х.: НТУ «ХП». 2015. – с. 103–108.
5. Бухкало С.И. Особливості моделей утилізації різновидів полімерних відходів. Вісник НТУ «ХП». – Х. : НТУ «ХП», 2016. – № 19(1191). – С. 11–17.

ОБОСНОВАНИЕ ЗАТРАТ МОЩНОСТИ ТЕСТОМЕСИЛЬНЫХ МАШИН

Вступление. Инновации в ресурсо- и энерго- сбережение при работе тестомесильных машин базируются на создании такого энергетического воздействия на перемешиваемое сырьё и тесто, которое определяет направленность процессов тестоприготовления. Формирование качествообразующих процессов при замесе хлебопекарного, макаронного и кондитерского теста опирается на следующие направления:

1. анализ и корректировка затрат мощности на перемешиваемое сырьё и тесто;
2. оценка свойств состояния теста и перемешиваемого сырья;
3. изучение технологических и технических составляющих тестоприготовления и их взаимосвязи.

Возможность изменения энергетических, тепловых, гидромеханических и качествообразующих процессов при замесе теста приводит к установлению максимально эффективного режима работы тестомесильных машин.

Актуальность. Для анализа соответствия затрат мощности тестомесильных машин, эксплуатируемых в различных пищевых производствах, а также выполнения задач технологий замеса теста, необходимо произвести оценку результативности их энергетического воздействия при тестоприготовлении. Степень единства развития предоставленной группы пищевого оборудования ориентирует потенциал их процессного воздействия возможностью варьирования, что впоследствии приводит к технологически аргументированному ориентации уровню качествообразующих процессов [1].

Основная часть. Характер, метод, вид и время энергетического воздействия на перемешиваемое сырьё и тесто в ходе технологической операции замеса теста выражается через мощность, затрачиваемую при работе тестомесильной машиной. Расчёт, уточнение и анализ даёт возможность точно определить характер изменения затрат мощности во времени и выявить недостатки их теоретического описания [2,3]. Для реализации поставленной цели принимаются следующие параметры тестомесильных машин:

- оценка качества работы реализуется по одной шкале измерений;
- единицы расчёта, которые дают возможность сопоставлять предоставленную группу пищевого оборудования различных времён и стран, являются элементами международной системы измерений СИ;
- энергетическое воздействие на перемешиваемое сырьё и тесто осуществляется через месильный орган и другие энергопередающие устройства;
- параметры замеса теста, характеризующие его результативность, обнаруживающие и обуславливающие энергетическое воздействие на формирование свойств теста взаимосвязаны;
- технологически обоснованная равномерность теста достигается только варьированием энергетических, тепловых, гидромеханических и качествообразующих процессов.

Выбор оптимального режима затрат мощности предоставленной группы пищевого оборудования в период реализации технологической операции замеса теста основан на чётко определенной последовательности видов энергетического воздействия соответствующего количественным и качественным показателям перемешиваемого сырья и теста. Определение оптимизации затрат мощности тестомесильной машины можно определить как соответствие усовершенствования процессов тестоприготовления направленное на получение хлебопекарных, макаронных и кондитерских изделий со сбалансированным составом, отвечающим всем требованиям современной пищевой науки. Достижение максимального эффективного режима работы тестомесильных машин S [4,5] можно описать парой элементов

$$\mathbf{S} = \langle \mathbf{X}_s, \mathbf{R}_s \rangle, \quad (1)$$

где, $\mathbf{X}_s$ – характер, метод, вид энергетического воздействия на перемешиваемое сырьё и тесто, реализуемые через затраты мощности тестомесильной машины;

$\mathbf{R}_s$ – технологически обоснованный уровень протекания качествообразующих процессов перемешиваемого сырья и теста.

Данный подход даёт возможность провести математическое моделирование и экспериментальную проверку в реализации, корректировке и уточнении технологически обоснованных процессов тестоприготовления. Выделенные технологические и технические параметры в целом дают возможность обосновать технико-экономическую эффективность применения тестомесильных машин при замесе теста. В целом данная оценка сводится к решению [4,5] задачи "min-max":

$$\chi(\mathbf{d}) = \max_{\xi \in \Xi} \cdot \min_{z \in Z} \cdot \max_{j \in J} \cdot g_j(\mathbf{d}, z, \xi) \leq 0, \quad (2)$$

где, $\chi(\mathbf{d})$ – функция гибкости характера, метода, вида и времени энергетического воздействия на перемешиваемое сырьё и тесто тестомесильной машиной;

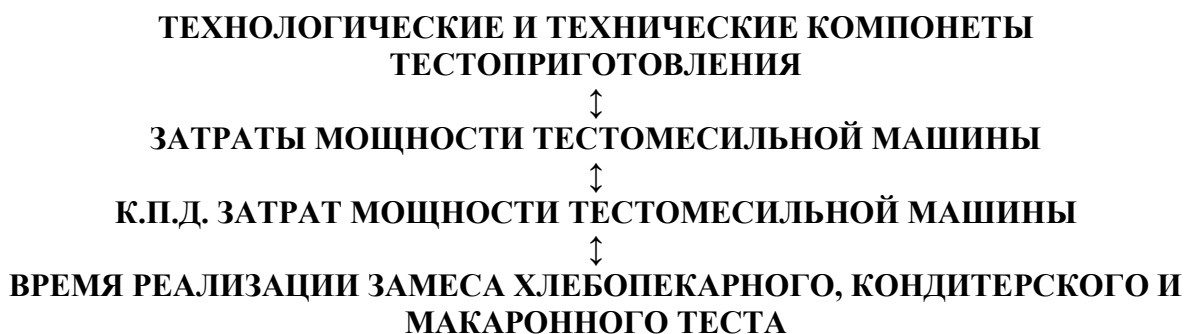
$J = \{1, \dots, m\}$ – множество для функции ограничений, качествообразующих процессов при замесе перемешиваемого сырья и теста, тестоприготовления;

$\mathbf{d}$ – вектор направленности работы тестомесильной машины;

z – значение затрат мощности тестомесильной машины;

ξ – область поставленных задач технологического процесса замеса теста и тестоприготовления.

В качестве инструмента анализа корректировки и уточнения технологически обоснованных процессов тестоприготовления выступает: с одной стороны характер, метод, вид и время энергетического воздействия на перемешиваемое сырьё и тесто при работе тестомесильной машины; с другой стороны качествообразующие процессы при замесе перемешиваемого сырья и теста, тестоприготовления. Конечным результатом исследования является построение математической модели затрат мощности тестомесильных машин при осуществлении характера, метода, вида энергетического воздействия на перемешиваемое сырьё и тесто. Данная задача реализуется через алгоритм



Определение наиболее эффективной реализации процессного воздействия в тестоприготовлении основывается на методическом обосновании, теоретическом расчёте и экспериментальном подтверждении реализуемого алгоритма соответствия затрат мощности тестомесильных машин, эксплуатируемых в различных пищевых производствах, а также выполнению задач технологий замеса хлебопекарного, макаронного и кондитерского теста. Её методическое решение, возможно, представить как систему уравнений

$$\left\{ \begin{array}{l} N = \sum_{n=1}^8 (N_1 + N_2 + \dots + N_i + \dots + N_n) \end{array} \right. \quad (3)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} N_{\text{эф}} = \frac{\sum_{n=1}^8 N_{\text{полож}}}{\sum_{n=1}^8 N_{\text{отриц}}} \end{array} \right. , \quad (4)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \eta = \sum_{n=1}^8 \left(\frac{\eta_1 + \eta_2 + \dots + \eta_i + \dots + \eta_n}{n} \right) \end{array} \right. \quad (5)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \tau = \sum_{n=1}^8 (\tau_1 + \tau_2 + \dots + \tau_i + \dots + \tau_n) \end{array} \right. \quad (6)$$

где, N_1, N_2, N_i, N_n – мощность, затрачиваемая при работе тестомесильной машины, кВт.; $N_{\text{эф}}$ – величина удельных затрат мощности тестомесильной машины; $N_{\text{полож}}$ – положительная мощность, затрачиваемая при работе тестомесильной машины, кВт.; $N_{\text{отриц}}$ – отрицательная мощность, затрачиваемая при работе тестомесильной машины, кВт.; $\eta, \eta_1, \eta_2, \eta_i, \eta_n$ – КПД составляющих передачи затрат мощности тестомесильной машиной, ед.; $\tau, \tau_1, \tau_2, \tau_i, \tau_n$ – длительность энергетического воздействия на перемешиваемое сырьё и тесто по выполнению задач технологий замеса теста, с.; n – количество составляющих расчёта, ед.

Теоретическое обоснование и экспериментальное подтверждение, при учёте факторов $N, N_{\text{эф}}, N_{\text{полож}}, N_{\text{отриц}}, \eta, \tau$, достигается решением задачи "min-max" и алгоритмом энергетического воздействия на перемешиваемое сырьё и тесто тестомесильной машины. Установление оптимального энергетического воздействия на перемешиваемое сырьё и тесто тестомесильной машиной при замесе хлебопекарного, макаронного и кондитерского теста, даёт возможность определить достижение заданной равномерности теста. Его технологические свойства устанавливают количественный, качественный состав перемешиваемого сырья и характер, метод, вид энергетического воздействия тестомесильной машины.

Выводы

1. Установлена задача "min-max" применения тестомесильных машин при замесе теста.
2. Найден алгоритм построения математической модели затрат мощности тестомесильных машин.
3. Сформулирована система уравнений оптимального энергетического воздействия на перемешиваемое сырьё и тесто тестомесильной машиной при замесе хлебопекарного, макаронного и кондитерского теста.

Литература

1. Процессы и аппараты пищевых производств. / Под ред. И.Ф. Малежика. – Киев.: Мин-во образ. и науки Украины, Нац. ун-т пищевых технологий, 2003. – 400 с.
2. Технологическое оборудование хлебопекарных и макаронных изделий. / [А.Т. Лисовенко, И.Н. Литовченко, И.В. Зирнис и др.]; Под ред. А.Т. Лисовенко. – Киев.: Научная мысль, 2000. – 282 с.
3. Бурдо О.Г. Энергетический мониторинг пищевых производств / О.Г. Бурдо. – Одесса.: Полиграф, 2008 — 241 с.
4. Дворецкий С.И. Основы проектирования пищевых производств / С.И. Дворецкий, Е.В. Хабарова. – Тамбов.: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та. 2008. – 92 с.
5. Оборудование для механической обработки в пищевых производствах / [В.Н. Долгунин, В.Я. Борщев, А.Н. Куди, О.О. Иванов, В.А. Пронин, П.А. Иванов.] – Тамбов.: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та. 2005. – 80 с.

УДК 621.798

Гуць В.С., д.т.н.,

Губеня О.О., к.т.н.,

Гуць О.О.

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

ЕНЕРГІЯ ДЕФОРМУВАННЯ В'ЯЗКО-ПРУЖНИХ СИСТЕМ В ОПЕРАЦІЯХ ТРАНСПОРТУВАННЯ ТА ПАКУВАННЯ

Вступ. Для оптимізації енерговитрат на переміщення вантажу під час контакту з робочими органами у вигляді пружин, демпферів, вузлів тертя необхідно звернути увагу на правильність розрахунків роботи та потужності.

Матеріали і методи. Енерговитрати під час контакту вантажу з робочими органами обладнання визначено на основі математичного моделювання з використанням диференціальних рівнянь руху вантажу другого порядку для різних типів робочих органів.

Результати і обговорення. Розрахуємо роботу, що виконана силою $F=cy$ прикладеної до пружини, яка розтягується на величину h . З точки зору теоретичної механіки: y - подовження пружини, м; c – коефіцієнт жорсткості пружини, Н/м; h – максимальне подовження пружини, м. Відомо, що роботу сил пружності у спрощеному вигляді знаходять з рівняння:

$$A = \int_0^h F dy = \int_0^h cy dy = \frac{ch^2}{2} \quad (1)$$

Аналіз рівняння (1) показує, що робота сили пружності під час відхилення від початкового стану пропорційна квадрату відхилення h . Вона залежить не від траєкторії переміщення та тривалості деформування, а від кінцевого положення. Враховуючи, що теоретично пружина деформується миттєво, втрачається сенс визначення енергетичної складової механічних процесів потужності. Витрати енергії можна визначити ввівши поняття «Потужність, приведена до одиниці часу» $N=A/t$, де t – тривалість деформування.

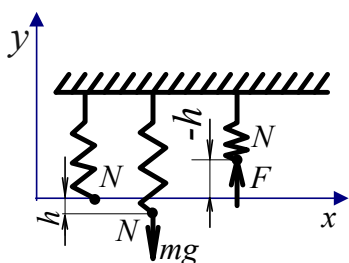


Рисунок 1

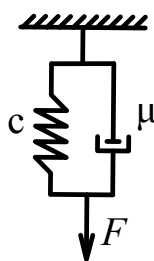


Рисунок 2

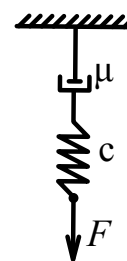


Рисунок 3

Рівняння (1) придатне до обмеженого використання в практиці інженерних розрахунків. В реальних умовах деформація відбувається поступово. Врахувати тривалість деформування можна, ввівши у механічну модель в'язкий елемент - демпфер (рис. 2)

Диференціальне рівняння деформування в'язко-пружної системи:

$$F = cy(t) + \mu \frac{dy}{dt}, \quad (2)$$

де коефіцієнти в рівнянні (3) мають розмірність відповідно c [Н/м]; μ [Нс/м].

Врахувавши початкові умови $t=0 \Rightarrow y(0) = 0$ отримаємо розв'язок рівняння (2).

$$y(t) = \frac{F}{c'} (1 - e^{-\frac{ct}{\mu}}) \Rightarrow \frac{dy(t)}{dt} = \frac{F}{\mu} e^{-\frac{ct}{\mu}} \Rightarrow dy(t) = \frac{F}{\mu} e^{-\frac{ct}{\mu}} dt \quad (3)$$

Для $F=const$ отримаємо роботу деформування в'язко-пружної системи, а після диференціювання – її витрату потужності:

$$A = \int_0^{t_1} F dy(t) = \frac{F^2}{c'} (1 - e^{-\frac{ct_1}{\mu}}), \quad N = \frac{dA}{dt} = \frac{F^2}{\mu} e^{-\frac{ct_1}{\mu}} \quad (4)$$

Отримані рівняння дозволяють визначити енергетичні характеристики деформування в'язко-пружної системи в довільний час t в інтервалі від 0 до t_1 , коли використовують механічну модель у вигляді паралельно з'єднаних в'язкого та пружного елементів, і деформування відбувається в режимі постійного зусилля $F = \text{const}$.

Якщо на початку відбувається миттєве деформування за рахунок пружини, а потім поступове за рахунок демпфера, механічна модель послідовно з'єднаних пружного та в'язкого елементів має вигляд (рис. 3).

Роботу деформування знайдемо як суму робіт пружини A_{np} і демпфера A_{dm} :

$$A = A_{np} + A_{dm} \quad (5)$$

Роботу деформування пружини A_{np} знайдемо з рівняння (1):

$$A_{np} = \frac{cy_1^2}{2} \quad (6)$$

Роботу деформування демпфера:

$$A_{dm} = \int_{y_1}^{h_{\max}} F dy \quad (7)$$

Механізм деформування демпфера наступний:

$$F = \mu \frac{dy}{dt} \Rightarrow dy = \frac{F dt}{\mu}, \quad A_{dm} = \int_0^{t_1} \frac{F^2}{\mu} dt = \frac{F^2}{\mu} t_1 \quad (8)$$

Роботу та потужність деформування механічної моделі у вигляді послідовно з'єднаних пружини і демпфера:

$$A = \frac{cy_1^2}{2} + \frac{F^2}{\mu} t_1, \quad N = \frac{cy_1^2}{2t_{od}} + \frac{F^2 t_1}{\mu t_{od}} \quad (9)$$

Зусилля деформування F_δ може змінюватися за різними законами. Універсальною є залежність $F_\delta = F_1 e^{-at}$, де a може мати як позитивне так і від'ємне значення.

У разі деформування в'язко-пружної системи за лінійним законом запишемо:

$$cy(t) + \mu \frac{dy(t)}{dt} = kt \quad (10)$$

За початкових умов $t=0 \Rightarrow y(0)=0$ отримаємо:

$$y(t) = \frac{k}{c^2} (tc - \mu + e^{-\frac{ct}{\mu}} \mu), \quad \frac{dy(t)}{dt} = \frac{k}{c} (1 - e^{-\frac{ct}{\mu}}) \quad (11)$$

Диференціюючи рівняння (11), знайдемо швидкість деформування

Робота та потужність деформування:

$$A = \int_0^{t_1} F_\delta dy(t) = \int_0^{t_1} F_{\delta c} \frac{k}{c} (1 - e^{-\frac{ct}{\mu}}) dt = \frac{F_{\delta c} k}{c^2} (ct - \mu + \mu e^{-\frac{ct_1}{\mu}}), \quad N = \frac{F_{\delta c} k}{c} (1 - e^{-\frac{ct_1}{\mu}}) \quad (13)$$

де $F_{\delta c}$ – середнє значення зусилля деформування в інтервалі від нуля до t_1 .

За початкових умов $t=0 \Rightarrow y(0)=h_0$ розв'язок диференціального рівняння 16:

$$y(t) = \frac{k}{c^2} \left[tc - \mu + e^{-\frac{ct}{\mu}} (h_0 + \frac{k\mu}{c^2}) \right], \quad \frac{dy(t)}{dt} = \frac{k}{c} - \frac{ce^{-\frac{ct}{\mu}} (h_0 + \frac{k\mu}{c^2})}{\mu} \quad (14)$$

Робота та потужність:

$$A = \frac{F_{\delta c}}{c^2} (kct - h_0 c^2 - \mu k + h_0 c^2 e^{-\frac{ct}{\mu}} + \mu k e^{-\frac{ct}{\mu}}), \quad N = \frac{dA}{dt} = \frac{F_{\delta c}}{c^2} (kc - \frac{c^3 h_0 e^{-\frac{ct}{\mu}}}{\mu} - c k e^{-\frac{ct}{\mu}}) \quad (15)$$

Аналогічні залежності можна отримати для інших функцій зусилля деформування.

Наприклад, якщо зусилля деформування є функцією від величини деформації $F_0=y(t)$, диференціальне рівняння запишемо:

$$cy(t) + \mu \frac{dy(t)}{dt} = ky(t) \quad (16)$$

За початкових умов $t=0 \Rightarrow y(0)=h_0$ (система працює на розвантажування так як була попередньо деформована) розв'язок рівняння:

$$A = F_0 h_0 (e^{\frac{(k-c)t}{\mu}} - 1), \quad N = F_0 \frac{h_0}{\mu} (k - c) e^{\frac{(k-c)t}{\mu}} \quad (17)$$

В разі послідовного з'єднання пружного і в'язкого елементів запишемо математичну модель у вигляді:

$$\mu \frac{dy(t)}{dt} = F(t, y) + \frac{\mu}{c} \frac{dF(t, y)}{dt} \quad (18)$$

У випадку лінійної залежності, коли $F(t)=kt$:

$$\mu \frac{dy(t)}{dt} = F(t) + \frac{\mu}{c} \frac{dF(t)}{dt} \quad (19)$$

Тоді:

$$A = \int_0^{t_1} F_{cp} dy(t) = \frac{1}{2} F_{cp} k t_1 \left(\frac{t_1}{\mu} + \frac{1}{c} \right), \quad N = \frac{dA}{dt} = F_{cp} k \left(\frac{t_1}{\mu} + \frac{1}{c} \right) \quad (20)$$

$$(21)$$

Для зусилля $F(t)=F_2 e^{at}$ деформування аналогічно попередньому знайдемо:

$$A = \int_0^{t_1} F_{cp} dy(t) = \frac{F_{cp} F_2 (c + \mu a)}{a \mu c} (e^{at_1} - 1), \quad N = \frac{dA}{dt} = \frac{F_{cp} F_2}{\mu c} (c + \mu a) e^{at_1} \quad (22)$$

Висновок. Розроблені математичні моделі дають можливість розрахувати швидкість руху, переміщення вантажу, енергетичні витрати та рекомендуються для використання під час впровадження енергоощадних технологій в операціях транспортування та пакування. Результати моделювання дають можливість під час проектування вибрати привідний механізм, забезпечити такі режими руху, за яких вантаж не ушкодиться, а процес відбуватиметься з мінімальними витратами енергії.

Література

1. Parvini M. Logistics Operations and Management / M. Parvini // Packaging and Material Handling. - Elsevier. – 2011. - P. 155-180.
2. Гуць В.С. (2011), Перемещение груза рабочими органами технологического оборудования / В.С.Гуць, О.А.Коваль, А.А.Губеня // Упаковка. 2011. № 3. - С. 39-40
3. Гуць В. С. Оптимізація енерговитрат та підвищення якісних показників в транспортних операціях / В. С. Гуць, О. О. Губеня // Ресурсо- та енергоощадні технології виробництва і пакування харчової продукції – основні засади її конкурентоздатності : матеріали IV Міжнародної спеціалізованої науково-практичної конференції, 8 вересня 2015 р., м. Київ. – К. : НУХТ, 2015. – С. 155-157.
4. Гуць В. С. Моделювання руху вантажів у транспортних операціях / В. С. Гуць, О. О. Губеня, О. А. Коваль // Упаковка. - 2015. - № 2. - С. 36-38.

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ХЛІБОБУЛОЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ІНФРАЧЕРВОНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

Вступ. В роботі розглядається можливість використання плоских інфрачервоних випромінюючих панелей в хлібопекарному обладнанні. Показано, що ІЧ-випромінювачі сприяють підвищенню інтенсифікації виробництва та його енергоефективності. Описуються плоскі ІЧ-панелі та можливість зменшення їх енерговитрат.

Актуальність. В даний час одним з найважливіших питань для світового співтовариства є підвищення екологічної безпеки та енергоефективності. Ці питання тісно пов'язані. Перехід на нетрадиційні види виробництва енергії потребує підвищення ефективності використання електроенергії у всіх сферах життєдіяльності суспільства. Це відноситься і до харчової промисловості, зокрема, до хлібопекарського виробництва. Окрім того зростає конкуренція підприємств диктує необхідність підвищення якості і зниження енерговитрат при виробництві хлібобулочної продукції. Найбільші резерви для цього знаходяться на етапі випічки.

Матеріали та методи. Використано зразки різних типів інфрачервоних випромінювачів, зокрема скляний з оксидним нагрівним шаром, які досліджувались дистанційними та контактними термометрами. Порівнювались характеристики звичайних промислових хлібопекарських печей.

Результати та обговорення. Випічка здійснюється в хлібопекарних печах, від ступені досконалості яких істотно залежить якість кінцевих виробів та умовні енерговитрати на їх виробництво. Процес випікання традиційним способом вивчено досить глибоко, але умовні витрати енергії на одиницю продукції великі, а екологія виробництва далека від сучасних вимог.

Інфрачервоні печі в харчовій промисловості, які правильніше називати печами з електронагрівом почали використовуватися досить давно [1,2]. При порівнянні параметрів (див. табл. 1) печей з різними типами енергоносіїв, видно, що печі з електрообігрівом по всім показникам переважають газові та вугільні печі.

Таблиця 1 – Характеристики печей з різними типами енергоносіїв

Тип печі	Вид палива	Робоча площа поду, м ²	Добова продуктивність, т/добу	Умовна витрата палива кВт/кг продукції
ХВЛ	вугілля	26,3	24	48,2
ХПА-40	вугілля	38	40	32,2
БН-50	газ	50	32	38,0
ПХК-50	газ	42	28	31,0
БН-50Е	електроенергія	50	25	0,2-0,22
ПК-8	електроенергія	8,5	9,5	0,22
П-104Е	електроенергія	23,3	19,2	0,25

При цьому екологічна обстановка виробництв з електричними печами значно краща, зменшується кількість шкідливих викидів від продуктів згоряння, особливо вугільного палива.

Сучасні електричні хлібопекарські печі [3] забезпечують прогрів і випічку хлібобулочної продукції здебільшого двома способами передачі енергії: конвекційним та інфрачервоним випромінюванням. При цьому із вдосконаленням ІЧ-генераторів частина енергії що передається випромінюванням збільшується. Одним з сучасних інфрачервоних генераторів є плоска скляна панель [4], яка використовується для обігріву приміщень. В той же час аналогічні панелі [5] але з температурою робочої поверхні близько 300 °С перспективні для використання в пічному обладнанні. Їх ефективність по ІЧ-випромінюванню, з врахуванням температури пічної камери може складати 85-90 %, а довжина хвиль інфрачервоного випромінювання забезпечує не лише поверхневий, але й об'ємне прогрівання тістових заготовок. Відсутність теплових втрат зі зворотної (тильної) сторони таких випромінювачів (при температурі випромінюючої поверхні 130-150 °С, температура тильної сторони складає 20-25 °С) та можливість плавного і точного регулювання температури в різних зонах печі збільшує енергоефективність при використанні плоских ІЧ-випромінюючих поверхонь, чому сприяє також їх рівномірне та однонаправлене випромінювання. Це також дозволяє задовольнити вимоги технологічного процесу.

Недоліками електро-інфрачервоного обігріву в печах були ненадійність, складність обслуговування, та висока витрата електроенергії. На сьогодні їх надійність та ресурс задовільні, а надійність, енергоекономічність та зручність в обслуговуванні нагрівальних панелей на склі [6] значно вищі. Економія електроенергії також може забезпечуватися за допомогою періодичної подачі живлення. Оскільки скло здатне втримувати свою температуру на рівні 130-135 °С протягом 40 секунд, коли живлення не подається, і встигає нагрітись за 20 секунд до робочої температури, що дозволяє зекономити до 50 % енергії. Слід зазначити, що швидкість нагріву може змінюватись при різній товщині скла, але завжди прямопропорційно.

Висновки. Використання електричного нагріву в хлібопекарному виробництві ефективне, особливо при використанні ІЧ-випромінюючих елементів. Плоска скляна ІЧ-випромінююча панель відрізняється високою ефективністю та надійністю і може бути використана при проектуванні пічного обладнання.

Література

1. Володарский, А.В. Промышленные печи пищевых производств / Володарский, А.В., Сигал, М.Н., Ничиков, И.М. – Киев : "Техніка", 1986. – 135 с.
2. Гинзбург А.С. Инфракрасная техника в пищевой промышленности / А.С. Гинзбург. – М.: Изд-во "Пищевая промышленность", 1976. – 408 с.
3. Ауэрман Л.Я. Технология хлебопекарного производства / Ауэрман Л.Я.; Под общ. ред. Л.И. Пучковой. – СПб : Профессия, 2003. – 416 с.
4. Пат. 108277 Україна, МПК H05B 3/00. Інфрачервоний електрообігрівальний елемент / Родіонов Є.В.; власник Родіонов Є.В.; заявл. 19.01.2016; опублік. 11.07.2016, Бюл. № 13. – 2 с.
5. Ресурсо- та енергоощадні технології виробництва і пакування харчової продукції – основні засади її конкурентоздатності : матеріали 4-ої Міжнародної спеціалізованої наук.-практ. конф. 8 вер. 2015 р., Київ, Україна / М-во аграрної політики та прод-ва України, М-во освіти і науки України, Нац. ун-т харчових технологій. – Київ, 2015. – 199 с.
6. Родионов Е.В. Пленочные нагревательные элементы инфракрасных панелей / Родионов Е.В., Ковалев А.В., Шмидко И.Н. // Міжнародний науковий журнал "Smart and Young". – 2016. – № 4. – С. 42–52.

ВИЗНАЧЕННЯ СТАТИСТИЧНОЇ БАГАТОФАКТОРНОЇ ЗАЛЕЖНОСТІ ВИТРАТ ЕНЕРГІЇ НА ЗАМІШУВАННЯ ХЛІБНОГО ТІСТА

Вступ. Хлібопекарська галузь України останніми роками стикається з досить серйозними економічними проблемами. Їх виникнення пов'язано як зі зниженням якості сировини, що використовується для виготовлення хліба, так і з великою енергоемністю цієї промисловості, нераціональною організацією процесу виробництва.

Актуальність. Процес замішування є стохастичним, на який впливають багато випадкових факторів. Тому відомі залежності, що використовуються для розрахунку витрат енергії, є емпіричними, узагальненими і, як правило, дають завищені значення.

Завданнями досліджень є створення адекватної математичної моделі, в якій пов'язані витрати енергії з факторами, що на них впливають (консистенція матеріалів і режими замішування).

Матеріали та методи. Здійснено фізичні експерименти на експериментальній установці [1], для планування яких використано метод Зейделя–Гаусса. В підсумку отримана багатофакторна кореляційна залежність на основі отриманої функції Протодіяконова. Для визначення потужності електродвигуна в процесі замішування тіста використовувався самописний ватметр типу Н 379 з діапазоном вимірів до 0,1 кВт. Вологість тіста визначалася за стандартною методикою за допомогою приладу ВЧМ згідно ГОСТ 21094-75.

Експеримент по Зейделю–Гауссу базується на дослідженні впливу одного фактора за умови, що інші задаються на деякому рівні, який необхідно дослідити. Визначені в результаті експерименту залежності описуються частковими алгебраїчними функціями.

Для узагальнення часткових залежностей використовується багатофакторна функція Протодіяконова, застосування якої для обробки результатів експериментальних досліджень дозволяє отримати адекватні результати:

$$Y_{\Pi} = \frac{\prod_{i=1}^k y_i}{y_{cp}^{k-1}},$$

де y_i – часткові функції, визначені за допомогою методу найменших квадратів;

k – кількість факторів;

y_{cp} – середнє значення всіх врахованих результатів експерименту.

Слід зазначити, що перевагою функції Протодіяконова порівняно з рівняннями регресії, які отримують методом багатофакторного планування для опису процесів перероблення харчової сировини, є отримання більш коректних залежностей, які відповідають умовам реального експерименту.

Адекватність математичної моделі визначена за критерієм Фішера, розраховано середньоквадратичне відхилення та коефіцієнт детермінації.

Результати та обговорення. Статистичну багатофакторну залежність визначали в такій послідовності: визначення керованих факторів та меж їх зміни; розрахунок значень рівнів факторів (табл.1); заповнення матриці планування експерименту; визначення апроксимуючих функцій та значимості їх часткових залежностей; розрахунок статистичної багатофакторної залежності за формулою Протодіяконова.

Попередньо встановлено, що на процес замішування суттєво впливають такі фактори: кількість обертів місильного органа n ; вологість тіста w ; тривалість замішування t .

Кількість експериментів m визначалася кількістю рівнів p , які задані для кожного фактору, за формулою $m = p^2$. При кількості рівнів 5, кількість експериментів становить 25.

Таблиця 1 – Рівні факторів дослідження

№ п/п	Фактор	Рівень				
		1	2	3	4	5
1	X_1 , кількість обертів, об/хв	200	250	300	350	400
2	X_2 , вологість тіста, %	40	41	42	43	44
3	X_3 , тривалість замісу, с	180	210	240	270	300

За отриманими експериментальними значеннями часткових функцій визначені апроксимуючі функції методом найменших квадратів. Вид отриманих залежностей та розрахункові значення ($Y_i \cdot 10^3$) наведено в табл.2.

Таблиця 2- Розрахункові значення часткових функцій

№ п/п	Функція	Рівень					Середнє значення
		1	2	3	4	5	
1	$Y_1 = 97,3 + 0,244X_1$	146,1	158,3	170,5	182,7	194,9	170,5
2	$Y_2 = 137,4X_2 - 1,67X_2^2 - 2638,9$	175,6	177,2	175,5	170,4	161,9	172,1
3	$Y_3 = 1,1X_3 - 0,0013X_3^2 - 15,9$	139,5	157,3	172,6	185,7	196,4	170,3

В результаті обробки експериментальних даних та після математичних перетворень, емпіричне рівняння залежності витрати енергії від параметрів процесу має вигляд:

$$E = \frac{(97,3 + 0,244n) \cdot (137,4w - 1,67w^2 - 2638,9) \cdot (1,1t - 0,0013t^2 - 15,9)}{172,7^2}$$

За результатами експериментальних і розрахункових даних розраховано коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,96$ та середньоквадратичне відхилення, яке становить 8.9 %. Критерій Фішера $F = 168$ при $F_{кр} = 2.94$, отже $F > F_{кр}$ і модель є адекватною.

Після аналізу статистичної значущості коефіцієнтів рівняння регресії запропонована спрощена формула для інженерних розрахунків:

$$E = 137,8 + 3,5n - 7,2w + 9,5t$$

при таких параметрах процесу: $200 \leq n \leq 400$ об/хв.; $40 \leq w \leq 44$ %; $180 \leq t \leq 300$ с.

Аналіз обчислених значень функції E свідчить, що при збільшенні тривалості замішування t функція E зростає більш суттєво, при збільшенні n спостерігається повільніше її зростання, а при збільшенні вологості тіста w витрати енергії на замішування зменшуються.

Висновки. Дослідивши вплив кожного з факторів на витрати енергії в процесі замішування, встановлено, що для забезпечення якісного замісу борошняного тіста при незначних витратах питомої енергії необхідно максимально можливо збільшувати вологість тіста при зменшенні тривалості процесу з урахуванням якісних показників продукції.

Література

1. Шпак, М. С. Визначення енергетичних показників у процесі замішування хлібного тіста методом пікових точок / М. С. Шпак, О. О. Чепелюк // Ресурсо- та енергоощадні технології виробництва і пакування харчової продукції – основні засади її конкурентоздатності: матеріали IV Міжнародної спеціалізованої науково-практичної конференції, 8 вересня 2015 р., м. Київ. – К. : НУХТ, 2015. – С. 72-74. – Режим доступу: <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/handle/123456789/22665>

ЕНЕРГЕТИЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЦЕСУ ТРАНСПОРТУВАННЯ М'ЯСНОЇ СИРОВИНИ

Вступ. Передувочні баки є одним з багатьох важливих пристроїв, які працюють на м'ясопереробних підприємствах. Оптимальна будова та режими

їх роботи в значній мірі впливають на загальну ефективність виробництва та на собівартість продукції. Передувочні баки призначені для збору та транспортування трубопроводами м'яких напівфабрикатів за допомогою стиснутого повітря. Вони являють собою горизонтальні вертикальні циліндричні ємності з конічними чи еліптичними днищами.

Об'єм баку в залежності від місця в технологічному ланцюжку коливається від $0,063\text{м}^3$ до $3,2\text{м}^3$.

В центрі днища по вертикальній осі бака змонтований перехідний конус з фланцем для приєднання до транспортного трубопроводу. Вгорі баку є завантажувальний патрубок з фланцем та затвором.

Актуальність. Ефективність роботи передувочних баків можна оцінити як можливість забезпечення безперебійного транспортування продукту при найменших втратах тиску повітря, причому за найкоротший час.

Визначення ефективних параметрів пневматичного передувочного транспорту - багатопланова задача. Вплив їх конструктивних параметрів на процес транспортування був досліджений у роботах [1...4]. Встановлені залежності вже дозволили оптимізувати прокладання магістралей у виробничих приміщеннях різного планування.

Основна частина. В даній роботі реалізована мета – дослідження впливу форми баку на тривалість процесу витіснення продукту. Поставлена задача вирішується шляхом комп'ютерного імітаційного моделювання.

На сьогодні для виконання гідродинамічних розрахунків в різних галузях промисловості розроблені і розповсюджуються різні універсальні комп'ютерні CFD-пакети. Для комп'ютерного імітаційного моделювання процесів, які відбуваються при русі продуктів в машинах і апаратах, була використана програма FlowVision. В моделі, які були використані, входять рівняння для турбулентної енергії та швидкості дисипації турбулентної енергії.

Графічні результати моделювання дозволили провести якісний аналіз впливу форми баку на процес витіснення продукту.

Основні втрати енергії відбуваються в місцях зміни напрямків руху, тобто в нижній частині ємності, причому величина цих втрат пропорційна куту повороту потоку.

В ємності з еліптичним дном цей кут біля витоку досягає 150° . В потоці біля стінок відбуваються значні завихрення. Одночасно відбувається взаємне стикання потоків, які біля вихідного отвору спрямовані майже протилежно. Швидкість витікання через ці причини нестабільна і порівняльно невелика.

Перехід до конічного дна з кутом твірних 120° в незначній мірі змінює умови витікання.

Суттєві зміни відбуваються при зменшенні кута до 90° . Завихрення біля стінок зменшуються, швидкість потоку зростає. Відповідно зменшуються втрати енергії на здійснення процесу.

Позитивні зміни в русі потоку збільшуються при зміні кута до 60° .

Подальше зменшення кута здається конструктивно не вигідним через значне збільшення габаритної висоти передувачного баку.

Узагальнити аналіз запропонованих форм дна можна шляхом порівняння швидкості витікання продукту. Наприклад, через 6 секунд процесу витіснення (продукт ще знаходиться в циліндричній частині баку) швидкість у вихідній трубі була відповідно а – 3,5 м/с; б – 4,0 м/с; в – 4,1 м/с; г – 5 м/с.

Ізолінії областей інтенсивності дисипативних процесів показують, що саме в них відбувається найбільша зміна градієнту швидкості деформації потоку. Тобто саме в них процеси внутрішнього тертя в продукті викликає втрати енергії потоку.

Порівнюючи об'єми, в яких відбуваються завихрення, можна зробити висновок про однозначний вплив форми нижньої частини передувачного баку на витрати енергії: вони зменшуються при зменшенні кута твірної конусного дна.

Висновки. Форма та пропорції передувачних баків мають велике значення для якісного виконання їх функцій. Встановлено, що конусна нижня частина баків ефективніша, ніж еліптична. При зменшенні кута між твірними конусу зростає швидкість спорожнення баків та зменшуються втрати стисненого повітря.

Використання комп'ютерних методів моделювання технологічних процесів у харчовій промисловості дозволяє отримати важливу актуальну інформацію про протікання окремих етапів процесів. Це дає можливість модернізувати існуюче обладнання а також проектувати нові машини та апарати з високими якісними показниками.

Література

1. Computer modelling of movement of meat raw material on pipelines /Litovchenko I., Taran V., Beseda S. // National university of food technology, Kiev, Ukraine, Nyiregyhaza, Hungary 2011 pp. 211-214.
2. Моделювання параметрів руху м'ясної сировини в системах пневматичного транспорту / С. Д. Беседа, І. М. Литовченко // Наукові праці НУХТ. - 2012. - №47. - С. 50-54.
3. Беседа С.Д., Таран В.М., Гуць В.С. Транспортування великошматкової м'ясної сировини по трубах. Наукові праці УДУХТ. — Київ, 2000 р., № 6, с. 93-94.
4. С.Д. Беседа, Є.В. Штефан, В.М. Таран. Визначення раціональних конструктивних та експлуатаційних характеристик обладнання для транспортування нехарчової м'ясної сировини. Мясное дело, 2006 р., №11.

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСІВ СИНТЕЗУ В БІОХІМІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ

Вступ. Метою дослідження є створення технологічних і технічних передумов підвищення продуктивності систем зброджування цукровмістких середовищ і їх ефективності на основі використання внутрішніх енергетичних потенціалів, інтенсифікації енерго- і масообмінних процесів та розробка пропозицій щодо впроваджень на промисловому рівні.

Вивчення досвіду промисловості та аналізу теоретичних положень привели до висновку про існування взаємозв'язків між інтенсивністю генерування діоксиду вуглецю, геометрією апаратів і середовищ, фізико-хімічними параметрами останніх та осмотичними тисками і газоутримувальною здатністю тощо.

Актуальність теми. Можливість інтенсифікувати масо- і енергообмінні процеси означає підвищення продуктивності зброджувальних систем, їх пропускної здатності, перспективи обмеження кількості технологічних апаратів, місткості бродильних відділень тощо;

Матеріали та методи. Методикою досліджень передбачалося виконання аналізу літературних джерел, досвіду промисловості. Формування висновків по огляду здійснювалося на основі феноменологічних міркувань.

Результати та обговорення. Осмотичні тиски зброджуваних середовищ у відповідності до принципу суперпозиції представлені сукупностями, які створюються розчинами цукрів, етилового спирту та інших речовин, які супроводжують процес. Оскільки головними складовими тут є складові тисків розчинів цукрів і етилового спирту, то саме їх зміни в основному визначають перебіг бродіння і матеріальні трансформації у відповідності до рівняння Гей-Люссака. Менші молекулярні маси етилового спирту і діоксиду вуглецю порівняно з масою цукрів приводять до швидкоплинного зростання осмотичних тисків в середовищах і, нарешті, до бактеріостатичних ефектів. При цьому очевидно, що саме останні є мікробіологічним обмеженням технологій та продуктивності систем і створюють передумови значних енергетичних витрат на здійснення процесів перегонки.

Іншим обмеженням бродильних технологій є швидкість процесів метаболізму мікроорганізмів, їх концентрація, рівень наближення умов життєдіяльності до оптимальних, шоки осмотичні, температурні, концентраційні по CO_2 тощо. Визначальним з точки зору інтересів синтезу цільових речовин є гідродинамічні режими в середовищах, інтенсивність масо- та енергообміну, які за інших рівних умов пов'язані з газоутримувальною здатністю по диспергованій газовій фазі і у зв'язку з цим з геометрією бродильних апаратів. Остаточні рішення стосовно оптимальних співвідношень між діаметром і висотою бродильних апаратів до цього часу не з'ясовані і можливо лише відмітити наявність розуміння їх важливості у спробах виробництва і використання циліндро-конічних апаратів пивоварної галузі. Зміни на користь збільшення висоти ізооб'ємних апаратів за однакових технологічних режимів приводить до зростання газоутримувальної здатності по CO_2 та інтенсифікації енерго- і масообмінних процесів. Одночасно у відповідності до закону Генрі зі зростанням гідростатичних тисків збільшується розчинність діоксиду вуглецю. Перехід від розчинної форми CO_2 до форми у вигляді бульбашок диспергованої газової фази потребує досягнення стану насичення, який по висоті апарата буде різним. Останнє означає присутність повисотної нерівномірності розчиненого газу і можливість влаштування на цій основі детермінованих циркуляційних контурів з певними висхідними і опускними масовими газорідними потоками. При цьому рушійний фактор циркуляційних контурів створюється за рахунок потенціалів розчиненого діоксиду вуглецю, який за зменшення гідростатичних тисків перетворюється в дисперговану газову фазу.

Наслідки створення детермінованих циркуляційних контурів прогноуються наступними:

1. Досягається інтенсифікація масообмінних і енергообмінних процесів.
2. Вирівнюється концентрація розчинених речовин.
3. Вирівнюються осмотичні тиски за складовою розчиненого діоксиду вуглецю.
4. У висхідних рідинних потоках досягається швидкоплинна дегазація і швидка зміна осмотичних тисків на ту частку, яка стосується розчиненого CO_2 . Важливо, що така зміна осмотичних тисків спрямована на їх зменшення і осциляцію на середньому рівні.
5. Зміна осмотичних тисків в циркуляційних контурах є відгуком системи на локальні зміни фізичних гідростатичних тисків, рівно як і загальних тисків в системі.
6. Збільшення висотного геометричного параметра газорідного шару середовища приводить до збільшення інтервалу змін осмотичних тисків.

Додатковим напрямком осциляцій осмотичних тисків в газорідних середовищах є зміни фізичних тисків в надрідинних об'ємах апаратів. Різке зниження останніх в газових об'ємах апаратів супроводжується активною дегазацією у повному об'ємі середовища, додатковим зростанням газотримувальної здатності і потужним енергетичним імпульсом, який інтенсифікує масо- і енергообмін.

Імпульсні зміни фізичних тисків в надрідинних середовищах можуть реалізовуватися з частотою в кілька секунд, однак реакція середовища буде більш подовженою у часі, оскільки, по-перше, долаються інерційні явища у формуванні додаткової газової фази і, по-друге, пауза пов'язана з швидкістю спливання газових бульбашок, висотою газорідного шару і співвідношеннями об'ємів газової фази і газорідної суміші культурального середовища. Відновлення початкового фізичного тиску в системі пов'язано з подальшим зброджуванням середовища. За умови обмежених об'ємів надрідинної газової фази існує можливість швидкого нарощування в них тисків, які супроводжуються колапсами бульбашок CO_2 в системі, що є аналогом кавітації в парорідних системах. Важливо, що у складі диспергованої газової фази представлені діоксид вуглецю і пари рідинного середовища. Останнє підсилює кавітаційні ефекти і сприяє інтенсифікації масообміну.

Взаємозв'язок між осциляціями фізичних і осмотичних тисків на рівні розчиненого CO_2 стосується їх величин і амплітуд у змінах осмотичних тисків. Разом з тим частоту осциляцій тисків і осмотичних тисків можливо привести до значень, які узгоджуються швидкостями утворення газових бульбашок і їх колапсу.

Висновки. У зв'язку з викладеним процеси інтенсифікації масо- і енергообмінних процесів за рахунок осциляцій фізичних і осмотичних тисків є цілком досяжними і придатними для використання в сучасному обладнанні і технологіях бродіння.

Інша можливість підвищення продуктивності з обмеженнями енергетичних витрат в процесах перегонки стосується перегляду існуючих технологій і використання напівперервних або неперервних технологій бродіння, в яких буде застосовуватися перший етап бродіння з обмеженим осмотичним тиском в культуральному середовищі, а на другому – вилучення мікроорганізмів з вихідного потоку і повернення їх в бродильний апарат з подальшим концентруванням цільової речовини на основі зворотного осмосу.

Література

1. Соколенко, А.І. Визначення гідродинамічних параметрів барботажних систем / А.І. Соколенко, В.М. Криворотько, В.А. Піддубний // Харчова промисловість. – 2012. – № 12. – С. 247–249.
2. Sokolenko, A. I. Intensification mass transfer processes in gas-liquid medium / A.I. Sokolenko, A.E. Shevchenko, V.A. Piddubniy // Scientific works of UFT. – Volume LIX. – 2012. – “Food science, engineering and technologies”, Plovdiv. – P. 831–833.
3. Фізико-хімічні методи обробки сировини і харчових продуктів: підруч. для студ. ВНЗ / А.І. Соколенко, В.А. Піддубний, В.М. Гіджеліцький та ін. – К.: Кондор-Видавництво, 2015. – 324 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПЕРЕМІЩЕННЯ ЧАСТИНОК СИПКОЇ ХАРЧОВОЇ ПРОДУКЦІЇ ЧЕРЕЗ ВИПУСКНИЙ КАНАЛ БУНКЕРА ШЛЯХОМ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Вступ. Для забезпечення високопродуктивної безперебійної роботи машини для пакування сипкої харчової продукції в необхідно забезпечити вільне витікання продукції з випускного каналу бункера, постійне відбирання її приймальним робочим органом живильника та рівномірний розподіл продукції на цьому робочому органі. Для цього проведено дослідження процесу витікання сипкої харчової продукції із випускного каналу в боковій частині бункера. [1...7]

Метою проведеного дослідження є наукове обґрунтування геометричних параметрів бункера шляхом оцінювання швидкості переміщення сипкої продукції через бічний випускний канал прямокутного бункера з різним кутом нахилу дна.

У якості **об'єкту** досліджень була обрана зерниста сипка харчова продукція – пшоно.

Основна частина. Імітаційна модель представляє собою (рис.1) переріз паралелепіпедного бункера, який має передню 1, задню 2 стінки та дно 3. Приводна заслінка 4 відкривається наповненні бункера сипкою харчовою продукцією 5 до певного рівня, який є постійним і підтримується за подальшої рахунок рівномірної подачі потоку продукції.

Імітаційне моделювання процесу витікання сипкої харчової продукції через бічний канал бункера поведене для різних кутів нахилу його дна від 0 до 65 градусів. [8, 9]

Результатами імітаційного моделювання є графіки траєкторії переміщення та швидкості переміщення $V_{вих}$ частинок продукції через випускний канал бункера від часу представлені на рис. 2 та на рис. 3.

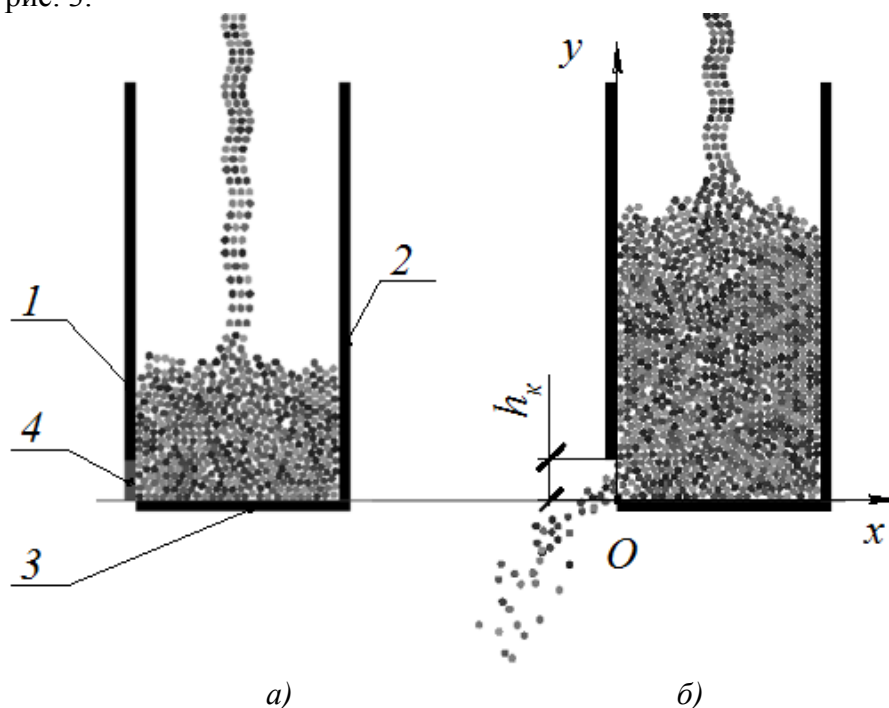


Рисунок 1 – Загальний вигляд імітаційної моделі процесу переміщення частинок сипкої харчової продукції через випускний канал паралелепіпедного бункера: а) з закритою приводною заслінкою; б) з відкритою приводною заслінкою; 1, 2- передня, задня стінки бункера, 3- дно бункера, 4- приводна заслінка бункера; 5- сипка харчова продукція, h_k - висота випускного каналу бункера

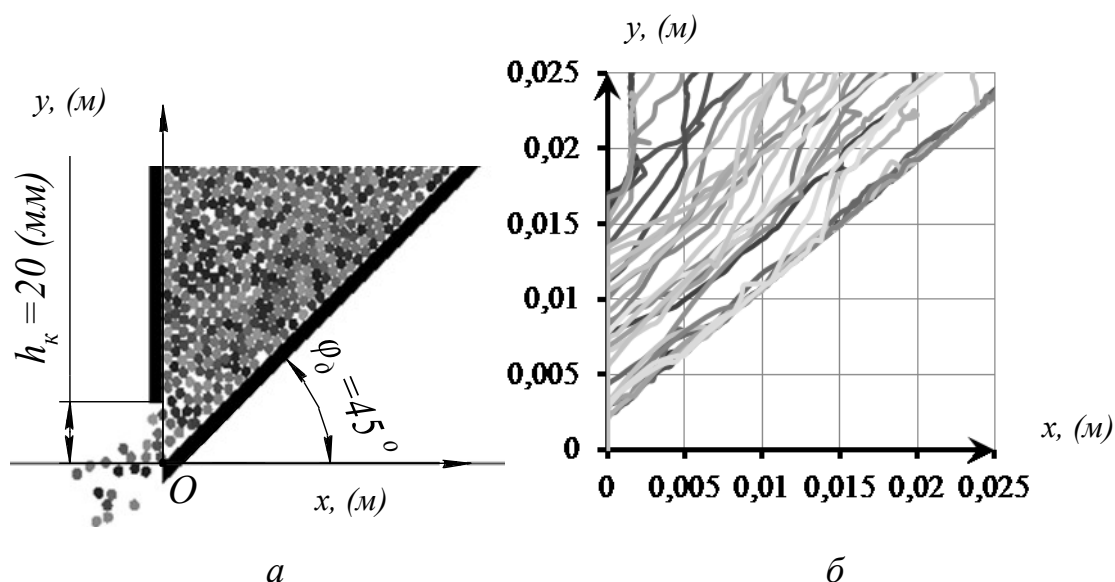


Рисунок 2 – Результати імітаційного моделювання процесу переміщення сипкої продукції через випускний канал:
а) загальний вигляд імітаційної моделі; б) траєкторія переміщення частинок в бункері

Встановлено, що межа відхилень значень швидкості переміщення сипкої харчової продукції через випускний канал бункера, отриманих під час імітаційного моделювання, порівняно з даними експериментів становить $\delta \leq 7\%$, що є допустимим.

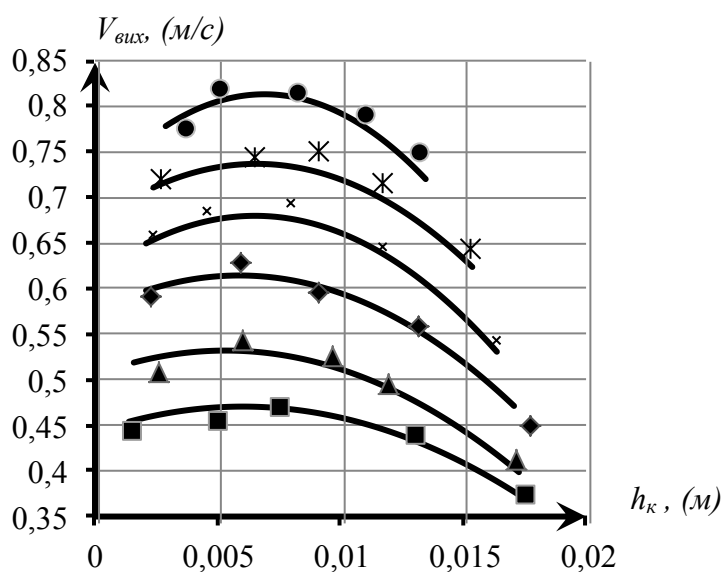


Рисунок 3 – Графік зміни швидкості витікання сипкої харчової продукції через випускний канал бункера з різними кутами нахилу його дна:
■ – 0 град; ▲ – 25 град; ◆ – 35 град; ✕ – 45 град; Ж – 55 град; ● – 65 град;
— значення імітаційного моделювання, отримані в програмному пакеті «Universal Mechanism»

Висновок. Дослідження процесу витікання сипкої харчової продукції із випускного каналу в боковій частині бункера дали можливість встановити, що швидкість переміщення продукції через випускний канал бункера можна регулювати за рахунок зміни кута нахилу дна бункера, а також визначити кінематичні параметри переміщення продукції із бункера на живильник для забезпечення високої продуктивності і рівномірного розподілення сипкої

продукції на живильнику за рахунок використання оптимальних значень товщини шару продукції і швидкості переміщення продукції, зменшити похибку дозування.

Література

1. Гавва, О. М. Лінійні вагові дозувальні пристрої дискретної дії для сипкої продукції (обґрунтування раціональних параметрів) / О. М. Гавва, А. В. Деренівська // Упаковка. – 2014. – № 1 – С. 50-54 ; № 2 – С. 42-47. – Режим доступу: <http://enuftir.nuft.edu.ua/jspui/handle/123456789/15396>.
2. Gavva, O. Ways to reduce dosing error of granular products in linear weight dosing machines / O. Gavva, A. Derenivska, L. Krivoplyas- Volodina // Journal of food and Packaging Science Technique and Technologies. – 2013. - № 2. – P. 232-236. – Mode of access: <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/handle/123456789/14761>
3. Гавва, О. М. Забезпечення заданої інтенсивності переміщення сипкої продукції із бункера в лінійних вагових дозаторах / О.М. Гавва, А.В. Деренівська, Л. О. Кривопляс-Володіна // Вібрації в техніці та технологіях. – 2012. – № 4 (68). - С. 103-108. – Режим доступу: <http://enuftir.nuft.edu.ua/jspui/handle/123456789/14714>
4. Масло М.А. Вдосконалення вагових дозаторів / М.А. Масло // Упаковка.–2003.– № 28. – с. 29.
5. Кирия Р.В. Истечение сыпучего груза из бункера с боковым щелевым отверстием / Р.В. Кирия, Д.Д. Брагинец, Б.И. Мостовой // Сборник научных трудов Национального горного университета. – Днепропетровск. – 2009. – № 34. – С. 114–122.
6. Овчаренко А.И. Погрешность дозирования сыпучих продуктов / А.И. Овчаренко, А.Д. Середя, М.В. Шапиро // Упаковка . – 2007. – № 1. – с. 44-47.
7. Овчаренко А.И. Пути повышения качества дозирования крупнодисперсных продуктов / А.И. Овчаренко // Хлебопекарское и кондитерское дело. – 2008. – № 3. – с. 50-51.
8. Зенков Р. Л. Бункерные устройства / Р. Л. Зенков, Г. П. Гриневич, В. С. Исаев. – М., «Машиностроение», 1977. – 223 с.
9. Каталымов А.В. Дозирование сыпучих и вязких материалов / А.В. Каталымов, В.А. Любатович. – Л.: Химия, 1990. – 240 с.

УДК 697.329

Бухкало С.І.¹, к.т.н.,

Денисова А.Є.², д.т.н.,

Ольховська О.І.¹,

Боднар І.О.²,

¹ Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» (НТУ «ХПІ»), м. Харків, Україна;

² Одеський національний політехнічний університет (ОНПУ), м. Одеса, Україна

ДЕЯКІ МОЖЛИВОСТІ ІНТЕГРАЦІЇ ДЛЯ ТЕПЛООБМІННОЇ СИСТЕМИ В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Вступ. В останні роки стану та проблемам альтернативним генераторам енергії – інтеграції теплообмінних систем у харчовій промисловості приділяється все більше уваги, наприклад, використання різноманітних теплонасосних енергозберігаючих технологій та установок як основи. Використання теплових насосів дозволяє найбільш раціонально забезпечувати зростаючі потреби в теплоті або холоді за рахунок різних джерел теплоти та електроенергії.

Актуальність. Україна відстає в цій області енергетики від більшості розвинутих країн світу, що негативно впливає на її енергонезалежність, а також на вартість продукції харчової промисловості. Отже, створення індивідуальних та промислових систем теплопостачання,

які працюють від вторинних паливно-енергетичних, теплових та альтернативних ресурсів даної місцевості, є важливою задачею промислової енергетики нашої держави.

Основна частина. Теплова енергія у харчовій технології використовується, в основному, для проведення технологічних операцій: нагрівання, пастеризація, стерилізація, плавлення, сушіння, випаровування, ректифікації і ін., а електрична енергія – для приводу машин та апаратів, транспортувальних пристроїв різноманітної конструкції і навіть іноді для перетворення на теплову [1]. Розробка процесів з низьким енергоспоживанням – основна актуальна вимога, практично всіх галузей промисловості, основним напрямком для реалізації цього принципу є підвищення ефективності виробництва за рахунок використання внутрішніх ресурсів самої технологічної системи. Це, насамперед, стосується використання вторинних ресурсів (тепло газових і рідинних потоків), рівня регенерації тепла охолоджуваних продуктів і впровадження сучасних технологічних систем. Як відомо, основними джерелами вторинних ресурсів високого енергетичного потенціалу в хімічній і харчовій промисловості, є: фізичне тепло контактних і газів, що йдуть, технологічних печей; енергетичний потенціал продуктових потоків; тепло парового конденсату й ін. [2].

Ефективність утилізації вторинних паливно-енергетичних ресурсів залежить від їхнього енергетичного потенціалу, кількості, можливості використання отриманої енергії й вибору встаткування для утилізації: теплообмінники сучасних конструкцій, котли-утилізатори, повітропідігрівники різних конструкцій і розмірів, газові холодильники, кип'ятильники й ін.

Слід зазначити, що використовують і вторинні ресурси низького енергетичного потенціалу. Ефективними методами утилізації вторинних паливно-енергетичних ресурсів є й виробництво холоду в абсорбційних холодильних машинах, у яких як теплоносії може застосовуватися вторинна пара, перегрітий конденсат, гаряча вода, горючі гази, а для зниження втрат тепла широко використовують методи заміни пари, що гріє, гарячою водою.

Аналіз енергетичної ефективності альтернативних систем теплопостачання на базі теплонасосних установок базується на термодинамічному аналізі процесів в елементах термотрансформаторної установки [3]. Фізичний зміст термодинамічних процесів в трансформаторах теплоти міститься в тому, що витративши q_1 теплоти при температурі T_1 можна одержати q_2 теплоти при температурі T_2 , з такою ж роботоздатністю. При цьому, якщо $T_2 < T_1$, то $q_2 > q_1$, і навпаки. Отже, $q_1 \cdot \psi = q_2$, де ψ – коефіцієнт пропорційності, що називається теоретичним коефіцієнтом перетворення теплоти від температури T_1 до температури T_2 . Пристрій, в якому відбувається прямий та зворотній цикли перетворення теплоти від джерела з однією температурою до джерела з іншою температурою, називається термотрансформатором. В схемі понижуючого термотрансформатора (рис. 1) робота двигуна 1 витрачається на привод холодильної машини 2, для якої тепловіддача відбувається від навколишнього середовища, а теплоприймачем є джерело з температурою T_2 . Використовуючи роботу l , холодильна машина відбирає від навколишнього середовища теплоту q_0 і віддає джерелу з температурою T_2 теплоту q_2 .

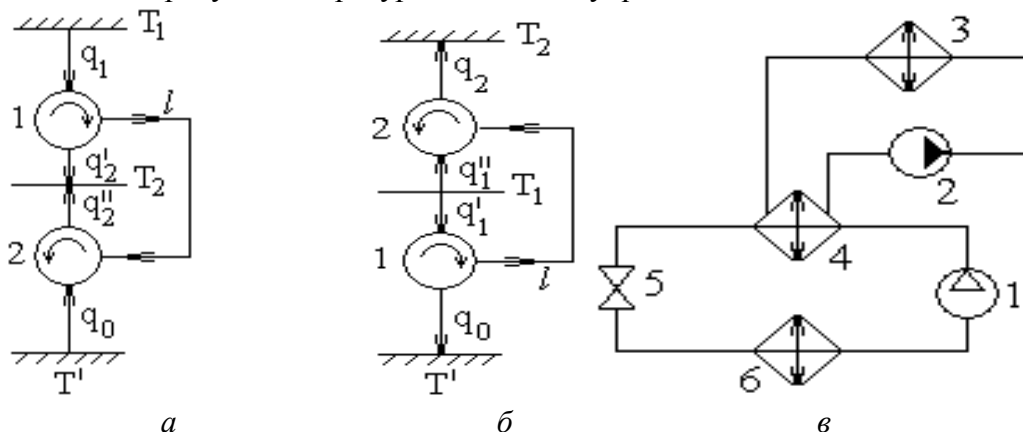


Рисунок 1 – Схема понижуючого термотрансформатора (а), теплового насосу (б) та компресійного теплового насосу (в)

Машина, в якій відбувається зворотній цикл і яка поглинає теплоту з навколишнього середовища для того, щоб передати її тілу з більш високою температурою, називається тепловим насосом. Коефіцієнт перетворення підвищуючого термотрансформатора $\phi = q_2/l$, що є показником ефективності дії ТН, має такий же фізичний зміст, що й коефіцієнт перетворення теплоти ψ понижуючого термотрансформатора. Принципова схема компресійного ТН (рис. 1в), де в випарнику 6 холодильний агент випарюється за рахунок теплоти, що підводиться з навколишнього середовища, а далі поступає в компресор 1. При випаренні холодильний агент відбирає теплоту q_2 . Після стиску в компресорі холодильний агент подається в змійовик конденсатора 4. Змійовик омивається водою, що циркулює в системі опалення приміщення. Теплоприймачу 3 віддається крім теплоти q_2 (по суті дарової), також теплота, що еквівалентна витраченій роботі компресора l . Далі конденсат крізь дросельний клапан 5 поступає в змійовик випарника 6. Ефективність ТН зростає, якщо температура підведення тепла до випарника більша ніж температура навколишнього середовища. Ефективність теплового насосу дорівнює відношенню кількості теплоти $q_1 = q_2 + l$, що підводиться до нагріваемого об'єкту, до витраченої роботи l : $\psi = q_1/l = (q_2 + l)/l = \varepsilon_x + 1$, де $\varepsilon_x = q_2/l$ – холодильний коефіцієнт.

Принцип роботи сорбційних теплових насосів базується на послідовності термохімічних процесів сорбції (поглинання) робочого агента (віддача теплоти) сорбентом, а потім десорбції (виділення) робочого агента (поглинання теплоти) з сорбенту. Сорбційні установки підрозділяються на абсорбційні (об'ємне поглинання) та адсорбційні (поверхневе поглинання). Принцип роботи термоелектричних теплових насосів базується на ефекті Пельтьє, пов'язаним з виділенням та поглинанням теплоти в спаях матеріалів при проходженні крізь них електричного струму.

Аналіз залежностей (рис. 2: 1 – одноступенева ТНУ з радіаторами; 2 – двоступенева ТНУ з радіаторами; 3 – одноступенева ТНУ з підлоговим опаленням; 4 – двоступенева ТНУ з підлоговим опаленням) для систем теплопостачання на основі застосування теплонасосних установок (ТНУ) для м. Одеси показує, що найбільш ефективною з розглянутих схем є двоступенева ТНУ за рахунок меншого споживання електричної енергії приводом компресорів N (рис. 3: 1 – одноступенева ТНУ з радіаторами; 2 – двоступенева ТНУ з радіаторами; 3 – одноступенева ТНУ з підлоговим опаленням; 4 – двоступенева ТНУ з підлоговим опаленням). Для підвищення ефективності даних систем необхідно прагнути до зменшення різниці температур між низькотемпературним джерелом тепла і теплоносієм, що подається під внутрібудинкову систему опалення [4]. А для зменшення глибини буріння свердловин, а отже і для економії електричної енергії на відкачування ґрунтових вод, необхідно прагнути до збільшення площі поверхні випарника для максимального охолодження низькотемпературного джерела тепла на виході з нього.

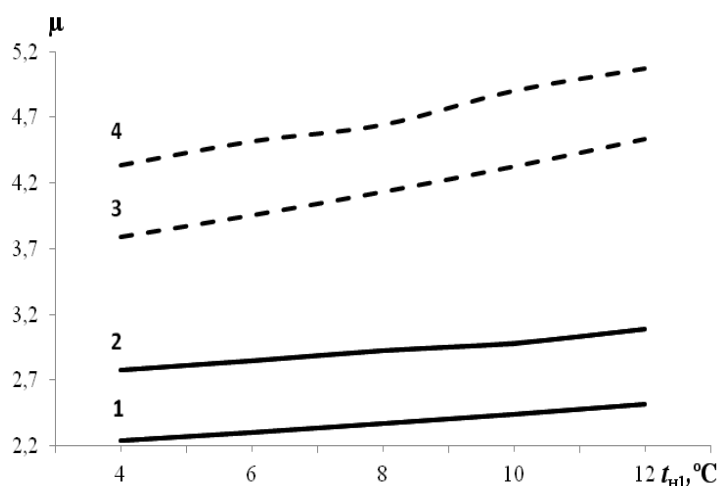


Рисунок 2 – Залежність коефіцієнту перетворення теплоти μ від температури ґрунтових вод на вході в випарник $t_{нв}$.

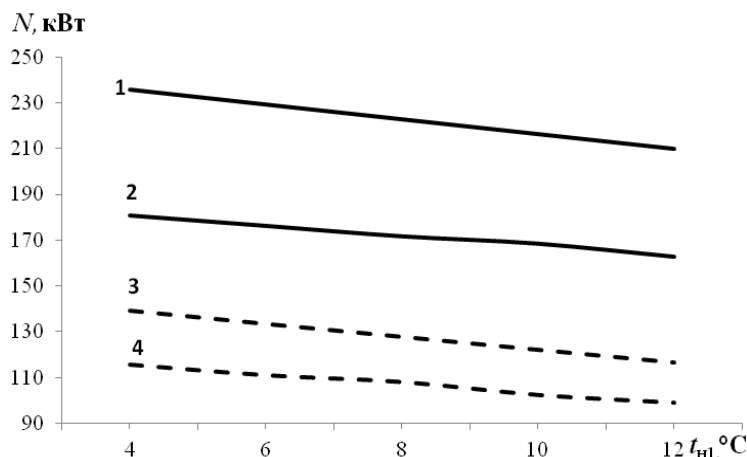


Рисунок 3 – Залежність споживання електричної енергії N від температури ґрунтових вод на вході в випарник $t_{гв}$

Відновлювана енергетика включає в себе багато галузей, серед яких для харчової промисловості України, в першу чергу це теплові джерела сонячного походження:

- 1) енергія сонячного випромінювання, що може використовуватися напряду, або через системи акумулювання для тепло- та холодопостачання;
- 2) тепла природна і техногенна енергія довкілля, що включає в себе теплоту, яка знаходиться в повітрі, ґрунті, поверхневих і ґрунтових водах;
- 3) тепла енергія довкілля у вигляді холоду, що проникає з космосу і акумулюється в повітрі й ґрунті, ґрунтових і поверхневих водах, і може бути використана для холодопостачання взимку і влітку безпосередньо, або шляхом акумулювання.

В Україні, як і у більшості країн світу, в теперішній час велика увага приділяється практичному використанню відновлювальних джерел енергії, в першу чергу сонячної енергії, для гарячого водопостачання та опалення приміщень. Увага до сонячної енергії пов'язана не тільки з тенденцією до збільшення витрат на традиційні джерела енергії та труднощами добування і постачання палива, а також з проблемами спалення, що впливають на екологічну ситуацію і викликають загрозове для людства явище глобального потепління.

Сучасний рівень експлуатації систем сонячного теплопостачання свідчить про те, що ці установки, незважаючи на високі початкові затрати, навіть при використанні акумуляторів та додаткових джерел енергії, економічно себе виправдовують у сприятливих за кліматичними умовам регіонах, завдяки економії органічного палива.

Високотемпературні сонячні колектори можуть застосовуватись у харчових технологіях для: пастеризації, що потребує температур від 80 до 90 °С; стерилізації (температури 110 – 120 °С); для приготування їжі (в залежності від висоти місцевості над рівнем моря і необхідного тиску пари необхідно 95–105 °С; сушіння плодоовочевої сировини та ін.

Необхідність у використанні сонячної енергії для вказаних цілей може виникнути в локальних системах, ізольованих від постачання традиційними енергоносіями, а також з метою економії енергії. Сонячна енергія використовується також і для опріснення води; підігріву води у басейнах; в сонячних енергетичних станціях; а також у системах комбінованого виробництва теплоти і електроенергії.

Інженерні розробки сонячних установок, дослідження і оптимізація їх енергетичних показників мають специфічні особливості, які пов'язані з необхідністю урахування непостійності і розсіяності характеру надходячої сонячної радіації та високими початковими витратами коштів на їх створення. З урахуванням сказаного, можна зробити висновок, що необхідним є поєднання теоретичних та практичних питань, які необхідні спеціалістам галузі для розуміння процесів перетворення сонячної енергії в теплову в сонячних установках, одержання навиків розрахунку та розробки систем енергопостачання на їх основі, а також систематизації знань у відповідній галузі.

Програма інтеграції відновлювальних джерел енергії для теплообмінної системи харчової промисловості може складатися з таких основних етапів [5]:

1. Класифікація та вивчення основних видів відновлювальних джерел енергії для теплообмінної системи харчової промисловості.
2. Вивчення технологічних аспектів інноваційних об'єктів відновлювальних джерел енергії для теплообмінної системи харчової промисловості.
3. Оцінка можливостей менеджменту в інноваційних проектах відновлювальних джерел енергії для теплообмінної системи харчової промисловості.
4. Вплив вітроенергетики на навколишнє середовище і екологічну обстановку на працюючому об'єкті і в цілому по регіону.
5. Підготовка змін для проектів інтеграції з використанням відновлювальних джерел енергії для теплообмінної системи харчової промисловості.
6. Кінцевим етапом є визначення основних можливостей розробки.

Геліотехнічні можливості регіонів характеризуються не тільки енергетичною освітленістю, але і спроможністю їх до тривалого використання потоку енергії для роботи геліотехнічних апаратів. Ось чому дуже важливою характеристикою є час, на протязі якого сонячне випромінювання залишається достатнім для ефективної роботи геліосистем.

Висновки

1. Аналіз ефективності використання теплонасосних систем енергозабезпечення проводять за показниками, які характеризують систему інтеграції у даному випадку: виробіток електроенергії і прямий електричний обігрів; виробіток електроенергії і відпуск теплоти гострою парою; ТЕЦ; сумісний виробіток електроенергії і теплоти; виробіток електроенергії і тепlopостачання за допомогою ТН; сумісний виробіток електроенергії і тепlopостачання від ТН. При зіставленні різних систем тепlopостачання поряд з термoeкономічними показниками слід враховувати соціально-економічні фактори.

2. Можлива розробка системи критеріїв оцінки ефективності використання деяких відновлювальних джерел енергії для теплообмінної системи харчової промисловості, що включає набір фінансових показників, чистий енергетичний виграш і показники, що характеризують енергетичну безпеку; вивчений можливий перелік вихідної інформації, необхідної для проведення оцінки ефективності проектів виробництва електроенергії; дослідження впливу на економічну ефективність використання відновлювальних джерел енергії для теплообмінних систем харчової промисловості їх технологічні особливості і імовірнісних характеристик.

Література

1. ТОВАЖНЯНСКИЙ Л.Л., БУХКАЛО С.И., КАПУСТЕНКО П.А., ХАВИН Г.Л. Основные технологии пищевых производств и энергосбережение. Уч. пособие. – Х.: НТУ «ХП». 2005. – 460 с.
2. БУХКАЛО С.И. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах [текст] / Л.Л. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ, С.И. БУХКАЛО С.И., П.О. КАПУСТЕНКО та ін., підручник. Київ «Центр учбової літератури»: 2011, – 832 с.
3. ТОВАЖНЯНСКИЙ Л.Л., БУХКАЛО С.И., ДЕНИСОВА А.Є., ДЕМИДОВ І.М. та ін. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах (інноваційні заходи) [текст] підручник. Київ «Центр учбової літератури»: 2016, 470 с.
4. БОДНАРЬ И.А., ДЕНИСОВА А.Е., БУХКАЛО С.И. Использование грунтовых вод для систем теплоснабжения на базе теплонасосных установок. Вісник НТУ «ХП». – Х.: НТУ «ХП». 2015. – № 44 (1153). – с. 3–10.
5. БУХКАЛО С.И., ОЛЬХОВСЬКА О.І. Основні можливості комплексних проектів енергетичного міксу // Вісник НТУ «ХП». – Х.: НТУ «ХП». 2015. – № 7 (1116). – с. 103–108.

УДК 664.653

Рачок В.В. ,

Теличкун Ю.С., к.т.н.,

Теличкун В.І., к.т.н.

Національний університет харчових технологій (НУХТ), Київ, Україна

ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ БЕЗПЕРЕРВНОМУ ОБРОБЛЕННІ ДРІЖДЖОВОГО ТІСТА

Вступ. В хлібопекарній промисловості найбільш трудомістке виробництво мають спеціальні сорти хлібних виробів: булочні та сухарні вироби, хлібні палички та інші. Це пов'язано з більш складною технологічною схемою виробництва і недостатнім рівнем її механізації. Для замішування дріжджового тіста використовуються різного типу машини, які в залежності від виду борошна, рецептурного складу та особливостей асортименту здійснюють різний механічний вплив на тісто. Для отримання тіста високої якості, необхідно процес замішування застосовувати з урахуванням специфіки режиму та оптимальних параметрів процесу: інтенсивності замішування, впливу частоти обертання робочого органу та тривалості замішування. У виробництві хлібобулочних виробів мають місце тенденції використання прискорених технологій тістототування, що зумовлює інтенсифікацію процесу замішування тіста та розробку тістомісильних машин безперервної дії для забезпечення безперервного потокового виробництва.

Актуальність теми. У харчовій промисловості, доцільним є питання розробки та впровадження нових технологій, конструктивних робочих органів, підвищення продуктивності та покращання якості готової продукції. Застосування машин рівномірно-потокової дії з високопродуктивними робочими органами, дозволить механізувати та автоматизувати виробничі процеси, виключити використання людської праці, зменшити енерговитрати, забезпечити високу якість готових виробів.

Матеріали і методи. Нами розроблений проект (Патент України на винахід №111301 від 11.04.2016 р.) змішувально-бродильно-формуального агрегату з камерою попереднього змішування (рис.1). Винахід відноситься до харчової промисловості, а саме до хлібопекарської галузі, може використовуватися як пристрій для замішування, бродіння і формування виробів з дріжджового тіста.

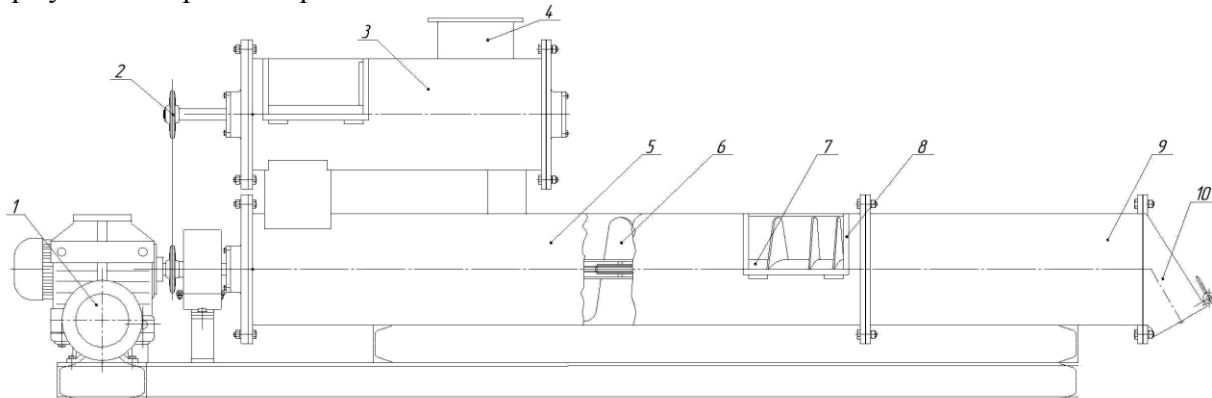


Рисунок 1 - Змішувально-бродильно-формувальний агрегат з камерою попереднього змішування складається з: приводу 1, ланцюгової передачі 2, камери попереднього змішування 3, приймальної воронки 4, камери замішування 5, робочих органів 6, пустотілого вала 7, оглядового вікна 8, камери бродіння 9, формувального елемента 10

Змішувально-бродильно-формувальний агрегат з камерою попереднього змішування працює наступним чином:

Сировина, відповідно до рецептури, надходить в приймальну воронку 4, де змішуються компоненти тіста у камері попереднього змішування 3, після чого підготовлена суміш потрапляє до камери замішування 5, де за допомогою робочих органів 6 проходить

власне заміс та пластифікація тіста, після чого тісто потрапляє до камери бродіння 9, де в процесі насичується вуглекислим газом в кількості, необхідній для розрихлення тістових заготовок під час екструджування. Через отвори формувального вузла 10, тісто формується та вивантажується безпосередньо на під печі у вигляді безперервних джгутів або окремих заготовок при потоковому виробництві.

Результати та обговорення. Як відомо, тістомісильні машини поділяють на машини періодичної і безперервної дії. Згідно теорії продуктивності технологічні машини рівномірно-потокової дії є більш удосконаленими у порівнянні з машинами періодичної дії.

Коефіцієнт безперервності, для таких машин наближається до 1, в той час, як для машин періодичної дії, він менше половини. Як правило, змішування не є простим механічним процесом, а супроводжується біохімічними і колоїдними явищами, а також підвищенням температури, тому доцільно автоматизувати процес замішування дріжджового тіста та привести даний процес до рівномірно-потокової дії.

Бродіння є найбільш тривалим етапом процесу приготування хлібних виробів. Воно може відбуватися в тих же діжах, якщо брати машини періодичної дії, в яких здійснюється заміс або безпосередньо на стрічках спеціальних транспортерів. З метою механізації, ми скомбінували бродильну ємність з тістомісильною машиною в одному агрегаті, додавши ще одну технологічну операцію – формування. Залежно від форми, яку надає машина тістовій заготівці, розрізняють різні типи формуючих машин, в даному агрегаті формування проходить методом екструзії. Поєднання в одному агрегаті декількох технологічних операцій дає змогу значно зменшити виробничі площі та механізувати роботу. За допомогою ЗБФА з камерою попереднього змішування, всі операції приготування та оброблення тіста поєднані в одному агрегаті, що дає змогу створити компакту та функціональну лінію з мінімальними затратами електроенергії. Таким чином результат полягає у суміщенні технологічних операцій змішування, бродіння, формування і розрихлення в одному агрегаті безперервної дії, що значно знижує витрати на експлуатацію обладнання і дозволяє формувати вироби з дріжджового тіста без наступної обробки безпосередньо на під печі.

Висновки. В результаті камера попереднього змішування дозволить попередньо змішати компоненти тіста та краще замісити його, виконання камери змішування компонентів та камери замішування тіста із двома робочими органами для замісу і нагнітання тіста в камеру бродіння дозволяє поєднати операції змішування та замішування, бродіння та формування виробів з дріжджового тіста в одному агрегаті, що значно скоротить машино-апаратурну схему, час на приготування тіста та готового виробу в цілому, зменшить кількість людського втручання в процес приготування тістового напівфабрикату.

Література

1. Пат. №111301 Україна, МПК (2016.01) A21C 1/00, A21C 3/00, A21C 1/06(2006.01), A21C 1/14(2006.01), A21C 11/16(2006.01). Змішувально-бродильно-формувальний агрегат з камерою попереднього змішування / Теличкун В.І., Теличкун Ю.С., Рачок В.В., Десик М.Г., Кравченко О.І.; заявник та власник патенту Національний університет харчових технологій - №a201503264; заявл.07.04.2015; опубл.11.04.2016, Бюл. №7.
2. Интенсификация процесса замешивания дрожжевого теста / А.И. Кравченко, В.В. Рачок, Ю.С. Теличкун, и др. // Научни трудове на русенския университет. – 2013. – Т. 52, № 10.2. – С. 135-138.
3. Oleksandr Kravchenko, Yuliya Telychkun, Volodymyr Telychkun (2014), Perfection of equipment for improvement of dough semi finished, Ukrainian Journal of food science, 2(1), pp. 81-88
4. Kudinova O., Kravchenko O., Lytovchenko I., Telychkun Y., Gubenia O., Telychkun V., Dovgun I. (2014), Modelling of process in twin-screw dough-mixing machines, Journal of Food and Packaging Science, Technique and Technologies, 5, pp. 64-68.

УДК 665.52

Фролова Н.Е., к.т.н.,

Силка І.М., к.т.н.

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

РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ПІДХОДИ ПРИ ПЕРЕРОБЦІ ЕФІРООЛІЙНОЇ СИРОВИНИ

Вступ. Сьогодні в усьому світі усвідомлюється потреба здорового та якісного життя. З огляду на це, популярності набувають продукти з натуральними ароматизаторами. Попит на продукти з натуральними ароматизаторами постійно зростає.

Джерелом натуральних ароматичних речовин є ефіроолійна сировина, перероблення якої складний та витратний процес. Попри велике її різноманіття в Україні, промислове значення мають лише 11 видів рослин. Це, передусім коріандр, кмін, фенхель. Зони їх виробництва зосереджені в Запорізькій, Миколаївській, Хмельницькій, Чернігівській областях. М'яту вирощують у Київській, Полтавській, Сумській, Черкаській, Чернігівській областях. Троянду, лаванду, шавлію, базилік, розмарин розводять в Запорізькій, Одеській областях, у Криму. Переробні підприємства розташовані поблизу плантацій ефіроносіїв, що зумовлено специфікою переробки ефіроолійної сировини в найкоротші строки. [1].

Актуальність теми. Для розширення джерел натурального аромату фахівцями пропонуються не тільки композиції безпосередньо ефірних олій, а і комбінації їх фракцій чи окремо виділених компонентів [2]. Фракціонування ефірних олій дозволяє із однієї ефірної олії отримати серію натуральних ароматизаторів різного аромату для подальшого їх застосування у харчовій, парфумерно-косметичній та медичній галузях. Фракційна перегонка є тривалим процесом і встановлення ефективних робочих режимів вимагає проведення витратних досліджень щодо сировини і тривалості процесу. З огляду на це, необхідно проводити пошуки ресурсозберігаючого перероблення ефіроолійної сировини

Матеріали та методи. За предмет досліджень обрано ефірну олію кмину із якісними показниками відповідними вимогам нормативної документації [3]. Фракціонування ефірних олій проводилися на лабораторній установці фракційної перегонки і на препаративному хроматографі «Хром-31А» з застосуванням блоку збирання фракцій.

Результати та обговорення. На сьогоднішній день все більшу роль у промислових технологіях відіграє альтернативна заміна складних методів розрахунку, планування та керування основних технологічних параметрів на ефективніші та простіші способи. З розвитком фізико-хімічних методів аналізу органічних речовин значно розширилися можливості вирішення означеної проблеми. Одним з найбільш ефективних способів розділення складних сумішей є газова хроматографія, яка може бути повністю адекватною фракційній перегонці на ректифікаційній колоні. Використання газохроматографічних насадкових колонок низької ефективності з неполярною нерухомою фазою та лінійним програмуванням температури термостату для розділення складних сумішей на компоненти або фракції в порядку зростання їх температури кипіння отримало назву імітована дистиляція [4].

З огляду на це, метою даних досліджень є розробка способу імітованої дистиляції ефірних олій для планування фракційної перегонки та швидкого отримання фракцій різних ароматів. Ґрунтовний порівняльний аналіз способів імітованої дистиляції та фракційної перегонки складних сумішей дозволив виділити між ними ряд спільностей [5]:

- температура кипіння – як показник, що визначає момент виділення речовини із суміші;
- безпосереднє розділення відбувається у колонах, заповнених насадкою;
- ефективність розділення визначається числом теоретичних тарілок (т.т).

Подібність основних характеристик фракційної перегонки та імітованої дистиляції означають можливість використання останньої у технології натуральних ароматизаторів. Це можливо при використанні препаративної хроматографії, яка подібно до фракційної перегонки дозволяє розділити складну суміш на окремі компоненти та фракції і зібрати їх.

Основні технічні параметри препаративного хроматографа та фракційної перегонки на напівпромисловій установці наведені у табл. 1.

Таблиця 1 – Характеристики препаративного хроматографа та фракційної перегонки

Назва параметру	Препаративний хроматограф «Хром 31»	Фракційна перегонка
Тип ректифікаційної частини	Насадковий	Насадковий
Робоча довжина ректифікаційної колони, мм	5000	600
Діаметр насадкових царг, мм	10	500
Кількість насадкових царг, шт	–	3...4
Об'єм куба, см ³	Об'єм зразка 0,5...1	200
Гранична температура перегонки, °C	250	180
Розмір скляної насадки, мм	0,56...3	2...3
Роздільна здатність (число т.т.)	40...50	10...15
Робочий тиск, кПа	200,0...270,0	5...101,3
Тип охолоджувальної рідини	Сухий лід з ацетоном	водопровідна вода
Флегмове число	–	5...15
Споживча потужність: підігрівача куба, Вт	1100	1000
вакуум-насоса, Вт		400

Проведення серії дослідів імітованої дистиляції ефірної олії кмину препаративною хроматографією за трьома різними режимами відбору (інтервал часу виходу фракції в хвиликах) та об'ємом зразку дозволило зібрати ряд фракцій перспективного аромату харчового напрямку. У табл. 2 представлено систематизовані результати досліджень, наведено кількість відібраних фракцій та характеристика аромату.

Таблиця 2 – Результати імітованої дистиляції ефірної олії кмину

Серія	Фракція	Інтервал часу виходу, хв	Об'єм зразка, мл	Кількість фракції,		Характеристика аромату
				мл	%	
1	1	0...13,8	0,7	0,10	14,3	Поєднання аромату кмину з трав'яними тонами
	2	16,8...30		0,22	31,3	Різкий кминний аромат з цитрусовими тонами
	3	32,5...58,7		0,30	42,86	Насичений аромат зрілого насіння кмину
2	1	9,2...14,8	0,8	0,05	6,25	Аромат трав'яний
	2	16,8...22		0,08	10,0	Лимонний аромат
	3	24,8...30		0,22	27,5	Квітковий аромат із тоном кмину
	4	36...52		0,31	38,75	Насичений терпко-пряний аромат
3	1	0...9	1,0	0,09	9	Відбір відсутній
	2	9,5...14,0		0,12	12	Насичений трав'яний аромат
	3	17,0...21,7		0,17	17	Насичений лимонний аромат
	4	25,0...29,8		0,20	20	Кминний аромат з квітковими тонами
	5	37,2...49,6		0,31	31	Насичений аромат зрілого насіння кмину

Визначено повноту збору фракцій ефірної олії кмину, тобто максимальний відсоток «вловлюваності» системи за режимами способу імітованої дистиляції. Значення розраховувалися як відношення загальної кількості вловлених фракцій до введеної кількості зразка. Розрахунки повноти збору фракцій для першої, другої та третьої серії розгонок відповідно становили, %: 88,57; 89,0 та 82,5. Результати свідчать про високу ефективність системи вловлювання.

Для встановлення умов фракціонування ефірної олії на промислових установках було використано лабораторну установку фракційної перегонки, яка працює під вакуумом. Для цього проводився перерахунок значень температур кипіння при атмосферному тиску, визначених вдосконаленою методикою SIMDIS на температури кипіння при залишковому тиску.

Порівняльні дослідження органолептичних властивостей фракцій ефірної олії кмину, отриманих способом імітованої дистиляції (ІмД) та перегонкою на установці фракційної перегонки (ФрП) представлено в табл. 3.

Таблиця 3 – Органолептичні показники фракцій ефірної олії кмину

Назва показника	Фракції							
	перша		друга		третья		четверта	
	ІмД	ФрП	ІмД	ФрП	ІмД	ФрП	ІмД	ФрП
Зовнішній вигляд	Безбарвна рідина		Рідина світло-жовтого кольору		Рідина жовтого кольору		Рідина коричневого кольору	
Аромат	Різкий хвойний		Лимонний		Пряний		Кминний	
Смак	Гіркий		Солодкуватий		Гіркувато-кминний		Гіркувато-кминний	

Органолептичні властивості фракцій ефірних олій, отриманих різними способами мають однаковий характер аромату, що служить підтвердженням ефективності прийнятих рішень щодо використання імітованої дистиляції на препаративному хроматографі, як способу адекватного перегонці на ректифікаційній колоні, з отриманням вірогідних і відтворюваних характеристик фракцій та швидким визначенням умов проведення процесу.

Висновки. Спосіб імітованої дистиляції ефірних олій забезпечує швидке і маловитратне щодо ефіроолійної сировини отримання і аналіз фракцій запланованого складу та аромату, дозволяє планувати режим промислової фракційної перегонки. Заміна пробних розгонок ректифікаційної колони хроматографічним розділенням має значний економічний ефект.

Література

1. Юрченко А.Е. Вторичные материальные ресурсы пищевой промышленности (образование и использование) [Справочник]. — М.: "Экономика", 1984. — 327 с.
2. Рощина Н. Н. Прикладные аспекты использования эфирных масел и терпенов в пищевых продуктах // ББК 34.7 Т38. — 2010. — С. 387.
3. Ефірна олія кминна: ДСТУ ISO 8896: 2004. — [Чинний від 2005-04-01]. — К.: Держспоживстандарт України, 2004. — 23 с. — (Національні стандарти України).
4. Українець, А. І. Теоретичне обґрунтування параметрів фракційної розгонки ефірних олій / А. І. Українець, Н. Е. Фролова // Харчова наука і технологія. — 2009. — № 2 (7). — С.54-58.
5. Фролова Н.Е. Застосування препаративної хроматографії для виділення монофракцій складних сумішей природного походження / Фролова Н.Е., Українець А.І., Силка І.М. // Технологічний аудит та резерви виробництва. — 2016. № 2/4. — С. 21 -26

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГІЇ ВТОРИННОЇ ПАРИ ПРИ КИП'ЯТІННІ ПИВНОГО СУСЛА

Вступ. Пивоваріння та пов'язані з ним процеси передбачають складні біохімічні та фізичні перетворення, взаємодію складових компонентів під впливом технологічних параметрів. Для проведення даних процесів затрачається значна кількість ресурсів. Енергетичні ресурси на підприємствах малої продуктивності здебільшого направлені на забезпечення теплової обробки затору та сусла. В результаті теплової обробки сусла на протязі 1-2 годин, окрім втрат енергії в навколишнє середовище, значна частина енергії переходить в випарений із сусла пар, який, в більшості випадків, також виводиться в атмосферу [1].

Актуальність. Актуальні в світі задачі, пов'язані з ефективним використанням енергії, все більше знаходять своє відображення в конструктивних рішеннях сучасного пивоварного обладнання [2].

В сучасних конструкціях сусловарильних апаратів передбачено використання пароконденсаторів для рекуперації енергії вторинної пари. Однак налаштування параметрів роботи пароконденсатора зазвичай виконуються в ручному режимі шляхом збільшення або зменшення витрат холодної води. Однак відсутність чітких залежностей призводить до надмірних витрат води.

Матеріали і методи. Для дослідження питання ефективної рекуперації енергії проведені дослідження на мініпивоварні продуктивністю 500л/варку вітчизняного виробника. Готувалось сусло для сорту пива Prohibition IPA з початковим вмістом сухих речовин в суслі 13,5% при $T=20^{\circ}\text{C}$.

Результати та обговорення.

На протязі всього часу варки знімали показання витрат води в пароконденсаторі, температури води на виході з пароконденсатора, кількості випареної вологи з сусла та кількість конденсату пару.

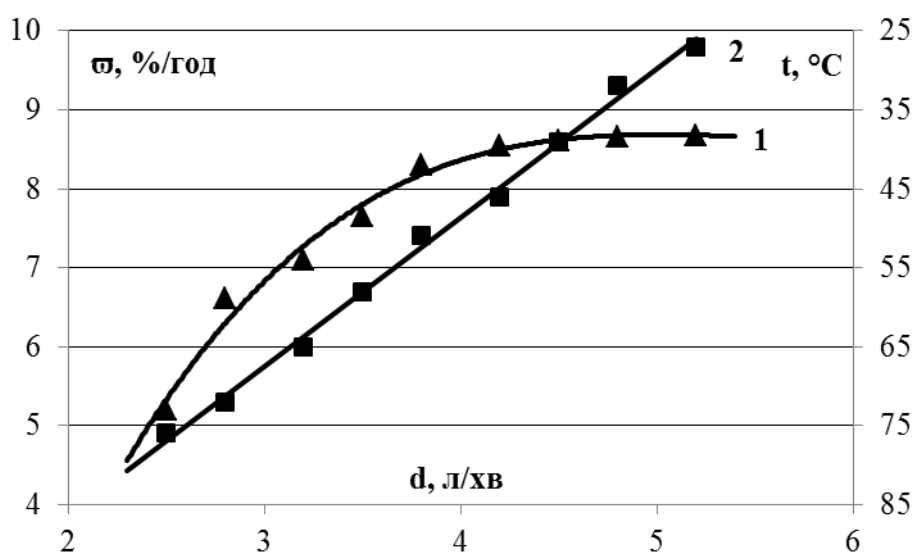


Рисунок 1 - Залежність інтенсивності пароутворення 1 та її температури на виході 2 від витрат води в пароконденсаторі

Відповідно до отриманих даних побудовані графіки залежності інтенсивності пароутворення та температури води на виході від витрат води в пароконденсаторі - *Рисунок 1*. Після початку розвиненого кип'ятіння в пароконденсатор подають холодну воду. Вимірювання проводяться при різних витратах води. Зі збільшенням витрат води в пароконденсаторі збільшується відповідно і інтенсивність випаровування води з суслу. Дана залежність спостерігається до відмітки 4,3 – 4,5 л/хв.. Після досягнення даної відмітки інтенсивність випаровування не збільшується та переходить в сталий зрівноважений режим. В той же час зі збільшенням витрат холодної води в пароконденсаторі зменшується температура води на виході з пароконденсатора. Це призводить до перевитрат води та одержання надмірної кількості води з незначною підвищеною температурою. Як видно з графіка витрати води та температура води на виході мають лінійну залежність.

Також при кондиціюванні пари з суслу, спостерігається явище викиду пари з патрубку конденсату. Тобто під час випаровування кількість випареної вологи перевищує кількість конденсату в пароконденсаторі. Однак при збільшенні витрат води в пароконденсаторі різниця між значенням випареної вологи і кількості конденсату поступово зменшується. Дані залежності описані кривими на графіку *Рисунок 2*. При досягненні значення витрати води 4,5 – 4,6 л/хв значення кількості випареної води з суслу зрівнюється з кількістю конденсату на виході. Під час цього пара не виходить з патрубку виходу конденсату. Таким чином можна стверджувати, що весь пар передав свою енергію воді та перейшов в конденсат.

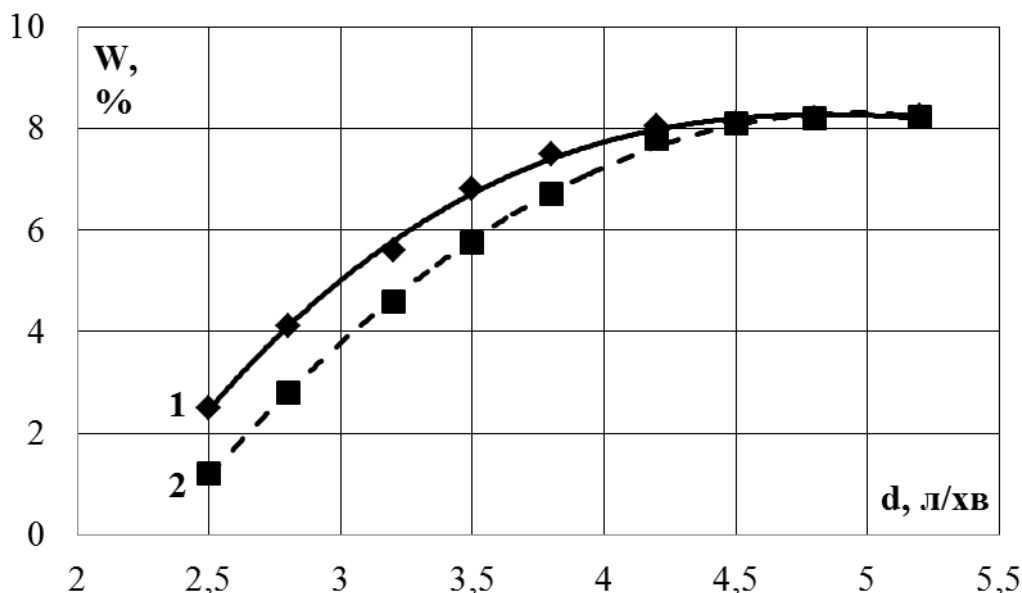


Рисунок 2 – Залежність кількості випареної вологи 1 та зконденсованої пари 2 від витрат води в пароконденсаторі

Висновки. Відповідно до отриманих даних можна зробити висновок, що найбільш ефективним є витрати води в межах 4,3 – 4,6 л/хв. При таких витратах випарена вода з суслу повністю конденсується, тобто близько 70% енергії пари переходить на нагрівання води. Також при вище зазначених витратах води спостерігається максимальна інтенсивність випаровування

Література

1. Кунце В. Технология солода и пива. Перевод с нем., - С-Пб., Издательство «Профессия», 2003. – 912 с.
2. Bamforth, Charles W, Beer : tap into the art and science of brewing / by Charles Bamforth— 2nd ed. Oxford University Press, 2003. – 603p.

РЕСУРСООЩАДНИЙ МЕТОД ОЧИСТКИ ВОДИ ХАРЧОВИХ ПІДПРИЄМСТВ НА УСТАНОВКАХ З ФІЛЬТРУВАЛЬНИМИ МЕМБРАННИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ

Вступ. Сучасна ситуація світових галузей господарства та економіки дозволяє з впевненістю стверджувати, що у XXI столітті велика увага в значній мірі приділяється створенню екологічно безпечних і, найголовніше, малозатратних економічно і технологічно обґрунтованих процесів переробки матеріалів, відходів і отримання на їх базі корисних і необхідних для суспільства продуктів. Одними з найперспективніших серед даних сфер дослідження слід віднести мембранні, інші нетрадиційні та комбіновані процеси обробки речовин і матеріалів. Мембранні методи розділення рідких і газоподібних середовищ вже сьогодні зайняли провідне місце в арсеналі промислових технологічних процесів.

Актуальність теми. Мембрана технологія, яка забезпечує енергетично та екологічно оптимальні варіанти процесів розділення та концентрування різноманітних середовищ, є одним із пріоритетних напрямків сучасної науки та досліджень у сфері виробництва продовольчих товарів. Багато галузей харчової промисловості потребують у виробництві води високої якості для технологічних цілей. Концентрація солей в цій воді повинна бути набагато менша, ніж у вхідній природній воді. В даний час актуальним завданням при створенні систем водопідготовки є використання інноваційних технологій, спрямованих на підвищення енергоефективності виробництва, зниження експлуатаційних витрат і шкідливого впливу виробництва на навколишнє середовище. Дана робота присвячена розгляду таких засобів, а саме ресурсозберігаючих установок зворотнього осмосу (надалі ЗО) для очищення води та водопідготовки.

Матеріали та методи. Для досягнення тривалої стійкої роботи установок ЗО рекомендується підтримувати гідравлічний ККД мембранних елементів (відношення витрати фільтрату до витрати поданої на елемент вхідної води) в діапазоні від 5 до 20% в залежності від вмісту солі, умов роботи і т.д. Стандартне значення ККД 10-15% для одиничного промислового мембранного елемента не може вважатися задовільним. У зв'язку з цим для збільшення ефективності установки ЗО в цілому використовується ряд технологічних прийомів, наприклад, організовуються багатокаскадні схеми з зчленуванням мембранних елементів, застосовується рециркуляція концентрату.

Для забезпечення ефективної роботи мембран необхідно підтримувати швидкість очищуваного розчину в певних межах. Виробники мембранних елементів обмежують допустимий потік води, що очищається на один промисловий елемент, значенням $16 \text{ м}^3/\text{год}$ для запобігання його руйнування через перевищення перепаду тиску.

Результати та обговорення. З іншого боку, для зниження концентраційної поляризації на мембранах даний показник не повинен бути менше $2,7 \text{ м}^3/\text{год}$. Проходячи вздовж мембранного елемента, обсяг водної фази кожен раз зменшується через те, що у фільтрат переходить приблизно 10-15% і на останній елемент подається не більше 50-60% вхідної води. Тому число елементів в стандартному корпусі не перевищує шести. Подальше підвищення ККД у установці ЗО засноване на застосуванні багатокаскадних схем типу «ялинка» (рис. 1). Використання подібної схеми дозволяє підвищити гідравлічний ККД установки до 75-85%. Сенс подібних багатокаскадних схем полягає в організації оптимального гідравлічного режиму всіх елементів каскаду.

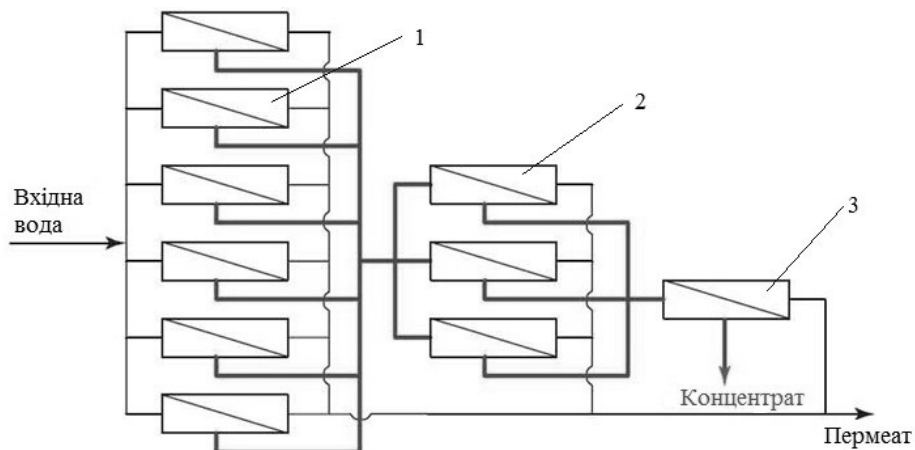


Рисунок 1 – Трьохкаскадна (типу «ялинка») схема установки звортного осмосу:
1 – перший каскад, 2 – другий каскад, 13– третій каскад

На першій стадії каскаду очищається весь потік води, на другу надходить концентрат в кількості 40-60%, відповідно вибирається кількість паралельно з'єднаних модулів. На третій стадії каскаду із залишкового концентрату додатково виділяється обезсолена вода. Співвідношення кількості елементів на стадіях становить 1: (1,5-2).

Гідравлічний ККД 75-85% (25-15% концентрату) є досить високим показником для установок ЗО. Чи можливо ще підвищити ККД такої установки? Дослідження показують, що при використанні модифікованих мембранних елементів це можливо. Для цього якість виготовлення подібних мембран повинна бути достатньо високою, щоб параметри концентрату забезпечували відсутність випадання осаду при подальшій його обробці.

Висновок. Розглянуто метод ресурсозбереження при очистці води на сучасних підприємствах харчової промисловості, який базується на мембранних технологіях, що включають багатоступінчасті системи, а також їх доцільність та актуальність. Це дозволить виключити залежність вітчизняної харчової промисловості від закордонних постачальників продуктів, а це в свою чергу призведе до забезпечення національної безпеки країни в сегменті харчової галузі. Адже на даний час в Україні цьому питанню приділено недостатньо уваги, незважаючи на те, що в сучасний рівень економіки та ринку потребує нових енергозберігаючих та економічно-ефективних засобів для виробництва якісних і конкурентоспроможних товарів.

Література

1. Змієвський Ю.Г. Застосування мембранних технологій при комплексній переробці молочної сироватки / Змієвський Ю.Г., Грушевська І.О., Українець А.І., Мирончук В.Г. // Обладнання харчових виробництв: Тези допов. 73-ї наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів. – К.: НУХТ. –2007.
2. Свитцов А.А. Введение в мембранные технологии / А.А. Свитцов. – М.: ДеЛи принт, 2007.
3. Дытнерский Ю.И. Обратный осмос и ультрафильтрация / Ю.И. Дытнерский. – М.: Химия, 1978. – 328с.

Федин В. В., ген. директор SMG,

Кухар В.Н., ген. Директор ТМА,

Серьогін О.О., д.т.н., Національний університет харчових технологій (НУХТ), м. Київ, Україна,

Кухар В.М., генеральний директор, Фірма «ТМА»

РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧА ТЕХНОЛОГІЯ ПЕРЕРОБКИ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ ПРОДУКТИВНІСТЮ 150 ТИСЯЧ ТОН НА РІК

Вступ. Останнім часом загострилась ситуація з експлуатацією полігонів твердих побутових відходів (ТПВ) в Україні Головна проблема – це екологічний стан повітря, ґрунтових вод і забруднення навколишнього середовища. В усьому світі, однією з передових технологій утилізації відходів переробка органічних відходів шляхом метанування.

В Україні та в усьому світі, суспільство все більше починають визнавати проблеми утилізації відходів. Існуючі полігони твердих побутових відходів досягають граничної потужності, нові все тяжче знаходити, ще тяжче отримати ліцензію, і майже неможливо все погодити з місцевими властями владними структурами.

Мета роботи. Дослідження проблем утилізації твердих побутових відходів.

Результати та обговорення. Ці проблеми досить очевидні і актуальні як для великих міст “мільйонників” так і для більш менших містечок.

Посилення природоохоронного законодавства вимагає дорогої підготовки і особливих заходів обережності до непередбачених реакцій неперероблених твердих побутових відходів і викидів біогазу.

Ці факти, а також спостереження і дослідження протягом 20 років після завершення функціонування полігону вказують на те, що утилізація відходів шляхом захоронення на полігоні - є досить дорогим і малоефективним способом утилізації твердих побутових відходів.

Основоположним при метануванні є біо-технологічний процес, застосування якого дозволяє позбутися джерел наведеної вище проблеми. Насправді це природний процес, який відбувається після того, як сміття було захоронено і процес проходив некеровано і з вивільненням в навколишнє середовище продуктів розкладу, але в даному випадку відходи транспортують в резервуари в закритому приміщенні. Контрольовані температура й інші умови сприяють прискоренню процесу біологічної ферментації, яка зазвичай відбувається протягом року, до менш ніж 25 днів, що значно зменшує необхідні площі для звалища в кілька гектарів, а також сприяє уникненню будь-якого виду і роду випромінювання.

Підприємства з переробки сміття та утилізації відходів шляхом метанування можна встановлювати навіть в 200 метрах від населених пунктів – вони є цілком безпечні та екологічними.

Цей спосіб утилізації відходів, який був розроблений у Німеччині, дозволяє зменшити об'єм відходів, приблизно до 10 - 25% від первісного об'єму й здатний не тільки покрити витрати на його впровадження й функціонування, а й дозволить отримувати прибутки.

Висновок. Виробляючи біогаз (метан) і компосту високої біологічної якості, який може бути проданий на комерційній основі, тим самим зменшуючи витрати на утилізацію відходів до рівня, порівнянного із сучасними "санітарними" смітниками в тому числі й тими до яких доводиться далеко транспортувати відходи.

Література

1. Новітні технології біоконверсії : Монографія/Я.Б.Блюм, Г.Г. Гелетука, Ш.П. Григорюк та ін. – К.: Аграр Медіа Груп, 2010.-326с.

Федин В. В., ген. директор SMG

Кухар В.Н., ген. директор ТМА

Серьогін О.О. д.т.н., *Національний університет харчових технологій (НУХТ), м. Київ, Україна*

Василенко О.В. інженер

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧА ТЕХНОЛОГІЯ ОЧИСТКИ МУНІЦИПАЛЬНИХ СТІЧНИХ ВОД ДЛЯ МІСТ З НАСЕЛЕННЯМ ДО 50 ТИСЯЧ ЧОЛОВІК

Вступ. На сьогоднішній день в Україні працює більше 5000 очисних споруд, які знаходяться в незадовільному технічному стані і створюють значне навантаження на місцеві бюджети. Майже всі вони працюють по застарілим технологічним схемам без використання сучасних технологій, що дозволяло б значно підвищити ефективність їхньої роботи та знизити витрати енергії на процес очистки стічних до мінімуму.

Очищення стічних вод - обробка їх з метою руйнування і видалення з них шкідливих речовин. Очищення стічних вод від можна порівняти зі складним виробництвом. У ньому, як і в будь-якому іншому виробництві, є сировина (стічні води) та готова продукція (очищена вода)

Мета роботи. Дослідити методи очищення стічних вод, шляхом різних методів очищення.

Результати та обговорення. Методи очищення стічних вод можна розділити на механічні, хімічні, фізико-хімічні та біологічні, коли ж вони застосовуються разом, то метод очищення і знешкодження стічних вод називається комбінованим. Застосування того чи іншого методу в кожному конкретному випадку визначається характером забруднення і ступенем шкідливості домішок.

Суть механічного методу полягає в тому, що із стічних вод шляхом відстоювання і фільтрації видаляються механічні домішки. Грубодисперсні частки в залежності від розмірів уловлюються решітками, ситами, пісковловлювачами, септиками, а поверхневі забруднення - нафтовловлювачами, бензо-масловловлювачами, відстійниками та ін. Механічне очищення дозволяє виділяти з побутових стічних вод до 60-75% нерозчинних домішок, а з промислових до 95%, багато з яких як цінні домішки, використовуються повторно у виробництві.

Хімічний метод полягає в тому, що в стічні води додають різні хімічні реагенти, які вступають в реакцію із забруднювачами й осаджують їх у вигляді нерозчинних опадів. Хімічним очищенням досягається зменшення вмісту нерозчинних домішок до 95% і розчинних до 25%.

Забруднені стічні води очищають також за допомогою ультразвуку. Ці установки готують активний мул, збільшуючи його поверхню контакту з забрудненнями, тим самим досягаючи максимальної ефективності при процесі аеробного очищення.

Пропонована технологія очищення стічних вод – комбінована, із застосуванням майже всіх цих методів для ефективного очищення комунальних стічних вод.

Стічні води, проходячи в певному порядку механічну, хімічну та біологічну систему очищення, досягають показників, які передбачаються нормами ПДС і ГДК.

Розроблено ефективні первинні відстійники, які чергуються з анаеробними і аеробними зонами для процесів нітро-денітрофікації а також додаткового видалення фосфору. Також пропонується ефективний метод видалення фосфатів комбінованим методом на принципі поглинання його бактеріями *Acinebacter*.

Крім того, передбачено використання енергетичного потенціалу осаду стічних вод шляхом анаеробного зброджування, отримання біогазу і використання його для зменшення витрат на очищення стічних вод.

Висновки. Дана технологія повністю відповідає всім встановленим вимогам екологічної безпеки та охорони навколишнього середовища. Повітря та вода які потрапляють до навколишнього середовища являються повністю чистими і не мають жодних запахів та домішок,

рівень вмісту яких перевищував би ГДК. Також слід зазначити, що за основу взято технологію метанування, тобто отримання високо калорійного палива у вигляді біогазу, який отримується з біологічної складової стічних вод, і являється енергоносієм для забезпечення власних потреб всього водоочисного господарства. Спалювання біогазу в когенераційній установці дозволить забезпечувати потреби господарства не тільки в електричній, а й у тепловій енергії.

Результатом впровадження такої концепції буде повністю автономна станція очистки стічних вод, яка зі збиткового підприємства перетвориться в прибуткове.

Література

1. Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод/ Воронов Ю.В., Яковлев С.В.// 2006.
2. Аксенов В. И. Выбор метода обеззараживания воды / В. И. Аксенов, И. И. Ничкова, Никулин В. А. и др.// Экология производства. - 2009. - № 2. - С. 55-61 ; № 3. С. 55-62.

Понікарчук І.А.

Серьогін О.О. д.т.н.

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

ВИКОРИСТАННЯ ТВЕРДОПАЛИВНИХ КОТЛІВ В КОМУНАЛЬНІЙ ЕНЕРГЕТИЦІ

Вступ. Підвищення енергоефективності в господарській промисловості в останній час набуває все більших оборотів. В першу чергу цінова політика на імпортований природний газ стимулює кардинальні зміни поглядів щодо енергозбереження в економічному аспекті сьогодення.

Мета роботи. Дослідження та отримання з відходів переробки с/г культур та деревини біопалива.

Результати та обговорення. Проведено аналіз котельних установок для отримання теплової енергії з відходів переробки сільськогосподарських культур та деревини за питомими показниками їх роботи та з використанням брикетів теплотворна здатність яких розрахована по розробленій нами методиці.

Нині ресурси біомаси, в Волинській області, технічно доступної для енергетичного використання, оцінюються в обсязі близько 0.5 млн т у.п./рік, що становить близько 30% нинішнього загального річного споживання енергоресурсів в області. Сумарні ресурси біомаси, доступної для виробництва енергії, еквівалентні збільшенню на 25% місцевого видобутку традиційного палива. Основними складовими потенціалу біомаси в нашій області є відходи деревини (0.3 млн т у.п./рік) та інші відходи сільського господарства і переробної галузі (стебла, початки, лушпиння та ін. – 0.2 млн т у.п./рік), а також торфу, відходи, рідкі палива з біомаси, різні види біогазу та енергетичні культури.

Високі вимоги в галузі охорони навколишнього середовища до установок, що використовують деревину, торф чи відходи переробки сільськогосподарських культур в якості палива, призвели до значного технічного прогресу в розробці спеціальних котлів розроблених фірмою «Волинь-Кальвіс». Знайдені раціональні форми топків для енергетичної утилізації біомаси, визначені обсяги камер для термо-хімічного синтезу і газифікації палива та спалювання газів в реакторі, в ряді конструкцій введено автоматизоване управління процесом горіння. Поряд з цим, переважна більшість існуючої інформації щодо обладнання для отримання теплової енергії має рекламний характер, а наведені характеристики не дають можливості об'єктивно оцінити ефективність його роботи.

Аналізуючи існуючі установи різних фірм для спалювання твердого біопалива (переважно за інформацією Інтернет сайтів та проспектів фірм-виробників), в залежності від виду палива

теплотворної здатності, конструкції активної зони окислення умовно їх можна розділити на п'ять груп:

- 1) котли, які працюють на торфі дровах та паливних брикетах (брикети з суміші тирси, лушпиння насіння, костриці льону, торфу та ін.);
- 2) котли, що працюють на сипких матеріалах (кусовій деревині, відходах деревообробки, лушпиння насіння, стеблах кукурудзи, торфові);
- 3) газогенераторні установки, що працюють на кусковій деревині і відходах деревообробки підвищеної вологості (до 60%) в суміші з торфом;
- 4) котли-автомати, які працюють на паливних гранулах, зерні, кукурудзи; котли, що працюють на соломі.

Типова районна лікарня на Волині потужністю 2 МВт за опалювальний сезон на твердому паливі економить до 1,3 млн. грн. в порівнянні з використанням газу.

Ідентичний об'єкт. Також лікарня зі школою, опалюються в м. Ківерці з використанням котлів KALVIS-950M з механізованою подачею щепи та тирси, в рік заощаджує до 800 тис. грн.

Наприклад модульна котельня 720 кВт з використанням дров в рік заощаджує 250-300 тис. грн.

Впевнено можна сказати, що такі проекти мають окупність в залежності від котла та виду твердого палива від 1 до 3 років.



Рисунок 1 - Опалювальна установка на фірмі «Волинь-Кальвіс»

Висновок. Проведений порівняльний аналіз установок розроблених фірмою «Волинь-Кальвіс» для спалювання твердого біопалива за питомими показниками їх роботи.

Література

1. Волостнов Б.И. Энергосбурегаящие технологи и проблемы их реализации / Б.И. Волостнов , В.В. Поляков ,В.И. Косарев// Информационные ресурсы России- 2010.- №3-С. 12-16.
2. Превращение органических отходов сельского хозяйства в топливо для альтернативной энергетики / С.М. Абрамов и др.//Хранение и переработка сельхозсырья.- 20110-№1.- С.8-11.

АНАЛІЗ КОМПОНОВОЧНИХ РІШЕНЬ В АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ КЕРУВАННЯ ТРУБОПРОВІДНОЮ АРМАТУРОЮ

Вступ. В роботі розглядається модернізація автоматизованого керування системи подачі соку в технологічному процесі цукрового заводу. Модернізація спрямована на підвищення точності вимірювання технологічних параметрів, якості підтримки технологічних параметрів на заданому рівні, створення умов для оптимального використання всіх ресурсів виробництва. [1] Технологічний процес подачі соку включає в себе перелік технологічного обладнання необхідного для контролю і підтримки основних технологічних параметрів (рис.1).

Основна частина. Відхилення від заданих технологічних параметрів в результаті неякісного регулювання, обумовленого величиною можливого перерегулювання або помилки регулювання, а також неможливістю оперативного внесення в об'єкт коригувальних впливів на використаних раніше засобах автоматизації, призводить до зниження якості, збільшення енергетичних витрат на одиницю продукції. Основними показниками ефективності процесу є надійність системи управління, матеріальні та енергетичні витрати на технологічний процес. [2, 3]

Ступінь оптимальності функціонування об'єкта (рис.2) оцінюється одним або декількома параметрами - критеріями управління.

Математичний опис об'єкта управління розглянуто двома принциповими способами: 1) аналізуються процеси, що протікають в об'єкті управління, і на основі математичного виразу

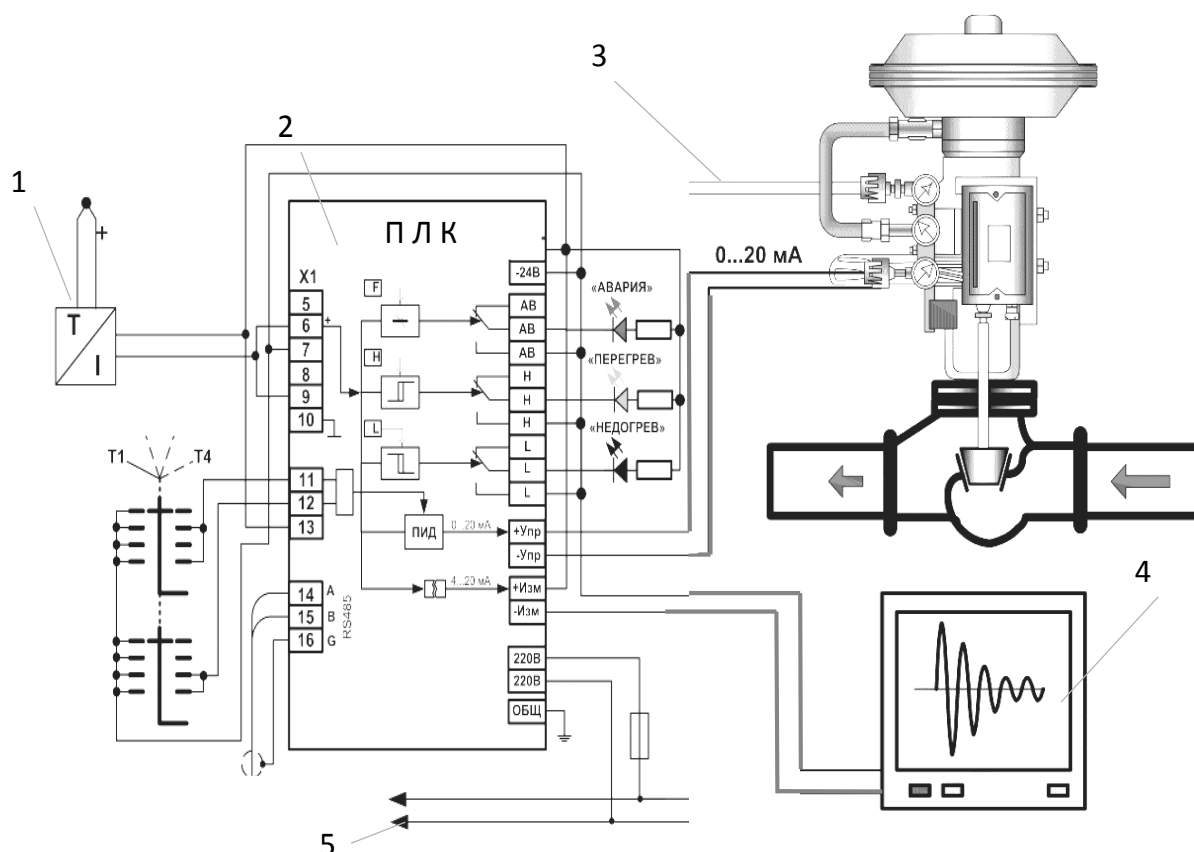


Рисунок 1 - ПД регулювання з електропневмоприводом керування запірною арматурою: 1- порівнювач – ПД регулювання температури теплоносія за допомогою двох/триходового клапана; 2 - програмований логічний контролер; 3 – система подачі повітря керування; 4 – додатковий струмовий вихід на реєструючий прилад; 5 - додаткові прилади контролю технологічного процесу

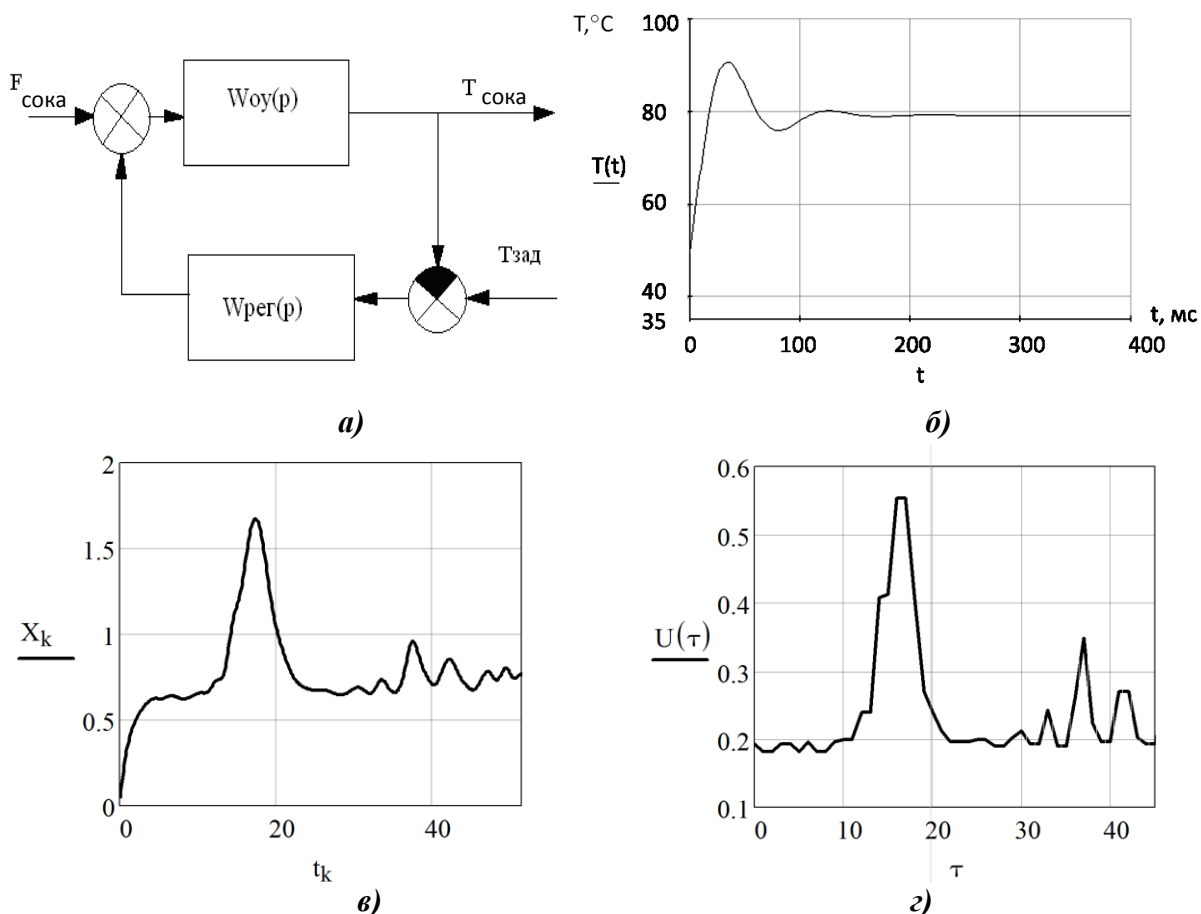


Рисунок 2 - Система регулювання місцеположенням робочого клапану трубопровідної арматури в системі позиціонера: а) загальна схема керування; б) результати моделювання MathCAD; в) місцеположення робочого клапану по емпіричним залежностям (переміщення x (см) по часу t (мс)); г) керуючий сигнал роботи клапану

відповідних законів будуються аналітичні математичні моделі; 2) організація спеціального експерименту по дослідженню об'єкта управління і побудова емпіричної математичної моделі. У даній роботі використані електропневматичні пристрої, що володіють високою точністю, швидкодією і забезпечують більшу дальність і ємність каналів передачі інформації - позиційні приводи Camozzi.

Висновки. На виході об'єкта управління контролюється температура соку, вихідна величина порівнюється із заданою, сигнал неузгодженості надходить на вхід ПІ-регулятора. Математичне моделювання системи управління здійснено в середовищі MathCAD. Якщо в якості критеріїв оптимальності приймати інтегральні оцінки, то мінімум цих критеріїв для системи з ПІ - регулятором досягається за умови, коли відношення коефіцієнта регулювання до часу інтегрування - максимально.

Література

1. Логанов Ю.Д. Трубопроводная арматура. Номенклатурный каталог-справочник. Том 4. Клапаны. Регуляторы давления. Распределители. Гомель:ГГТУ, 2006г. – 264 с.
2. Чебаевский В.Ф., Вишневский К.П., Накладов Н.Н. Проектирование насосных станций и испытание насосных установок. М.: Колос, 2000 - 376 с.
3. Derenivska, A. Optimization of transportation of bulk solids food products in the linear weight feeder of packing machine / A. Derenivska, O. Gavva, L. Krivoplyas-Volodina, O. Kokhan // Journal of Food and Packaging Science, Technique and Technologies. - 2014. – №3. – P. 20-23. – Режим доступу:
https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=ru&user=9z_xbZ8AAAAJ&citation_for_view=9z_xbZ8AAAAJ:hMsQuOkirut0C

КОНСТРУКТИВНІ ПІДХОДИ ДО ПОБУДОВИ МОДЕЛІ ПРОЦЕСУ РОЗВИТКУ ТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ

Вступ. Математичне моделювання встановлює зв'язки між значеннями різних змінних, визначених в процесі вимірювань. Моделювання, базуючись на вимірюваннях, в свою чергу, є фундаментом для методів прийняття рішень і управління. Математичні моделі розділяють на індикаторні (що зв'язують індикаторні змінні) і латентні (що зв'язують латентні змінні). Індикаторнолатентні моделі відносять до вимірювань – метричних моделей, а не до математичного моделювання. Тобто, слід чітко розділяти математичні моделі і моделі апроксимації: - якщо певна залежність знайдена емпірично, як функція, що «найкращим чином» наближує емпіричні дані - це апроксимація, що відноситься до рівня вимірювання; - якщо та ж залежність знайдена з теоретичних міркувань, ширших ніж зв'язок між даними змінними, то це вже математична модель і ця модель відноситься до рівня математичного моделювання. [3]

Основна частина. Схема на рис.1 – це формалізація і узагальнення з робіт присвячених створенню моделей. Математична модель повинна не тільки підвести «теоретичну базу» під дану емпіричну залежність, але і пояснити певні інші емпіричні залежності [1].



Рисунок 1 - Схема процедур встановлення адекватності моделі розвитку технічної системи

Багато уваги приділяється проблемі моделей в роботах Форрестера. Замість середньоквадратичної помилки Форрестер пропонує розгорнуту процедуру оцінки адекватності моделі: модель повинна відтворювати властивості реального об'єкта: стійкість, коливальність, катастрофічні режими. Впевненість в придатності моделі як експериментального інструмента для вивчення результатів змін у виробничій системі базується тільки на впевненості окремих компонент – функціональних моделях і на тому, що в сукупності вони відображають релевантні для користувача сторони поведінки системи, що моделюється.

Моделі, що проаналізовані в даній роботі відносяться до класу нелінійних стохастичних динамічних систем з розривними функціями управління. Тому, на відміну від моделей-апроксимацій, процедура встановлення адекватності розпадається в послідовність певних процедур, кожна з яких містить певні проблеми. Схема на рис.1 є узагальненням з аналізу адекватності моделей систем, що розвиваються, і також елементом методологічної новизни: додано блок «інші системи даного параметричного класу». Без цього пункту будуть «науково незаконними» моделі ще неіснуючих реальних систем. Моделі-аналоги утворюють тимчасовий еталон для встановлення адекватності моделі реальної системи, що створюється. Таким чином і за другим пунктом розроблена модель є адекватною в своєму параметричному класі. Порівняльний аналіз показав, що параметричним настроюванням можна відтворити частотні і рангові розподіли для певних змінних стану системи. Створення сучасної технічної системи можна подати як два паралельних взаємодіючих процеси: процесу створення, уточнення, модифікації імітаційної моделі системи і процесу підвищення ступеню реальності системи, що проектується. На рис.2 подано узагальнену схему орієнтованого на комп'ютер процесу проектування. Сьогодні 80-90% проектування та випробувань виконуються в режимі імітаційного моделювання. Реально в процесі проектування використовується складний комплекс моделей, що взаємно доповнюються і контролюються, можуть замінювати будь-який компонент реальної системи.

Найбільш важливим пунктом в якійсній адекватності моделей є відтворювання розривних характеристик розподілених технологічних систем. Наведемо приклади: оптимальний розподіл навантаження

елементів при довільних змінах сумарного навантаження. Раптові зміни оптимальних управлінь – комплексна важлива і «одвічна» проблема, в [2] з цього приводу сказано: класична форма динамічних моделей базується на використанні систем лінійних диференціальних рівнянь. Такі

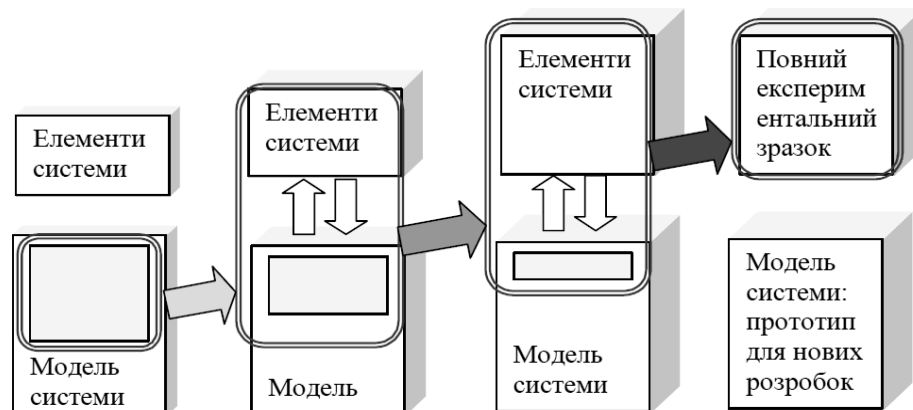


Рисунок 2 - Схема процесу проектування технічної системи

моделі незручні, тому що системи, які розвиваються описуються диференціальними рівняннями з негладкими, розривними і стохастичними правими частинами. Крім того, класичні форми подання динаміки малоприматні для опису реальних виробничих систем. Сенса розвитку є саме в пошуку і створенні можливостей використання виробничих потужностей з більш ефективними технологіями.

Висновки. Модель процесу розвитку технічної системи не створюється «з нуля», одномоментно, а в процесі розвитку цієї моделі. Тому процедура контролю адекватності розподіляється за етапами розвитку моделі, вбудовується в процес побудови і модифікації моделі як обов'язкова процедура: контролю програмних та алгебраїчних помилок і оцінка якості моделі за термінологією Форрестера. Причини широкого використання моделей і моделювання в проектуванні і управлінні виробничими пакувальними системами – суттєві ускладнення виробничих систем і потенційно необмежені можливості програмно-апаратних засобів

Література

1. Бахрушин В.Є. Математичне моделювання. - Запоріжжя: ГУ "ЗІДМУ", 2004.
2. Forrester, Jay W. World Dynamics. Portland, Oregon: Productivity Press., 2000.
3. Деренівська, А. В. SADT моделі машин для пакування продукції в споживчу тару / А. В. Деренівська, О. М. Гавва // Нові ідеї в харчовій науці - нові продукти харчової промисловості: міжнародна наукова конференція, присвячена 130-річчю Національного університету харчових технологій, 13-17 жовтня 2014 р. – К. : НУХТ, 2014. – С. 357-359. – Режим доступу: <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/handle/123456789/18110>

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРИСТРОЇВ ПОВОРОТУ ТРАНСПОРТНОГО ПАКЕТУ ШЛЯХОМ КОРЕГУВАННЯ РУХУ ЗАТИСКНОГО ВУЗЛА

Вступ. Товарний вигляд та якість продукції підприємств різних галузей господарства (харчової, пакувальної, поліграфічної тощо) залежить від її пакування та штабелювання, тобто операцій виробничої та складської логістики. Необхідність переміщення напівфабрикатів і готової продукції ставить вимоги до забезпечення оперативних і надійних маніпуляцій із її транспортними пакетами (палетами). Відомо з [1], що автоматизація завантажувально-розвантажувальних операцій підвищує продуктивність роботи ділянки великого підприємства втричі.

Актуальність теми. Сучасні великі і середні підприємства не можуть обходитись без операційного обладнання, що забезпечує швидку зміну положення транспортного пакету, складеного з піддонів та шарів гофрокартонної тари або стосу аркушевого матеріалу. Найбільш поширене застосування такого обладнання для виконання зміни піддонів, заміни ушкодженої тари у транспортному пакеті, вирівнювання штабелю, зміни положення групової тари тощо [1, 2]. Вимоги до цього обладнання – воно повинно бути недорогим, займати невелику площу та простим у керуванні. В Україні використовують дорогі пристрої відомих закордонних фірм з Німеччини (Polar, Busch), США (Торру), Швеції, Китаю. Тому створення засад оптимально-раціонального проектування конкурентоспроможного вітчизняного обладнання для маніпулювання транспортних пакетів є актуальним для багатьох галузей.

Основна частина. Основними механізмами пристрою є: пульт керування, механізм затиску штабелю з піддонами (палети) на основі гідравлічного приводу, механізм повороту затиснутого транспортного пакету на 90° або 180° , опційно – механізм повороту навколо осі на 180° , та додаткові модулі (наприклад, модуль аерації стосу паперу або картону, генератор коливань для вібраційного вирівнювання тощо). Особливістю пристрою є необхідність забезпечити надійний затиск і рух значній масі транспортного пакету (вага – до 1600 кг) протягом 1-2,5 хвилини.

Відомі декілька структурних схем пристрою повороту транспортного пакету або стосу аркушевого матеріалу, залежно від їх функціонального призначення [3]. Найбільш поширені пристрої, в яких поворот затисненого транспортного пакету здійснюється за допомогою кулісно-важільного механізму. Існуючим пристроям на основі кулісно-важільного механізму притаманні такі недоліки:

- експлуатація пристрою для повороту стосів аркушевого матеріалу пов'язана з виникненням значних інерційних навантажень внаслідок хитного руху засобу затиску із стосом, що обмежує його продуктивність;
- значна металомісткість конструкції через необхідність комплектування пристрою спеціальною противагою.

Тому значну увагу під час дослідження було приділено забезпеченню плинного, без коливань повертання транспортного пакету та зрівноваженню надлишкових моментів на валу привода пристрою у крайніх положеннях руху. Іншим, перспективним напрямком удосконалення механізму повороту є синтез руху затискного вузла за таким законом, що зменшує навантаження в крайніх положеннях.

Для удосконалення пристрою повороту транспортного пакету використані рішення із дослідження механізмів з корегуванням руху однієї з ланок, які опрацьовані на кафедрі поліграфічних і пакувальних машин та технології пакування УАД. Наприклад, корегування руху веденого коромисла у кулачково-важільному механізмі згідно [4]. Механізм складається з наступних ланок: кривошипу, з'єднаного з шатуном, який шарнірно приєднаний до коромисла. Коромисло вільно посаджене на одній осі хитання з веденою ланкою (додаткового коромисла). Двоплечий важіль встановлено з віссю хитання на

коромислі, до одного боку якого закріплений ролик. Ролик перекочується в профільованому пазу нерухомого кулачка. Додаткове коромисло шарнірно приєднане до двоплечого важеля з протилежного боку відносно ролика за допомогою додаткового шатуна другого контуру.

На основі подібних механізмів було розроблено ряд удосконалених механізмів для повороту затискного вузла, на один з них отримано патент на винахід [5]. Привод механізму надається від гідроциліндра. Він шарнірно приєднаний до ведучого коромисла. Ведуче коромисло через систему важелів приєднано до веденого коромисла. На осі хитання коромисел також закріплено затискний вузол. Необхідний закон руху веденій ланці із затисненим транспортним пакетом задає нерухомий кулачок, встановлений на стіні пристрою. Кінематичний зв'язок між нерухомим кулачком, ведучим коромислом і затискним вузлом здійснює двоплече коромисло.

В результаті руху штока гідроциліндра ведуче коромисло повертається на 90° і надає рух за обраним законом веденому коромислу із затискним вузлом. Технічний результат полягає у забезпеченні ефективної та надійної технічної експлуатації механізму повороту транспортного пакету або стосу паперу/картону внаслідок плавного розгону та уповільнення за потрібним законом руху затискного вузла та зрівноваженню надлишкових моментів на валу привода.

Завдання синтезу запропонованого механізму полягає у визначенні необхідного (згідно обраного закону періодичного руху) поточного значення положення веденого коромисла разом із закріпленим на ньому затискним вузлом. Подальшими кроками синтезу є визначення положень двопроменевого коромисла, а з них – радіус-векторів центрального профілю нерухомого кулачка, що корегує рух веденої ланки – затискного вузла, навантаженого транспортним пакетом.

Проведені аналітичні дослідження дозволили визначити геометричні та кінематичні параметри пристрою повороту транспортного пакету та побудувати центровий профіль програмоносія. Необхідні розрахунки проведені із застосуванням математичного процесору Mathcad.

При цьому приймалось, що рух штока гідроциліндра складається з трьох ділянок – початкового розгону за лінійною залежністю (10% від загального часу руху), ділянки руху з постійною швидкістю і кінцевого гальмування (10% від загального часу руху). Тобто, залежність швидкості руху штока по часу циклу являє собою трапецію.

На рис.1 представлені зміни моменту від сил опору M_{cp} на валу ведучого коромисла протягом руху механізму повороту транспортного пакету (наприклад, на кут $\varphi=180^\circ$).

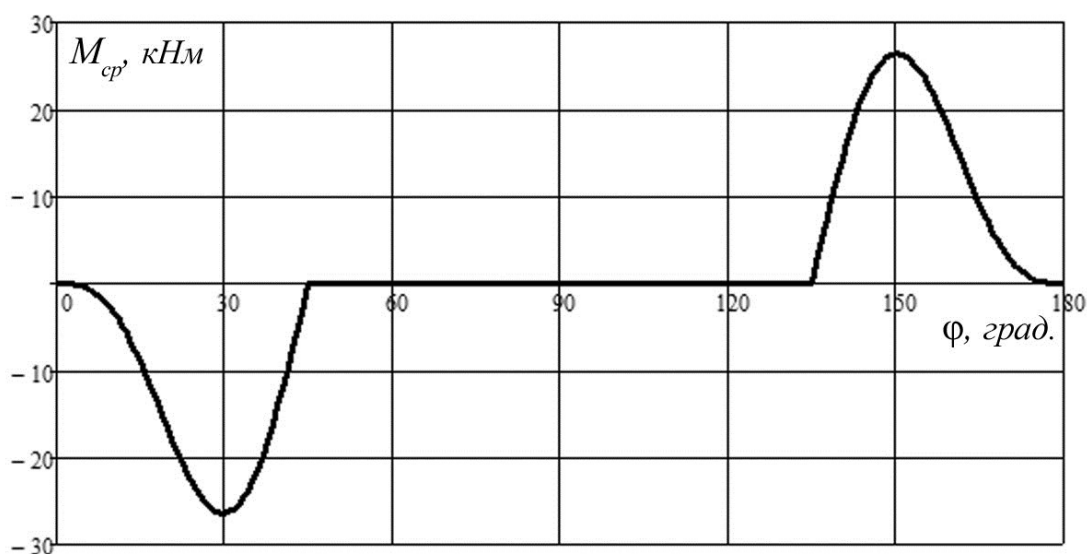


Рисунок 1 – Залежність моменту від дії сил опору протягом руху механізму повороту транспортного пакету з корегуванням руху вихідної ланки

При корегуванні руху вихідної ланки отримуємо зміщення піків моментів при розгоні і гальмуванні до стабільної частини руху. Завдяки цьому відбувається більш плинна зміна навантаження ланок у крайніх положеннях руху, що дозволяє уникнути шкідливих коливань, які зменшують строк роботи пристрою. Вибір раціонального закону руху дозволяє також зменшити загальні навантаження у приводі пристрою повороту.

Створено програми для автоматизованої побудови в середовищі AutoCAD пристрою повороту транспортного пакету або стосу аркушевого матеріалу. Отримана комп'ютерна модель пристрою дозволила здійснити візуалізацію його роботи для підтвердження теоретичних досліджень.

Техніко-економічне обґрунтування модернізації пристрою для повертання транспортного пакету довело, що витрати на виготовлення річного випуску продукції є меншими, зростає прибуток і фондвіддача, знижується термін окупності капітальних вкладень.

Удосконалений пристрій може застосовуватись, наприклад, для : повороту стосу паперу або картону; підготовки паперу перед друком (вирівнювання паперу і видалення пилу і противідмарювального порошку); для післядрукарської підготовки (сушіння відбитків після друку, видалення випарів УФ фарб, розчинників); логістичних операціях (заміна піддонів, заміна ушкодженої тари у транспортному пакеті) тощо.

Висновки

1. Запропоновано ряд оригінальних технічних рішень для зменшення навантажень при роботі універсальних пристроїв зміни положення транспортного пакету, який може бути застосований в харчовій, поліграфічній та інших галузях. Новизна механізмів підтверджена патентом на винахід.

2. Розроблено математичні моделі механізмів з метою синтезу комбінованого механізму на основі гідроциліндра або іншого пристрою лінійного переміщення. Проведені аналітичні дослідження дозволили визначити геометричні та кінематичні параметри пристрою повороту транспортного пакету та побудувати центровий профіль програмоносія, що корегує рух веденої ланки – затискного модуля, навантаженого транспортним пакетом. Отримані залежності доводять переваги використання корегування руху затискного модуля. Як результат, згладжуються функції моменту від дії сил опору на початку і в кінці руху, що поліпшує умови роботи пристрою та збільшує його надійність.

3. Розроблені на основі попередніх розрахунків конструкції привода повороту транспортного пакету або стосу матеріалу пропонуються для створення нових пристроїв, також для модернізації існуючих машин.

Література

1. Гавва О.М. Пакувальне обладнання. Обладнання для обробки транспортних пакетів. / О.М. Гавва, А.П. Безпалько, А.І. Волчко. – К.: ІАЦ «Упаковка», 2006. – 96 с.
2. Гавенко С.Ф. Логістика в поліграфічному виробництві. Навчальний посібник. / С.Ф. Гавенко, Б.В. Дурняк, Р.С. Зацерковна. – Львів: УАД, 2006. – 144 с.
3. Регей І.І. Аналіз виконавчих механізмів у засобах для перевороту стапелів пакувального матеріалу і транспортних пакетів. / І.І. Регей, А.Б. Коломієць – Технологічні комплекси, №3. – Луцьк : В-во ЛуНТУ, 2011. – с. 63-68.
4. Патент №108748 (Україна). МПК (2006.01) МПК (2006.01) F16H 21/16, F16H 53/02, B41F 13/36, B41F 31/34, B41J 23/12. Кулачково-важільний механізм. / Сенкус В.Т., Регей І.І., Кузнецов В.О., Коломієць А. Б., Босак В.О. – заяв. №a201209535 від 06.08.2012, опубл. бюл. №11 від 10.06.2015. – 4 с.
5. Патент №102306 (Україна). МПК (2013.01) B65H 9/00, B65G 60/00. Пристрій для повороту стосу аркушевого матеріалу. / Коломієць А.Б., Регей І.І., Дробінський В.Ю., заявник Українська академія друкарства. – №a201114103; заяв. 29.11.2011; – опубл. 25.06.2013, Бюл. №12, 2013 р. – 4 с.

УДК 681.5.033

Kryvoplias-Volodina Liudmyla, PhD (Technical Science)

Researcher ID : L-7826-2016

National University of Food Technology, Kiev, Ukraine

MODELING PACKAGING MACHINE SYSTEMS ON THE BASIS OF PROPORTIONAL PRESSURE REGULATOR

Introduction. The vertical multithreading packaging machines that work with two rolls, usually used for packaging melkoportsionnogo granular, liquid, paste and small-piece products in flat chetyrehshovnye packages manufactured from a variety of heat-sealable or heat sealable film materials, as well as filtrobumagi, polyethylene laminated paper and aluminum foil. Thus the opposing surfaces of such packets may be made of different materials. When forming the package is necessary to provide a pressure control system of the tension roll materials. As a control device, consider the use of MX PRO proportional pressure regulator in the automatic control system. The important problem in the operation of automatic control systems (ACS), the gas pressure is required to ensure the dynamic quality and, above all, lack of self-oscillating uncontrolled processes that reduce the service life of systems and precision gas flow measurement [1]. Therefore, in the scientific literature, little attention has been paid to the study of factors affecting the dynamic processes [2, 3].

Research results. The objective of this work is to develop a mathematical model of the compressed air pressure regulator, which takes into account the possibility of the separation of elements of the moving system from each other when moving between stops (pneumatic cylinders) guide rollers (Figure 1). Gas pressure regulator is designed to maintain a constant pressure at the inlet of the guide and control system supporting rolls. Consider the application of a proportional pressure regulator on the vertical machine model multithreaded **БАЭМ 4 / 10-10 / 5**. It consists of a fixed device on the frame of unwinding rolls 1 and 2 (Fig. 1) of the packaging web; mechanisms 3 slitting blades roll tape on the mating; walking roller device 4 feeding the packaging material and forming a package; managing them photosensor reading from the tape special tags that define the packet length; threaded dispenser (not shown) formed in fasuyuschego packages packaging products; unit 5, the welding edge of the mating tape longitudinal seams; device 6, a double transverse welding seam packets with simultaneous cutting of the material between the seams; interlocked with him Markers, marks the date (6 digits) in the cross seam; the conveyor belt 7, leading from the machine finished packaging unit 8; as well as on the electrical cabinet and microprocessor control system.

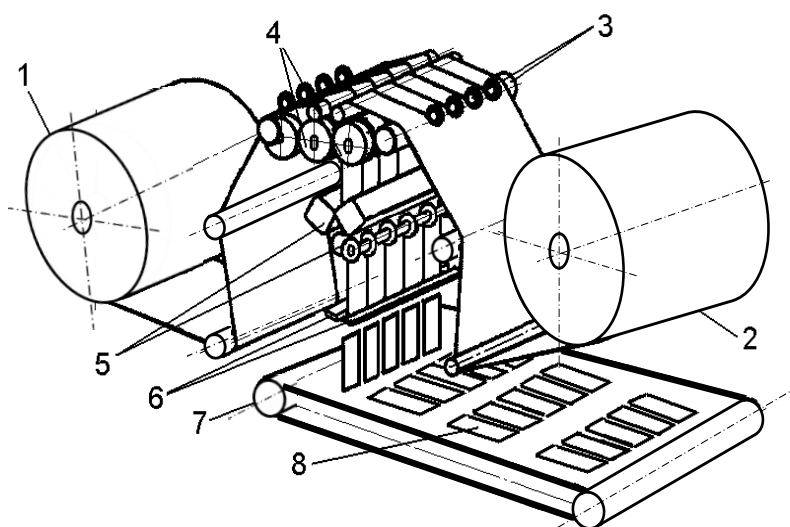


Figure 1 - The functional diagram of the vertical two roll threading machine models БАЭМ 4/1-10/5

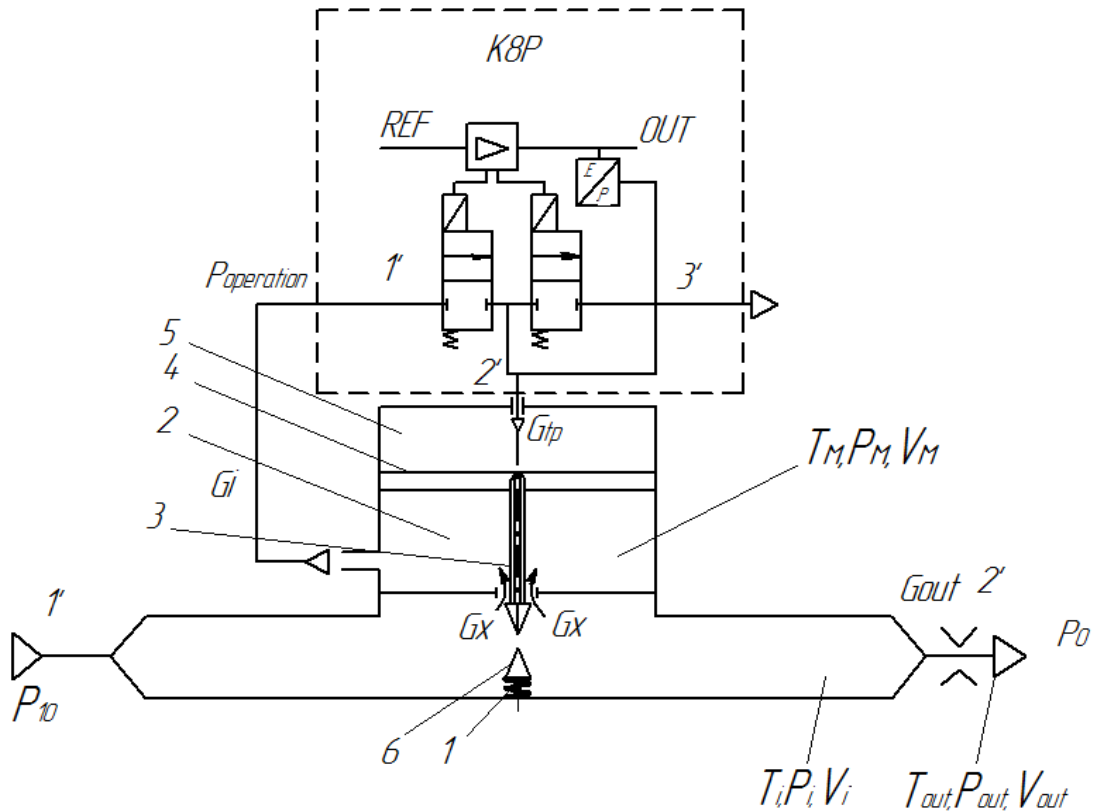


Figure 2 - The generalized design pressure regulator circuit given the attached highways

The mathematical model is described by the pressure regulator controller design scheme in the working position, shown in Fig. 2. In the derivation of equations The following assumptions were made: a working body - ideal gas; heat exchange between the gas and the walls of regulator absent; gas temperature at the flow part remains constant; transient gas flow in a quasi-stationary inductors. We consider a generalized design scheme (Figure 2) pressure regulator based affiliate highways, maintains a constant pressure for a compiled an example of proportional pressure regulators MX-PRO CAMOZZI. The studies examined the proportional pressure regulator of the MX series, in which, instead of the handle with a spring mounted K8P proportional pressure regulator that regulates the control pressure in the pilot chamber. Figure 2 shows a pneumatic system elektroporportional nym K8P series regulator consisting of a hollow rod 3 coupled to the piston 4 and the membrane mass m , and a piston 6 fixed on the rod by means of elastic coupling and the gas spring 1 rigidity C_1 . Camera 2, makes it possible to maintain the set pressure on the main channel 1 ' - 2' and maintain the pressure signal for the channel feedback system control valves 2/2 K8P pressure. The pressure in the control chamber 5 allows the membrane 4 and set the desired output pressure from the regulator. Channel 3 'is an exhaust channel when you reset the air. [4] The piston 3 and the membrane under the action of control pressure $P_{operation}$ by upravlyayuchih valves K8R - - management. The equation of equilibrium of the membrane as a dynamic link lumped m , C_{np} , ξ - represented as:

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} + \xi \frac{dx}{dt} + C_{np} x - F_{01} + F_{02} - F_{\Sigma} = 0, \quad (1)$$

when F_{Σ} - nonlinear sum of the friction forces, and aerodynamic lift forces acting on the membrane

$$\left\{ \begin{array}{l}
C_c \cdot \frac{dP_c}{dt} = G_{i+1} - G_{out}, \\
G_x = \mu_x \pi d_c x P_{10} \sqrt{\frac{2}{RT_{10}} \frac{k}{k-1} \left[\left(\frac{P'_1}{P_{10}} \right)^{\frac{2}{k}} - \left(\frac{P'_1}{P_{10}} \right)^{\frac{k+1}{k}} \right]}, \text{ при } \frac{P'_1}{P_{10}} > \pi_{кр}, \\
G_x = \mu_x \pi d_c x P_{10} \sqrt{\frac{k}{RT_{10}} \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k+1}{2(k-1)}}}, \text{ при } \frac{P'_1}{P_{10}} \leq \pi_{кр}, \\
G_i = \mu_i S_i p_i \sqrt{\frac{2}{RT_i} \frac{k}{k-1} \left[\left(\frac{p_{i+1}}{p_i} \right)^{\frac{2}{k}} - \left(\frac{p_{i+1}}{p_i} \right)^{\frac{k+1}{k}} \right]}, \text{ при } \frac{p_{i+1}}{p_i} > \pi_{кр}, \\
G_i = \mu_i \pi S_i P_i \sqrt{\frac{k}{RT_i} \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k+1}{2(k-1)}}}, \text{ при } \frac{p_{i+1}}{p_i} \leq \pi_{кр}, \\
m \frac{d^2 x}{dt^2} + D \frac{dx}{dt} + C_{np} x - F_{01} + F_{02} - F_{\Sigma} = 0, \\
F_{\Sigma} = -p_m S_m + p_i S_c - p_{10} S_T + p_a S_m, \\
m \frac{d^2 x}{dt^2} + \xi \frac{dx}{dt} + C_{np} x - p_{01} + p_{02} + p_m S_m - p_i S_c + p_{10} S_p + p_a S_m = 0
\end{array} \right. \quad (2)$$

and the stem; C_{np} - spring rate, N / m; m - mass of the moving system, in kilograms; ξ - damping; F_{01}, F_{02} - a prior effort to mechanical springs 1 (Figure 1) and the gas spring in the chamber 5. The assumptions of the mathematical model was also priynyato: little impact friction forces and lift the flow into static and dynamic characteristics of the system: $F_{\Sigma} = -p_m S_m + p_i S_c - p_{10} S_T + p_a S_m$, when p_m - the pressure in the cavity nadmembrannoy; S_m - membrane area; p_a - atmosphere pressure; S_c - the valve seat area; S_T - plate area. μ_i - flow rate; x - valve membranes move; R - the gas constant; T_i - stagnation temperature; k - adiabatic index; p_i - absolute pressure; S_i - flow area; $\pi_{кр}$ - critical pressure ratio. In the calculation model, the following assumptions [2]: a working body - ideal gas; pressure on the regulator inlet temperature constant, $P_0 = \text{const}$, $T_0 = \text{const}$; mode gas leak into the cavity of the consumer - critical; heat exchange between the gas and the walls of the structure is absent. Assuming that the state of the gas in the cavity varies adiabatically, we can write (2): wherein μ_x - flow rate in the section of the rod 3 (Figure 1); d_c - диаметр поршня на штоке 3; x - ход тарелки клапана; G_{i+1} - mass flow rate, determined K8R control valves; V_c - the volume of the chamber cavity 2; G_i - mass flow K8R power; C_c - changes in pressure tank (gas spring stiffness). Our method of experiment is to control the pressure in the job robochem intervals using a pressure regulator. In parallel with experimental studies analizarovalas and analytical model was built based on the generalized equation of energy conservation.

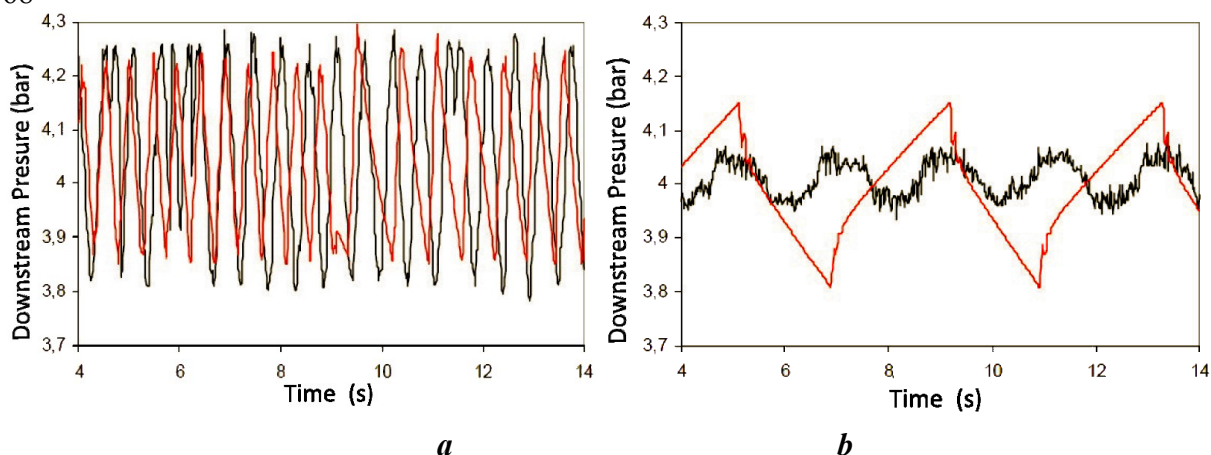


Figure 3 - The calculation results (- - -) and measurement (---) output pressure controlled by using different volumes: a) $V = 0.003 \text{ m}^3$, b) $V = 0.05 \text{ m}^3$.

Conclusions. The resulting system of equations (2) describes the operation of the gas pressure regulator with the attached package and capacity upravlyayuchih elements. For a given flow rate of gas through the regulator and the desired value of the output pressure P_{out} (Figure 2) on its moving parts set the balance of power. When changing the gas flow rate through the regulator, for example, by increasing consumer pressure P_{out} at the output will decrease, whereby the out of balance forces on the sensor controller - the piston, which would increase the throttling area between the piston 6 and the piston 3. The pressure rod output increases to the required P_{out} and going to restore the balance of forces on the moving parts of the regulator. When reducing the flow through the regulator outlet pressure regulation occurs in a similar manner. In accordance with the assumptions, equations describing gas-dynamic processes in gas pressure regulator, the energy losses are taken into account by means of the flow rate. With the help of modeling the behavior of the working environment (3), in the controller and the output from it is possible to estimate the value of performance test systems, possible deviations from the established ranges controlled variables and achieve a stable position raochih processes in mechanical systems controlled by regulators.

Literature

1. Шипинский В. Г. Основы полиграфии и декорирования упаковки: курс лекций для студентов специальности I-38 20 02 «Упаковочное производство». – Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2008. – 264 с.
2. Dawson B. Comparing floating point numbers [Електроний ресурс] – Режим доступу: <http://www.cygнусsoftware.com/papers/comparingfloats/comparingfloats.htm>.
3. Володин С.А., Мирончук В.Г. Анализ систем трубопроводного транспорта сахарных заводов с элементами автоматического регулирования // Автоматизация технологических і бізнес-процесів Volume 7, Issue 4 /2015 – Режим доступу: <http://journals.urau.atbp/article/view/56330>
4. Гавва, О. М. Забезпечення заданої інтенсивності переміщення сипкої продукції із бункера в лінійних вагових дозаторах / О.М. Гавва, А.В. Деренівська, Л. О. Кривопляс-Володіна // Вібрації в техніці та технологіях. – 2012. – № 4 (68). - С. 103-108. – Режим доступу: <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/handle/123456789/14714>.

УДК 62-231: 621.9.04

Кузнецов В.О., д.т.н.,

Коломієць А.Б., к.т.н.,

Стеців Я.Б.

Українська академія друкарства (УАД), м. Львів, Україна

УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОФІЛЮВАННЯ ПРОГРАМОНОСІЯ В ПРИВОДАХ МЕХАНІЗМІВ ПАКУВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ МЕТОДОМ СПЛАЙН- ІНТЕРПОЛЯЦІЇ

Вступ. Привабливість продукції харчової промисловості значною мірою залежить від якості її пакування. Технологічний процес виготовлення екологічних пакувань з картону та паперу – це перетворення набору напівфабрикатів та матеріалів в об'єкт споживання певної форми, вмісту та дизайну. Майже в кожній операції існує необхідність у накопиченні та поштучному переміщенні напівфабрикатів у зону їх подальшої обробки. Практика проектування пакувального обладнання свідчить, що для виконання заданих технічних умов одним з найбільш перспективних напрямків є підвищення надійності і довговічності самонакладів.

Актуальність теми. Аналіз наукових розробок і публікацій виявив, що існуючі циклові механізми переміщення напівфабрикатів в самонакладах є енерговитратними та габаритними. Для створення нових ефективних компактних пристроїв переміщення напівфабрикатів запропоновано у [1] застосовувати кулачково-важільні механізми. Особливість цих механізмів є корегування руху веденої ланки шляхом зміни розмірів коромисла з використанням нерухомого програмоносія (кулачка). Тому дослідження цих механізмів дозволяє обґрунтувати раціональну побудову та підвищити якість проектування пристроїв для поштучного переміщення широкого спектру напівфабрикатів у самонакладах технологічного обладнання.

Основна частина. При проектуванні комбінованих кулачково-важільних і зубчасто-важільних механізмів часто виникає завдання отримання паузи до 90° в русі виконавчої ланки в одному з крайніх положень.

Одним із методів вирішення задачі одержання паузи веденої ланки в цих механізмах є визначення центрового профілю нерухомого програмоносія як полілінії, складеної із спряжених відрізків і дуг. Такі рішення досліджено вченими-механіками Левітським Н.І., Кухаренко П.Г., Тіром К.В., Фішиним М.Є.

Перевагою такого рішення є спрощення технології виготовлення кулачка та можливість регулювання довжини або кута руху робочого органу зміною складеного профілю програмоносія. Проте є і негативні сторони – при побудові центрового профілю програмоносія зі спряжених елементів відрізків прямих і дуг кола у точках їх спряження співпадають дотичні до них, але радіуси кривини різні. Це призводить до виникнення стрибків прискорення (явище «м'якого удару») та інерційних навантажень. Відчутними є коливні явища між ланками циклового механізму при високих швидкостях його роботи,

У вітчизняному машинобудуванні (наприклад, у поліграфії) відоме застосування механізму з коливною дуговою кулісою, що має радіус кривини центрального профілю, який збігається з радіусом кривошипа. Він застосовувався для приводу хитного стола в дртошвейній машині ПШ-4м. Як відзначено у [2, с.182], центрові профілі у цьому механізмі, які являють спряження дуг та прямих, характеризуються «стрибками» прискорень.

Запобігти явищу стрибків прискорення у точках спряження окремих ділянок центрового профілю можна, якщо представити його як полілінію, спряжену криву не набором окремих ділянок, а як цілу криву, що описується одним рівнянням. В системах САД для опису таких кривих [3] використовують рівняння третього порядку оскільки вони мають властивість – криві, що описані такими рівняннями, з'єднуються так, що похідні другого порядку дорівнюють одна одній. Це означає, що кривина у точці спряження залишається постійною і

криві візуально і теоретично сприймаються як одне ціле. Більшу безперервність кривої можна отримати використовуючи для опису кривих рівняння вищих порядків.

З використанням рівнянь четвертого порядку у точках спряження стають рівними похідні 3-го порядку, що покращує неперервність кривої, рух по такій кривій виключає стрімку зміну швидкостей і прискорень.

При використанні кривих Безьє виникають складності, що пов'язані з властивостями таких кривих: при апроксимації складних кривих використовується значна кількість опорних точок, отримується крива високого порядку; зміна положення однієї з опорних точок кривої Безьє приводить до зміни всієї кривої (властивість «глобальності змін»).

Не завжди вдається обрати таке спеціальне розташування вузлів інтерполяційної функції у вигляді полінома степені 4...8, яке забезпечує необхідну точність глобальної інтерполяції. Так як у нашому випадку крайні вузли інтерполяції фіксовані, зменшення похибки інтерполяції вирішено здійснювати за рахунок зменшення степені інтерполяційних поліномів, тобто застосовувати багатоінтервальну інтерполяцію згідно рекомендацій [6].

У більшості випадків необхідна властивість протилежного напрямку – можливість локальності змін. Такі властивості мають криві, запропоновані Коксом [4] і де Буром [5] на основі функцій $N_{i,k}(u)$, що визначаються рекурсивно. Криві, побудовані таким способом називаються В-сплайнами (*B-spline*). Рівняння кривої В-сплайну записується наступним чином [3, с. 177]

$$P(u) = \sum_{i=0}^n P_i N_{i,k}(u) \quad (t_{k-1} \leq u \leq t_{k+1}),$$

де

$$N_{i,k}(u) = \frac{(u - t_i)N_{i,k-1}(u)}{t_{i+k-1} - t_i} + \frac{(t_{i+k} - u)N_{i+1,k-1}(u)}{t_{i+k} - t_{i+1}}$$

$$N_{i,1}(u) = \begin{cases} 1 & t_i \leq u \leq t_{i+1} \\ 0 & \text{в іншому випадку} \end{cases}$$

Значення t_i – вузлові коефіцієнти, що обмежують відрізки значень параметра, в яких функції спряження мають не нульові значення. З наведеного рівняння виходить, що для визначення $n+1$ функцій спряження необхідно задати $n+k+1$ вузлових значень від t_0 до t_{n+k} . Різні методи завдання вузлових значень дозволяють отримати різні функції спряження.

Аналіз наведених рівнянь приводить до наступних висновків:

- степінь В-сплайна визначається не числом заданих опорних точок, а значенням k (порядок сплайну), яке повинно бути на одиницю більше від бажаного значення степені кривої;
- найбільше підходить для апроксимації кривої центрального профіля програмоносія, заданого полілінією неоднорідний неперіодичний В-сплайн.

Для проведення апроксимації використано комплекс програм, розроблений на кафедрі поліграфічних і пакувальних машин та технології пакування УАД на основі системи *AutoCAD*. Розроблені програми забезпечують проведення моделювання руху ланок важільного кулачкового-кулісного механізму (ВККМ) в залежності від повороту кривошипа.

На початку моделювання на центральному профілю кулачка, утвореного полілінією із спряжених дуг та відрізків, визначаються точки, які стають опорними точками майбутнього В-сплайна. При визначенні точок розташовуємо їх рівномірно вздовж полілінії. Проте різна форма відрізків залишає їх неоднаковими, що зберігає неоднорідність загальної кривої.

Сформований масив координат визначених опорних точок передається у спеціальну програму для автоматизованого моделювання В-сплайну. Отримана в результаті моделювання крива В-сплайна при подальшому моделюванні руху веденої ланки ВККМ є центральною кривою нового профілю кулачка. При моделюванні руху коромисла ВККМ отримуються нові кінематичні залежності.

Розбіжність у профілях складає до 0,027 мм, що менше точності більшості верстатів для профілювання кулачків. Тому обраний метод інтерполювання утворює криву, яка є збіжною

з полілінією з достатньою точністю (похибка інтерполяції наближається до 0,95...0,99) і дозволяє досягти бажаних результатів.

Представлені розрахунки (рис. 1) робочої частини руху проводились для ВККМ з наступними геометричними параметрами: довжина кривошипу 50 мм, базовідстані 150 мм, шатуна 180 мм, мінімальна довжина коромисла 75 мм, хід паузи корегувального кулачка $S_{паузи} = 8,4$ мм, радіус дуги спряження $R_{sopr} = 109$ мм.

Порівняння з кінематичними характеристиками, наведеними на рис. 1. для руху повзуна по профілю спряжених ділянок прямих і дуг дозволяє відзначити відсутність стрибкового збільшення прискорень у точках спряження (позначені на графічних залежностях вертикальними лініями).

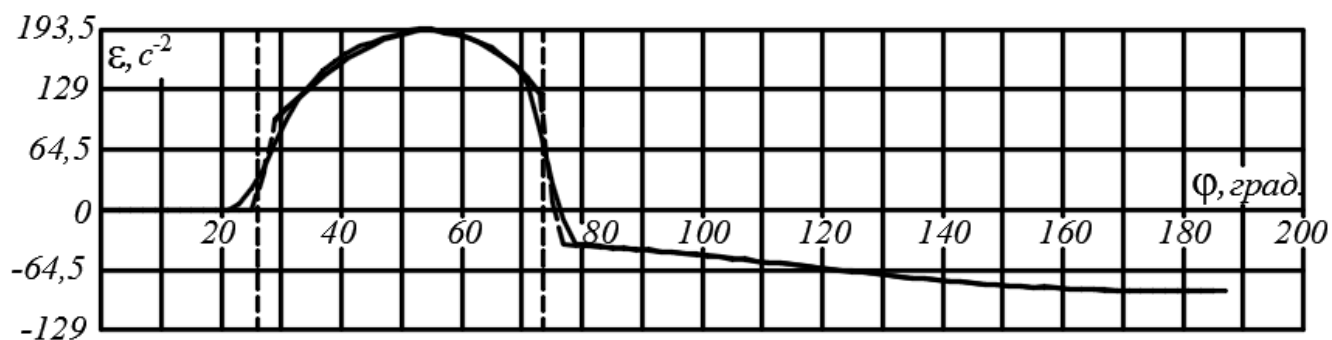


Рисунок 1 – Залежності кутового прискорення веденої ланки ВККМ для профілю програмоносія, заданого полілінією (пунктир) і В-сплайном (суцільна)

Висновки

4. Застосування комбінованих механізмів із програмованою зміною розміру веденої ланки зменшує габарити механізму і, відповідно, матеріаломісткість обладнання.

5. Найбільше раціональним для апроксимації кривої центрального профілю програмоносія, заданого полілінією, є неоднорідний неперіодичний В-сплайн. Розроблені програми для реалізації цього методу профілювання програмоносія при проектуванні циклових механізмів, також можуть бути корисними для програмування сервоприводів.

6. Отримані залежності доводять переваги використання профілю програмоносія, заданого В-сплайном, порівняно із профілем, заданим полілінією. Як результат, згладжується функція кутового прискорення, зменшуються піки інерційних навантажень, а також амплітуда коливань в ланках механізму. Це збільшує довговічність і надійність технологічного обладнання.

Література

1. Патент №103240 (Україна). МПК (2013.01) B65B 41/00, B65H 5/00, F16H 21/00. Пристрій для виведення плоских напівфабрикатів. / Полюдов О. М., Рєгей І. І., Коломієць А.Б., Стеців Я. Б. – №а201113964; заявл. 13.05.2013, опубл. 25.09.2013, бюл. №18.
2. Тир К. В. Механика полиграфических автоматов / К.В. Тир – М. Книга, 1965. – 495 с.
3. Ли К. Основы САПР (CAD/CAM/CAE). – СПб.: Питер, 2004. – 560 с.
4. Cox M. G. The Numerical Evaluation of B-splines / J. Inst. Maths. Applies, Vol. 15, 1972. – pp. 95-108.
5. de Boor C. On Calculating with B-spline / J. of Approx. Theory, Vol. 6, 1972. – pp. 52–60.
6. Тюканов А.С. Основы численных методов // Учебное пособие для студентов факультета физики РГПУ им. А.И. Герцена. – СПб.: ГОУ ВПО РГПУ им. А.И. Герцена, 2009. – 266 с.

ВПЛИВ ЕКСЦЕНТРИСИТЕТУ НА ВИТРАТИ ПОТУЖНОСТІ РОТОРНОГО ЗМІШУВАЧА

Вступ. Процес змішування компонентів рідких пшеничних опар є ключовим етапом і відіграє основну роль як фактор, від виконання якого залежить якість кінцевого продукту і його собівартість. Ефективність змішування визначається значенням характерного для даного процесу параметру (ступеню перемішування, характеру диспергування, коефіцієнту тепло- або масопереносу і т.д.). Ефективність змішування є зручним параметром для порівняння і вибору оптимального режиму роботи змішувачів. З двох апаратів що змішують більш ефективно працює той, у якому досягається заданий технологічний результат за меншої витрати енергії.

Однак ці показники є в певній мірі узагальнюючими і не дозволяють зробити висновок про існуючу нерівномірність змішування. Так, величина енергії, що вкладається в одиницю об'єму чаші, багато в чому залежить від місця введення енергії, що багато в чому визначає хід біохімічного процесу в даній області.

Актуальність. Основна проблема механічних змішувачів у випадку приготування суспензій, забезпечити положення дисперсних частинок в підвішеному вигляді, запобігаючи їх накопиченню в будь-якій частині об'єму змішувача з мінімальним споживанням потужності.

Вочевидь зміна конструктивних та кінематичних параметрів змішувача призводить до зміни потужності приводу за одиницю часу яка йде на приготування рідкої пшеничної опари. З можливих варіантів здійснення технологічного процесу потрібно вибрати такий, при якому виходить мінімальне значення питомої витрати енергії, тобто кількості енергії, необхідної для отримання одиниці високоякісної готової продукції. Тому питання вивчення впливу таких параметрів на процес приготування продукту є актуальним.

Основна частина. Потужність, що витрачається на змішування, має важливе значення в конструюванні таких машин. На основі цих вимірів визначаються характеристики потужності для змішувачів нових конструкцій. Отже, від точності вимірювань потужності, що витрачається на змішування, залежить точність запропонованих кореляційних рівнянь[1].

В дослідженні для вимірювання потужності, що витрачається на змішування, був використаний електричний метод [2]. Цей метод полягає у вимірі корисної потужності електродвигуна(активна потужність), що приводить у рух мішалку, встановлену в чашу. Потужність електродвигуна вимірювалася безпосередньо цифровим ватметром.

В серії дослідів ми намагалися з'ясувати вплив положення ротора встановленого з ексцентриситетом e відносно вісі чаші. Для цього було випробувано ротор[3] який встановлювався в місткості змішувача в двох положеннях, його вісь співпадала з віссю місткості($e = 0$ мм) та їх вісі знаходились в різних положеннях($e = 50$ мм) за постійної швидкості обертання 2800 об/хв. Отримані результати наведені в таблиці 1 та на рис. 1.

В результаті математичної обробки дослідних даних, отримані криві які для спрощення описуються лінійними функціями типу $P = k - ct$, отже для робочого органу що обертається з швидкістю 2800 об/хв та має різне розташування ротора в чаші, потужність $P_{\text{дв}}$ буде описуватися залежностями:

$$e = 0 \text{ мм} \quad \rightarrow \quad P_{\text{дв}} = 660 - 0,11t \quad (1)$$

$$e = 50 \text{ мм} \quad \rightarrow \quad P_{\text{дв}} = 715 - 0,1t \quad (2)$$

Маючи ці результати корисну потужність P , яка витрачається тільки на змішування компонентів опари, розраховуємо за формулою:

$$P = P_{\text{дв}} - P_0 \quad (3)$$

де P_0 – потужність холостого ходу двигуна, Вт.

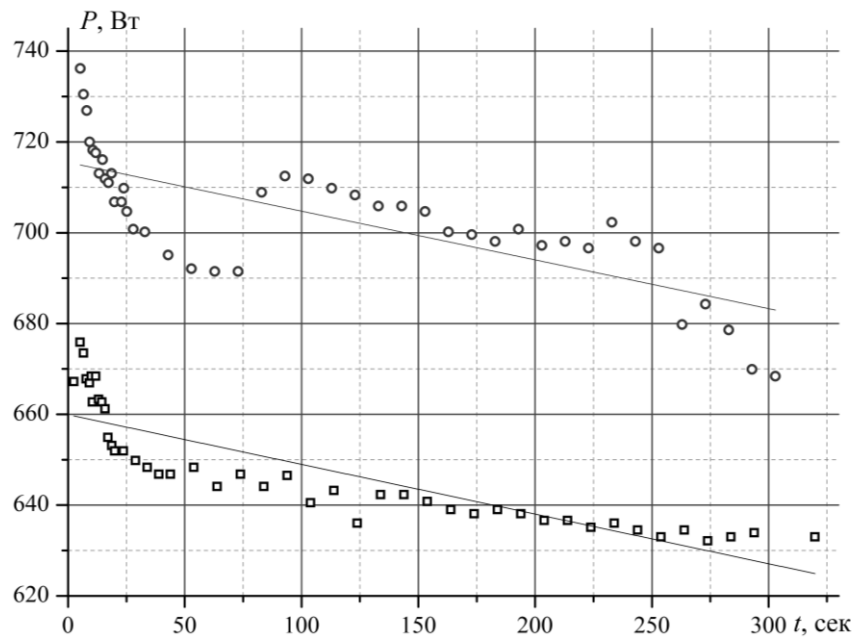


Рисунок 1 – Вплив ексцентриситету на потужність приводу для ротора з розмірами 1/3D при 2800 об/хв: положення ротора в чаші e : $\circ$ – 50 мм, $\square$ – 0 мм

Таблиця 1- Зміна потужності електродвигуна в часі

Час, сек	$e = 0$ мм	Час, сек	$e = 50$ мм
2,5	667,2	2,68	670,5
5,18	675,9	5,25	736,2
7,82	667,8	7,98	726,9
9,99	668,4	10,65	718,2
11,88	668,4	13,28	713,1
14,48	662,7	15,85	711,9
17,08	654,9	18,58	713,1
19,98	651,9	22,9	706,8
28,9	649,8	25,18	704,7
38,9	646,8	32,9	700,2
53,9	648,3	52,9	692,1
73,9	646,8	72,9	691,5
93,9	646,5	92,9	712,5
113,9	643,2	112,9	709,8
133,9	642,3	132,9	705,9
153,9	640,8	152,9	704,7
173,9	638,1	172,9	699,6
193,9	638,1	192,9	700,8
213,9	636,6	212,9	698,1
233,9	636	232,9	702,3
253,9	633	252,9	696,6
273,9	632,1	272,9	684,3
283,9	633	282,9	678,6
293,9	633,9	292,9	669,9
319,9	633	302,9	668,4

Але щоб отримати реальні значення цієї потужності треба не забувати що у електродвигуна є такий параметр як коефіцієнт корисної дії. У двигуна який ми використовували у дослідях він за паспортом дорівнює 0,71.

Для двох розглянутих випадків при навантаженні двигуна, в початковий період пуску, його потужність має максимальне значення, що зумовлено його конструкцією та пусковим струмом. Далі крива потужності плавно зменшується до певного середнього значення.

Робимо висновок, що ротор встановлений з певним ексцентриситетом збільшує споживану ним потужність(в нашому випадку на 8,3 %), тому в подальшій конструкції змішувача, якщо і встановлювати робочий орган з ексцентриситетом, наприклад для зміни гідродинамічних потоків в середині чаші, то значення цього ексцентриситету не повинно бути значним.

Висновки

1. Як видно з рис. 1, потужність, що поглинається системою, витрачається на створення структури опари, в початковий момент безперервно зростає в міру наближення до граничного максимального значення, відповідному рівноважного стану. Відповідно знижується потужність, необхідна на підтримку течії з заданим градієнтом швидкості безперервної зсувної деформації.

2. При проектуванні обладнання для змішування харчових суспензій для поліпшення гідродинамічного стану в середині місткості, вісь робочого органу монтують з певним відхиленням відносно неї. Дослідження показали що такий варіант конструкції веде до збільшення споживаної потужності в межах 10%.

3. З можливих варіантів здійснення технологічного процесу потрібно вибрати такий, при якому виходить мінімальне значення питомої витрати енергії, тобто кількості енергії, необхідної для отримання одиниці високоякісної готової продукції.

Література

1. Доломакин, Ю.Ю. Определение величины энергии затрачиваемой на разрушение структуры пшеничной опары / Ю.Ю. Доломакин, И.Н. Литовченко // Научни трудове Русенски университет "Ангел Кънчев". – 2015. – Т. 54, серия 2. - С. 51-54
2. Доломакин, Ю.Ю. Вплив конструктивних та кінематичних параметрів змішувача на витрати потужності при приготуванні рідкої пшеничної опари // Хранение и переработка зерна. – 2016. – № 3. – С. 47-52.
3. Пат. 103656 Україна МПК А21С 1/02 Пристрій для змішування рідких напівфабрикатів / Ю.Ю. Доломакин, І.М. Литовченко. – u2015 06039, Заявл. 18.06.15, Опубл. 25.12.2015, Бюл. № 24 – 4 с.

УДК 621.836.7 + 686.1.055

Кандяк Н.М., канд. техн. наук

Українська академія друкарства (УАД), м. Львів, Україна

ЗАСТОСУВАННЯ СЕРВОПРИВОДА ДЛЯ ПЕРІОДИЧНОГО ПЕРЕМІЩЕННЯ ПРОДУКЦІЇ І НАПІВФАБРИКАТІВ

Вступ. В харчовій, пакувальній, поліграфічній та інших галузях для періодичного переміщення застосовуються циклові механізми періодичного повороту: храпові, мальтійські, неповнозубих зубчастих коліс, кулачково-важільні. З них найбільш часто використовуються мальтійські механізми [1] в дозаторах та в приводах транспортерів продукції і напівфабрикатів. Застосування мальтійських механізмів обмежує продуктивність обладнання через наявність великих мас транспортерів та каруселей, відповідно, і значних інерційних навантажень, які спричинені початковим прискоренням під час входження і виходу ролика з пазу мальтійського хреста [2].

Актуальність теми. Результати ґрунтовного аналітичного вивчення конструкційних та експлуатаційних характеристик існуючих мальтійських механізмів свідчать про потенційні можливості значного покращення їх кінетичних і динамічних параметрів, реалізація яких спричиниться до суттєвого підвищення продуктивності агрегатів. Для покращення динаміки мальтійських механізмів використовуються різноманітні комбінування мальтійського механізму з іншими цикловими механізмами. Застосування цих механізмів приводах транспортерів продукції і напівфабрикатів дозволяє зменшити початкові та максимальні прискорення за рахунок збільшення періоду повороту мальтійського хреста або корегування руху водила з роликом. Ще один спосіб удосконалення механізмів – забезпечення безударного входження ролика в паз хреста шляхом програмованої зміни довжини водила протягом циклу руху, яка забезпечується за допомогою кулачкового механізму.

Основна частина. Мальтійські механізми з змінною довжиною водила висвітлені в працях Пасіки В.Р., роботах Полюдова О.М., Коломійця А.Б. [3], в яких пропонується різні кулачково-важільні механізми для безударного входження ролика в паз мальтійського хреста.

З іншого боку, використання кулачкових та кулачково-важільних механізмів для безударного входження ролика в паз мальтійського хреста ускладнює конструкцію привода. Тому пропонується використання сервопривода в приводі мальтійського механізму. Щоб забезпечити безударний вхід ролика в паз мальтійського хреста необхідно змінювати швидкість повороту водила за заданим законом руху. Задавання закону руху на водилі [4] можливе за допомогою використання в приводі крокового двигуна або сервопривода.

В даній роботі пропонується задавання закону руху водила за допомогою сервопривода, оскільки, на відміну від крокового двигуна, в сервоприводі неможливий пропуск кроків переміщення валу двигуна. Положення повороту в сервоприводі відслідковується з допомогою давача. Для задавання змінної швидкості на водилі за необхідним законом був створений сервопривод, який складається з двигуна постійного струму XYD-6A потужністю 250 Вт, давача зворотного зв'язку LPA3806-600BM та плати керування, виконаній на основі мікроконтролера Atmega 238p. Керування двигуна можна здійснювати двома методами: за допомогою команд керування step, dir (крок, напрямок), CAN або RS-232 інтерфейсу, по яких передається необхідне положення кута повороту валу.

Керування двигуном здійснюється за допомогою пропорційно-інтегрально-диференціального (ПІД) закону регулювання. Для задання закону руху C_0 (синусоїда) на мальтійському хресті для забезпечення безударного входження ролика в паз мальтійського хреста складена програма розрахунку в системі Mathcad. В цій програмі визначено, з якою швидкістю повинно рухатися водило для забезпечення руху хреста за синусоїдальним законом, та визначена таблиця значень для мікроконтролеру для задавання необхідного закону руху.

Результати розрахунків та експериментальні дослідження кутової швидкості водила представлені на графіках рис.1. Нижні графіки показують похибку швидкості в порівнянні з розрахунковим результатом.

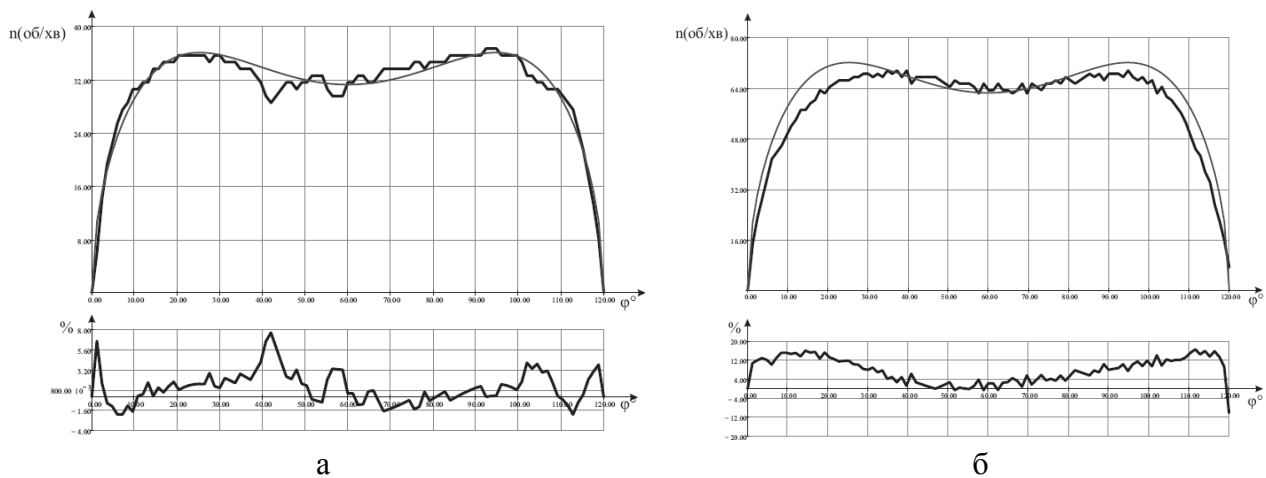


Рисунок 1 – Залежності кутової швидкості водила при: а - 30 ц/хв., б - 60 ц /хв.

З графіків рис.1 видно, що при 30 ц/хв. розрахункова та експериментальна залежності швидкості водила мальтійського хреста практично не відрізняються і похибка відтворення сервоприводом заданого закону періодичного руху становить не більше 3 %. При збільшенні швидкості роботи до 60 ц/хв. сервопривод дещо не встигає розігнатись та загальмувати і основна похибка виникає на початку та в кінці руху. Ця похибка складає 11%. З цих графіків можна зробити висновок, що при збільшенні швидкості роботи обладнання зменшується точність позиціонування сервопривода.

Висновки

1. Застосування сервопривода в складі мальтійського механізму дозволяє позбутися початкових прискорень, які негативно впливають на динаміку приводу, і дає можливість збільшити продуктивність обладнання при незначних витратах на їх модернізацію.
2. Порівняльний аналіз методів розрахунку довів, що раціональним є рекомендувати задавати закон періодичного руху та змінювати період поворот та вистою на мальтійському хресті.
3. Отримані результати експериментальних та аналітичних досліджень свідчать про можливість застосування сервопривода, а похибка відтворення заданого закону руху складає не більше 11%.

Література

1. Фишин М. Е. Расчет механизмов транспортно-подающих систем полиграфических машин. / М. Е. Фишин. – М.: Машиностроение, 1979. – 256 с.
2. Полюдов О. М. Механіка поліграфічних і пакувальних машин: Навчальний посібник. / О. М. Полюдов. – Львів: Видавництво УАД, 2005.
3. Патент №111752 (Україна). МПК (2006.01) F16H 27/06, F16H 21/40. Мальтійський механізм з корекцією руху вхідної ланки. / Сенкус В.Т., Босак В.О., Регей І.І., Коломієць А.Б. – №а201404312, заяв. 22.04.2014; опубл. 10.06.2016, Бюл. № 11. – 4 с.
4. Коломієць А.Б. Особливості корегування руху вхідної ланки мальтійських механізмів в приводах технологічного обладнання / А.Б. Коломієць, Н.М. Кандяк, С.В. Терницький. – Технологічні комплекси, №1 (13). – Луцьк, Луцький НТУ, 2016.– С. 116-121

УДК 664.726.9

Поздняков В.М., к.т.н.,

Зеленко С.А.

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

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ВИБРОПНЕВМОСЕПАРИРОВАНИЯ КОМПОНЕНТОВ ЗЕРНОВОЙ МАССЫ В ПСЕВДООЖИЖЕНОМ СЛОЕ

Введение. Республика Беларусь имеет многовековые аграрные традиции. На протяжении многих столетий сельское хозяйство занимает важное место в структуре национальной экономики республики. Доля сельскохозяйственного производства составляет около 7% объема ВВП. При этом в сельскохозяйственном секторе работает более 9% от общего количества занятых в экономике страны. Беларусь практически полностью обеспечивает себя продовольствием: импорт составляет менее 10% всего объема потребления. В настоящее время перед сельскохозяйственной отраслью республики стоит задача по наращиванию импорта возделываемой продукции. Поэтому для повышения урожайности зерновых и зернобобовых и других культур назрела острая необходимость модернизации устаревших технологий послеуборочной обработки зерна и подготовки семян.

Материалы и методы. В соответствии с целью и задачами исследований работа проводилась по следующим направлениям: разработка и создание экспериментального стенда для исследования процесса самосортирования семян по удельной плотности; определение оптимальных режимных и технологических параметров работы разработанного вибропневматического сепаратора.

Результаты. Для проведения экспериментальных исследований процесса вибропневмосепарирования семян в псевдоожигежном слое изготовлен экспериментальный стенд, основным звеном которого является разработанный вибропневматический сепаратор, обеспечивающий эффективное разделение семян на фракции, отличающиеся между собой удельной плотностью в пределах 10-15 % [1]. 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 самосортирования семенного материала, для проведения экспериментальных исследований процесса сортирования семян по удельной плотности на разработанном вибропневматическом сепараторе были выбраны следующие варьируемые факторы:

- амплитуда колебаний сетчатой деки 1,5-3 мм;
- частота колебаний сетчатой деки 17-22 Гц;
- скорость воздушного потока в рабочей камере сепаратора 0,9-1,5;
- угол наклона сетчатой деки к горизонту 2-5.

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

- коэффициент изменения массы:

$$K_{и.м.} = \frac{m_1 - m_{нач}}{m_{нач}} \times 100\% \quad (1)$$

где m_1 – масса 1000 семян после самосортирования; $m_{нач}$ – масса 1000 семян исходной смеси перед самосортированием.

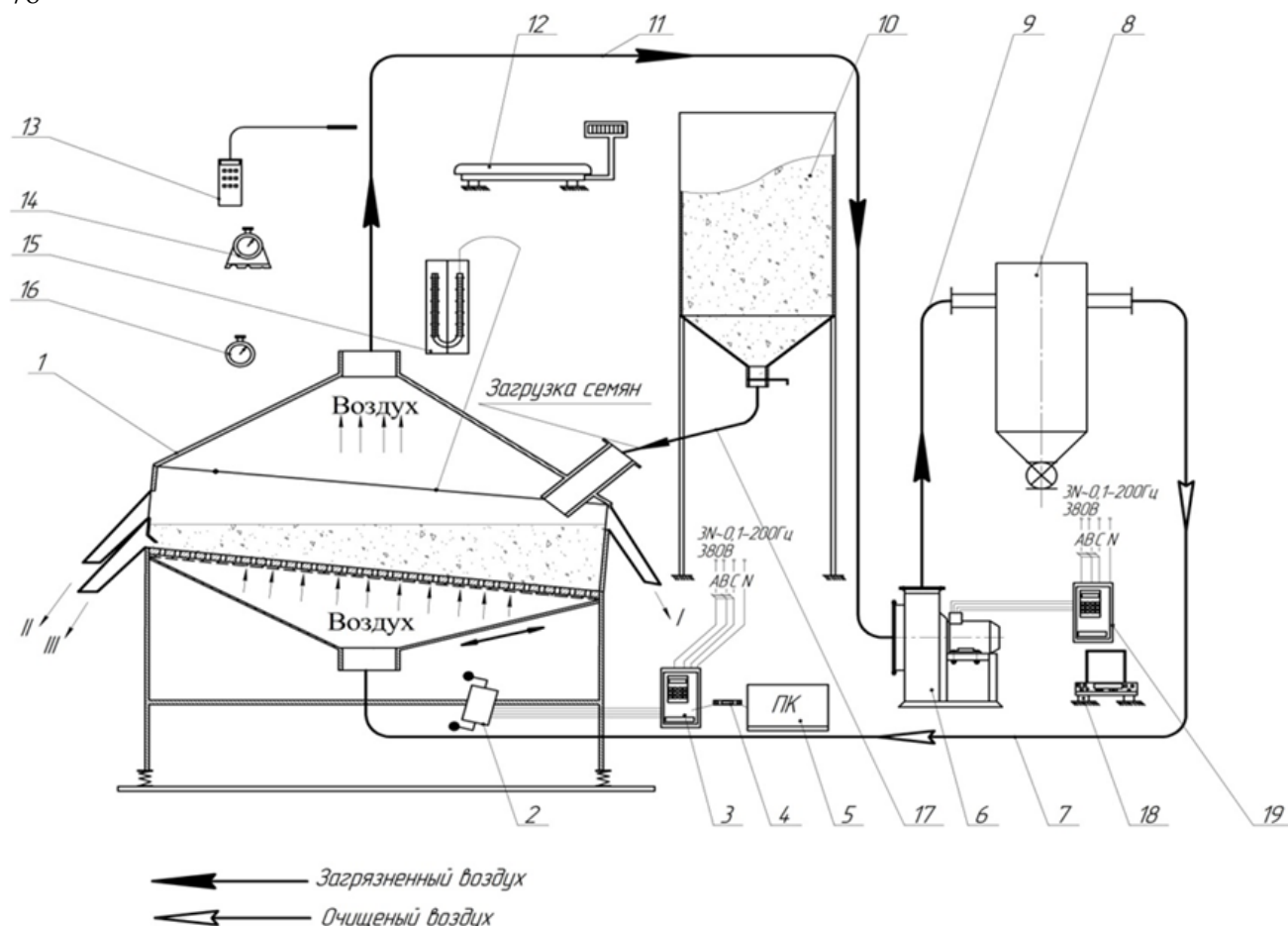


Рисунок 1 – Схема экспериментального стенда для исследования энергосберегающей технологии предпосевной подготовки семян: I – легкая фракция (легковесные и низко натурные семена); II – средняя фракция (основная партия семян); III – плотная фракция (семена с высоким потенциалом урожайности); 1 – лабораторный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

➤ производительность:

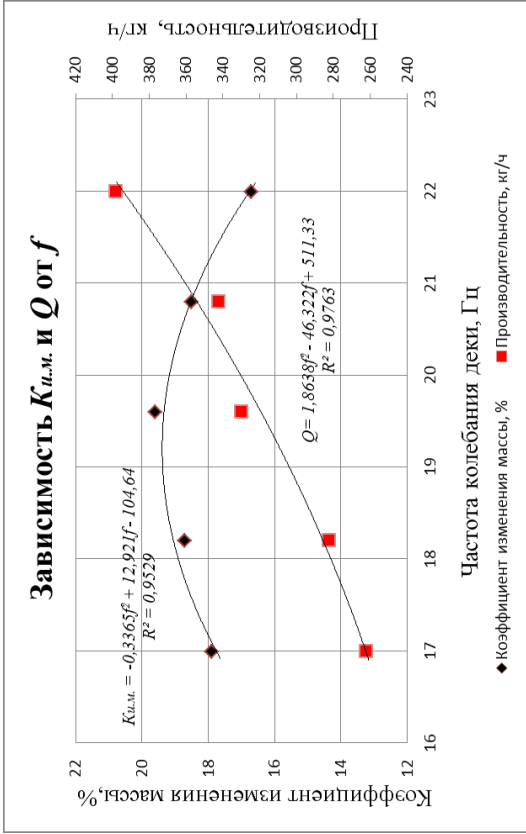
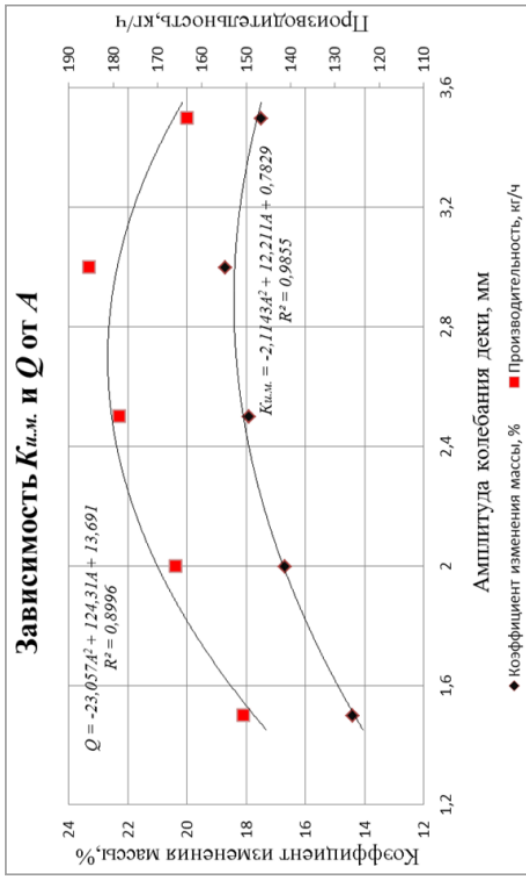
$$Q = \frac{m}{t} \quad (2)$$

где m – масса смеси поступающей на самосортирование, кг;

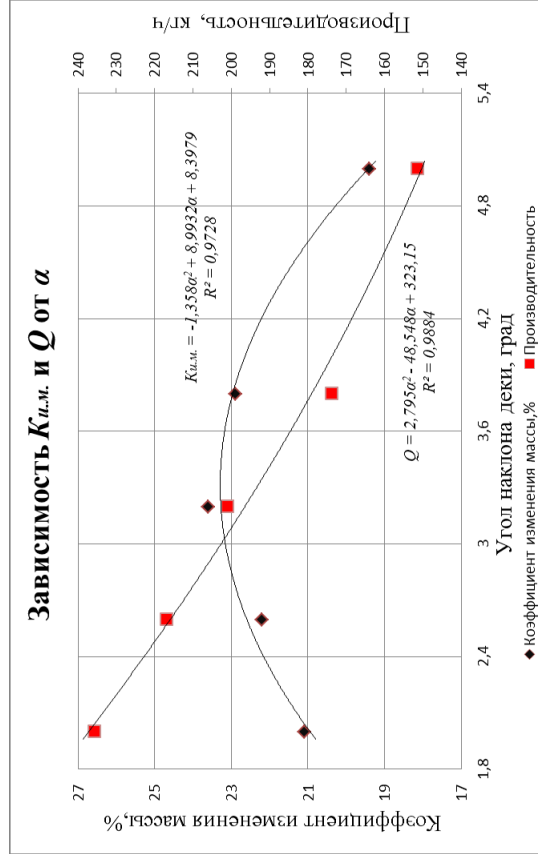
t – время работы вибропневмосепаратора, с.

В результате обработки экспериментальных данных получен ряд графических зависимостей, позволяющих оценить влияние входных параметров лабораторного сепаратора на эффективность разделения семян лука по удельной плотности.

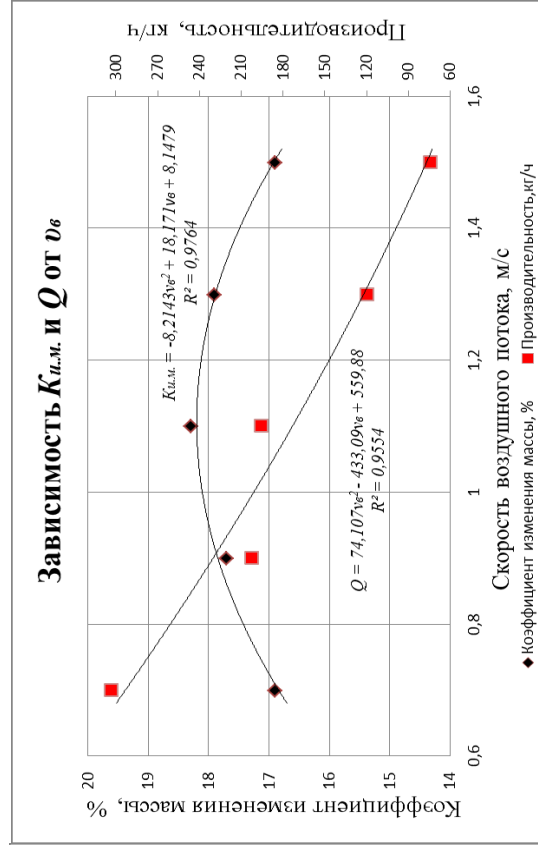
На рисунке 2 представлены графические зависимости коэффициента изменения массы и производительности от входных параметров, т.е. $K_{y.m.} = f(A, f, v_g, \alpha)$ и $Q = f(A, f, v_g, \alpha)$, построенные по 5-ти экспериментальным значениям, два значения взяты из основной матрицы планирования, а для 3-х других была проведена дополнительная серия



а)



б)



в)

г)

Рисунок 2 – Графические зависимости коэффициента изменения массы и производительности от входных параметров
 а – от A при $f=17$ Гц, $v_\alpha=1,5$ м/с и $\alpha=2,0$ град; б – от f при $A=3,0$ мм, $v_\alpha=1,5$ м/с и $\alpha=2,0$ град;
 в – от v_α при $A=3,0$ мм $f=17$ Гц, и $\alpha=2,0$ град; г – от α при $A=3,0$ мм $f=17$ Гц, $v_\alpha=1,5$ м/с

экспериментов. Данные графические зависимости показывают влияние каждого варьируемого фактора на эффективность процесса самосортирования в целом.

Однако, стоит отметить, что эффективность работы вибропневмосепаратора определяется не только от влияния отдельных входных параметров, но и от их сочетания в целом. Поэтому для определения рациональных параметров работы разработанного сепаратора был проведён более детальный анализ влияния входных параметров на процесс самосортирования семян графическим методом оптимизации.

Параметры работы сепаратора, на основании графического метода проведения оптимизации, обеспечивающие максимальный коэффициент изменения массы и наибольшую производительность представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Оптимальные режимно-технологические параметры работы разработанного вибропневмосепаратора

Параметры	Амплитуда колебания деки, мм	Частота колебания деки, Гц	Скорость воздушного потока, м/с	Угол наклона деки, град.
Значение параметров	2,4-2,9	19,5	1,2	3,0-3,6

Выводы. На основании графического метода оптимизации параметров работы разработанного вибропневматического сепаратора определены оптимальные параметры процесса сортирования семян по удельной плотности с точки зрения обеспечения максимальной эффективности процесса: амплитуда колебания деки $A = 2,4-2,9$ мм, частота колебания деки $f = 19,5$ Гц, скорость воздушного потока $v_g = 1,2$ м/с, угол наклона деки $\alpha = 3,0-3,6$ град. Данные режимно-технологические параметры работы вибропневматического сепаратора рекомендованы для использования при подготовке семян с высоким потенциалом урожайности.

Литература

1. Поздняков, В.М. Разделение зерновой массы по удельной плотности на сепараторе вибропневматического принципа действия / В.М. Поздняков, С.А. Зеленко// Агропанорама, 2013. – №4. – С. 18-22.

УДК 631.243.35

Тимолянов К.А., аспирант

Донской государственный технический университет (ДГТУ), г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

НАБЛЮДЕНИЕ СВОДООБРАЗОВАНИЯ В ЩЕЛЕВОМ БУНКЕРЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТРОБОСКОПИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА

Введение. Зерновые бункера применяются во многих технологических процессах, связанных с сыпучими материалами: сбор, транспортировка, переработка и хранение урожая. Несмотря на простоту конструкции, бункерные установки обладают существенным недостатком, заключающимся в резком снижении производительности с/х оборудования. Это связано с тем, что сыпучие материалы при движении в бункерах склонны к образованию сводчатых структур, приводящих к перебоям в истечении или к его полному прекращению.

Актуальность. Осуществление мероприятий по устранению простоев оборудования, в результате сводообразования, достигают 20 .. 30% общих затрат на обслуживание бункерных устройств. Потери от простоев технологических линий и целых производственных комплексов достигают десятки и сотни тысяч рублей. Для обеспечения устойчивой подачи зернового материала используют сводоразрушающие устройства. Основные параметры таких устройств рассчитываются исходя из физико-механических свойств сыпучего материала, конструктивных параметров бункера, а так же совокупных параметров сыпучего материала в бункере: угла укладки, частот образования и разрушения сводов и т.д. Влияние сводообразования на процесс истечения может быть исключено за счет выбора параметров бункера (высоты выпускного отверстия, угла наклона днища). Но возникает проблема, как определить образуются своды при истечении или нет, и есть ли потребность в оптимизации бункера за исключением случаев, когда истечение прекращается полностью. На данный момент не существует выпускаемых промышленностью приборов, позволяющих определить наличие сводообразования при истечении сыпучего материала из бункера. В связи с чем, возникает потребность в поиске методики, позволяющей выявить наличие образования сводов.

Основная часть. Как известно, стробоскопический эффект – явление возникновения зрительной иллюзии неподвижности движущегося предмета с определенной периодичностью. Таким образом, при освещении движущихся или вращающихся предметов пульсирующим светом, при равенстве или кратности частот пульсации движения и частоты освещения света происходящее движение будет казаться неподвижным.

Предлагается использовать стробоскоп для определения частоты возникновения динамических сводов. Как известно ранее, истечение зернового материала из бункера носит пульсирующий характер [1]. В данном случае, под пульсирующим движением принимается движение сыпучего материала в потоке. Таким образом, предполагается, что при образовании свода будет наблюдаться неподвижная картина пропуска зернового материала в потоке при вспышке лампы. А частота вспышек лампы - соответствует частоте образования сводов (а не разрушения, т.к. образованный свод мешает прохождению дальнейшего потока и по пропуску потока наблюдается именно образованный свод) [2-3].

Для проверки гипотезы была построена экспериментальная установка рисунок 1, состоящая из: металлического бункера с боковым выпускным отверстием (высота - 1м, ширина – 0,25м, длина – 0,25м, с возможностью изменения угла днища от 10 до 80 градусов к горизонту, материал сталь 3мм), лотка для приёма выходящего сыпучего материала, и стробоскопа фирмы RHYWE, позволяющего изменять частоту мерцаний лампы в диапазоне от 0 до 100Гц с дискретность 0.1Гц.

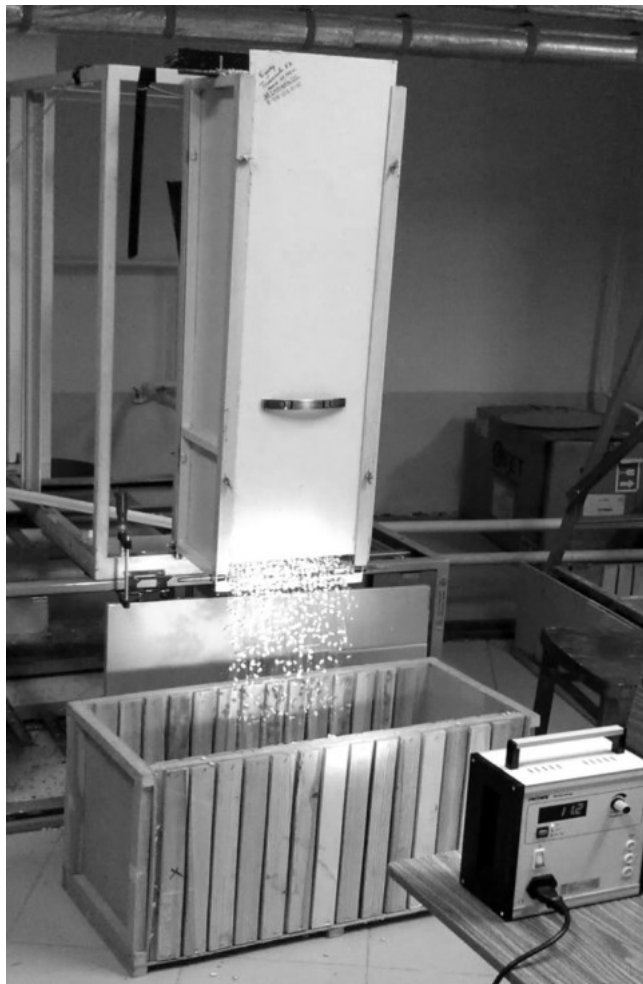


Рисунок 1 - Экспериментальная установка

В зерновой бункер засыпался сыпучий материал, далее выключался внешний свет, включался стробоскоп, открывалась заслонка.

Проводилось наблюдение за процессом истечения. Во время истечения изменялась частота пульсаций лампы стробоскопа в диапазоне от 0 до 100Гц, до тех пор, пока картина «черных дыр» при истечении не станет статично устойчивой, пример приведен на рисунке 2.

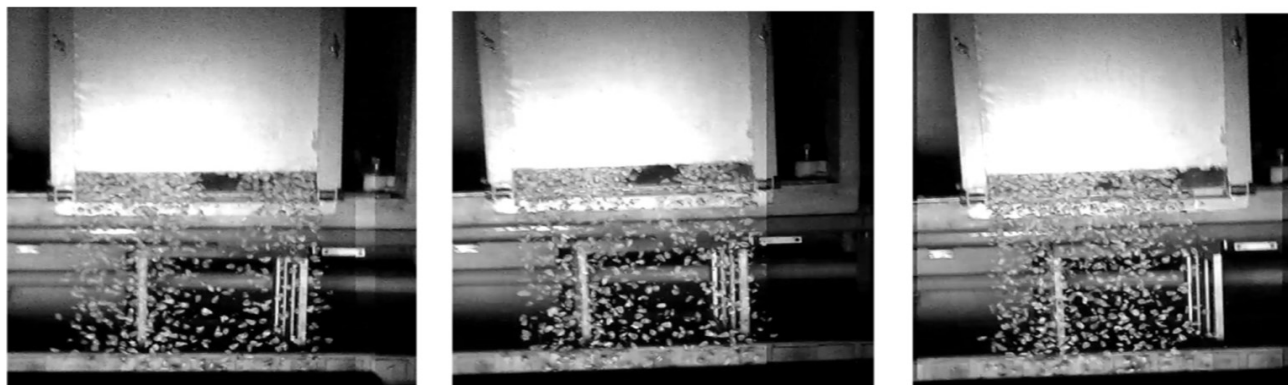


Рисунок 2 - Истечение кукурузы из бункера (выпускное отверстие 30мм, угол наклона днища 60 град.), освещенное стробоскопом с частотой мерцания лампы кратной 11,5 Гц

При совпадении частоты образования сводов с кратной частотой пульсации наблюдалась устойчивая картина пропуска зерна в потоке.

Выводы.

1. Впервые предложен метод определения частоты образования сводов оптическим способом, посредством стробоскопического эффекта.
2. Данный способ может быть полезен при первичной оценке истечения из бункеров с целью их оптимизации, а так же для определения параметров сводоразрушающих устройств. К достоинствам данного метода можно отнести то, что нет необходимости вмешиваться в технологический процесс, вносить изменения в бункер, устанавливать датчики т.д.
3. Получены эмпирические значения частот образования сводов для семян кукурузы, подсолнечника, проса и пшеницы кондиционной влажности, в зависимости от угла наклона днища. Выявлено, что основной диапазон частот образования сводов в зерновом бункере с боковым выпускным отверстием, перечисленных с/х культур, находится в промежутке от 7 до 16 Гц.

Литература

1. Савенков, Д.Н. Определение частоты сводообразования в зерновом бункере с боковым выпускным отверстием [Текст] / Д.Н. Савенков, В.С. Кунаков, К.А. Тимолянов // Состояние и перспектива развития сельскохозяйственного машиностроения: материалы 7-й междунар. агропром. выставки «Интерагромаш-2014», 25 - 28 февр. - Ростов н/Д, 2014. – С. 28-31.
2. Тимолянов, К.А. Определение частоты образования сводов в зерновом бункере с боковым выпускным отверстием с помощью стробоскопического эффекта / В.С. Кунаков, К.А. Тимолянов // Международный научно-исследовательский журнал.– №1 (43).– 2016.– С. 41.
3. Тимолянов, К.А. Определение максимальных размеров сводообразующего сечения бункера с боковым выпускным отверстием с помощью стробоскопа / В.С. Кунаков, К.А. Тимолянов // Состояние и перспектива развития сельскохозяйственного машиностроения: материалы 9-й междунар. народно-практической агропром. выставки «Интерагромаш-2016». – Ростов н/Д, 2016.– С. 84.

АНАЛИЗ РАБОТЫ ШНЕКОВЫХ ОБВАЛОЧНЫХ ПРЕССОВ

Мясо птицы — источник не только полноценного белка, но и многих жизненно важных биологических веществ. Его производство во всем мире ежегодно растет.

Начальной стадией производства продуктов из мяса птицы является разделка тушек на части, выделение кускового мяса из грудки и окорочков, обвалка малоценного сырья сепарированием. Обвалка (отделение мяса от кости) является важнейшей частью производства всех бескостных продуктов.

На мясоперерабатывающих предприятиях Республики Беларусь с целью снижения доли ручного труда и повышения производительности при производстве продуктов питания из мяса птицы широко используется процесс механической сепарации, который заключается в размельчении исходного мясокостного сырья и последующем отделении кости, соединительной ткани и сухожилий путем продавливания сквозь отверстия перфорированной втулки под давлением.

Оборудование для сепарации мяса птицы по конструкции разделяют на следующие типы:

- гидравлические (поршневые) установки;
- барабанные сепараторы с гибкой лентой;
- шнековые прессы.

Движущей силой процесса разделения мясокостного сырья в обвалочных прессах является разность давлений по обе стороны перфорированной втулки (набора колец), которая создается рабочим органом соответствующего типа оборудования:

- в гидравлических установках — поршнем;
- в барабанных — упругой эластичной лентой;
- в шнековых — шнеком прессующего типа.

Птицеперерабатывающие предприятия Республики Беларусь в основном оснащены шнековыми прессами для обвалки мяса птицы.

В процессе сепарации мясного сырья на шнековых установках происходит разрушение всех видов тканей, составляющих сырье: мышечной, соединительной, жировой, костной. Однако степень их разрушения различна, так как различны их прочностные характеристики [1].

В зависимости от способов разрушения ткани достигается различная степень измельчения, которая может быть использована в качестве критерия для классификации мяса механической обвалки (ММО), поэтому Вольфганг Браншайд и Клаус Трегер предложили для оценки качества ММО ввести в законодательство ЕС показатель, характеризующий степень разрушения мышечной ткани, по которому ММО можно сравнивать с мясным фаршем ручной обвалки («измельченное мясо») и разработали стандарт градуального изменения структуры.

В соответствии с регламентом ЕС № 853/2004 основной характеристикой ММО является потеря или изменение структуры мышечной ткани и сравнение ее с мясным фаршем ручной обвалки. Степень разрушения структуры тканей зависит от используемого давления.

Комитет по безопасности продуктов питания (ЕС) различает 2 вида мяса механической обвалки: ММО «низкого давления», выработанного при давлении до 10^4 кПа и ММО «высокого давления» — при более высоких значениях давления.

При рассмотрении процесса разделения мясокостного сырья в шнековых обвалочных прессах (рис. 1) рабочую длину камеры прессования следует разделить на две зоны:

- с давлением прессования не превышающим предел текучести мясной фракции;
- с давлением прессования свыше предела текучести мясной фракции.

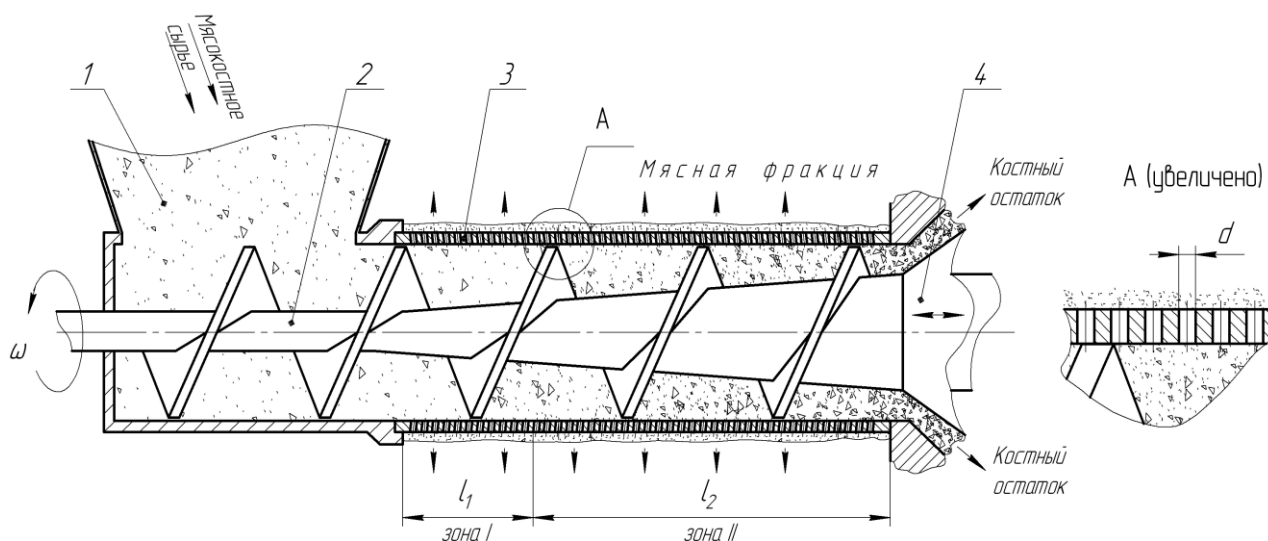


Рисунок 1 – Схема разделения мясокостного сырья в шнековом обвалочном прессе: 1 – приемная горловина; 2 – шнек прессующего типа; 3 – перфорированная втулка; 4 – запирающий конус; l_1 – длина камеры прессования с давлением не превышающим предел текучести мясной фракции; l_2 – длина камеры прессования с давлением свыше предела текучести мясной фракции; d – диаметр отверстия перфорированной втулки

В камере прессования на длине l_1 (первая зона) находится сырье с относительно большим содержанием мясной фракции и малым содержанием костных включений. Начало процесса разделения наступает при достижении давления в камере, достаточного для преодоления давления начала сдвига. Если отверстия перфорации втулки круглые, то работает следующая зависимость [2]

$$p_i \frac{\pi d^2}{4} = \theta \pi d \Rightarrow p_i = \frac{4\theta}{d}, \quad (1)$$

где p_n – давление в камере в начальный момент разделения, Па;

d – диаметр отверстий перфорации втулки, м;

θ – удельное усилие резания, Н/м.

Для щелевых отверстий, длина которых во много раз превышает ширину

$$p_i b = 2\theta \Rightarrow p_i = \frac{2\theta}{b}, \quad (2)$$

где b – ширина щелевого отверстия, мм.

При достижении давления прессования значения превышающего предел текучести мясной фракции, последняя переходит в жидкое состояние и процесс протекающий на длине l_2 (вторая зона) может быть описан по законам фильтрования, где порами фильтра являются отверстия перфорированной втулки диаметром d .

В общем случае на данной длине камеры в процессе течения мясной фракции сквозь отверстия перфорированной втулки значения давления и гидравлического сопротивления костного остатка с течением времени изменяются, а переменную скорости разделения можно выразить следующим образом [3]

$$v = \frac{dV}{S d\tau}, \quad (3)$$

где V – объем выделенной мясной фракции, м³;

S – внутренняя площадь перфорированной втулки, м²;

τ – продолжительность процесса разделения, мин.

При этом скорость процесса прямо пропорциональна давлению в камере прессования и обратно пропорциональна сопротивлению костного остатка и перфорированной втулки

$$\frac{dV}{Sd\tau} = \frac{p}{\mu(R_{\text{ост}} + R_{\text{ф}})}, \quad (4)$$

где p – давление в камере прессования во второй зоне, Па;

μ – вязкость мясной фракции в текучем состоянии, Па·с;

$R_{\text{ост}}$ – сопротивление слоя костного остатка, м⁻¹;

$R_{\text{ф}}$ – сопротивление перфорированной втулки (фильтра), м⁻¹.

Величину $R_{\text{ф}}$ в процессе разделения мясокостного сырья можно считать приблизительно постоянной, пренебрегая некоторым возможным ее увеличением вследствие проникновения в отверстия перфорации частиц костных включений, которые в последствии удаляются гребнем шнека.

Величина $R_{\text{ост}}$ с возрастанием содержания костных включений в исходном сырье при продвижении вдоль шнековой камеры изменяется от минимального значения в начале разделения до максимального значения в конце процесса разделения.

Поскольку процесс разделения в зоне I осуществляется за счет резания мясной фракции кромками отверстий перфорированной втулки, а в зоне II за счет продавливания текучей мясной фракции сквозь отверстия перфорированной втулки, следовательно, качество полученной мясной фракции в первом случае выше, т.к. она имеет структурированную форму. При этом зависимость 4 показывает что, значительную роль на процесс разделения оказывает вязкость мясной фракции: ее повышение ведет к увеличению давления прессования и снижению скорости процесса разделения. В свою очередь вязкость мясной фракции зависит от температуры обрабатываемого сырья, при ее понижении вязкость увеличивается, а при изменении агрегатного состояния (образовании кристаллов льда) увеличивается на порядок, в то время как усилие резания увеличивается не так значительно. Таким образом, при подмораживании исходного мясокостного сырья перед процессом разделения длина l_I зоны I увеличивается, и количество полученной структурированной мясной фракции также увеличивается. Кроме того изменяя диаметры цилиндрических или ширину щелевых отверстий можем влиять на давление в камере прессования, тем самым получая большее количество мясной фракции высокого качества.

На процесс разделения в зоне II оказывают влияние давление прессования, продолжительность процесса разделения и рабочая площадь перфорированной втулки. В свою очередь изменяя эти параметры можем воздействовать на полноту выделения мясной фракции из исходного мясокостного сырья.

Список литературы

1. Хвыля, С.И. Механическая обвалка мяса птицы с использованием многозонного фильтра. Характеристика микроструктуры МПМО грудных костей / С.И. Хвыля, В.А. Абалдова // Птица и птицепродукты. – 2015. – №5 – С. 57-60.
2. Пелеев, А.И. Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности / А.И. Пелеев. – М: Пищевая промышленность, 1971. – 519 с.
3. Касаткин, А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии / А.Г. Касаткин. – М.: Химия, 1971. – 784 с.

УДК 637.523.38.001.5

Бабанов І.Г., к.т.н.,

Беседа С.Д.,

Бабанова О.І.

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

ПРИСТРІЙ ДЛЯ ТЕРМІЧНОГО ОБРОБЛЕННЯ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ

Вступ. З метою технічного і технологічного переоснащення обладнання м'ясопереробної промисловості необхідно передбачити створення нових технічних засобів, які дозволять комплексно механізувати та автоматизувати технологічні процеси. Широке застосування повинні знайти нові види обладнання та робототехніка.

Актуальність теми. Запропонований пристрій відноситься до обладнання м'ясної промисловості і може бути використана при виробництві ковбасних виробів в натуральній та штучній оболонці.

Основна частина. Основними недоліками відомих пристроїв є невелика інтенсивність процесу охолодження ковбасних виробів та значні вагові втрати.

В основу модернізації поставлена задача удосконалення пристрою для термічного оброблення ковбасних виробів, який дозволить провести процес охолодження виробів шляхом їхньої обробки безпосередньо в холодоносії, запобігти значних втрат продукту, не допустити зморщення ковбасної оболонки та покращити якісні показники ковбасних виробів.

Поставлена задача вирішується тим, що пристрій для термічного оброблення ковбасних виробів, що містить теплоізольовану камеру, поділену на секції обжарювання, варіння і охолодження, розташований всередині камери ланцюговий транспортер з носіями для ковбасних виробів, систему подачі і відбору робочого середовища, калорифери і вентилятор.

Згідно модернізації в секції охолодження розташована зрошувальна система розподілення холодоносія, що являє собою розпилюючі насадки для холодної води з метою охолодження ковбасних виробів до температури 28...32 °С протягом 25...30 хв.

Пристрій для термічного оброблення ковбасних виробів містить привід, опорні вузли, пристрої для завантаження та вивантаження.

Робота пристрою для термічного оброблення ковбасних виробів здійснюється наступним чином. Модернізований пристрій дає змогу виконувати послідовне оброблення ковбасних виробів в режимах обжарювання, варіння та охолодження.

Вироби в вигляді ковбасних батонів укладаються безпосередньо в носії ланцюгового транспортера. За допомогою приводу ланцюговий транспортер приводиться в рух і вироби поступають в секцію обжарювання. Робоче середовище підігрівається до заданих параметрів в калориферах, а потім за допомогою вентилятора подається в повітропровід. Із секції обжарювання ланцюговий транспортер переміщає вироби в секцію варіння, де носії занурюються в ємність, де виконується варка водою температурою 82...85 °С. Потім вироби транспортуються в секцію охолодження де за допомогою зрошувального пристрою холодною водою охолоджуються вироби до температури 28...32 °С протягом 25...30 хв.

Висновки

Модернізація пристрою для термічного оброблення ковбасних виробів дозволяє запобігти втрат продукту, не допустити зморщення ковбасної оболонки, покращити якісні показники ковбасних виробів.

Література

Пат. 100892 Україна МПК А22С 11/00. Пристрій для термічної обробки ковбасних виробів / І. Г. Бабанов, С.Д. Беседа, О.І. Бабанова – u2015 02435, Заявл. 18.03.15, Опубл. 10.08.2015, Бюл. № 15

МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ТОПКИ ТУНЕЛЬНОЇ ХЛІБОПЕКАРСЬКОЇ ПЕЧІ

Вступ. Основна частина хлібобулочних виробів в даний час випікається в тунельних хлібопекарських печах. Вони відрізняються універсальністю, економічністю, можливістю в широких межах змінювати температурні параметри по довжині пекарної камери.

Основний пристрій, від роботи якого залежить стабільність роботи печі - це топка. В ній спалюється природний газ або рідке паливо. Принцип її дії пов'язаний з рециркуляцією відпрацьованих гріючих газів. Відпрацьовані гази з температурою 350...400°C частково видаляються через трубу а частково подаються в топку, де змішуються зі свіжими продуктами згоряння та направляються в гріють канали.

Актуальність. Від якісного перемішування свіжих і відпрацьованих гріючих газів залежить і рівномірність обігріву пекарної камери.

Визначення параметрів роботи печі в заводських умовах – складний експериментальний процес. Методи дослідження трудомісткі і мають значні похибки.

Пропонується використовувати методи імітаційного комп'ютерного моделювання. Вони дозволять візуалізувати потоки гарячих газів всередині топки. Дані методи дозволяють відслідковувати зміну швидкості потоків, перепади температури і тиску, процеси дисипації кінетичної енергії потоків газів.

Основна частина. В даній роботі була використана програма FlowVision фірми Тесис. Вона призначена для розрахунку гідро - та газодинамічних завдань (разом з пов'язаними процесами тепло - і масопереносу) в широкому діапазоні чисел Рейнольдса в довільних тривимірних областях.

Використання даної програми вже дозволило отримати унікальну наукову інформацію в різних галузях харчової промисловості [1]. Були досліджені та запропоновані шляхи модернізації обладнання для змішування харчових продуктів [2], для транспортування продуктів по трубах [3], теплових процесів у вистійних шафах [4].

Також було вивчено рух гріючих газів по різних зонах тунельних печей [5].

В даній роботі в ході моделювання була використана $k - \epsilon$ модель турбулентної течії в'язкої рідини з невеликими змінами густини при великих змінах числа Рейнольдса.

У розрахунку були використані фізичні параметри, отримані в свій час при реальних модельних експериментах:

- температура продуктів згоряння, що виходять з камери згоряння, 1900°C;
- температура газів, що подаються на рециркуляцію 350°C;
- перепад тиску, по довжині топки дорівнює 30 Па.

Кількість і пропорція газів, що надходять в топку, визначалася за коефіцієнтом надлишку газів, що дорівнює 2,15.

При визначенні граничної умови стінки була задана шорсткість поверхні, яка характерна для матеріалу, з якого виготовляються топка.

При моделюванні використано декілька способів візуалізації отриманих результатів. Візуалізація скалярного поля дисипації кінетичної енергії, яка пропорційна градієнту швидкості деформації продукту, дозволила визначити місця виникнення завихрень в потоці. Поле дисипації візуалізовано шляхом використання градієнтних ізоліній. Візуалізація векторного поля швидкості дозволила визначити місця зміни величини швидкості і зміни напрямку руху продукту.

Аналізуючи розподіл швидкостей по довжині топки, виділені дві стійкі області. Перша область – по осі топки – де виходять гази з камери згоряння. Друга область - циліндрична – в якій гази рециркуляції рухаються біля зовнішніх стінок топки. Встановлено, що змішування газів в топці практично не відбувається. Воно починається вже в розподільній коробці. Зрозуміло, що такий режим роботи нестійкий і не дає якісного результату.

Температура газів по центру потоку знижується від 1900°C до 600°C практично по лінійній залежності. Але при ефективній роботі топки вона повинна на початку зони змішування різко знижуватися. В газоходи повинен йти потік з температурою близько 600°C. Отримання такої температури відбувається в самому кінці камери змішування.

Дисипація кінетичної енергії газів показує місця виникнення завихрень, завдяки яким і відбувається змішування гарячих і холодних газів. Відмічені завихрення в двох локальних областях. Перша область – кільце навколо виходу продуктів згоряння з камери згоряння. Друга область – в області звуження топки – на виході.

Проведений аналіз роботи топки дозволив виявити і локалізувати недоліки існуючої базової конструкції. Це недостатня турбулізація потоку газів. Метод комп'ютерного моделювання дозволяє запропонувати шляхи вирішення проблеми.

Розглянемо один з варіантів вирішення проблеми. По шляху потоку газів необхідно створити штучний місцевий опір. Він буде змінювати швидкість і напрямки потоків. Це призведе до їх зіткнення і активного перемішування. У запропонованому тестовому варіанті – це кільцева шайба, яка встановлена на внутрішній стінці камери змішування.

Висновки

1. Гази рециркуляції, які вводяться в топку тангенційно, утворюють стійкий обертовий потік близько стінок камери. Це перешкоджає їх змішуванню зі свіжими продуктами згоряння.

2. Найбільші області турбуленції, в яких відбувається перемішування газів, розташовані на початку камери змішування і на виході з неї.

3. Пропонується обладнати топку подібного типу додатковими деталями. Вони повинні змінювати напрямки потоків газів рециркуляції так, щоб відбувалося активне їх перемішування з продуктами згоряння по всій довжині топки.

4. Запропонований спосіб дослідження хлібопекарських печей може бути використаний при розробці нових ефективних конструкцій цього виду хлібопекарського обладнання а також для модернізації існуючих конструкцій.

5. Комп'ютерне моделювання складних теплообмінних процесів дозволяє отримати унікальну наукову інформацію про роботу топок хлібопекарських печей. Комп'ютерне моделювання дозволяє оперативно перевірити правильність запропонованих технічних рішень при модернізації конструкцій теплових пристроїв хлібопекарських печей.

Література

1. Шпак М.С. Моделирование основных процессов в оборудовании пищевой промышленности / М. С. Шпак, И. Н. Литовченко // Инженерные системы: тезисы докладов, международная научно-практическая конференция. – Москва, 2011. – с. 4.

2. Luchian I. Numerical simulation of energy dissipation in mixing process of bread dough / M. I. Luchian, I. Litovchenko, S. Stefanov, C. Csatos // Journal of EcoAgriTourism, Proceeding of BIOATLAS. - conference. - 2012. - Vol. 8., no. 2. (25). - p. 67-70.

3. Litovchenko I. Computer modelling of movement of meat raw material on pipelines / I. Litovchenko, V. Taran, S. Beseda // National university of food technology, Kiev, Ukraine, Nyiregyhaza, Hungary 2011 p. 211-214.

4. Stefanov S. Use of computer modeling for modernization of final proofers of preparation of dough / S. Stefanov, W. Hadjiiski, I. Litovchenko // 12th International Conference "Research and Development in Mechanical Industry" RaDMI 2012, 13-17. September 2012. - Vrnjacka Banja, Serbia, 2012. - p. 791-796.

5. Litovchenko I. The study of the baking ovens by computer simulation / I. Litovchenko // Food technology. – Romania, 2013. - Vol. XVII - p. 107-115.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ В ОБЖАРОЧНОМ АППАРАТЕ БАРАБАННОГО ТИПА

Существующие аппараты для обжарки солода имеют высокую энергоемкость и производительность, что не позволяет использовать их в пивоварнях при пивных ресторанах, барах и агроусадебках [1]. Этот факт существенно тормозит развитие данной сферы, которая как показывает опыт Западной Европы, может занимать существенную долю рынка слабоалкогольных напитков, способствовать развитию сферы досуга, туризма и общественного питания. Поэтому разработка обжарочного аппарата для производства карамельного солода в условиях небольших пивоваренных предприятий, является важной научно-практической задачей.

Принимая во внимание конструктивные особенности обжарочного аппарата, можно считать, что в рабочей камере аппарата – обжарочном барабане, имеет место в основном процесс переноса теплоты теплопроводностью, а сам барабан вместе с продуктом представляет собой многослойную цилиндрическую стенку [2]. В этом случае термическое сопротивление многослойной цилиндрической стенки равно сумме сопротивлений отдельных слоев, при этом первый слой – стенка барабана, а следующий слой – обрабатываемый продукт – солод, который условно можно разделить на ряд слоев. На рис. 1 представлена схема поперечного сечения обжарочного барабана, заполненного частично обрабатываемым продуктом.

Распределение температуры по толщине цилиндрической стенки логарифмически зависит от координаты r , при этом плотность теплового потока q определяется из закона Фурье

$$q = -\lambda \frac{dT}{dr} = -\frac{\lambda(T_2 - T_1)}{r \ln(r_2 / r_1)} = \frac{\lambda(T_1 - T_2)}{r \ln(r_2 / r_1)} \quad (1)$$

где λ – коэффициент теплопроводности материала стенки, Вт/м·К.

На основании проведенных исследований установлено, что количество теплоты, проходящее сквозь цилиндрическую стенку, отнесенное к единице длины цилиндра, можно определить по формуле

$$Q = qA = q2\pi r = \frac{2\pi\lambda(T_1 - T_2)}{\ln(r_2 / r_1)}, \quad (2)$$

где $A = 2\pi rl$, а, при этом Q зависит от r , так как теплота аккумулируется в обрабатываемом сырье.

Для получения уравнения, описывающего распространение теплового потока, необходимо найти количество теплоты, проходящего через слой продукта толщиной. Рассмотрим одномерный процесс теплопроводности в цилиндрической стенке обжарочного барабана (рис. 2).

Условия задачи должны содержать уравнение теплопроводности в форме

$$\frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial T}{\partial r} = \theta \quad (3)$$

После второго интегрирования получим общее решение уравнения (3).

$$T(r) = C_1 \ln r + C_2 \quad (4)$$

Зная теплоемкость продукта и его объем, количество теплоты определяем по уравнению

$$\Delta q = c\Delta v(t - t_1), \quad (5)$$

где c – удельная теплоемкость; Дж/кг·град; ρ – плотность продукта, кг/м³; v – объем сырья, м³; t_1 – температура окружающей среды, °С.

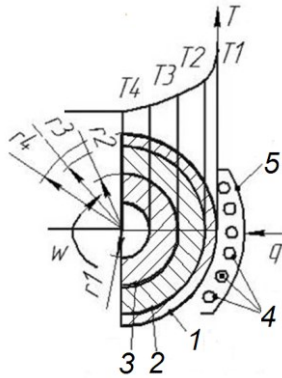


Рисунок 1 – Схема распределения температуры по поперечному сечению обжарочного барабана: ω – направление вращения барабана; q – плотность теплового потока; 1 – цилиндрическая стенка обжарочного барабана; 2 – первый слой обжариваемого продукта; 3 – второй слой продукта; $r_1 \dots r_4$ – радиусы слоев; $T_1 \dots T_4$ – температуры слоев; 4 – экран отражающий

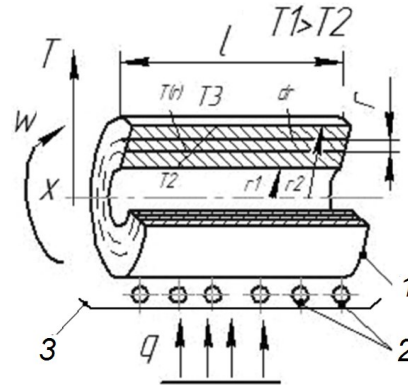


Рисунок 2 – Схема одномерного процесса теплопроводности цилиндрической стенки обжарочного барабана: 1 – стенка обжарочного барабана; 2 – нагревательные элементы; 3 – экран отражающий; T_1 – температура на наружной поверхности стенки; T_2 – температура на внутренней поверхности стенки; r – радиус слоя стенки; r_1 – радиус внутренней стенки; r_2 – радиус наружной стенки; l – длина барабана;

Или

$$\Delta q = c \rho 2 \pi r l \Delta r (t - t_1) \quad (6)$$

Процесс переноса теплоты в обжарочном барабане представляет собой теплопередачу через многослойную цилиндрическую стенку, термическое сопротивление которой равно сумме сопротивлений отдельных слоев. Тогда можно написать уравнение для определения количества теплоты, проходящего сквозь многослойную цилиндрическую стенку

$$\frac{Q}{l} = q_l = \frac{(T - T_{n+1})}{\frac{1}{2\pi} \sum_{i=1}^n \frac{1}{\lambda_i} \ln \frac{r_{i+1}}{r_i}}, \quad (8)$$

где n – число слоев.

Обобщенное (критериальное) уравнение конвективного теплообмена выражается функцией вида

$$Nu = f \left(Re, Pr, \frac{L_1}{L_0} \right), \quad (9)$$

где число Pr выражает физические свойства продукта и характеризует подобие физических свойств теплоносителей в процессах конвективного теплообмена.

Для установившегося процесса теплообмена при механическом перемешивании обрабатываемого сырья числами Fo (Фурье), Ho (гомохронности) и Fr (Фруда) можно пренебречь.

Тогда для рассматриваемого вида теплообмена уравнение при движении продукта в барабане может быть представлено в виде:

$$Nu = \frac{\alpha_2 D}{\lambda} = C Re^m Pr^n \left(\frac{L}{D} \right)^p, \quad (10)$$

где D – диаметр обжарочного барабана, м; L – длина обжарочного барабана, м; C, m, n, p – величины, определяемые из опыта, $Re = \omega \cdot L / \nu$ – число Рейнольдса, $Pr = \nu / a$ – число Прандтля.

Благодаря большой поверхности твердых частиц солода, теплообмен в слое продукта протекает очень интенсивно, при этом имеет место теплообмен конвекцией и путем теплопроводности внутри самих частиц, что и отражается в числах Re и Pr .

Количество теплоты Q , переданной в единицу времени от стенки барабана (греющая среда) к твердым частицам продукта можно определить по уравнению теплоотдачи

$$Q = \alpha_2 F_{\text{ТВ.ч.}} \Delta t, \quad (11)$$

где $F_{\text{ТВ.ч.}}$ – поверхность теплообмена, принимаемая в данном случае равной поверхности твердых частиц в слое; Δt – разность температур стенки барабана и твердых частиц в слое; α_2 – коэффициенты теплоотдачи от стенки барабана к нагреваемым частицам.

Значение α_2 определяется на основе экспериментальных данных, для чего необходимо разработать, смонтировать и запустить в работу специальный лабораторный стенд.

Если $\alpha_2 = \lambda \cdot Nu / D$, то тогда

$$Q = \lambda \frac{Nu}{D} F_{\text{ТВ.ч.}} \Delta t \quad (12)$$

Таким образом, зная значения, мы получаем новое обобщенное критериальное уравнение (10), из которого определяется значение h , как следствие, величина Q из уравнения (11).

Из уравнений следует, что интенсифицировать процесс обжарки можно следующим образом: повысив разность температур; увеличив поверхность теплообмена; изготовив барабан из материала с максимальной теплопроводностью; повысив интенсивность перемешивания материала внутри барабана; интенсифицировав процесс теплоотдачи от стенки барабана к нагреваемым частицам; снизив тепловые потери в окружающую среду.

На основании вышеизложенных путей интенсификации процесса обжарки в аппарате барабанного типа, предложены следующие технические решения по усовершенствованию обжарочного аппарата:

- выполнение вала барабана в виде трубы с наружной спиралью, а барабана с внутренней спиралью, наружная и внутренняя спирали имеют противоположное направление витков, при этом площадь нормального сечения спирали барабана равна площади нормального сечения спирали барабана, что позволит интенсифицировать процесс перемешивания продукта в аппарате;
- использование в процессе обжарки продукта насыщенного пара низкого давления (до 150 кПа), который периодически впрыскивается в барабан через отверстия в полом валу, что позволит не только улучшить органолептические показатели солода (убрать горечь), но и интенсифицировать процесс теплоотдачи от стенки барабана к нагреваемым частицам.

Заключение

Выполнено моделирование процессов теплопередачи в обжарочном аппарате с барабанным рабочим органом, что позволило получить новое обобщенное критериальное уравнение, на основании которого определяется коэффициент теплоотдачи от стенки барабана к нагреваемым частицам h , как следствие, величина количества теплоты, переданной в единицу времени от стенки барабана (греющая среда) к твердым частицам продукта.

Литература

1. Груданов В.Я. Технологические особенности производства карамельного солода на новом обжарочном аппарате / В.Я. Груданов, П. Д. И. Эбиенфа, В.М. Поздняков, А.И. Ермаков // Агропанорама. – 2015. – № 4. – С. 19–23.
2. Чепелюк О. Міні-пивоварні [Текст] / О. Чепелюк, С. Удодов, В. Таран // Харчова і переробна промисловість. – 2001. – № 11. – С. 29.

УДК 663.4/663.5

Бойко О.О., к.т.н.,

Мироненко С.М.

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

МОДЕЛЮВАННЯ ГЕНЕРУВАННЯ ПАРОВОЇ ФАЗИ ПРИ СТВОРЕННІ РОЗРІДЖЕННЯ В СПОЖИВЧІЙ УПАКОВЦІ

Вступ. Сучасні вимоги до пакування харчових продуктів висувають до неї жорсткі вимоги. Серед них однією з найбільш важливих є забезпечення максимального терміну зберігання запакованої продукції. Створення в упаковці тиску, який менший за атмосферний, суттєво знижую активність мікрофлори, що актуально для продуктів з підвищеним терміном зберігання.

Зниження тиску в середині тари дуже часто створює умови для виникнення явища адіабатного кипіння. В результаті деяка кількість рідини, яка міститься в продукті, буде випарена. Частина даного випару буде видалена з об'єму упаковки під час створення зниженого тиску в тарі. Водночас певна кількість випареної вологи конденсується в середині упаковки та залишиться в ній.

Актуальність. Збільшення продажів харчових продуктів запакованих у «вакуумну» упаковку змушує виробників звертати на неї все більше уваги. В той же час через специфіку технологічного процесу пакування продукції в таку упаковку вона не дешева. Тому споживач, що купує такий товар, бажає отримати продукт, який має привабливий вигляд. Водночас наявність вільної вологи в середині упаковки серйозно знижує її споживчі властивості, а випаровування частини вологи з продукту зменшує масу запакованого продукту.

Основна частина. Потрапляння газової фази в газовий простір упаковки відбувається під дією двох факторів. Перший, це випаровування за рахунок адіабатного кипіння. В цьому випадку утворення газової фази відбувається за рахунок теплового потенціалу самого продукту. Відповідно кількість випару, у першому наближенні, можна визначити з наступною залежністю:

$$cm\Delta t = rm_{\text{вип}}, \quad m_{\text{вип}} = \frac{cm\Delta t}{r}, \quad (1)$$

де c – питома теплоємність продукту, який запаковується у вакуумну упаковку; m – його маса; Δt – зміна температури продукту за рахунок адіабатного кипіння; r – питома теплота пароутворення газової фази.

Другий фактор – це виділення частинок рідини в газовий простір за рахунок різниці парціальних тисків. Наявність вільної вологи на поверхні продукту зумовлена частковим руйнування клітинних оболонок під час зниження тиску в упаковці. Так швидкість випаровування речовини в замкнений простір, яка обумовлена різницею парціальних тисків, визначається рівнянням сформульованим американським хіміком та датським фізиком Ленгмюров -Кнудсенон [5]

$$K_{\text{диф}}^1 = \alpha \left(p_{\text{парц}}^{\text{нас}} - p_{\text{парц}}^{\text{пот}} \right) \sqrt{\frac{M_{\text{диф}}}{2\pi RT}}, \quad (2)$$

де α – коефіцієнт випаровування, який враховує чистоту розчину та умови випаровування; $p_{\text{парц}}^{\text{нас}}$ - парціальний тиск насичення парів речовини за тиску $p_{\text{огф}}$ та температури T ; $p_{\text{парц}}^{\text{пот}}$ - поточне значення парціального тиску в об'ємі елементу диспергованої газової фази; $M_{\text{диф}}$ – молекулярна маса речовини, яка дифузує в газовий простір упаковки; R – газова стала; T – абсолютна температура, К.

Значення коефіцієнта випаровування можна знати за допомогою наступного виразу

$$\alpha = \left(\frac{p_{розч}^0}{p_{диф}^0} \right) \sqrt{\frac{M_{диф}}{M_{розч}}}, \quad (3)$$

де $p_{розч}^0$ та $p_{диф}^0$ - тиск чистих парів розчинника та речовини, яка випаровується, при температурі T ; $M_{розч}$ - молекулярна маса розчинника.

Масу парів, які утворюються за рахунок дифузії, можна визначити за наступною формулою [4]:

$$m_{диф} = \frac{\partial K_{диф}^1}{\partial \tau} S_{диф}, \quad (4)$$

де $S_{диф}$ – площа поверхні з якої відбувається дифузія газової фази в простір упаковки.

Відповідно маса газової фази, яка утвориться за рахунок дифузії обчислюється за таким виразом:

$$m_{диф} = \frac{\partial \left(\frac{p_{розч}^0 (p_{парц}^{нас} - p_{парц}^{ном}) M_{диф}}{p_{диф}^0 \sqrt{2\pi R T M_{розч}}} \right)}{\partial \tau} S_{диф}. \quad (5)$$

Відповідно загальна кількість утвореної газової фази визначається як сума випареної вологи та вологи, яка дифузувала в газовий простір упаковки

$$m_{заг} = m_{вип} + m_{диф} = \frac{cm\Delta t}{r} + \frac{\partial \left(\frac{p_{розч}^0 (p_{парц}^{нас} - p_{парц}^{ном}) M_{диф}}{p_{диф}^0 \sqrt{2\pi R T M_{розч}}} \right)}{\partial \tau} S_{диф}. \quad (6)$$

Висновки

1. Максимально точне визначення кількості вологи, яка буде випарена під час створення розрідження при пакуванні у «вакуумну» упаковку дозволить оцінити втрату ваги продукту під час вакуумування..
2. Отримана математична модель показує залежність кількості випару від фізико-хімічних властивостей продукту, що запаковується, та його геометричних параметрів.
3. Зменшення зовнішньої поверхні продукту, який знаходиться в упаковці дозволяє при однакових інших параметрах знизити кількість випару.

Література

1. Бойко О.О. Створення замкнутих контурів вторинних енергетичних ресурсів у харчових технологіях: Автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.18.12 «Процеси та обладнання харчових, мікробіологічних та фармацевтичних виробництв» / О.О. Бойко. – К.: 2015.- 23 с.
2. Бойко О.О. Динаміка та особливості виділення парогазової фази за вакуумного пакування / О.О. Бойко, А.І. Соколенко, С.А. Бут // Матеріали доповідей X Науково-практичної конференції молодих вчених "Новітні технології пакування", додаток до журналу "Упаковка". – Київ, 2014, – С. 36–39.
3. Бойко О.О. Використання вторинних енергетичних ресурсів в харчових технологіях / О.О. Бойко, С.А. Бут, В.А. Піддубний // IV міжнародна науково-практична конференція вчених, аспірантів і студентів. Національний університет біоресурсів і природокористування України. Збірник праць. – Секція 3. – К.: НУБіПУ. – 2014. – С. 52–53.
4. Кутеладзе С.С. Теплопередача при конденсации и кипении / С.С. Кутеладзе – М.: Государственное энергетическое издательство, 1952. – 214 с.
5. Семенченко Б. А. Физическая метеорология. Учебник для вузов [Текст] : Учебник для вузов / Б.А.Семенченко. - Москва : Аспект-Пресс, 2002. - 415с.

УДК 531.46:678.073.001.891.5

Витвицький В.М.,

Сокольський О.Л., к.т.н.,

Мікульонок І.О., д.т.н.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут» (НТУУ «КПІ»), м. Київ, Україна

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТИСКУ ТА ТЕМПЕРАТУРИ НА КОЕФІЦІЄНТ ТЕРТЯ ГРАНУЛЬОВАНИХ ПОЛІМЕРІВ ПО МЕТАЛУ

Вступ. Галузь виробництва виробів з пластмас є однією із найважливіших галузей промисловості, адже полімери масово використовуються для виготовлення таких товарів як полімерні плівки різного призначення, пакетів для упаковки та інших виробів. Суттєве збільшення виробництва полімерних матеріалів потребує створення високопродуктивного обладнання для їх переробки, серед яких найбільш часто використовуваними є черв'ячні екструдери. [1]

Успішне проектування нового та удосконалення існуючого обладнання значною мірою залежить від точності врахування величин і співвідношення сил тертя, що діють на границях контакту матеріалу з циліндром та черв'яком, які в поєднанні з іншими параметрами визначають конструкцію черв'яка, тиск і температурний режим переробки, продуктивність і витрати потужності та відіграють принципову роль як засіб, що створює умови для переміщення та нагрівання матеріалу. Тертя також суттєво впливає на інтенсивність зношування робочих органів, оскільки від нього залежить шлях перероблюваного матеріалу та швидкість його руху.

Порушене питання має особливе значення під час виготовлення екструдованих полімерних плівок для пакувальної індустрії, коли висуваються достатньо жорсткі вимоги до показників якості готової продукції.

Актуальність теми. До найважливіших параметрів експлуатаційних режимів тертя відноситься вплив навантаження та температури. Для визначення коефіцієнтів тертя полімерного матеріалу по різних поверхнях проводять натурні експерименти, при цьому зазвичай коефіцієнти тертя полімерних матеріалів вимірюють по суцільному зразку, нехтуючи взаємодією між окремими частинками. [2]

Однак в зоні живлення черв'ячних екструдерів полімер найчастіше перебуває у вигляді твердих гранул, які можуть проковзувати, перекочуватись одна по одній, деформуватися і т. д., що впливає на рух матеріалу відносно робочих органів екструдера. Таким чином, дослідження руху саме гранульованих полімерних матеріалів у зоні живлення черв'ячних екструдерів є актуальним завданням, оскільки отримані дані дозволяють проводити більш точні розрахунки обладнання для переробки полімерних матеріалів.

Основна частина. Метою проведених досліджень є експериментальне визначення коефіцієнта тертя гранульованих полімерних матеріалів по металевій поверхні та визначення залежності коефіцієнта тертя від навантаження та температури, а також зміни визначених залежностей від геометричних розмірів (висоти шару гранул) робочих органів екструдера.

Дослідження проводилось відповідно до методики, описаної у [3-4], для таких трьох типів полімеру: поліетилену високої густини марки 15803-020 (ГОСТ 16337-77), сополімеру етилену з вінілацетатом (севілену) марки 11104-030 (ТУ 6-05-1636-97) та полістиролу марки ПС-С-1-3 (ГОСТ 20282-86), для трьох товщин шару полімеру $H = 7, 15$ і 23 мм, що відповідає глибині гвинтового каналу екструдера.

На рис. 1–3 наведено апроксимуючі криві, що показують залежність між розрахованим коефіцієнтом тертя полімерного матеріалу по металевій поверхні $K_{тр}$ і тиском P при нагріванні робочої поверхні до температури t . Температура нагрівання робочої поверхні визначалась експериментально, для кожного полімеру окремо як максимально можлива для зони живлення.

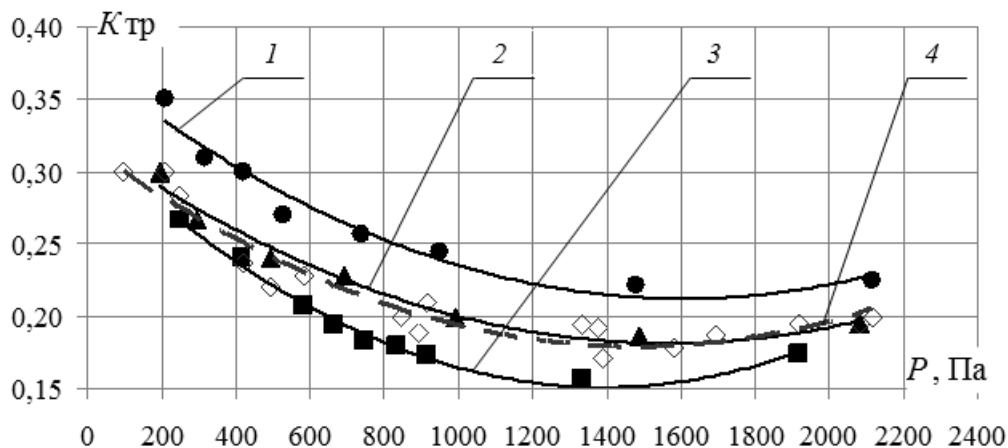


Рисунок 1 – Залежність коефіцієнта тертя поліетилену від тиску за різних значень глибини каналу H при нагріванні робочої поверхні: 1 – $H = 7$ мм, $t = 20$ °C; 2 – $H = 15$ мм, $t = 20$ °C; 3 – $H = 23$ мм, $t = 20$ °C; 4 – $H = 7, 15, 23$ мм, $t = 90$ °C.

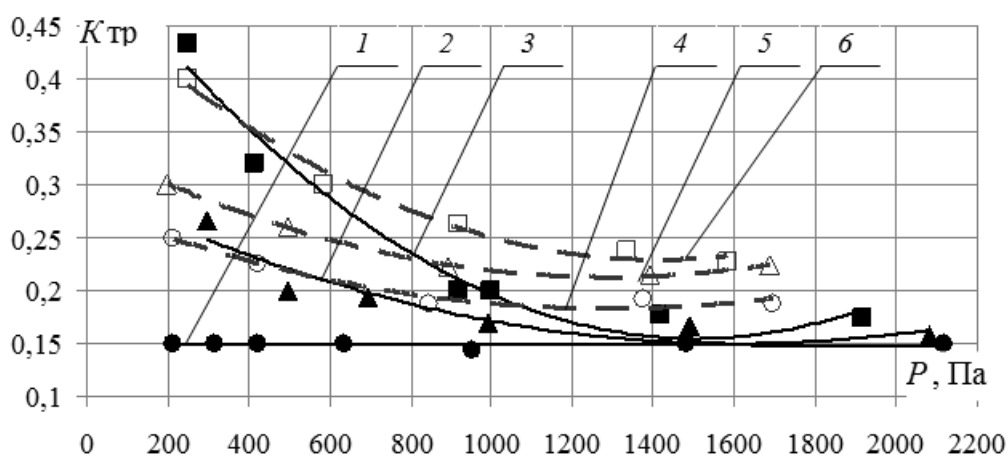


Рисунок 2 – Залежність коефіцієнта тертя севілену від тиску за різних значень глибини каналу H при нагріванні робочої поверхні: 1 – $H = 7$ мм, $t = 20$ °C; 2 – $H = 15$ мм, $t = 20$ °C; 3 – $H = 23$ мм, $t = 20$ °C; 4 – $H = 7$ мм, $t = 80$ °C; 5 – $H = 15$ мм, $t = 80$ °C; 6 – $H = 23$ мм, $t = 80$ °C.

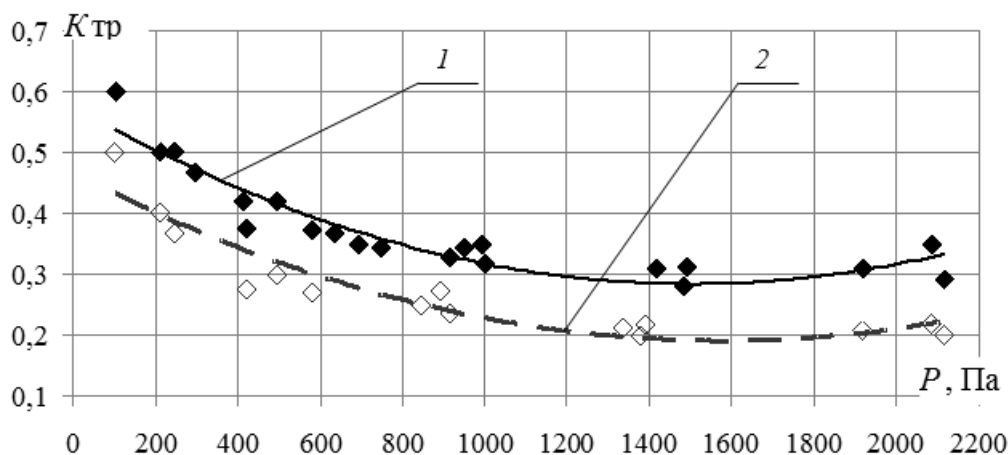


Рисунок 3 – Залежність коефіцієнта тертя полістиролу від тиску за різних значень глибини каналу H при нагріванні робочої поверхні: 1 – $H = 7, 15, 23$ мм, $t = 20$ °C; 2 – $H = 7, 15, 23$ мм, $t = 100$ °C.

Криві побудовано з використанням поліноміальної або лінійної апроксимації, при цьому середнє значення достовірності апроксимації по всіх кривим не нижче 0,9.

На зазначених графіках видно загальне зменшення залежності коефіцієнта тертя від тиску за зменшення глибини каналу. У разі наближення досліджуваних навантажень до максимальних значень майже на всіх кривих відбувається перехід через мінімум, тобто, після досягнення певних значень тиску коефіцієнт тертя починає зростати із ростом навантаження. Вочевидь, це пов'язано з тим, що після певних значень тиску шар гранул починає поводити себе подібно суцільному твердому тілу, залежність коефіцієнта тертя від навантаження якого має у загальному випадку вигляд кривої з мінімумом. [2]

Гранули поліетилену округлої форми і малodeформовані, тому під час руху вони мають можливість проковзувати із обертанням одна відносно одної. Таким чином, у разі збільшенні товщини шару гранул H тертя ковзання частково замінюється на тертя кочення, тому середнє значення коефіцієнта тертя зменшується зі збільшенням глибини каналу (рис.1).

При збільшенні температури поверхні, по якій відбувається рух гранул, до $90\text{ }^{\circ}\text{C}$, значення коефіцієнта тертя для поліетилену перестає залежати від глибини каналу і набуває середніх значень відносно кривих для $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, характер залежності зберігається.

Для севілену середнє значення коефіцієнта тертя збільшується зі збільшенням глибини каналу (рис. 2), оскільки його гранули хоча й мають округлу форму, як і гранули поліетилену, і мають можливість проковзувати з обертанням одна відносно одної, проте є деформованими і внаслідок цього взаємодіють одна з одною, тому при малій товщині шару гранул H вони частково повертаються, а при збільшенні товщини шару гранул – стискаються і рухаються як одне ціле.

При нагріванні поверхні до $80\text{ }^{\circ}\text{C}$, коефіцієнт тертя севілену зростає для кожної кривої окремо, при цьому при досягненні максимальних навантажуваних значень мінімум на кривих для $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ менш виражений, ніж для $20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Середнє значення коефіцієнта тертя полістиролу (рис. 3) майже не залежить від збільшення глибини каналу, на графіку зображена одна апроксимуюча крива за результатами вимірювань для трьох значень глибини H . Це можна пояснити тим, що його гранули мають не сферичну форму, а форму приплюснутих циліндрів з гострими гранями, які майже не деформовані, тому повертання та стискання майже відсутнє, і шар гранул під час руху поводить себе як тверде тіло, тобто як єдине ціле, навіть за незначного навантаження.

Під час руху гранул полістиролу по поверхні, нагрітій до температури $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, значення коефіцієнта тертя зменшується, а характер залежності аналогічний не нагрітій поверхні.

Висновки. Різний характер отриманих залежностей можна пояснити різними механічними властивостями досліджуваних полімерів, зокрема значеннями міцності, коефіцієнта тертя, деформованістю за різних температур, що підтверджується багатьма існуючими дослідженнями, а їх врахування при конструюванні та розрахунках нового обладнання для виготовлення полімерних виробів дозволить знизити енергоємність та підвищити продуктивність процесу екструзії, роблячи його економічно вигіднішим.

Література

1. Басов, Н.И. Расчет и конструирование оборудования для производства и переработки полимерных материалов: учеб. для вузов / Н.И. Басов, Ю.В. Казанков, В.А. Любартович. – М.: Химия, 1986. – 488 с.
2. Бартенев, Г.М. Трение и износ полимеров / М.Г. Бартенев, В.В. Лаврентьев. – Л.: Химия, 1972. – 240 с.
3. Витвицький, В.М. Гранульовані полімерні матеріали. Експериментальне дослідження коефіцієнта тертя по металевій поверхні / В.М. Витвицький, О.Л. Сокольський, І.О. Мікульонюк. *Хімічна промисловість України*, 2016, № 2 (133), С.41-44.
4. Витвицький, В.М. Вплив тиску та температури на коефіцієнт тертя гранульованих полімерних матеріалів по металевій поверхні / В.М. Витвицький, О.Л. Сокольський, І.О. Мікульонюк. *Вісник НТУ «ХПІ», Серія: Нові рішення в сучасних технологіях.* – Харків: НТУ «ХПІ», 2016, № 12 (1184), С.12-16.

ВПЛИВ ПРИСТІННИХ ЕФЕКТІВ НА ПРОЦЕС ВИГОТОВЛЕННЯ ПОЛІМЕРНОЇ ПАКУВАЛЬНОЇ ПЛІВКИ

Вступ. Традиційно, під час розрахунків технологічного обладнання для виробництва полімерної пакувальної плівки вважають, що відносна швидкість потоку розплаву полімерного матеріалу на стінці переробного обладнання відсутня. У той же час практика виготовлення різноманітної продукції, зокрема полімерної плівки та інших виробів з полімерів показує, що в багатьох випадках такий підхід призводить до значних похибок, оскільки він не враховує можливі пристінні ефекти, що виникають під час руху потоку розплаву матеріалу крізь канали переробного обладнання. [1, 2]

Актуальність. Враховуючи значну складність процесу виготовлення полімерної пакувальної плівки, вплив пристінних ефектів на процес формування може призвести до значних спотворень рівнотовщинності та розмірної точності одержуваної продукції.

Основна частина. З метою оцінки величини впливу пристінних ефектів на процес виготовлення полімерної пакувальної плівки було проведено числове моделювання на каналі з геометрією плоскощільної формуючої головки. Канал реалізовано у вигляді тривимірної моделі симетричної четверті формуючої головки (рис. 1).

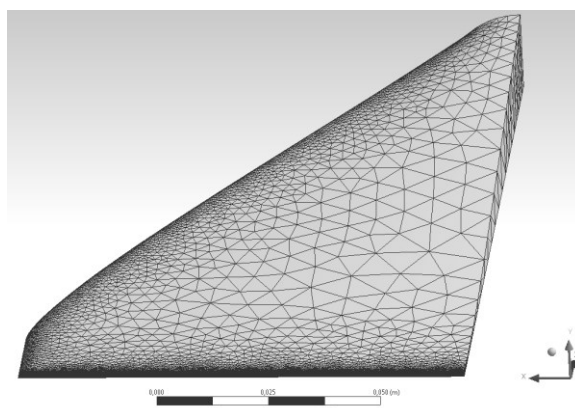


Рисунок 1 – Скінченноелементна модель каналу з геометрією формуючої головки.

Математична модель, що застосовувалася під час моделювання, та відповідні граничні умови описані в праці. [3]

З метою оцінки величини впливу пристінних ефектів на параметри течії полімерного матеріалу через формуючу головку переробного обладнання було здійснено моделювання течії розплаву таких полімерних матеріалів:

- полістирол марки ПС-С-1-3 (ГОСТ 20282-86);
- поліетилен високого тиску марки 15803-020 (ГОСТ 16337-77);
- севілен марки 11104-030 (ТУ 6-05-1636-97).

Додатково було здійснено моделювання додавання змашувальних речовин.

З метою визначення мінімально необхідної розрахункової сітки для отримання якісного результату розрахунку проведено дослідження збіжності сітки. Для задач течії по каналах найбільш характерним параметром є перепад тиску, який використано в якості контрольного параметра.

Дослідження збіжності сітки для геометрії формуючої головки проводилося співставленням перепадів тиску при різних значеннях граничних розмірів елемента. Результати дослідження наведено на рис. 2.

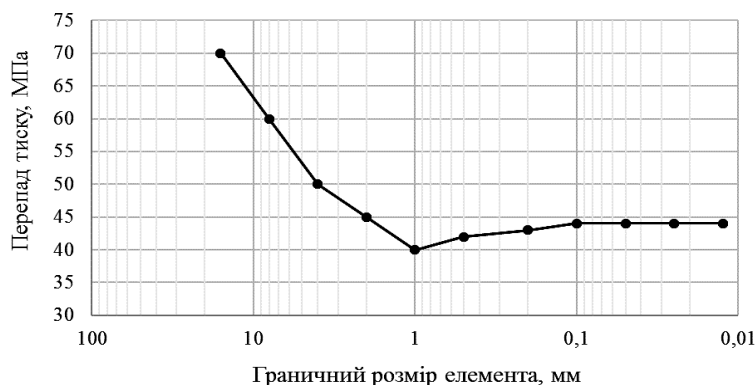


Рисунок 2 – Залежність перепаду тиску від граничного розміру елемента

Як видно з рис. 2 зменшення розміру елемента менше 0,1 мм впливає на перепад тиску несуттєво. На рис. 3, для прикладу, зображена залежність перепаду тиску від об'ємної витрати для ПЕВТ 15803-020.

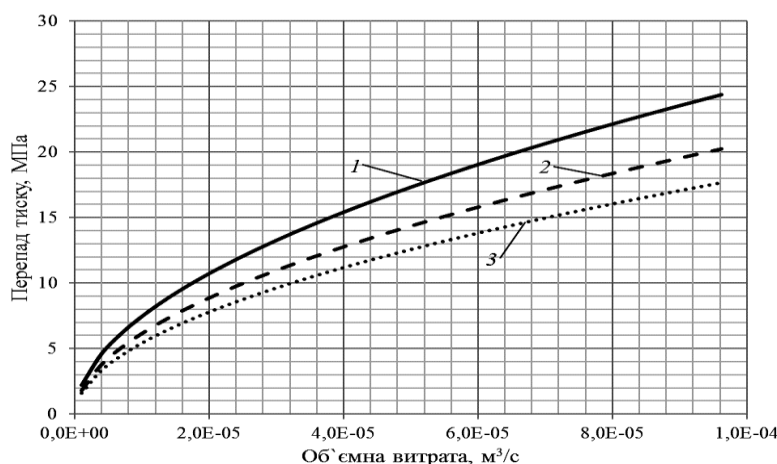


Рисунок 3 – Залежність перепаду тиску від об'ємної витрати для ПЕВТ 15803-020:
1 – без ковзання; 2 – ковзання по стінці; 3 – ковзання зі змазкою

Як видно з рис. 3 відсутність врахування пристінних ефектів при числовому моделюванні течії ПЕВТ 15803-020 через геометрію формуючої головки переробного обладнання призводить до значної похибки у результатах, яка може досягати 22 %. Для ПС-С-1-3 похибка досягає 11 %, а для севілену 11104-030 – 17 %.

Висновки. Проведені числові дослідження показали, що при числовому моделюванні течії полімерного матеріалу по геометрії формуючої головки нехтування пристінними ефектами призводить до похибки у отриманих значеннях перепаду тиску від 11 до 22 % в залежності від матеріалу.

Література

1. Милдман С. Течение полимеров / С. Милдман; пер. с англ. Ю. Н. Панова; под ред. А. Я. Малкина. – М.: Мир, 1971. – 264 с.
2. Яхно, О.М. Гідравліка ньютонівських рідин: навч. посіб. / О.М. Яхно, В.І. Желяк. – К.: Вища шк., 1995. – 199 с.
3. Івіцький, І.І. Врахування пристінних ефектів під час моделювання процесу виготовлення полімерної пакувальної плівки / І.І. Івіцький, О.Л. Сокольський, І.О. Мікульонюк // Ресурсо- та енергоощадні технології виробництва і пакування харчової продукції – основні засади її конкурентоздатності: IV Міжнар. спеціалізована наук.-практ. конф.: матеріали, (Київ, 08 вер. 2015), 2015, С. 171-173.

СУЧАСНІ АСПЕКТИ УТИЛІЗАЦІЇ ПОЛІМЕРНИХ ПАКОВАНЬ

Вступ. За останні десятиліття у всьому світі набуває популярності використання упаковок для пакування різної продукції, від подарунків та предметів побуту до продуктів харчування. У наш час пакування роблять з будь-чого: картону, пластику, полімерних матеріалів, скла тощо

На сьогодні, більш перспективним та економічним стало виготовлення пакувань з полімерних матеріалів. З усіх випущених пластиків 41% використовується в упаковці, з цієї кількості 47% витрачається на упаковку харчових продуктів. Зручність і безпека, низька ціна і висока естетика є визначальними умовами прискореного зростання використання пластичних мас при виготовленні упаковки.

Актуальність. Упаковка з синтетичних полімерів, складова 40% побутового сміття, практично "вічна" - вона не піддається розкладанню. Тому використання пластмасової упаковки пов'язане з утворенням відходів в розмірі 40-50 кг/рік у розрахунку на одну людину. Вартість обробки і знищення відходів пластмас приблизно в 8 разів перевищує витрати на обробку більшості промислових і майже в три рази - на знищення побутових відходів. Це пов'язано зі специфічними особливостями пластмас, які значно ускладнюють або роблять непридатними відомі методи знищення твердих відходів. З цих причин утилізація є не тільки економічно доцільним, а й екологічно найліпшим рішенням проблеми використання полімерних відходів.

Основна частина. На початку 1970-х рр. інтенсивно почали розвиватися роботи по створення біо-, фото- і водоруйнівних полімерів. Створення фото- і біоруйнівних пластмас засноване на введенні в ланцюг полімеру фото- і біоактивних добавок, які повинні містити функціональні групи, здатні розкладатися під дією ультрафіолетових променів або анаеробних бактерій. Складність полягає в тому, що добавки вводять в полімер на стадії синтезу або переробки, а руйнування його має протікати після використання, але не під час переробки. Тому проблема полягає в створенні активаторів руйнування, які забезпечують певний термін служби пластмасових виробів без погіршення їх якості. Активатори повинні бути також нетоксичними і не підвищувати вартість матеріалу.

Одним з найбільш перспективних біодеградуючих пластиків для застосування в упаковці в даний час є полілактид - продукт конденсації молочної кислоти. Полілактид в компості біорозкладається протягом одного місяця, засвоюється він і мікробами морської води. Якщо біодеградуєчі поліефіри з необхідними товарними властивостями можна отримати на основі гідроксікарбонових кислот, то пластмаси, до складу яких входить крохмаль, целюлоза, хітозан або протеїн, являють собою, як правило, композиційні матеріали, містять найрізноманітніші добавки.

Найбільш широко з ряду природних сполук в біорозкладних пакувальних матеріалах використовується крохмаль. При цьому відзначається, що зі збільшенням вмісту крохмалю крихкість плівки збільшується. З метою зниження собівартості біоруйнівних матеріалів побутового призначення (упаковка, плівка для мульчування в агротехніці, пакети для сміття) рекомендується використовувати неочищений крохмаль, змішаний з полівініловим спиртом і тальком. Біорозкладані пластичні маси на основі крохмалю мають високу екологічність і здатність розкладатися в компості при 30 ° С протягом двох місяців з утворенням сприятливих для рослин продуктів розпаду.

З композиції, що містить поряд з крохмалем амілозу, екструзією отримують листи, з яких формуванням та роздуванням виготовляють вироби для упаковки.

Важливе місце займає проблема додавання властивостей біорозкладання добре освоєним промисловим полімерам: поліетилену (ПЕ), поліпропілену (ПП), полівінілхлориду (ПВХ),

полістиролу (ПС) і поліетилентерефталату (ПЕТ). Так як перераховані полімери та вироби з них при похованні можуть зберігатися "вічно", то питання надання їм можливості здатності біологічно руйнуватися стоїть особливо гостро.

В даний час активно розробляються три напрямки:

- Введення в структуру біоруйнівних полімерів молекул, які містять в своєму складі функціональні групи, що сприяють прискореному фоторуйнуванню полімеру;
- Отримання композицій великотоннажних полімерів з здатністю біологічно руйнуватися природними добавками, які здатні в певній мірі ініціювати розпад основного полімеру;
- Спрямований синтез біодеградуєчих пластичних мас на основі промислово освоєних синтетичних продуктів.

До фоторуйнівних полімерів відносяться сополімери етилену з оксидом вуглецю. Фотоініціаторами розкладання базового полімеру ПЕ або ПС є вінілкетоновані мономері. Введення їх в кількості 2 - 5% в якості сополімера до етилену і стиролу дозволяє отримувати пластики з властивостями, близькими до ПЕ або ПС, але здатними до фоторуйнування при дії УФ-випромінювання в межах 290 – 320 нм.

Ще одним підходом до вирішення проблеми знищення пластмасових відходів є виведення особливих мутацій мікроорганізмів, здатних руйнувати синтетичні полімери. Встановлено, що зі зменшенням молекулярної маси макромолекул здатність до біоруйнування зростає. Іншою характеристикою полімерів, що впливає на здатність до біоруйнування, є їх кристалічність. Встановлено, що аморфні полімери здатні біологічно руйнуватися краще, ніж кристалічні: зі збільшенням ступеня кристалічності здатність до біоруйнування зменшується. Кристалічна структура більш високомолекулярних полімерів у порівнянні з низькомолекулярними біоруйнується гірше. Поява розгалужень в макромолекулах підвищує їх біоруйнування.

Біодеструкцію більшості технічних полімерів, як правило, ініціюють процесами небіологічного характеру (термічне і фотоокислення, термолиз, механічна деградація і т.п.). Згадані деградаційні процеси призводять до зниження молекулярної маси полімеру. При цьому виникають низькомолекулярні біоасимілюючі фрагменти, що мають на кінцях ланцюга гідроксильні, карбонільні або карбоксильні групи.

Не менш значущим фактором, який впливає на біодеградацію, є структура синтетичних полімерів. Компактне розташування структурних фрагментів напівкристалічних і кристалічних полімерів обмежує їх набухання у воді і перешкоджає проникненню ферментів в полімерну матрицю.

Висновки

1. Проблема утилізації полімерів дуже актуальна на сьогодні.
2. Сучасні пропозиції вирішення проблеми не є досконалими, та багато з них є економічно не вигідними.
3. Біодобавки – перспективний напрямок досліджень утилізації полімерних відходів.

Література

1. Власов С. В., Ольхов В. В. Биоразлагаемые полимерные материалы//Полимерные материалы. 2006, № 7. С. 23-26.
2. Морозов А.С., Процеси відходоутворення в тарно-пакувальних матеріалах та механізми їх реалізації//Технологія і техніка друкарства. 2011, №2(32).
3. Морозов А.С., Методологічні та еколого-економічні аспекти існування технологічних систем утилізації відходів, зокрема поліграфічних//Технологія і техніка друкарства. 2010, №4 (30).

МОДЕРНІЗАЦІЯ СЕКЦІЇ ВИЛАМУВАННЯ ОБРІЗКІВ У ШТАНЦЮВАЛЬНОМУ ОБЛАДНАННІ

Для продукування розгорток на підприємствах з виготовлення картонної тари експлуатують аркушеві штанцювальні машини – високопродуктивне багатфункціональне обладнання з інтегрованими автономними операційними модулями. Такі машини укомплектовані пневматичним самонакладом *С* (рис. 1), секцією штанцювання *СШ*, секцією виламування обрізків *СВО* та приймальним пристроєм *ПП* [1]. У конструкції універсального штанцювального обладнання передбачено використання секції роз'єднання розгорток, які розташовані після секції виламування обрізків.

Покрокове переміщення картонних заготовок *КЗ* через технологічні секції від самонакладу *С* до приймального пристрою *ПП* відштанцьованих картонних розгорток *КР* забезпечують каретки *1* із фіксуючими клапанами *2*. Каретки приєднані до двох нескінченних ланцюгових транспортерів *3*, розташованих симетрично осі штанцювальної машини. Для приводу ланцюгових транспортерів використовується цикловий кулачковозубчастий механізм, який забезпечує періодичний рух із зупинкою вихідної ланки.

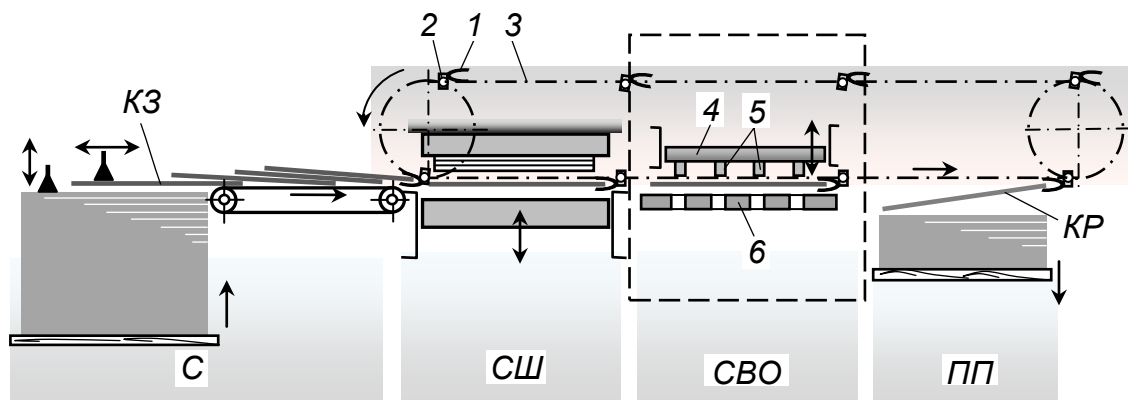


Рисунок 1 – Принципова схема аркушевого штанцювального автомата

Секція виламування обрізків *СВО* включає верхню рухому плиту *4*, на якій зафіксовані інструменти *5*, нерухому матричну плиту *6* з отворами, форма та розміри яких повторюють відповідні форми ділянок відштанцьованих обрізків картонної заготовки *КЗ*. Метод статичного виламування обрізків передбачає додаткове використання підпружинених телескопічних штифтів, зафіксованих на нижній рухомій рамі (на рисунку не показано).

Після подачі кареткою *2* відштанцьована картонна заготовка *КЗ* протягом фази вистою розташована на матричній плиті *6*. Внаслідок вертикального переміщення плити *4* вниз інструменти *5* проштовхують ділянки картонних обрізків через різнопрофільні отвори у матричній плиті *6*, чим звільняють аркуш картону від зайвого матеріалу.

Такий принцип видалення картонних обрізків узгоджений зі штанцюванням заготовок, що вимагає комплектування секції індивідуальним механізмом приводу плити з інструментами. Окрім того, секція виламування обрізків збільшує габаритний розмір виробничого обладнання.

Для компактної побудови штанцювального обладнання запропоновано принципово нову конструкцію секції видалення картонних обрізків, що ґрунтується на заміні зворотно-поступального руху плити з інструментами на обертовий. Модернізована секція містить формний *1* (рис. 2) та матричний *2* циліндри, які розташовані вертикально та мають зустрічний рух. На формному циліндрі зафіксована у вигляді гільзи форма *3* із

інструментами 4. На матричному циліндрі встановлена у вигляді гільзи матриця 5 з різнопрофільними отворами, відповідно до розмірів та форми ділянок відштанцьованих обрізків картонної заготовки КЗ.

Така конструкція секції передбачає виламування обрізків під час руху відштанцьованого картонного аркуша ВКА, який транспортується кареткою.

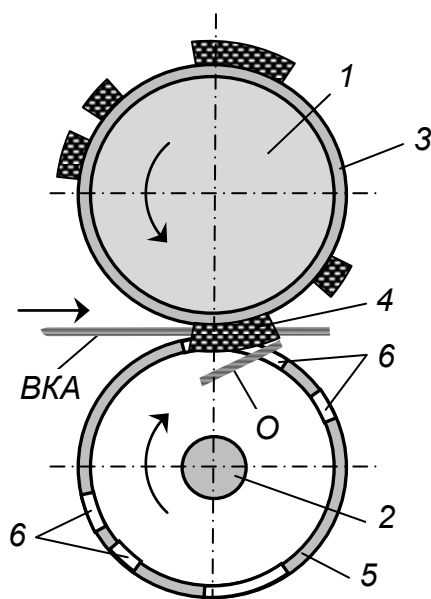


Рисунок 2 – Принципова схема модернізованої секції виламування обрізків

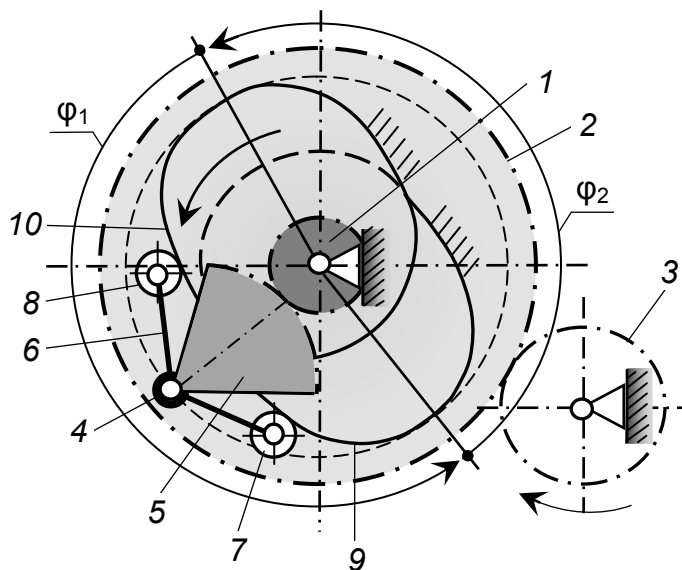


Рисунок 3 – Схема приводу засобу дискретного переміщення кареток з картонними заготовками та циліндрів секції виламування обрізків

Для приводу циліндрів секції виламування обрізків доцільно використати привід засобу покрокового переміщення кареток із картонними заготовками [1], що складається з шестерні 1 (рис. 3), жорстко з'єднаної з валом привідних зірочок, зубчастого колеса 2, вільно посаженого на осі обертання, яке приводиться в рух від колеса 3. На осі 4 встановлені жорстко з'єднані зубчастий сектор 5 та двоплече коромисло 6 з роликми 7, 8, що контактують з нерухомими кулачками 9, 10. У процесі обертання колеса 2 на кут Φ_1 зубчастий сектор 5 вільно перекочується по нерухомій шестерні 1, що використовується для вистоя кареток у технологічних секціях. Важливою задачею є профілювання нерухомих кулачків 9, 10 для забезпечення плавного розгону та зупинки циліндрів секції [2].

Висновки. Для продукування картонних розгортки задіяне високопродуктивне багатофункціональне штанцювальне обладнання з інтегрованими автономними операційними модулями, які ускладнюють його конструкцію та впливають на габаритні розміри. Обґрунтовано технічну модернізацію секції виламування картонних обрізків з відштанцьованих аркушів шляхом принципової заміни зворотно-поступального руху плити з інструментами на обертовий рух циліндрів. Пропонована модернізація пов'язана з профілюванням кулачків приводу засобу дискретного переміщення кареток з картонними заготовками.

Література

1. Регей І.І. Енергоощадна технологія і засоби виготовлення розгортки картонного пакування: моногр. – Львів : вид-во УАД, 2009. – 176 с.
2. Регей І.І. Синтез кулачково-зубчастого механізму з однонаправленим рухом і тривалою зупинкою вихідної ланки / І.І.Регей, В.О.Кузнєцов, Я.М.Угрин // Десятий міжнародний симпозіум українських інженерів-механіків у Львові: Праці. – Львів: КІНПАТРИ ЛТД. – 2011. – С 202-204.

ІННОВАЦІЇ У ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЯХ – ВИМОГА ЧАСУ ТА ЗАПОРУКА СТВОРЕННЯ В УКРАЇНІ ІНДУСТРІЇ ЗДОРОВОГО ХАРЧУВАННЯ

Вступ. Одним із найважливіших завдань розвитку економіки України є всебічно обґрунтована та практично забезпечена політика інноваційного розвитку промисловості. Створення конкурентоспроможного комплексу зумовило розроблення та впровадження Концепції державної промислової політики, основним принципом якої визначено перехід промисловості на інноваційний тип розвитку. Реалізація цієї Концепції нерозривно пов'язана з необхідністю здійснення інноваційних процесів у діяльності підприємств, що насамперед потребує вирішення проблем своєчасного впровадження новачій у виробництво [1].

Існує багато уявлень і тверджень стосовно терміна "інновація" [2; 3]. Зважаючи на специфіку оздоровчого харчування, найбільш логічним є визначення, яке дав М. Лапін: "Інновація – це комплексний процес створення, розповсюдження і використання нового практичного засобу для кращого задоволення певної потреби людей; процес змін, які пов'язані з нововведенням у тому соціальному і матеріальному середовищі, у якому відбувається його життєвий цикл".

Актуальність теми. Підприємства харчової промисловості України, відповідно до світових тенденцій, також стають на шлях інновацій. Тому актуальним і важливим є аналіз особливостей інновацій у харчових технологіях, обґрунтування шляхів розвитку в Україні принципово нового напрямку – індустрії здорового харчування. Це і стало метою даної роботи.

Матеріали й методи. Наукові публікації вітчизняних та зарубіжних авторів, результати власних досліджень, опрацьовані аналітичними та порівняльними методами.

Результати та обговорення. Оскільки поняття інновацій для харчової промисловості України порівняно нове, то, як і кожен новий напрям, він має починатись із термінології, яка була б повністю адаптована до даної галузі. У літературі відсутнє визначення інновацій у харчовій промисловості, тому вбачається за доцільне запропонувати власне: "Інноваційне харчове підприємство (ІХП) – це модель організації сучасного виробництва, орієнтована на розроблення та реалізацію інноваційної харчової продукції, яка поєднує в собі принципи ринкової економіки та державного регулювання цією сферою життєдіяльності суспільства" [4].

Яскравим прикладом переходу харчової промисловості країн Європи на шлях створення оздоровчої продукції стала потужна міжнародна виставка *Health Ingredients Europe* у Мадриді. Вона зібрала рекордне число спеціалізованих експонатів – майже чотири сотні фірм, що працюють у сфері натуральних і корисних інгредієнтів для харчових продуктів. Головна відмінність цієї виставки – у переконливій демонстрації нового підходу до харчових продуктів – як основної складової здорового способу життя. У ході наукових дискусій на виставці розглянуто принципово новий метод оцінки продуктів та інгредієнтів, розроблений Європейським відомством з безпеки харчових продуктів (*EFSA*). В межах реалізації Нормативного акта ЄС №1924/2006 "Про харчування і заявлених властивостях про користь для здоров'я" *EFSA* взяла участь в експертній оцінці понад 4 тисяч найменувань харчових продуктів, відібраних у свою чергу з 44000 позицій продуктів, котрі заявлені як такі, "що приносять користь для здоров'я".

З точки зору розвитку інноваційної діяльності у харчовій промисловості можна стверджувати, що функції держави полягають у налагодженні достатнього виробництва якісної сільськогосподарської сировини і продукції оздоровчого призначення, яка б забезпечувала населення достатньою кількістю білків, жирів, вуглеводів, вітамінів, мікроелементів та інших біологічно активних речовин (БАР); з наявністю певних обсягів її резервування на регламентований термін з урахуванням впливу непередбачуваних ризиків.

Впровадження інноваційних технологій в харчову промисловість можна вважати ефективним, якщо ринкова кількість продовольства, передусім оздоровчого призначення, перевищуватиме мінімальну потребу населення країни в ньому, а вартість збалансованого добового раціону за ринковими цінами буде доступною для усіх верств населення. Наприклад, на сьогодні потреба у хлібопродуктах оздоровчої дії становить щонайменше 50 % від усієї продукції, а виробляється її не більше 1 % (за нашими орієнтовними розрахунками).

У сфері виробництва нових харчових продуктів зараз позиціонуються такі категорії: *оздоровчі; функціональні; збагачені; пробіотичні, органічні* продукти. З них лише фізіологічно функціональні потребують гарантованого вмісту певного інгредієнту в кількостях від 10 до 50 % добової потреби людини в ньому.

Із зазначених категорій продуктів найбільш популярними на світовому ринку є:

- органічні продукти, що характеризуються поліпшеною якістю та безпечністю, відсутністю ризику забруднення ксенобіотиками, збереженням корисних властивостей сировини на етапі виробництва продукції;
- фізіологічно функціональні та оздоровчі продукти, що характеризуються позитивними змінами показників якості в результаті модифікації складу нутрієнтів згідно з парадигмою нової концепції здорового харчування.

Саме ці дві категорії нових харчових продуктів є основним об'єктом уваги науковців, які сприяють формуванню харчових інновацій в Україні.

Специфіка виробництва оздоровчих продуктів розглядає прибуток від їх реалізації в першу чергу як соціальний ефект, а потім – як економічний. Соціальний ефект полягає у покращенні стану здоров'я населення України в результаті створення індустрії оздоровчих продуктів і вирішення проблеми здорового харчування.

В Україні наявні всі необхідні соціальні та економічні умови для створення інноваційної продукції і впровадження її у виробництво, основні з яких:

- значні природні ресурси;
- структура харчової промисловості, яка дає можливість організовувати виробництво оздоровчих продуктів на підприємствах різного масштабу;
- підвищений прогнозований попит на оздоровчі продукти;
- досить широкі експортні можливості, зумовлені нижчою ціною порівняно із закордонними аналогами;
- можливість розширення вертикальної й горизонтальної структур виробництва: оздоровчі продукти можна випускати в спеціальних цехах на підприємствах харчової промисловості або організувати дрібносерійне виробництво;
- промислова політика на макро- і мезорівнях економіки України цілком сприятлива для організації виробництва інноваційних продуктів, у тому числі оздоровчих, з вітчизняної сировини.

Поєднання глибоких наукових знань, технічних ноу-хау, турботи про здоров'я населення України допоможе сформувати індустрію оздоровчих продуктів, заповнити внутрішній ринок і створити експортоорієнтовану продукцію.

Кінцевим результатом усього процесу діяльності інноваційного харчового підприємства є технологічно новий або технологічно вдосконалений продукт, що характеризується необхідною сукупністю основних показників якості та безпеки: енергетичною та харчовою цінністю, адекватними кількостями функціональних інгредієнтів та харчовою безпекою.

Для інноваційних оздоровчих продуктів як необхідної складової сучасного харчового раціону дещо видозмінено сутність основних показників їхньої якості. Пріоритетного значення набирає показник ефективності, який можна сформулювати так: *ефективність інноваційних продуктів* – це узагальнений показник характеристик і властивостей, який включає: збереження і поліпшення стану здоров'я споживачів при постійному вживанні інноваційних продуктів; зниження ризику аліментарних хвороб; поповнення або запобігання дефіциту основних харчових біологічно активних речовин; стійкий позитивний ефект як у профілактиці хвороб, так і при їх лікуванні.

Більш ємким став і показник харчової безпеки. Якщо для традиційних продуктів достатньо було оцінки їхньої хімічної та мікробіологічної забрудненості, то інноваційні продукти потребують врахування нового показника – *збалансованість за основними нутрієнтами* (збагачуючими речовинами між собою та з компонентами харчового середовища, до якого їх вносять).

Ключову роль у розвитку інноваційної діяльності відіграє наука. Основним законодавчим актом, який регулює науково-технічну діяльність в Україні, є закон "Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні", виданий 16 січня 2003 р.

У межах інноваційного напрямку розвитку харчової промисловості основним вбачається створення принципово нових технологій глибокого комплексного перероблення сільськогосподарської сировини на оздоровчі продукти масового вжитку. Регулярне споживання нових продуктів відповідає принципам здорового харчування, вірогідно покращуючи стан здоров'я споживачів та істотно знижуючи ризик виникнення хвороб.

Таким чином, сучасна стратегія харчової промисловості полягає в тому, щоб на основі орієнтованих фундаментальних, прикладних, пошукових досліджень та розробок, нових наукових ідей забезпечити форсований перехід на якісно нові технологічні процеси і створення на їхній основі нового покоління харчових продуктів масового, оздоровчого, профілактичного призначення, адаптованих як до потреб споживача, так і до сучасних ринкових умов.

Метою реалізації результатів пріоритетних наукових і практичних напрямів інноваційної діяльності у харчовій промисловості є:

- створення системи екологічного захисту внутрішнього середовища людини;
- підвищення якості життя населення України і поліпшення стану здоров'я;
- продовольча безпека країни в секторі виробництва харчових продуктів оздоровчого і профілактичного призначення;
- зниження антропогенного навантаження на довкілля за рахунок використання екологічно чистих технологій та раціональної утилізації вторинних сировинних ресурсів;
- високий експортний та імпортозаміщуючий потенціал харчової продукції.

Висновки. У сучасних умовах інноваційний шлях розвитку України є єдино доцільним, економічно обґрунтованим, підтвердженим багаторічною діяльністю індустриально розвинених країн світу. Особливого значення набирає інноваційний розвиток у харчових технологіях.

Інновації у харчових виробництвах на нинішньому етапі мають посилено впроваджуватись передусім у виробництві оздоровчих харчових продуктів, частка яких на світовому ринку постійно зростає.

Література

1. Закон України "Про інноваційну діяльність" зі змінами, внесеними згідно з Законами України в 1991–2005 рр. // Голос України. — 2006. — 21 лист. — С. 2—3.
2. Шумпетер Й. Теория экономического развития / Й. Шумпетер ; пер. с нем. В. С. Автономова, М. С. Любского, А. Ю. Чепуренко. — М. : Прогресс, 1982. — 456 с.
3. Федулова І. В. Інноваційний потенціал підприємства / І. В. Федулова, Г. О. Кундєєва. — К. : МВЦ "Медінформ", 2010. — 348 с.
4. Сімахіна Г. О. Інноваційні технології та продукти. Оздоровче харчування : підручник / Г. О. Сімахіна, А. І. Українець. — К. : НУХТ, 2010. — 294 с.

УДК 637.041.5:637.1:664.3:635.621

Popovici C.¹, dr.

Cartasev A.², Caragia V.², dr., Migalatiev O.², Coev G.², dr., Bogdan N.², Grumeza I.², Necrilova L.², Golubi R.²

¹ Technical University of Moldova, (TUM), Chisinau, Moldova

² Practical Scientific Institute of Horticulture and Food Technology, (PSIHFT), Chisinau, Moldova

INNOVATIVE PRODUCT FROM GOAT MILK WITH HIGH BIOLOGICAL PROPERTIES

In the Republic of Moldova is observed upward trend in the herd of goats, which currently lists about 120 130 thousand heads and produce about 70 thousand tons of milk annually. Goat's milk has a promising source of protein, vitamins, minerals and fatty acids [1]. Goat's milk has better digestibility, reduced allergenicity, due to the low content of lactose [2]. From goat milk usually obtain butter, yogurt, sour milk, catic. Fermented dairy products has delicious sensory properties, fine consistency and pleasant specific taste. In the Republic of Moldova goat milk is not used at industrial level and in the markets those dairy products from goat milk are absent. Currently Moldova has not enough scientific results about goat milk processing.

Internationally the theme proposed for research is carried out on the preparation and optimization of manufacturing technology of yogurt from goat milk. There are also conducted research on the analysis of physical chemical, microbiological and sensorial properties of yogurt from goat and cow milk. There are comparative study on influence of the incorporation of synthetic and natural preservatives on the yoghurt characteristics. Some researchers conducted studies regarding the improve the properties of goat milk yogurt by adding aromatic oils and plant. The study conducted by scientists from Bulgaria showed the possibility of yougurt supplimentation with fruit juice. Documented results are aimed to understand the correlation between fortification with shell pineapple and physico-chemical and rheological properties of yogurt with probiotics. The results of researchers from Sri Lanka have shown that incorporation of beetroot juice can be an insight to improve the characteristic organoleptic properties of goat milk. A group of scientists studied the effect of *Cinnamomum verum* yogurt fortification with *Allium sativum* and the bifidobacteria. The level of applied knowledge about technology production of yogurt from goat milk and nutritional properties in our country is lower compared to other developed countries.

Integration of the Republic of Moldova into the European Union imposes special requirements on the quality of food products in the country. Increased worldwide demand for goat milk production due to impressive health benefits. Ministry of Agriculture and Food Industry of the Rpublic of Moldova also notes the need to manufacture these products on an industrial scale, and lack of advanced technologies, normative acts regarding the quality and safety of those products in accordance with international regulations.

Present study provides the development and further research with impact on valorization of goat milk through innovative methods. In particular, it is planned to develop and diversify fermented milk products with lactic acid bacteria from natural sources with characteristic symbiotic native and bioactive compounds with functional potential.

The aim of this study is development of fundamental and applied studies with a high impact on the field of food technology, valorization of local agrofood sources through innovative extraction methods with the possibility of their use in diversification of fermented milk products from goat milk. Development of "healthy food" with beneficial effects on the human body.

Reference

1. Asresie A., Adugna M. (2014) Bioactive Properties of Goat Milk: It's Hypoallergenic, Nutritional and Therapeutic Significance: A Review. *Global Journal of Animal Scientific Research*, Vol. 2 (4), 315-320
2. Hassan F.A.M., Abbas H.M., Abd El-Gawad M.A.M., Enab A.K. (2014) Goats Dairy Products as a Potentially Functional Food. *Life Science Journal*, Vol. 11 (9s), 648-657.

DEVELOPMENT OF A DAIRY-FREE MILK FROM WALNUTS (*JUGLANS REGIA* L.)

Dairy-free milks are finding an audience in Europe, despite consumption still ranking well below the US. The market has increasingly benefited in recent years from the perceived health and taste benefits of non-dairy products [1]. Current research is devoted to the study of different types of vegetable milk, walnut milk in particular as well as its chemical composition, use and manufacturing technology. It is reported that nuts have been used in nutrition as well as medicine. Nut milk is an unusual and useful beverage for patients with celiac disease, as well as vegans. Nut milk contains vegetable protein and 20 amino acids, including 8 essential amino acids that are necessary for adult development (valine, isoleucine, leucine, lysine, methionine, threonine, tryptophan, phenylalanine). In addition, nut milk is a source of vitamins and minerals complex [2].

Potentially walnuts were used to obtain vegetable milk, not only able to exert health benefits, but also as an alternative to dairy based products. Processing steps and conditions to ensure chemical composition, physical and oxidative stability, microbiological safety and sensory properties of walnut milk were analysed. Recipes and technologies of obtaining beverages based on walnut milk with fruits, berries and grains are proposed.

Determination of the protein content in the walnut milk the Kjeldahl method has been used. The method is based on the quantitative determination of nitrogen in organic compounds. It consists of three stages: mineralization, distillation and titration. In the analysis it was determined the total protein content of 1,3g in 100g of milk. Fat content in walnuts reaches 68%, so that it can be included in the list of high-calorie foods (650 kcal per 100g). The fat content in walnut milk was determined by the Gerber assay. Studies have shown that the fat content of the nut milk is 18g in 100g of milk. Study gives a detailed analysis of the fatty acid composition of walnut milk by GC-chromatography, 20 fatty acids were found in the walnut milk. The highest content is in the mono- and polyunsaturated fatty acids, namely the linoleic, linolenic and arachidonic acids, which are of great nutritive and biological value. The analysis of microbiological properties was carried out due to the total contamination number, contents of yeast and mold, as well as pathogenic microflora.

The aim of this research was the development and characterisation of vegetable beverage (most known as vegetable milk) derived from walnuts, which were selected owing to their compositional and nutritional values. This study showed high potential and positive view on walnut milk production, in agreement with the current demand of healthy products. These results offer new interesting expectations to continue with this research line and demand the application of advanced technologies to provide better quality of the product, being the main challenge to be faced in future studies.

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.

Reference

1. Liu S., Liu F., Xue Y., Gao Y. (2016) Evaluation on oxidative stability of walnut beverage emulsions. *Food Chemistry*, Vol. 203, 409–416.
2. Okyere A.A., Odamtten G.T. (2014) Physicochemical, functional and sensory attributes of milk prepared from irradiated tiger nut (*Cyperus esculentus* L.). *Journal of Radiation Research and Applied Sciences*, Vol. 7 (4), 583-588.

УДК 664.1-613.2

Сімахіна Г.О., д. т. н.

Ярош К.О., магістрант

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

БЮКОРЕГУВАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ОРГАНІЗМУ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ КОМПОНЕНТАМИ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Вступ. Можна, без перебільшення, констатувати, що військовослужбовці, особливо в зоні АТО, належать до категорії осіб небезпечних професій, які функціонують в агресивних умовах зовнішнього середовища [1]. На жаль, питання впливу складних умов довкілля на організм військовиків на сьогодні мало вивчено. Звертає на себе увагу практична відсутність сучасних досліджень робочих можливостей організму солдатів в умовах, адекватних тим, яких зазнають у зоні АТО.

Особливе занепокоєння викликає це питання стосовно фізичного та психічного здоров'я молодих солдатів. Адже в недалекому майбутньому це покоління стане активним та відповідальним членом нашого суспільства. І якщо здоров'я дорослої людини значною мірою є похідною її власної поведінки і ставлення до свого організму, то самопочуття молоді надто залежить від того мікросоціуму та довкілля, яке його оточує.

Актуальність теми. Тому дослідження в даному напрямі є актуальним. Розглядаючи харчовий статус людини як ефективний профілактичний і лікувальний захід, доцільно провести аналіз харчового раціону військовослужбовців, з'ясувати його відповідність фізіологічним потребам організму і окреслити необхідні корективи компонентного складу їжі, які сприяли б підвищенню стійкості організму військових до негативних чинників, поліпшенню адаптаційних можливостей та загальної витривалості.

Матеріали і методи. В основу методологічної бази дослідження покладено методи наукового пізнання, системного підходу та узагальнення результатів наукових праць у даному напрямі.

Результати та обговорення. Харчування військовослужбовців забезпечується режимом дня та правилами розподілу продуктів. Спеціальна продуктова розкладка складається на 7 днів окремо для кожної норми добового забезпечення, її результати вивішуються в їдальні для того, щоб військовики могли ознайомитися і проконтролювати організацію та стан харчування. Складанням продуктової розкладки займаються: начальник продовольчої служби, начальник медичної служби, кухар-інструктор. При цьому враховується правильний розподіл і склад продуктів. Добова енергетична цінність одного пайка повинна становити: 30% на сніданок, 40% на обід і 30% на вечерю.

Проаналізуємо склад повсякденного набору сухих продуктів за основними макронутрієнтами [2].

Продукти	Білки, г	Жири, г	Вуглеводи, г
Галети з борошна пшеничного	9,70	10,20	65,60
Каша рисова	3,45	3,38	10,30
Яловичина	20,50	17,57	0,00
Каша перлова	2,90	3,50	22,90
Мед	0,80	0,00	80,30
Шоколад чорний	16,12	38,31	44,40
Родзинки	3,07	0,46	75,48
Кава розчинна	12,20	0,50	41,10
Чай чорний	0,00	0,00	0,30
Цукор	0,00	0,00	99,80
Карамель ментолова	0,00	0,00	95,80
Сіль	0,00	0,00	0,00
Перець	10,39	3,26	38,65

В першу чергу проаналізуємо білкову складову раціону, адже відомо, що білок відіграє безліч важливих функцій в організмі людини. Особливо білки необхідні військовослужбовцям, які постійно зазнають складних фізичних та психоемоційних навантажень, крім того, без цього нутрієнта не засвоюється жоден вітамін. Даний набір продуктів містить достатню кількість білків, проте відомо, що найкращою засвоюваністю характеризуються білки риби, потім молочних продуктів, м'яса, зернобобових продуктів, хлібних виробів.

Отже, слід урізноманітнити харчування військових рибними консервами та обов'язково молоком чи кисломолочними продуктами, які, разом з тим, позитивно впливатимуть на мікрофлору шлунково-кишкового тракту. Хоча зернобобові містять достатню кількість білку, проте вони можуть викликати дискомфорт у ШКТ, оскільки повільно і складно перетравлюються.

Також необхідно покращити жирову складову раціону. В ньому зовсім немає рослинних олій, таких як соняшникова, кукурудзяна чи оливкова олія, які містять значні кількості моно- та поліненасичених жирних кислот, жиророзчинних вітамінів і завдяки цьому захищають серцево-судинну систему від несприятливих екзо- та ендогенних впливів. З цієї ж точки зору доцільно додати до раціону рибу, особливо морську, хоча б двічі на тиждень.

Нутрієнтний склад харчових продуктів свідчить (у роботі не показано), що такий раціон є досить бідним на вітаміни. У зв'язку з використанням у харчуванні військовослужбовців консервованих продуктів, раціон харчування слід додатково збагачувати вітамінами. Особливу увагу слід надавати аскорбіновій кислоті, яка бере участь в усіх окислювально-відновних процесах, що відбуваються в організмі людини, захищаючи його від неспецифічних інфекцій; жиророзчинним вітамінам А і Е, основна функціональна роль яких полягає у захисті біологічних структур від окислення надмірними концентраціями вільних радикалів; для зниження нервового напруження, збудження, впливу стресолімітуючих чинників необхідно вводити вітаміни групи В разом із макроелементом магнієм.

Організацію раціонального харчування окремих військовиків і невеликих військових частин полегшує застосування харчових концентратів. До них ставляться особливі вимоги. Харчові концентрати повинні мати максимальну енергетичну цінність в одиниці об'єму і ваги, вони повинні відповідати визначеним нормам вмісту білків, жирів, вуглеводів, мінеральних солей і вітамінів, бути порційно розфасованими і мати високі смакові якості. Харчові концентрати повинні довго зберігатися і бути транспортабельними. Приготування страв із них має тривати не більш ніж 10...15 хв. Харчові концентрати виготовляють із високоякісних продуктів без додавання будь-яких сурогатів. Їх потрібно берегти від вологості, а також від гризунів і комах. Термін придатності цих продуктів – від півроку до одного року. Під час санітарного оцінювання концентратів слід керуватися, головним чином, даними органолептичного дослідження і вмістом вологи.

У польових умовах, у котрих зараз перебувають військовослужбовці АТО, широко використовують сухі пайки, які призначені для забезпечення харчуванням особового складу у виняткових випадках бойової ситуації, коли немає можливості приготувати гарячу їжу. Зокрема, це хлібні концентрати – суміш подрібнених пшеничних сухарів і різноманітних заздалегідь приготованих продуктів. Хлібні концентрати можна вживати в натуральному вигляді без теплового оброблення, запиваючи їх чаєм або питною водою.

Загалом, фактичний і нормативний раціони харчування військовослужбовців строкової служби ЗС України не відповідають нормам фізіологічних потреб, причому фактичний раціон за рядом суттєвих параметрів поступається нормативному, що зумовлює необхідність його корегування. Кількісний баланс білків, жирів та вуглеводів становить у фактичному раціоні 1 : 0,9 : 5,1, нормативному – 1 : 0,9 : 4,9, проти рекомендованого 1 : 0,9 : 6,0. Нутрієнтний склад фактичного раціону характеризується недостатнім вмістом тваринних (33,3 г) та надлишком рослинних білків (76,0 г), порушеним співвідношенням основних есенціальних амінокислот (триптофану, лізину і метіоніну), яке має складати 1 : 4,5 : 3,9; незбалансованістю жирних кислот ліпідної складової, недостатнім забезпеченням моно- і дисахаридами (17,6 % від вуглеводної квоти), незбалансованістю між кальцієм, фосфором і

магнієм (фактично 1 : 2,6 : 0,8, а за нормативами – 1 : 1 : 0,7), а також недостатнім вмістом вітамінів А (0,84 мг), В₂ (1,34 мг) та С (43,5 мг).

Для корегування фактичного раціону військовослужбовців за білковою складовою запропоновано додавати 60,0 г на добу вітчизняного білково-вітамінного продукту спеціального споживання з метою відтворення оптимального нутрієнтного складу за рахунок збагачення дефіцитними нутрієнтами: повноцінними тваринними білками (на 34,2 г), незамінними амінокислотами, легкозасвоюваними вуглеводами (на 19,8 г), вітамінами – А (на 0,3 мг), В₂ (на 0,7 мг), С (на 45,0 мг) та мінеральними речовинами – кальцієм (на 360 мг), а також адекватності енергоємності раціону рівневі середньодобових енерговитрат військовиків.

Оскільки, як уже зазначали, спеціальні дослідження із раціонів харчування військових відсутні, то можна орієнтуватись на організацію харчування для працівників, які виконують свої професійні обов'язки вахтовим методом (наприклад, 30-км зона ЧАЕС), і в чийх раціонах медики рекомендують збільшувати кількість білків, жирів, вуглеводів, мінеральних речовин та вітамінів на 20...25 % порівняно з фізіологічними потребами організму.

Висновки. Збереження і поліпшення фізичного та психофізичного стану військовиків у нинішніх умовах потребує організації спеціалізованої системи допомоги, орієнтованої на вирішення цієї надзвичайно важливої для України проблеми. Вона не повинна зводитись лише до традиційного медичного втручання, а спиратись на сучасні підходи до формування культури здоров'я в екстремальних умовах, використовуючи технології фізичної та психічної реабілітації.

Та найбільш важливою складовою такої системи має стати спеціальний раціон харчування, розроблений відповідно до потреб організму в екстремальних умовах.

Включення спеціальних харчових продуктів до раціонів військовослужбовців забезпечує підвищення стійкості організму до фізичних і психоемоційних впливів, профілактики захворювань і корегування функціонального стану в екстремальних умовах життєдіяльності.

Для створення та виробництва таких продуктів необхідно вирішити ряд завдань із моделювання, оптимізації нутрієнтного складу, розроблення та виробництва функціональних харчових продуктів для військовослужбовців.

Запобігти ряду несприятливих чинників довкілля і діяльності військовиків при виконанні професійних та громадянських обов'язків у багатьох ситуаціях практично неможливо. Однак медикам, гігієністам, екологам, психологам необхідно чітко уявляти як імовірні негативні наслідки, так і профілактичні заходи щодо їх усунення. І найкращим варіантом має бути повна взаємодія представників зазначених професій із фахівцями харчових технологій для розроблення принципово нових комплексних підходів до створення і вдосконалення технічних засобів захисту та профілактичних методів, що ґрунтуються на розроблених і створених спеціальних раціонів харчування для військовиків.

Література

1. Лисицын Ю.Г. Теория медицины XX века / Ю.Г. Лисицын. – М. : Медицина, 1999. – 176 с.
2. Яким повинен бути режим харчування в армії [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://diagnoz.net.ua/diagnoz/11082-yakiy-povinen-buti-rezhim-harchuvannya-v-armiyi.html>

ВИКОРИСТАННЯ НЕТРАДИЦІЙНОЇ ІНУЛІНОВМІСНОЇ СИРОВИНИ В ТЕХНОЛОГІЯХ ОЗДОРОВЧИХ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Більшість спеціалістів з харчування вважають, що раціон дорослої людини повинен містити не менше 30–40 г харчових волокон, у той час як середньостатистичний українець споживає близько 13 г. Дефіцит полісахаридів призводить до розвитку різних захворювань, таких як серцево-судинні, шлунково-кишкового тракту, цукровий діабет.

Останніми роками основну небезпеку становлять захворювання серцево-судинної системи, різко збільшилась кількість хворих на цукровий діабет. За статистичними даними в Україні смертність від серцево-судинних захворювань у 4 рази більша, ніж у країнах Євросоюзу. Цукровий діабет є однією з основних медико-соціальних проблем сучасного суспільства, насамперед, внаслідок значної розповсюдженості захворювання та частого розвитку ускладнень.

Виходячи з цього велике значення має профілактика захворювань, яку можна досягти за рахунок збагачення традиційних харчових продуктів інгредієнтами багатими на полісахариди.

Одним із важливих полісахаридів, що має пребіотичні властивості, є інулін. Джерелами інуліну є така рослинна сировина як топінамбур (*Helianthus tuberosus*), якон (*Polymnia sonchifolia*), кульбаба (*Taraxacum officinale*), лопух (*Arctium lappa*), цикорій (*Cichorium intybus*), скорцонера (*Scorzonera hispanica*), жоржина (*Dahlia pinnata*) [1-3].

Метою даної роботи стало визначення складу полісахаридів такої нетрадиційної рослинної сировини як скорцонера та якон та дослідження можливості подальшого її використання для отримання харчових продуктів оздоровчого та лікувально-профілактичного призначення.

Зважаючи на те, що в даний час в організмі сучасного населення існує дефіцит полісахаридів, який призводить до розвитку багатьох «хвороб цивілізації» таких як серцево-судинні захворювання, атеросклероз, ожиріння, цукровий діабет, вибір та дослідження даної сировини є актуальним. Обрана нетрадиційна сировина, якон та скорцонера є значним джерелом полісахаридів, а також містить ряд мінеральних речовин, вітамінів, флавоноїдів, незамінних амінокислот.

У своїх дослідженнях використовували кореневі бульби якона довжиною близько 20 см, діаметром – 10 см, з СР – 16 % і вмістом інуліну – 7 %; фруктози – 5 %; клітковини – 0,6 %. З корневих бульб якона отримували пюре та порошок, в яких і визначали вміст основних полісахаридів та фруктози.

Кореневища скорцонери використовували з вмістом СР – 15 %, інуліну – 5,7 %; пектину – 0,9 %; клітковини – 0,8 %. З кореневищ скорцонери, так само як із коренеплодів якона, отримували пюре та порошок, в яких і визначали вміст полісахаридів.

Отримання порошку якона та скорцонери проводили шляхом конвективного сушіння попередньо розрізаних на пластини корневих бульб з подальшим подрібненням до 0,5 - 0,7 мм.

Пюре отримували шляхом протирання через сито з діаметром отворів не більше 0,4 мм попередньо очищених і оброблених парою (протягом 15-20 хв), коренеплодів якона та кореневищ скорцонери.

За традиційними методиками визначено вміст полісахаридів – інуліну, пектину, клітковини.

Скорцонера та якон – досить цінні коренеплоди за своїми харчовими і біологічними властивостями, хімічний склад яких багатий на біологічно активні речовини (БАР), що представлені полісахаридами, макро- і мікроелементами, вітамінами, флавоноїдами,

незамінними амінокислотами. Особливо багата проаналізована обрана сировина на цінні полісахариди: інулін, пектин, клітковину [4, 5].

Цінність інуліну – в його впливі на обмін речовин протягом усього часу перебування в організмі людини. Інулін покращує обмін ліпідів, тому знижує ризик серцево-судинних захворювань, сприяє розвитку бактерій, сприяючи нормальному функціонуванню шлунково-кишкового тракту, стимулює скоротливу здатність стінок кишечника, справляє імуномодуючу дію.

Важливими сполуками є також пектинові речовини. Одним з основних ефектів терапевтичного впливу пектинових речовин є їх детоксикуюча дія щодо катіонів важких і радіоактивних металів.

Клітковина покращує процес травлення, стимулює перистальтику, збільшує швидкість проходження їжі через шлунково-кишковий тракт, поглинає токсини і слиз із шлунку і кишечника, підвищує всмоктуваність поживних речовин.

Оскільки дані полісахариди мають важливе значення для нормального функціонування організму, було проведено дослідження з визначення їх вмісту в обраних об'єктах та напівфабрикатах.

Встановлено, що як в пюре, так і порошках досліджуваної сировини зберігається загальна тенденція до високого вмісту інуліну якона (40 - 42,3 % на СР) та скорцонери (37 - 38,2 % на СР); клітковини (2,8-3,4 % на СР якона) та (3,1 - 3,7 % на СР скорцонери). Це доводить доцільність застосування продуктів перероблення якона і скорцонери як функціональних збагачувачів в технології отримання харчових продуктів оздоровчого та лікувально-профілактичного призначення.

В той же час отримані результати показали складність реалізації функціонального збагачення деяких харчових продуктів шляхом внесення до рецептури пюре, яке містить всього 15 - 18 % сухих речовин, і відповідно 6,3 - 7,5 % інуліну та 0,7 - 1,2 % клітковини. Тому в більшості технологій харчових продуктів застосування пюре в кількості менше 15 % до маси продукту не дає підстав очікувати функціонально збагачуючого ефекту.

Використання порошку обраної сировини з вмістом СР (89-90 %) для отримання харчових продуктів може суттєво підвищити вміст полісахаридів.

Висновок. Дослідження показали, що така нетрадиційна сировина як скорцонера та якон містять значну кількість полісахаридів, зокрема інуліну, який має пребіотичні властивості, і тому є досить перспективними для використання в технологіях оздоровчих харчових продуктів.

Література

1. Жиркова Е.В. Применение нетрадиционного сырья в пищевых технологиях. / Е.В. Жиркова, В.Д. Малкина, Н.В. Чудикова / Известия вузов. Пищевая технология. – 2008. – №2. – С. 64-66.
2. Alexsandra Conceição Apolinário, Bolívar Ponciano Goulart de Lima Damasceno, Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão, Adalberto Pessoa, Attilio Converti, José Alexsandro da Silva, (2014), Inulin-type fructans: A review on different aspects of biochemical and pharmaceutical technology, Carbohydrate Polymers, pp. 368-378.
3. Cummings J.H., Macfarlane G.T., Englyst H.N. (2001), Prebiotics digestion and fermentation, The American Journal of Clinical Nutrition, 73, pp. 415-420.
4. Grau A., Rea J., Robinson H. (1997), Yacón, Smallanthus sonchifolius (Poepp. et Endl.), Andean roots and tubers: ahipa, arracacha, maca and yacon, Rome, pp. 199–242.
5. Jun Liu, Stefan Willför, Chunlin Xu, (2015), A review of bioactive plant polysaccharides: Biological activities, functionalization, and biomedical applications, Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre, 5 (1), pp. 31-61.

ТЕХНОЛОГІЯ ПРЯНИКІВ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ НЕТРАДИЦІЙНОЇ СИРОВИНИ

Вступ. Одним із напрямків розвитку кондитерської промисловості є розробка нового асортименту виробів з поліпшеними споживчими властивостями та підвищення їх конкурентної спроможності. Серед борошняних кондитерських виробів, які користуються постійним попитом на споживацькому ринку, значний об'єм займають пряники, що обумовлено їх оригінальними органолептичними показниками і відносно невисокою вартістю.

Актуальність. Недоліком пряникових виробів є високий вміст цукру, низька харчова і біологічна цінність, черствіння виробів в процесі їх зберігання. Тому актуальним є питання покращення їх якості і подовження термінів зберігання.

Матеріали і методи. В якості об'єктів дослідження використовували глюкозно-фруктозний сироп ГФС-42, морквяне та гарбузове гідролізоване пюре, комплексні поліпшувачі «Мажимікс».

Основна частина. За значенням показника активності води пряники відносяться до виробів з проміжною вологістю, для яких характерні десорбційні процеси і не виключені процеси мікробіологічного псування. Для виробів з проміжною вологістю необхідно застосовувати технологічні прийоми, що дозволяють змінювати показник активності води і утримувати вологу в «зв'язаному» стані. До речовин, що знижують показник активності води, відносяться високо оцукрена крохмальна патока, глюкозно-фруктозні сиропи, вологоутримуючі добавки. Завдяки своїй гігроскопічності вологоутримуючий агент зв'язує воду, що міститься в продукті, і тим самим запобігає або значно уповільнює її випаровування в атмосферу і знижує активність води.

Ступінь набухання біополімерів борошна буде залежати від концентрації цукру в розчині і присутності в ньому інших розчинених речовин. Гідрофільність цукристих речовин обумовлена наявністю численних ОН-груп, які взаємодіють з молекулою води завдяки водневому зв'язку. Ефект зв'язування води в значній мірі залежить від структури цукру. Гідратні форми, що мають міцну кристалічну структуру в меншій мірі здатні адсорбувати вологу. Найбільшою гідратаційною здатністю володіє фруктоза, потім – D- глюкоза, а найменшою – цукроза [1]. Тому доцільно при приготуванні пряникового тіста використовувати глюкозо-фруктозні сиропи.

При виконанні досліджень впливу сировини та технологічних факторів на споживчі властивості пряників використовували глюкозно-фруктозний сироп ГФС-42, який містить: фруктозу – 40...44%, глюкозу – 50...54%, мальтозу та мальтотріозу до 5%; морквяне та гарбузове гідролізоване пюре з підвищеним вмістом низькометаксильованого пектину; комплексні поліпшувачі «Мажимікс», які містять у складі амілолітичні ферменти.

З метою вивчення впливу рецептурних компонентів та технологічних умов приготування на органолептичні, фізико-хімічні та структурно-механічні властивості напівфабрикатів та готових виробів, контрольні зразки заварних та сирцевих пряників готувалися за однією базовою рецептурою та за різними технологіями: на заварці та на гарячій емульсії. В нових зразках інвертний сироп був повністю замінений глюкозно-фруктозним сиропом. Таким чином нові зразки заварних пряників готувалися шляхом заварювання частки борошна глюкозно - фруктозним сиропом з температурою 65-68° С та змішуванням заварки з рештою компонентів і залишком борошна. Сирцеві пряники готувалися шляхом змішування пшеничного борошна з емульсією з усіх рецептурних компонентів з температурою 48-50 °С.

Було доведено, що використання глюкозно-фруктозного сиропу покращує органолептичні показники виробів, зокрема колір і аромат, збільшує стійкість емульсії, зміцнює структуру тіста, збільшує намокаємість виробів, зменшує величину усихання.

Останнім часом для уповільнення черствіння борошняних виробів також широко використовують комплексні суміші-поліпшувачі. Вони надають м'якущі виробів додатковий об'єм і пружність, запобігають черствінню, подовжують свіжість готової продукції. Тому було вирішено дослідити спільний вплив комплексних сумішей з різними функціонально-технологічними властивостями, а саме поліпшувачів «Мажимікс Свіжість» та «Мажимікс Економ», овочевої сировини і глюкозно-фруктозного сиропу ГФС-42 на якість сирцевих і заварних пряників та терміни їх зберігання. Визначено оптимальне дозування поліпшувачів і досліджено їх вплив на органолептичні, фізико-хімічні та структурно-механічні властивості напівфабрикатів та готових виробів, форми зв'язку вологи в виробах.

Проведені дослідження показали, що спосіб приготування заварних пряників на емульсії з температурою 48-50 °С з додаванням в емульсію овочевого пюре дозволяє подовжити термін зберігання, та покращити структурно-механічні властивості готових виробів.

Для пряників, які були виготовлені на емульсії з температурою 48-50 °С, втрата вологи протягом 120 діб зберігання склала: зразок без пюре (контрольний) – 3,5 %, з додаванням гарбузового гідролізованого пюре – 2,4 %, з додаванням морквяного гідролізованого пюре – 2,6 % (рис. 1).

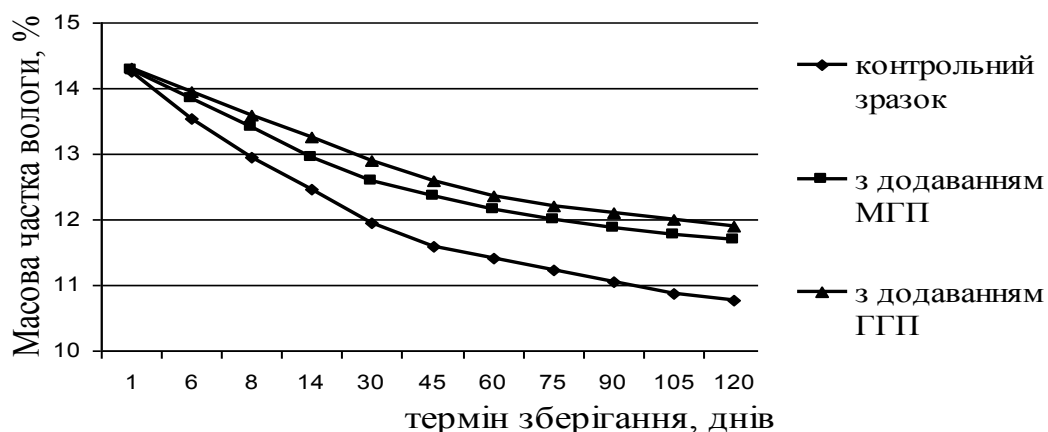


Рисунок 1 – Втрата вологи сирцевими пряниками, що виготовлені на «гарячій» емульсії протягом 120 діб зберігання

Оскільки пряники з морквяним гідролізованим пюре втрачали вологу трохи швидше, ніж пряники з гарбузовим гідролізованим пюре, були проведені дослідження впливу комплексних поліпшувачів «Мажимікс» на термін зберігання сирцевих пряників з додаванням морквяного гідролізованого пюре.

Після зберігання протягом 4,5 місяців втрата вологи сирцевих пряників, які були виготовлені на «гарячій» емульсії з додаванням морквяного гідролізованого пюре та комплексного поліпшувача «Мажимікс Свіжість» у кількості 2,5 % до маси борошна, складала 1,5 %, при дозуванні поліпшувача «Мажимікс Економ» у кількості 0,3 % до маси борошна – 1,6 %.

Висновки. Комплексне застосування поліпшувачів, овочевого пюре і глюкозно-фруктозного сиропу сприяє зростанню частки зв'язаної вологи що дозволяє подовжити термін зберігання як сирцевих, так і заварних пряників за рахунок більш міцного зв'язування вологи в структурі виробу.

Література

1. Олексієнко Н., Дорохович В. Вплив фруктози на процес черствіння пряників // Харчова і перероб. пром-сть. – 1999. – № 8. – С. 22 – 23.

СПОСОБИ ФОРМУВАННЯ ТА ПАКУВАННЯ ЖУВАЛЬНОЇ КАРАМЕЛІ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ТА ФУНКЦІОНАЛЬНО-ДІЄТИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Вступ. Жувальна карамель є популярним кондитерським виробом у багатьох країнах світу, що користується підвищеним попитом у дітей та підлітків. Даний вид карамелі має оригінальні органолептичні показники: жувальний ефект, м'яку структуру, що в сукупності визначає перспективність розробки нових технологій даного продукту. Перевагою карамелі з жувальним ефектом є краща засвоюваність білків, жирів, вуглеводів, вітамінів, мінеральних речовин за рахунок її тривалого знаходження в ротовій порожнині.

Основним сировиною у виробництві жувальної карамелі є цукор білий кристалічний, патока крохмальна, желатин, який надає жувальний ефект виробу. В НУХТ на кафедрі хлібопекарських і кондитерських виробів розроблена технологія жувальної карамелі функціонального та функціонально-дієтичного призначення, за рахунок використання різних видів цукрів (глюкози, фруктози, лактулози, тагатози), цукрозамінників (ізомальту, еретритолу) та функціональних інгредієнтів.

Технологія жувальної карамелі складається з наступних технологічних операцій [1]:

- приготування карамельної маси;
- приготування желатинової маси;
- приготування жувальної карамельної маси;
- формування карамелі;
- пакування та зберігання карамелі.

Актуальність. Метою операції формування виробу – є формування корпусу жувальної карамелі та забезпечення необхідної текстури жувальної карамельної маси. Для забезпечення необхідної форми жувальної карамелі, необхідно дотримання відповідних температурних режимів і тривалості охолодження жувальної карамельної маси.

Метою операції пакування та зберігання готової продукції - є збереження якісних показників готових виробів (органолептичних, фізико-хімічних) протягом всього терміну зберігання згідно вимог нормативної документації.

Основна частина. В рецептуру жувальної карамелі входить желатинова маса, яка надає їй пружно-еластичних характеристик і впливає на формування жувального ефекту. Жувальна карамельна маса є гетерогенною системою, що складається з цукрової пудри, желатинової маси, карамельної маси. Кожен компонент здійснює свій вплив на якість виробів. При охолодженні карамельна маса прагне перейти в твердий стан, желатинова маса – утворює драгледоподібну структуру. Наявність желатинової маси запобігає переходу карамельної маси в твердий стан. Жувальна карамельна маса відрізняється від звичайної карамельної маси тим, що зберігає свої пружно-еластичні характеристики після повного охолодження. Саме желатинова маса надає жувального ефекту готовим виробам. Додавання цукрової пудри збільшує пластичні характеристики системи [1]. Ці фактори слід враховувати при формуванні жувальної карамелі.

Для забезпечення оптимальних умов проведення процесу формування жувальної карамелі та отримання готових виробів з відповідними показниками якості, необхідно визначити вплив різних факторів на процес формування і встановити їх параметри.

Карамельна маса в залежності від температури може перебувати в рідкому стані (вище температури 60°C вона володіє текучістю), при охолодженні до 40°C карамельна маса набуває пластичних властивостей, а при більш низьких температурах вона перетворюється в тверде тіло. Перехід карамельної маси з рідкого в тверде тіло, впливає на формування структури жувальної карамелі. Нами вивчена можливість формування жувальної карамелі

спеціального призначення двома способами: відливання цукеркової маси в жорсткі полімерні форми та формування на агрегатах КФЗ, ІФЗ.

Структурно-механічні властивості карамельної маси, що формується на агрегатах КФЗ, ІФЗ, а також методом відливання суттєво відрізняються. Жувальна карамельна маса, яка формується на агрегатах КФЗ і ІФЗ має пружно-еластичні властивості і вона піддається закону Гука для твердих тіл. Карамельна маса, яка формується методом відливання характеризується законом Фіка для рідких тіл.

Розроблена технологія жувальної карамелі дозволяє здійснювати процес формування на вітчизняному обладнанні КФЗ, ІФЗ. Жувальна карамельна маса завантажується в підкатальну машину агрегату, де набуває форму конуса і витягується в джгут, який калібрується, проходячи через чотири пари роликів різного діаметра. Джгут встановленого діаметра подається на нарізання, де розрізається на окремі вироби. Жувальну карамель можна виготовляти різної форми: квадратної, прямокутної видовженої та ін. [1]. При формуванні карамелі на агрегатах КФЗ в 100 г карамелі міститься 22 штуки карамелі.

При способі формування відливанням на агрегатах типу "NID" жувальна карамельна маса направляється в темперувальну відливальну голівку формуючого обладнання, де відбувається її темперування та відливання в полімерні форми. Після заповнення форм карамельною масою, вони подаються в тунель для охолодження та фіксації текстури виробу. При формуванні карамелі способом відливання в 100 г карамелі міститься 7 штук карамелі.

Нами було досліджено структурно – механічні характеристики жувальної карамельної маси методом пенетрації [2], залежно від температури маси у карамелі з визначеним складом з метою визначення оптимальної температури маси для подальшого її формування різними способами.

Проведені дослідження показали, що зі зростанням температури послаблюється сила опору структури жувальної карамелі. Так, міцність структури маси при 293 К (20 °С) становить 95 ум. од., тоді як при температурі 333 К (60 °С) – 50 ум. од., а при 353 К (80 °С) – 30 ум. од.

Карамель за температури 293 К (20 °С) мала пружно – еластичну структуру, а при 353 К (80 °С), коли міцність структури знизилася майже на 70 %, структура жувальної карамелі набувала певної текучості, тобто це вказує на те, що при температурі 311 - 313 К (38 - 40 °С) маса має пружно-еластичну структуру і її можна формувати на агрегаті КФЗ, а при температурі 348 - 353 К (75 - 80 °С) – методом відливання.

Згідно цих досліджень були визначені умови формування жувальної карамельної маси (рис.1).

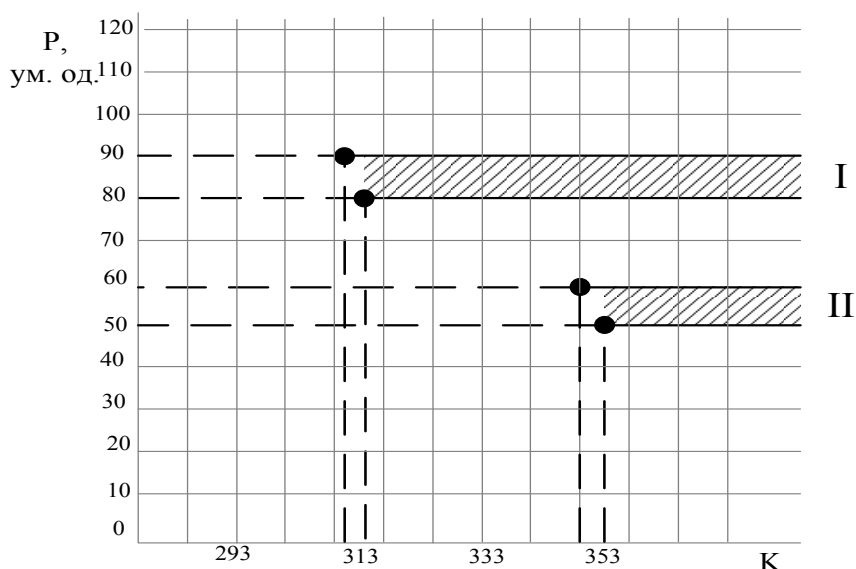


Рисунок 1 – Оптимальні параметри формування жувальної карамельної маси

I режим - характеризує формування на КФЗ, ІФЗ. Температура жувальної маси $T=311-313^{\circ}\text{K}$ ($38-40^{\circ}\text{C}$), сила penetрації 80 – 90 ум. од;

II режим - формування методом відливання на агрегатах типу “NID”. Температура жувальної маси $T=348-353^{\circ}\text{K}$ ($75-80^{\circ}\text{C}$), сила penetрації 50 – 55 ум. од.

Для підвищення конкурентоздатності готового продукту необхідно вжити всіх заходів для збереження його якісних характеристик протягом гарантійного терміну зберігання. Тому нашою метою було проведення комплексу досліджень зміни фізико-хімічних, структурно-механічних характеристик в процесі зберігання жувальної карамелі за відповідних умов для встановлення гарантійного терміну її зберігання. Вироби зберігали при температурі $18\pm 3^{\circ}\text{C}$ та відносній вологості повітря 70-75 % протягом 7 місяців. Частина зразків карамелі зберігалася не пакованою, а частину зразків пакували в індивідуальну упаковку з поліпропілену способом «в перекрутку», а потім в споживчу тару - пакети з полімерних матеріалів по 500 г, які поміщали в гофрокороби, що заклеювали клейкою стрічкою.

Проведені нами дослідження показали, що зміни в процесі зберігання жувальної карамелі залежать від виду цукру чи цукру заміни, співвідношення рецептурних компонентів, дотримання технологічних режимів. Зокрема, рецептурний склад карамельної маси суттєво впливає на процес зберігання готової жувальної карамелі.

В процесі зберігання готових виробів непакованими згідно вище вказаних умов встановлено, що при зберіганні поверхня досліджуваних зразків карамелі на глюкозі, тагатазі, ізомальті стає твердою, відбувається процес часткового висихання виробів. Жувальна карамель на фруктозі при зберіганні дуже швидко сорбує вологу, що погіршує її органолептичні і фізико-хімічні властивості. Така карамель має липку поверхню і погіршується її консистенція. Враховуючи вищевикладене необхідно забезпечувати якісне пакування готових виробів.

Були проведені дослідження по визначенню впливу терміну зберігання на жувальні властивості карамелі, які показали, що жувальний ефект добре зберігається у пакованій карамелі. Так, протягом 6 місяців в пакованій карамелі жувальний ефект знизився лише на 15,6 %, тоді як в не пакованій – на 35,6 % по відношенню до свіжевикотворених зразків. Аналогічні результати отримані дослідженнями кристалічності зразків. Аналіз отриманих даних показав, що у пакованій карамелі інтенсивність кристалоутворення зростає на 39,9 %, а в незапакованій на 70,36 % по відношенню до свіжевикотворених зразків протягом 6 місяців зберігання. Таким чином, пакування карамелі певною мірою призупиняє процес десорбції карамелі. Як показали дослідження, суттєвих змін органолептичних і фізико-хімічних показників в процесі зберігання загорнутої жувальної карамелі не відбувається і вони мають оцінку відмінно навіть після 6 місяців зберігання пакованими. Лише через сім місяців зберігання (210 діб) спостерігаються незначні зміни органолептичних показників (текстури). Враховуючи це, нами рекомендований гарантійний термін зберігання загорнутої жувальної карамелі - 6 місяців.

Висновки. Проведені дослідження показали, що рецептурні композиції і технологія приготування жувальної карамелі забезпечує такі значення структурно-механічних характеристик карамелі, що дозволяє проводити процес формування виробів на агрегатах КФЗ та ІФЗ при температурі карамельної маси $38-40^{\circ}\text{C}$. Іншим можливим варіантом формування є формування способом відливання в жорсткі полімерні форми за температури маси $70-80^{\circ}\text{C}$, в залежності від виду цукру чи цукрозаїни, що використовується в рецептурі карамелі. Доведена доцільність пакування карамелі функціонального і функціонально-дієтичного призначення та встановлений гарантійний термін її зберігання – 6 місяців.

Література

1. Дорохович, А.М. Технологія карамелі : навч. посіб. / А.М. Дорохович – К.: Фірма «ІНКОС», 2011. – 192 с.
2. Гуць, В. С. Методика дослідження консистенції харчових дисперсних систем методом penetрації / В. С. Гуць, О. А. Коваль // Харчова промисловість, 2007. - № 5. - С. 16-23.

УДК 664.658

Сімахіна Г.О., д. т. н.

Халапсіна С.В., асист.

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

ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО СТВОРЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ НАПОЇВ НА ОСНОВІ ДИКОРΟΣЛИХ ЯГІД

Вступ. Значення напоїв у харчуванні людини загальновідоме. Воно пов'язано передусім з їх здатністю тамувати спрагу. Це первісне призначення з часом набрало ряд супутніх функцій. Протягом багатьох віків люди залежно від місцевої сировини та природних умов створювали різноманітні напої – лікувальні, прохолоджуючі, тонізуючі, освіжаючі тощо [1].

Та не менш важливим є те, що саме напої – надзвичайно багате джерело легкозасвоюваних вуглеводів, органічних кислот, мінеральних сполук, поліфенолів, незамінних амінокислот тощо. Велике значення мають також смакові якості напоїв, зручність у споживанні, незмінна симпатія дорослих і дітей.

Актуальність теми. Одними із найбільш доступних та масових продуктів, що надають напоям смаку, аромату, сприяють підвищенню біологічної та харчової цінності є натуральні плодовоовочеві соки. Однак сучасний рівень споживання соків та соковмісних напоїв в Україні складає до 30 л / рік на одну середньостатистичну особу, що значно менше від середньоевропейського стандарту [2]. Тому дослідження, спрямовані на розроблення нових рецептур соковмісних напоїв із використанням місцевої дикорослої сировини, є актуальними, що й зумовило мету даної роботи.

Матеріали і методи. Дикорослі ягоди (малина, чорниця, лохина, суниця, горобина тощо), технологічні прийоми отримання соків та концентратів, загальновідомі методи дослідження біохімічного складу ягід і напоїв на їхній основі.

Результати та обговорення. Протягом останніх п'яти років вітчизняна харчова промисловість починає орієнтуватись на використання натуральних харчових компонентів, повністю нетоксичних, здатних підвищувати біологічну та споживчу цінність готового продукту. Наприклад, на відміну від соків зарубіжних виробників, які містять лише до 10 % фруктової основи, деякі вітчизняні напої включають у своєму складі до 35 % соків.

Для виробництва напоїв підвищеної біологічної цінності, напоїв функціонального призначення зараз у світовій практиці широко використовують натуральні соки, місцеву пряно-ароматичну, дикорослу сировину та інші рослинні матеріали, багаті на есенціальні мікронутрієнти [3].

Аналіз хімічного складу листової зелені, овочів, плодів і ягід культурних дикорослих та лікарських рослин свідчить про те, що за умовною класифікацією основних категорій функціональних продуктів їх можна віднести до категорії продуктів, які у нативному вигляді містять значні кількості поліфункціональних інгредієнтів або групи інгредієнтів.

Цінність дикорослої сировини, відвідо до результатів виконаних нами досліджень, визначається комплексом біологічно активних речовин: вітамінів-антиоксидантів, мінеральних сполук, амінокислот, хлорофільно-каротиноїдних комплексів тощо. З точки зору створення оздоровчих напоїв, особливо важливим є оптимальне співвідношення поліфенольних сполук і аскорбінової кислоти, які виявляють синергічну дію в живому організмі, значний вміст каротиноїдів, вітамінів групи В, мінеральних, пектинових речовин.

Важливим є також оптимальне співвідношення у дикорослих ягодах концентрацій моно- та дисахаридів і органічних кислот, які надають напоям особливого смаку, аромату та кольору. Саме тому створені на основі дикорослої (свіжої та замороженої) сировини напої виявляють капілярозміцнюючу, антисклеротичну, гіпотензивну, протизапальну, антирадіонуклідну дії.

Результати наших досліджень свідчать про доцільність та перспективність більш широкого включення до сировинних ресурсів для отримання напоїв з функціональними характеристиками плодів та листя глоду; листя, ягід та коренів шипшини; листя, ягід та

бруньок смородини; листя та ягід чорниці і брусниці; ягід журавлини, малини, калини, горобини; ягід та листя бузини чорної [4].

Кожен із зазначених видів сировини є готовою поліфункціональною добавкою, яку при правильно підбраному і здійсненому технологічному режимові можна перетворити на високоякісний продукт, в тому числі і у вигляді напоїв.

Наприклад, за вмістом антоціанів ягоди бузини чорної та горобини переважають усі інші рослини – в плодах бузини міститься антоціанів (барвних речовин) від 4200 до 6800 мг%, а в ягодах горобини – від 2800 до 5600 мг%. Для порівняння: плоди калини містять антоціанів у межах 220...510 мг%.

Тобто, залежно від цільового призначення напою можна підібрати найбільш придатну для конкретного випадку сировину. Окремі види і форми у межах кожної групи рослин містять у переважаючій кількості ту чи іншу групу біологічно активних речовин, яка й надаватиме напоєві певного функціонального спрямування.

Аналіз літературних джерел в даному напрямі свідчить про те, що технології виробництва напоїв постійно вдосконалюються з метою підвищення якості готової продукції та створення функціональних напоїв зі специфічною біологічною активністю.

Традиційний промисловий спосіб отримання сиропів, концентратів, бальзамів на основі рослинної сировини, що ґрунтується на використанні високотемпературних впливів, не може задовольнити очікувану якість готової продукції. Тривалий тепловий режим, наприклад, при отримуванні сиропів, призводить до утворення з цукрози оксиметилфурфуролу, деградації біологічно активних речовин сировини, погіршення органолептичних властивостей. Отримані сиропи і концентрати є сприятливим середовищем для розвитку дріжджів, пліснявих грибів, молочнокислих бактерій і виявляють біологічну нестійкість. Для забезпечення мікробіальної стабільності виробники використовують консерванти, здебільшого шкідливі для здоров'я людини.

Тому розширення асортименту напоїв, особливо напоїв функціонального призначення, вимагає інноваційних підходів, ключовим моментом яких є максимальне збереження у готовому продукті всіх біологічно активних речовин сировини, створених і в оптимальному співвідношенні скомпонованих природою [4].

Для отримання високоякісних екстрактів з дикорослої сировини за традиційними технологіями в якості екстрагентів ми використовували розчини етилового спирту з об'ємною часткою спирту 20...80 % і необхідною тривалістю настоювання, або приготування водних настоїв рослинної сировини при температурах 30...100 °С.

Отримані з використанням водно-спиртових екстрагентів настоянки можна додавати до безалкогольних та слабоалкогольних напоїв в обмеженій кількості, щоб не перевищувати регламентований вміст етилового спирту. Тому вони поліпшують смак, аромат готового напою, однак істотно не впливають на підвищення його біологічної цінності. Якщо ж значно знизити об'ємну частку алкоголю в екстрагенті, або з метою інтенсифікації процесу екстрагування використовувати ферментативні препарати, істотно знижується якість отриманих екстрактів. В такому випадку процес відбувається в умовах, сприятливих для окислювальної діяльності ферментів (рН 5...6), внаслідок чого проходять окислення, полімеризація, руйнування біологічно активних сполук сировини [10].

Результати проведених досліджень показали, що використання в якості екстрагента водних розчинів і підвищення температури екстрагування теж несприятливо впливає на якість отриманих настоїв, оскільки при температурах понад 40 °С інтенсифікуються реакції меланоїдиноутворення, окислення, полімеризації і руйнування термолабільних сполук, і передусім, аскорбінової кислоти; з'являється трав'янистий смак, погіршується колір. Наприклад, вміст аскорбінової кислоти за таких умов зменшується на 40...90 %, а то й повністю.

Наведені дані свідчать про необхідність подальшого пошуку та розроблення нових способів екстрагування рослинної сировини з мінімальними втратами усіх її біокомпонентів.

Не менш перспективним напрямом розширення спектру традиційних та введення до структури харчування нових функціональних напоїв є збагачення соків біологічно активними речовинами, що містяться, наприклад, в екстрактах дикорослих ягід.

Побутує усталена думка, що всі види плодово-ягідної та овочевої сировини є багатим джерелом вітамінів. Разом з тим, аналіз вмісту вітамінів у різних видах плодовоовочевої сировини свідчить про те, що не всі вони, а значить – і соки з них, здатні забезпечити фізіологічну потребу організму людини у мікронутрієнтах.

Зіставлення отриманих нами даних свідчить, що відносно достатнім джерелом вітаміну С можна вважати томатний, апельсиновий, мандариновий, грейпфрутовий та банановий соки. У склянці кожного з них міститься 30...50 мг аскорбінової кислоти, що забезпечує від 50 до 60 % середньої добової потреби людини у цьому вітаміні.

Таким чином у більшості соків, які виробляються і реалізуються на внутрішньому ринку, а також виготовляються у домашніх умовах, лімітований вміст есенціальних вітамінів. Для того, щоб надати їм біологічної повноцінності і віднести до категорії функціональних, соки та напої на їх основі доцільно збагачувати природними комплексами біологічно активних речовин. Найкращим джерелом для отримання таких комплексів є пряно-ароматична, дикоросла, плодово-ягідна сировина, в тому числі лікарська.

Один із варіантів технології отримання безалкогольних і слабоалкогольних соковмісних напоїв з екстрактами дикорослих ягід є проведення екстрагування дикорослої сировини у два етапи: спочатку водним розчином, соком (виноградним, яблучним) або розчином лимонної кислоти. На другому етапі проводимо екстрагування шроту водно-спиртовим розчином різної концентрації. В процесі екстрагування водою вилучається, наприклад, 40...56 % фенольних сполук, а при екстрагуванні водно-спиртовим розчином ця кількість зростає до 78...83 %. Потім отримані екстракти об'єднують і використовують як основу для створення напоїв певної функціональної спрямованості.

Висновки. Безалкогольні, слабоалкогольні, соковмісні напої – важлива складова структури харчування сучасної людини і надзвичайно сприятливе харчове середовище для створення широкого спектру продукції з різнонаправленими фізіологічними ефектами, тобто продукції оздоровчого призначення. В Україні більшість напоїв масового споживання випускають на основі імпортованих концентратів, до складу яких у значних кількостях входять різноманітні синтетичні харчові добавки, які в результаті послідовних перетворень можуть транспортуватись у сполуки, шкідливі для здоров'я людини і стати причиною виникнення та розвитку серйозних захворювань.

Пошук нових рослинних джерел для збагачення напоїв особливо інтенсивно ведеться зараз серед таких видів рослин як ягоди, плоди, овочі, дикоросла сировина, зелена маса рослин, пряно-ароматична сировина, листя чаю. Кожен із цих сировинних матеріалів містить певні концентрації ефективних біологічно активних речовин, які здійснюють імунний, антиоксидантний, радіопротекторний захисти тощо. А такі сполуки як, наприклад, біофлавоноїди відзначаються особливою здатністю – зберегти від руйнування білки, ферменти, вітаміни, котрі містяться у різних вегетативних частинах рослин.

Література

1. Осипова Л.А., Капрельянц Л.В., Бурдо О.Г. Функциональные напитки. – Одесса : Изд-во «Друк», 2007. – 288 с.
2. Зуев Е.Т. Функциональные напитки // Пищ.пром-сть. – 2004. – №7. – С. 90-95.
3. Цапалова И.Э., Губина М.Д., Позняковский В.М. Экспертиза дикорастущих плодов, ягод и травянистых растений. – Новосибирск : Сиб. унив. изд-во, 2002. – 180 с.
4. Сімахіна Г.О. Технологія оздоровчих харчових продуктів : підручник / Г.О. Сімахіна, Н.В. Науменко. – К. : НУХТ, 2015. – 404 с.

УДК 663.9: 664.8.039

Michael Mayokun ODEWOLE¹,

Musliu Olushola SUNMONU¹,

Samuel Kehinde OYENIYI²

¹ Department of Food and Bioprocess Engineering, Faculty of Engineering and Technology, University of Ilorin, Ilorin, Nigeria;

² Department of Agricultural and Environmental Engineering, Faculty of Technology, University of Ibadan, Ibadan, Nigeria

OPTIMIZATION OF NUTRIENTS IN DRY MIXTURE OF FERMENTED MILLED MAIZE AND SORGHUM (*Ogi*)

Introduction. *Ogi* is a wet milled fermented and semi-finished food product. Some of the raw materials for producing *ogi* are sorghum, maize and millet or mixtures of different cereals. It contains carbohydrate, crude protein, vitamin C, fat, crude fibre, magnesium, potassium and other nutrients. Some items like ginger, garlic or soybeans can be added to it to fortify it for the purpose of improving its final nutritional quality. The wet mixture can also be dried to powder primarily for shelf life extension and ease of packaging. The finished food after hot water cooking of its slurry is usually referred to as pap in English language, 'Agidi', 'Akamu', 'Eko', and 'Koko' in Nigerian native languages [2]. In particular, the finished food is used as weaning food for infants and improves breast milk secretion in lactating mothers; it is also an appropriate food for recuperating people because it digests faster [5, 6]. Some of the major factors that can affect the final nutritional qualities of dried *ogi* are fermentation time and material to material interaction due to mix ratios of raw materials. In the process of getting the combinations of the above mentioned factors that would optimize (maximize or minimize) the nutritional qualities for industrial or pilot-scale productions, a lot of resources (time, raw materials, money, energy etc.) are wasted with the conventional method of conducting experiment. In simple term, optimization is the process of getting the values of input parameters that will either maximize or minimize the output parameters. One of the purposes of optimization is that its results can be used to study the process under consideration, which can lead to reduction in resources needed for future research works. Therefore, the objective of this study was to use a specific resources saving method called Response Surface Methodology (RSM) in form of computer software called Design Expert to optimize the production of dried fermented mixture of sorghum and maize (*ogi*) with respect to mix ratio and fermentation time as input parameters and the following nutritional qualities (output parameters): carbohydrate, crude fibre, crude protein, vitamin C, fat content, ash content and magnesium.

Materials and method. The major equipment and materials used for the study were: laboratory oven (GENLAB, Model N53 CF, England), a fabricated convective cabinet dryer, electronic weighing balance (OHAUS CL Series, Model CL 201, China), stop watch (Nokia-X2-01), burr mill, transparent covered containers for fermentation, muslin cloth, stainless steel trays, desiccator, desiccant, foil paper, spatula, hand gloves, and white maize (*var. indentata*) and sorghum (*Sorghum bicolor*) and Design Expert 8.0.3 version Computer Software. The Computer Software was used to design the experiment. Response Surface Methodology (RSM) under Central Composite Design was used. Five levels of fermentation time (B) - (6h, 12h, 18h, 24h and 30h) and five levels of mix ratios (A) of maize(M) and sorghum (S) (M50:S50, M60:S40, M70:S30, M80:S20 and M90:S10) were substituted into the experiment design interface of the software. The software gave a total experimental runs of 13 with consideration of replicate. The mass of milled mixture used for fermentation per run was 200 g and 50 g per run of dewatered mixtures after fermentation was dried to powder at 50°C in the fabricated convective dryer. All dried samples were analyzed for nutritional qualities using [3] standard. All data obtained from nutritional qualities were later introduced back into the computer software according the experimental layout earlier designed with. The software was used to analyze the data for generation of optimization results according to the procedures in [7]. *Note: the conventional experimental method would lead to not less than 75 runs; 50:50 means-50% by mass of maize and 50% by mass of sorghum and so on for other mix ratios.*

Results and discussion. Table 1 shows the results of optimization. From the table, seven (7) optimization combinations for each output were ranked according to desirability (0-1). Desirability in an index for selecting the best combinations of optimization from the analyzed results of the software. The closer the desirability to 1, the better the solution [7]. Each output had up to 10 combinations of optimized results, but the best was selected based on the desirability value on the table. Optimization goal of the dried product was selected on the basis of each output's benefits to human body. Since the higher the value of carbohydrate, crude fibre, crude protein, vitamin C, fat content and magnesium, the better the quality of the dried product. For this reason, the goal of maximizing those outputs was considered. On the other hand, ash content was minimized because the lower its value in the dried product, the greater the beneficial organic content needed by the body. To further interpret the table, it is necessary to explain that in order to achieve the goal of optimization for each output, respective values of A (mix ratio) and B (fermentation time) must be combined. [4] got 3.1%, 3.5% and 77.1% respectively for fat, crude fibre and carbohydrate for *ogi* dried at 60°C. [1] got about 130% for fat, 217% for crude fibre and, 270-284% for crude protein for *ogi* that was supplemented with soybeans and dried at 60°C temperature inside an oven.

Table 1 - Results of Optimization Operation

SN	Nutritional Qualities	A: Mix Ratio	B: Fermentation Time (hours)	Optimized Outputs	Goal	Desirability
1	Carbohydrate %	1(M50:S50)	30	82.10	Maximized	0.45
2	Crude Fibre %	1 (M50:S50)	21	0.59	Maximized	1.00
3	Crude Protein(%)	5 (M90:S10)	30	3.07	Maximized	0.78
4	Vitamin C (%)	1(M50:S50)	6	2.95	Maximized	1.00
5	Fat Content(%)	1(M50:S50)	17.78	1.10	Maximized	0.58
6	Ash Cotent(%)	5 (M90:S10)	30	0.35	Minimized	0.92
7	Magnesium(mg/100g)	5 (M90:S10)	6	3.77	Maximized	0.77

Conclusions. The use of resources saving technique (Response Surface Methodology) in form of computer software (Design Expert) for optimization operation substantially reduced the experimental runs against the conventional method that would always use more experimental runs. Reduction in experimental runs saved resources like times of experiment, analysis of sample, data obtained and presentation of results; cost of quality analysis, raw materials and energy among other things. Furthermore, the optimum (maximum) values of 82.10%, 0.59%, 3.07%, 2.95%, 1.10% and 3.77 mg/100g were obtained for carbohydrate, crude fibre, crude protein, vitamin C, fat content and magnesium respectively; while the minimum value obtained for ash content was 0.35%.

Acknowledgement: Mrs. O. Adeyinka-Ajiboye of the Department of Agricultural and Biosystems Engineering, Faculty of Engineering and Technology, University of Ilorin, Ilorin, Nigeria. Mrs R.O.A. Sani of the Department of Food and Bioprocess Engineering, Faculty of Engineering and Technology University of Ilorin, Ilorin Nigeria.

References

1. Adelekan A.O and Oyelekan A.B (2010). Production of Ogi from Germinated Sorghum supplemented with Soybeans. African Journal of Biotechnology. Vol.9(42): 7114-7121.
2. Afolayan, M.O. (2010): An Investigation into Sorghum Based Ogi (Ogi-Baba) Storage Characteristics. Advance Journal of Food Science and Technology Vol.2(1): 72-78.
3. AOAC (2002): Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C.
4. Esther, L.; Charles, A.O.; Adeoye, O.S and Toyin, O.A (2013). Effects of Drying Methods on Selected Properties of Ogi (Gruel) Prepared from Sorghum (*Sorghum vulgare*), Millet (*Pennisetum glaucum*) and Maize (*Zea mays*). J.Food Technol., Vol.4 (7):1000248. Available on: <http://dx.doi.org/10.4172/2157-7110.1000248>
5. Nago, M.C.; Hounhouigan, J.D.; Akissoe, N.; Zanou, E.; and Mestres, C (1998). Characterization of Beninese Traditional Ogi, a Fermented Sorghum Slurry: Physicochemical and Microbiological Aspects. Int. J. Food Sci. Technol. Vol 13(1) 307- 315.
6. Onyekwere O.O.; Akinrele, I.A; and Koleoso, O.A (1989). Industrialization of Ogi Fermentation.; Industrialization of Indigenous Fermented Foods. Vol.1: 329-362.
7. Stat-Ease (2000). Design-Expert Software. Version 6 User's Guide. Available on www.statase.com.

ЗАСТОСУВАННЯ НАПІВФАБРИКАТІВ З ДИКОРΟΣЛИХ ПЛОДІВ ТА ЯГІД ДЛЯ ПОДОВЖЕННЯ ТЕРМІНУ ПРИДАТНОСТІ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ

Вступ. Пріоритетним напрямком розвитку кондитерської галузі є створення нового асортименту виробів, збагачених поліфункціональними комплексами, зокрема, вітамінами, макро - та мікронутрієнтами, подовженням терміном придатності. Для подовження термінів придатності харчових продуктів, як консерванти використовуються сорбінова та бензойна кислоти або їх солі, але у промисловості їх отримують хімічним шляхом. Натуральні рослинні консерванти мають переваги, тому при розробленні нових видів кондитерських виробів доцільніше використовувати рослинну сировину, яка крім природних консервантів, має комплекс біологічно-активних речовин.

Актуальність теми. Для підвищення харчової цінності кондитерських виробів доречно в їх склад вводити дикорослі плоди та ягоди, до яких відноситься горобина звичайна та журавлина болотна. Плоди горобини та журавлини досліджувалися багатьма науковцями, але дані різних авторів відносно кількісного вмісту в плодах біологічно-активних речовин є надто суперечливими. Тому з наукової та практичної точки зору викликало інтерес визначення кількості біологічно-активних речовин та природних консервантів в ягідному пюре, яке було виготовлено з плодів горобини та журавлини.

Матеріали і методи. Під час проведення досліджень в якості матеріалів використовували пюре з горобини та журавлини. Фізико-хімічні, структурно-механічні показники сировини, і напівфабрикатів визначали загальноприйнятими та спеціальними методами. Визначення кількості природних консервантів у пюре з журавлини здійснювали за допомогою рідинного хроматографа Varian 920-LC.

Основна частина. Ягідне пюре отримували з горобини та журавлини шляхом бланшування плодів гострою парою. Бланшовані плоди протирали і направляли на деаерацію під вакуумом для видалення залишку вологи та повітря з метою попередження окиснення біологічно-активних речовин і збереження кольору пюре.

Плоди горобини містять парасорбінову кислоту, яка знаходиться у плодах як у вільному стані, так і у вигляді моноглікозиду. Вміст парасорбінової кислоти зумовлює гіркий смак плодів. При замороженні свіжих плодів горобини її гіркість поступово зникає, ймовірно внаслідок розкладу моноглікозиду парасорбінової кислоти. На підставі проведених досліджень зроблений висновок, що плоди горобини перед бланшуванням доцільно заморожувати при температурі - 20°C протягом 6 годин.

Відомо, що у плодах горобини міститься сорбінова кислота, бензойна кислота міститься в ягодах журавлини. Але з літературних джерел існують розбіжності в даних за кількісним вмістом консервантів у дикорослих ягодах. Було встановлено, що вміст сорбінової кислоти у пюре з горобини становив 226 мг на 100 г продукту. В пюре з журавлини було виявлено бензойну кислоту у кількості 122 мг та сорбінову кислоту у кількості до 2,5 мг на 100 г продукту. Таким чином і горобина і журавлина мають бути ефективними консервантами при приготуванні кондитерських виробів, які мають високу масову частку вологи та показник активності води більший, ніж 0,65.

Приготування ягідного пюре супроводжується впливом як високих, так і низьких температур. Тому виникла необхідність дослідження його хімічного складу, результати наведені у табл.1. Було встановлено, що найбільшому руйнуванню піддався вітамін С, зокрема, у плодах горобини кількість його становила 348 мг % до МЧСР, внаслідок технологічної переробки кількість зменшилася на 93 %.

Таблиця 1- Хімічний склад пюре з плодів журавлини та горобини

Показник	Пюре з плодів журавлини	Пюре з плодів горобини
Масова частка сухих речовин, %	22,0±1,5	28,0±1,5
Активна кислотність, рН	3,2±0,1	3,6±0,1
Вміст загального цукру, %	3,3±0,5	4,2±0,5
Вміст редукуючих цукрів, %	3,25±0,5	4,05±0,5
Вміст пектину, г/100 г	1,26±0,1	1,46±0,1
Вміст клітковини, г/100 г	1,25±0,1	2,2±0,1
Загальний вміст фенольних речовин, мг %	983±9,9	1228±9,9
у т.ч. масова концентрація антоціанів, мг %	160±0,25	195±0,25
Вміст вітамінів, мг %		
β – каротину	-	16,8±0,3
Вітаміну С	3,6±0,3	5,4±0,3
Тіамін (В ₁)	0,035±0,3	0,048±0,3
Рибофлавін (В ₂)	0,018±0,3	0,024±0,3
Ніацин (РР)	0,08±0,3	0,04±0,3

Одним з важливих біологічно-активних компонентів, які присутні у плодах горобини є β – каротин. Під дією ферменту каротинази β – каротин розщеплюється на 2 молекули вітаміну А. Крім того β-каротин є натуральним барвником, що надає яскравий оранжевий колір. Було встановлено, що кількість β – каротину зменшилася незначно - на 15 % і становила 13,3мг % до МЧСР пюре. Вміст водорозчинного пектину становив майже 1,4 % до МЧСР пюре, вірогідно у процесі термічної обробки під дією органічних кислот відбувся частковий гідроліз протопектину рослинних тканин, внаслідок цього процесу збільшувалася кількість водорозчинного пектину. Вміст клітковини становив 2,9 г на 100 г пюре, майже 10 % до МЧСР, тобто додавання пюре з горобини має суттєво підвищити харчову цінність оздоблювальних напівфабрикатів. Вуглеводи – найважливіша група органічних сполук, що входять до складу плодів горобини. Ці речовини є основним джерелом енергії і головним опорним матеріалом рослинних клітин. Визначено, що у пюре з горобини міститься більш, ніж 50 % до МЧСР редукуючи цукрів (глюкози і фруктози). Крім того пюре містить більше 10 % органічних кислот. Також в пюре були ідентифіковані вітаміни - тіамін (В₁), рибофлавін (В₂), ніацин (РР). Кількість зольних елементів становила 1,25 % до МЧСР. З мінеральних речовин міститься найбільша кількість калію, кальцію, марганцю, заліза.

При приготуванні пюре журавлини найбільшому руйнуванню піддався теж вітамін С, у ягодах журавлини кількість його становила 35 мг %, у журавлиному пюре залишилося 2,6 мг %, тобто зменшилося у 13,5 раза. Вміст водорозчинного пектину становив майже 3,0 % до МЧСР пюре, вірогідно у процесі термічної обробки під дією органічних кислот відбувся частковий гідроліз протопектину рослинних тканин, внаслідок цього процесу збільшувалася кількість водорозчинного пектину.

Висновки. Отримані результати досліджень показали, що за вмістом БАР пюре з горобини та журавлини можна рекомендувати для використання при створенні кондитерських виробів оздоровчого призначення.

Література

1. Сарычева З. А. Дикорастущие лекарственные и пищевые растения Украины / З. А. Сарычева // Киев.: Фитон. . – 2005. – 147с.

ВИКОРИСТАННЯ МОРКВЯНОГО ПЮРЕ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ НЕГЛАЗУРОВАНИХ ПОМАДНИХ ЦУКЕРОК

Вступ. Цукерки належать до числа улюблених виробів харчового раціону дітей і підлітків, проте велика частина їх відрізняється низьким вмістом вітамінів, мінеральних речовин, харчових волокон, дефіцит яких в харчуванні дітей є серйозною проблемою в нашій країні.

Основними недоліками неглазурованих помадних цукерок є:

- великий вміст цукру - понад 70%, а отже підвищена калорійність цукерок;
- знижений вміст вітамінів, макро та мікронутрієнтів;
- швидке черствіння цукерок у процесі зберігання.

Основою помадних цукерок є напівфабрикат помада, яка класифікується, в залежності від сировини, що використовується для її виготовлення на: цукрову (цукор і патока); молочну та крем-брюле (цукор, патока та молочні продукти) та фруктова (цукор, патока, фруктово-ягідне пюре). Ці напівфабрикати перевантажені легкозасвоюваними вуглеводами та мають незбалансованість за складом макронутрієнтів.

Актуальність. Аналіз хімічного складу сировини для кондитерського виробництва показує доцільність введення до рецептур виробів фруктово-ягідної та овочевої сировини, яка містить значну кількість вітамінів, мінеральних елементів, пектинових речовин, харчових волокон, органічних кислот. Внесення такої сировини дозволить покращити харчову цінність виробів. А вміст в цій сировині вологовтримуючих речовин дозволить загальмувати процес швидкого черствіння неглазурованих помадних цукерок.

Основними напрямками удосконалення традиційної технології неглазурованих помадних цукерок є:

- зниження цукромісткості виробів, отже зменшення калорійності цукерок;
- покращення харчової цінності, збільшення вмісту вітамінів, макро та мікронутрієнтів;
- подовження терміну зберігання;
- зниження собівартості виробів;

В останній час у виробництві кондитерських виробів почали застосовувати продукти переробки овочів. З літературних джерел відомо, що овочева сировина містить унікальний хімічний склад. Пюре з овочів, зокрема з моркви містять клітковину, пектинові речовини, моно- та дисахариди, органічні кислоти. Вітамінний склад представлений β -каротином, вітамінами групи С, В₁, В₂, фолієвою кислотою. Пюре містять велику кількість мінеральних речовин: особливо калію, кальцію, фосфору, магнію. Мікроелементи представлені цинком, алюмінієм, бором, ванадієм, залізом, йодом, фтором, марганцем, молібденом [1].

З метою збільшення кількості пектинових речовин в овочевій сировині в лабораторії дослідження фізико-хімічних властивостей пектину НУХТ був запропонований новий спосіб приготування морквяного пюре. Особливість отримання полягає в проведенні процесу гідролітичного розщеплення протопектину рослинної тканини. У процесі гідролізу збільшується кількість низькоетерифікованого пектину майже в 3 рази, пюре має підвищену кількість клітковини, β -каротину [2].

З огляду на це, актуальним напрямком досліджень є використання морквяного пюре при виробництві помадних напівфабрикатів, яке б виконувало декілька технологічних функцій:

- уповільнення процесу черствіння виробів на основі н/ф помади;
- покращення органолептичних показників виробів, без застосування синтетичних барвників та ароматизаторів;
- розширення асортименту виробів на основі помадних мас;

- покращення харчової цінності виробів з використанням пюре.

Основна частина. Метою роботи було дослідження можливості використання морквяного пюре при виробництві неглазурованих помадних цукерок. Встановлення раціонального способу внесення пюре в рецептуру помади; визначення впливу досліджуваного пюре на в'язкість цукеркової маси на основі помади та встановлення раціонального способу формування корпусів цукерок; встановлення раціонального дозування пюре в рецептурі виробів та його вплив на уповільнення процесу черствіння виробів. Для досліджень використовували морквяне пюре виробництва ТОВ «Продсервіс-ІР», органолептичні і фізико-хімічні показники якого наведені в таблиці 1.

Таблиця 1– Показники якості морквяного пюре

Назва показника	Характеристика показника
Зовнішній вигляд і консистенція	Однорідна, рівномірно пюреподібна протерта маса, яка розтікається на горизонтальній поверхні
Колір	Однорідний за всією масою, властивий овочу, з якого виготовлене
Запах і смак	Властивий овочу, з якого виготовлене пюре
Вміст сухих речовин, %	9,70
Активна кислотність, рН	3,74
Загальна кислотність, % яблучної кислоти	1,06
Вміст пектину, %	0,90
Вміст клітковини, %	0,34
Вміст вітаміну С, мг/г	0,70
Вміст β -каротину мг/100 г	7,70

Яскравий оранжевий колір, притаманний морквяному пюре буде надавати різнокольорову гаму виробам (від світло-жовтого до яскраво - оранжевого), що виключить додавання штучних барвників.

Внесення морквяного пюре проводили на різних технологічних стадіях виготовлення помадних цукерок:

- на стадії приготування рецептурної суміші;
- на стадії темперування цукеркової маси на основі помади.

У ході дослідження було виявлено, що при додаванні до рецептури помадних цукерок на стадії їх темперування пюре з масовою часткою сухих речовин близько 10 % збільшувалася масова частка вологи цукеркової помадної маси, що гальмувало процес структуроутворення корпусів цукерок. Раціональним виявився спосіб внесення пюре на стадії приготування рецептурної суміші, що дозволило частково зменшити кількість води для приготування помадного сиропу. Але внесення пектиновмісного морквяного пюре при виробництві помадних цукерок є обмеженим за рахунок того, що гідроколоїди пюре збільшують в'язкість сиропу, що ускладнює процес отримання з нього напівфабрикату помади, що має дрібнокристалічну структуру. Нами було встановлене раціональне дозування морквяного пюре в кількості 20% до рецептурної кількості цукру білого кристалічного. При такому дозуванні отримується високодисперсна помадна маса приємного помаранчевого кольору з тонким запахом і смаком моркви, менш солодка на смак в порівнянні з класичною цукровою помадною масою.

З метою отримання неглазурованих помадних цукерок необхідно було дослідити наступну технологічну стадію - формування виробів.

Формування корпусів цукерок здійснювалося двома способами:

- шляхом відливання цукеркової маси у форми,
- шляхом формування джгута та наступного його нарізання на окремі вироби.

Внесення до рецептури цукерок морквяного пюре, багатого на вологоутримуючі речовини, збільшує в'язкість цукеркової помадної маси на стадії темперування і тому традиційний спосіб формування виробів відливанням виявився не раціональним, оскільки на поверхні виробів утворюються скупчення кристалів цукру -«зайці» та консистенція помади стає грубодисперсною. Для даного способу формування помадна маса повинна мати мінімальну в'язкість та максимальну плинність, щоб отримати такі реологічні характеристики слід збільшувати температуру стадії темперування виробів, а це призводить до розчинення частини кристалів твердої фази помади з наступним їх викристалізовуванням під час стадії структуроутворення корпусів, тобто спостерігається явище рекристалізації помадної маси, що призводить до зміцнення консистенції відформованих корпусів та появи скупчень кристалів («зайців»). Зважаючи на цей факт, пропонуємо для помадної маси з використанням морквяного пюре використовувати спосіб формування екструзією. Цей спосіб не потребує високих температур стадії темперування цукеркової маси, але для отримання якісного цукеркового джгута важливий показник граничної напруги зсуву цукеркової маси, який має бути в межах 2,2 -2,6 Кпа. Зменшення граничної напруги зсуву призводить до погіршення структуроутворення джгутів, а збільшення – утруднює формування, на поверхні джгутів з'являються тріщини. Дослідження по впливу морквяного пюре та внесення жирового компоненту рецептури на структурно-механічні властивості зразків цукеркової помадної маси показали, що для покращення пластичності цукеркової помадної маси, в рецептуру виробів з морквяним пюре на стадії темперування доцільно вводити жировий інгредієнт в кількості 5% до цукеркової маси.

Після процесу структуроутворення помадних корпусів цукерок нами була проведена оцінка їх якості за органолептичними та фізико-хімічними показниками відповідно до ДСТУ 4135:2014. Органолептичні показники досліджуваних зразків помадних корпусів відповідали вимогам стандарту. Масова частка вологи у зразках цукерок становила не більше 16 %, що відповідає нормативним документам.

Морквяне пюре є джерелом вологоутримуючих речовин (пектинові речовини, геміцелюлоза), які гальмують явище десорбції помадних цукерок під час зберігання виробів. Під час зберігання непакованими зразки цукерок незначною мірою втрачали вологу та після одного тижня зберігання залишалися з достатньо високими органолептичними показниками, зберігалася дрібнокристалічна структура, тоді як в контрольному зразку цукрової помади значно погіршувалася консистенція виробів, за рахунок їх швидкого черствіння. Тому, ми прогнозуємо, що використання досліджуваного пюре буде мати позитивний вплив на подовження термінів зберігання неглазурованих помадних цукерок, а отже зробить їх більш конкурентоздатними та популярними.

Висновки. Була встановлена можливість використання морквяного пюре при виробництві неглазурованих помадних цукерок, що надає готовим виробам кращих органолептичних властивостей, порівняно з контрольним зразком. За рахунок кольору пюре, вироби мають більш привабливий відтінок без внесення синтетичних барвників та ароматизаторів. Також покращується харчова цінність виробів, зменшується їх калорійність. Встановлено, що раціонально вносити досліджуване пюре на стадії приготування рецептурної суміші та формувати вироби з додаванням пюре способом випресовування. Визначено раціональне дозування пюре в рецептурах виробів, що складає 20 % до маси цукру та позитивно впливає на подовження терміну їх зберігання.

Література

1. Перспективи використання овочевих пектиновмісних паст у виробництві кондитерських виробів./ Оболкіна В.І., Крапивницька І.О., Кияниця С.Г., Залевська Н.О., Вайсєро О.О. // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. № 6 (55).-2009.-С.48-50.
2. Пат. 73050 Україна, МП К А 23L1/06(2006.01). Спосіб виробництва пектиновмісного овочевого пюре / Крапивницька І.О.; заявник і патентовласник Національний університет харчових технологій. - заявл.24.02.2012; опубл. 10.09.2012, Бюл. № 17.

УДК 641.447:664.5

Бабанов І.Г.¹, к.т.н.Михайлов В.М.², д.т.н.,Михайлова С.В.², к.т.н.,Шевченко А.О.², к.т.н.¹Національний університет харчових технологій (НУХТ), м. Київ, Україна²Харківський державний університет харчування та торгівлі (ХДУХТ), м. Харків, Україна

СПОСОБИ ВИРОБНИЦТВА ХАРЧОВОЇ ПРОДУКЦІЇ З ПРЯНИХ ОВОЧІВ

Вступ. Технологіями виробництва широкого асортименту блюд з м'яса, риби, овочів передбачається введення в рецептуру різних пряно-ароматичних компонентів з метою покращення органолептичних властивостей. Комбіновані добавки, що отримані з різних видів пряно-ароматичної сировини, надають деяку оригінальність органолептичним властивостям готової продукції. Коренеплідні пряні овочі (петрушка, пастернак, селера) відрізняються не тільки специфічними смаковими та ароматичними властивостями, але й високим вмістом вітамінів, ефірних масел, катехінів, а також макро- і мікроелементів [1]. Однак, у процесах переробки пряних овочів, що передбачають тепломасообмінну обробку, відбувається помітне зниження їх харчової та біологічної цінності.

Актуальність. Із позиції енергоефективності та збереження харчових речовин до перспективних методів відносять мікрохвильову вакуумну обробку, що здійснюється в НВЧ-полі. При здійсненні тепло-масообмінної обробки шляхом НВЧ-нагрівання в умовах вакуумування і перемішування підвищується енергоефективність процесів виробництва та покращується якість отриманої продукції на основі рослинної сировини.

Основна частина. Важливим завданням даної роботи є розробка принципових технологічних схем виробництва смакоароматичних добавок та готової кулінарної продукції на основі рослинної сировини, із використанням НВЧ-нагрівання за умов вакуумування. Нижче наведено приклади деяких принципових технологічних схем виробництва смакоароматичних добавок. Технологічний процес виробництва пасти з пряних овочів реалізується як наведено на рис. 1.

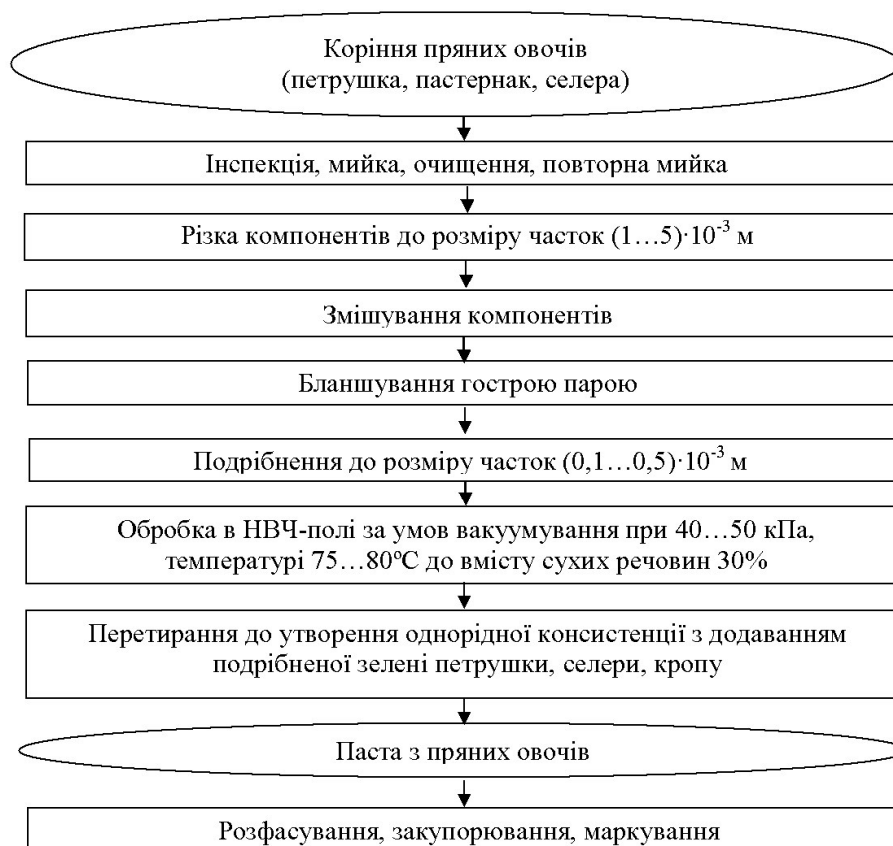


Рисунок 1 – Принципова технологічна схема виробництва пасти з пряних овочів

За цією схемою коріння петрушки, селери, кропу інспектують, миють та очищують, після чого ріжуть до розмірів часток $(1...5) \cdot 10^{-3}$ м. Подрібнені компоненти змішують, бланшують гострою парою, а надалі подрібнюють до розмірів $(0,1...0,5) \cdot 10^{-3}$ м, після чого проводять прогрівання та концентрування отриманої суміші в НВЧ-полі за умов вакуумування при 40...50 кПа і температурі 75...80°C до вмісту сухих речовин 30%. Отриману суміш перетирають до утворення однорідної консистенції з додаванням подрібненої зелені. Готовий продукт підлягає розфасуванню, закупорюванню, маркуванню.

Технологічний процес виробництва порошкоподібного напівфабрикату з пряних овочів реалізується як наведено на рис. 2.



Рисунок 2 – Принципова технологічна схема виробництва порошкоподібного напівфабрикату з пряних овочів

За цією схемою коріння пряних овочів (петрушка, пастернак, селера) інспектують, миють, очищають, миють; зелень – інспектують миють та подрібнюють до розмірів часток $(1...5) \cdot 10^{-3}$ м. Підготовлені компоненти коренів та зелені бланшують гострою парою та окремо висушують в НВЧ-полі за умов вакуумування за тиску 40...50 кПа та температури 75...80°C до вмісту вологи 10...12%, а надалі їх змішують та здійснюють помел суміші до розмірів часток $(0,1...0,5) \cdot 10^{-3}$ м. Готовий продукт підлягає розфасуванню, закупорюванню, маркуванню.

Висновки. Основним результатом виконаної роботи, пов'язаної з розробкою принципових технологічних схем, є розширення асортименту смакоароматичних добавок з пряних овочів, покращення якості отриманої продукції за рахунок використання раціональних режимів тепломасообмінної обробки шляхом НВЧ-нагрівання за умов вакуумування, що забезпечують високий ступінь збереження фізико-хімічних властивостей вихідної сировини.

Література

1. Машанов, В.И. Пряноароматические растения / В.И. Машанов, А.А. Покровский. – М. : Агропромиздат, 1991. – 287 с.

УДК 66.063.72 : 539.2

Шульга О.С., к.т.н.,

Чорна А.І.,

Арсеньєва Л.Ю., д.т.н.

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

ВПЛИВ РІЗНИХ ПЛАСТИФІКАТОРІВ НА ВЛАСТИВОСТІ БІОДЕГРАДАБЕЛЬНИХ ПЛІВОК

Вступ. Пластифікатори є важливим класом сполук, які широко використовуються для виготовлення полімерних матеріалів в якості добавок [1], які покращують гнучкість і еластичність біодеградабельних плівок [2]. Вони розміщуються між ланцюгами плівкоутворювачів, тим самим зменшуючи міжмолекулярну силу, що призводить до поліпшення гнучкості та еластичності плівок [3]. Введення пластифікаторів може призвести до збільшення коефіцієнтів дифузії для газів або парів води, а також до зменшення когезії та міцності на розрив полімерних плівок. Ступінь пластичності полімерів в значній мірі залежить від хімічної структури пластифікатора, його хімічного складу, молекулярної маси і функціональних груп [4].

Актуальність теми. На сьогодні використовується доволі широкий спектр пластифікаторів, проте немає порівняльної характеристики щодо впливу кожного з них на властивості плівок, тому доцільним є провести порівняльний аналіз щодо впливу найбільш поширених та недорогих пластифікаторів на основні показники біодеградабельних плівок.

Матеріали і методи. Плівки виготовлялися з кукурудзяного крохмалю та хімічно модифікованого крохмалю з високоамілозних сортів кукурудзи, желатину швидкорозчинного. Використані пластифікатори: гліцерин (E422), сорбіт (E420), глюкоза, фруктоза, сахароза та сечовина (E927b), а також їх різні комбінації: сечовина і гліцерин, сорбіт і глюкоза, сечовина і сорбіт, сечовина і сахароза. Зразки виготовлялися в однакових умовах: розчини плівкоутворювачів нагрівалися окремо до повного розчинення (желатин, модифікований крохмаль) або клейстеризації (кукурудзяний крохмаль), після чого додавався пластифікатор і обидва розчини перемішувалися до однорідного стану. Плівки виливалися на тефлонову поверхню та витримувалися в кімнатних умовах до повного висихання (24-36 год).

Визначення міцності на розрив (σ_p , МПа) та відносного подовження (ϵ_p , %) здійснювалося згідно з ASTM standard method D 882-88 на розривній машині F-1000 [5].

ІЧ-спектри зразків реєстрували з використанням спектрометра Bruker Tensor 37 з Фур'є-перетворенням в області хвильових чисел $4000-400\text{ см}^{-1}$, з роздільною здатністю 4 см^{-1} .

Результати та обговорення. За органолептичними показниками всі досліджувані плівки безкольорові, прозорі та мали нейтральний запах. Комплексний показник якості найгірший (0,7) для плівок, де сечовина була пластифікатором, яка надає зразкам дещо гіркуватого присмаку. Для плівок, де присутні пластифікатори глюкоза, сахароза та фруктоза комплексний показник складає 0,9, вони мали солодкуватий присмак. Всі інші плівки мали найбільше значення комплексного показника – 1.

За фізико-механічними властивостями підтверджені літературні дані [6] відносно того, що плівки з сахарозою крихкі. Зазначена закономірність є логічною, оскільки сахароза – гігроскопічна речовина і тому сильніше утримує воду по відношенню до інших речовин плівки, це не дає можливості в повній мірі набухати та утворювати повноцінну матрицю плівки з крохмалю та желатину. Глюкоза також надає крихкість плівці, проте в меншій мірі, оскільки гігроскопічність зазначеної речовини менша. Плівка з глюкозою на хімічно модифікованому харчовому крохмалі із високоамілозних сортів кукурудзи менш крихка порівняно з плівкою на кукурудзяному крохмалі, оскільки амілопектин наявний в кукурудзяному крохмалі повністю не набухає, що створює менш розгалужену матрицю плівки, оскільки розгалужена структура амілопектину додатково містить 1,6-глюкозидний

зв'язок потребує більшого часу для поглинання води порівняно з нерозгалуженою структурою амілози, яка містить лише 1,4-глюкозидний зв'язок.

Найбільшою міцністю володіють плівки на комбінації сорбіту і глюкози, фруктози та глюкози. Найбільше подовження мають зразки з використанням комбінації сечовини і глюкози. Найменш міцними є плівки з використанням сечовини, оскільки решта використаних пластифікаторів мають у своєму складі ОН-групи, які сприяють утворенню водневих зв'язків, що скріплює плівку. Плівки з пластифікатором сахарозою дуже крихкі.

Результати досліджень вказують, що різні види пластифікаторів здійснюють однаковий вплив на показник міцності та подовження незалежно від виду використаного крохмалю (кукурудзяний або хімічно модифікований харчовий крохмаль очищений із високоамілозних сортів кукурудзи).

Різні види крохмалю здійснюють не значний вплив на фізико-механічні властивості плівок. Пояснення різної міцності зразків плівок з пластифікатором сечовиною пояснюється далі за рахунок хімічної взаємодії, що підтверджено ІЧ-спектроскопією.

Всі використовувані пластифікатори, окрім сечовини, в хімічну взаємодію зі складовими плівки не вступають.

Інша ситуація спостерігається в плівках, де використовується сечовина, як пластифікатор. ІЧ-спектр сечовини містить подвійний пік (див. рис. 1), що лежить при 3340,52; 3436,95 см^{-1} , що є характерним для первинної аміногрупи.

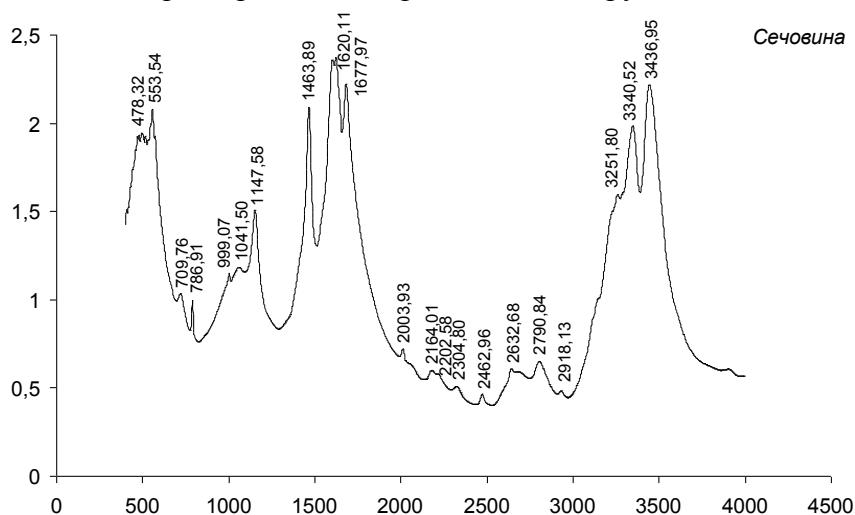


Рисунок 1 – ІЧ-спектр сечовини

В спектрі плівки, яка складається з крохмалю, желатину і сечовини зазначеного яскраво вираженого піку немає та залишилися лише сліди з малою інтенсивністю при 3317,37; 3421,52 см^{-1} , що підтверджує хімічну взаємодію сечовини з карбоксильними групами желатину. Міцність такої плівки становить 7 МПа. Тоді як для плівки з кукурудзяного крохмалю, желатину та сечовини міцність становить 5,5 МПа, оскільки аміногрупа сечовини не повністю прореагувала, що видно зі спектру плівки (рис. 2а) і піки при 3238,30 і 3415,74 см^{-1} .

Більша інтенсивність зазначених піків спостерігається на плівці з кукурудзяним крохмалем (рис. 2б) при 3323,16 і 3423,45 см^{-1} , що вказує на ще меншу ступінь взаємодії сечовини з желатином та підтверджується міцністю, яка становить 2,5 МПа.

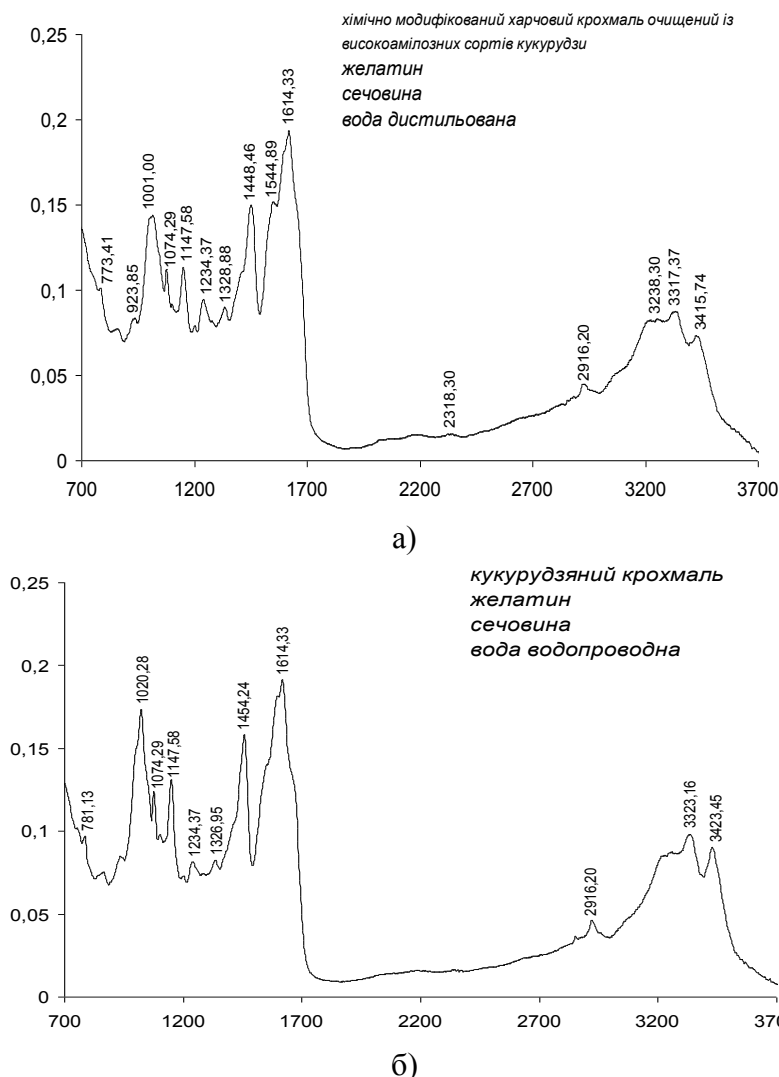


Рисунок 2 – ІЧ-спектри плівки з різними видами крохмалів

Висновки. Проведений аналіз впливу різних пластифікаторів показав, що залежно від класу сполук до яких вони відносяться здійснюється різний вплив на якість плівки. ІЧ-спектроскопія показала, що вуглеводи (фруктоза, глюкоза, сахароза) та багатоатомні спирти (гліцерин) не вступають в хімічну взаємодію з плівкоутворюючими речовинами (крохмалем та желатином). Тільки аміді кислот (сечовина) вступає у взаємодію з желатином.

Література

1. Sejidov FT, Mansoori Y, Goodarzi N. Esterification reaction using solid heterogeneous acid catalysts under solvent-less condition. J Mol Catal A: Chem 2005;240(1–2):186–90.
2. Guilbert S.&Biquet B. Les films et enrobages comestibles, 1989. – P. 320-359.
3. Krochta J.M. (2002) Proteins as raw materials for films and coatings: definitions, current status and opportunities. In: A. Gennadios (Ed.), Protein-based Films and Coatings (pp. 1-32).
4. Moreno R. The role of slip additives in tape casting technology, part II - binders and plasticizers. J. Am. Ceram. Soc. 1992;71(11): 1647–57.
5. ASTM D 882-88 (1989). Standard test methods for tensile properties of thin plastic sheeting. In Annual book of ASTM standards. Philadelphia, Pennsylvania: American Society for Testing and Materials.
6. Galdeano MC, Grossmann MVE, Mali S, Bello-Perez LA, Garcia MA, Zamudio-Flores PB. Effects of production process and plasticizers on stability of films and sheets of oat starch. Mater Sci Eng C 2009;29(2):492–8.

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ГУМІАРАБІКУ «FIBREGUM™» НА СТРУКТУРНІ
ВЛАСТИВОСТІ ТІСТА З ДОДАВАННЯМ БОРОШНА ІЗ СОЛОДУ ВІВСА ТА
ПШЕНИЦІ ПІД ЧАС СТВОРЕННЯ НОВОГО АСОРТИМЕНТУ
ЗДОБНОГО ПЕЧИВА ОЗДОРОВЧОГО ПРИЗНАЧЕННЯ.**

Вступ. Борошняні кондитерські вироби (БКВ), зокрема здобне печиво, належать до висококалорійних харчових продуктів з низьким вмістом біологічно активних речовин (БАР). Дефіцит у продуктах есенціальних нутрієнтів спричиняє поступовий розвиток обмінних порушень і хронічних захворювань в організмі людини. Зі зростанням споживання населенням кондитерських виробів дедалі пріоритетнішим стає створення БКВ оздоровчого призначення, збагачених фізіологічно-функціональними інгредієнтами.

Актуальність теми. До нетрадиційної для кондитерської сировини належать продукти переробки солоду зі злакових культур, які розроблені вченими НУХТ. У процесі пророщування зерна відбувається активація ферментів, під дією яких проходять процеси гідролізу запасних речовин. При цьому в зерні накопичуються низькомолекулярні водорозчинні білки, амінокислоти, цукри, вітаміни тощо. Тому використання борошна солоду вівса (БСВ) та пшениці (БСП) сприятиме створенню нового асортименту здобного печива, збагаченого ФФІ. Доцільним також є використання рослинного полісахариду гуміарабіку (ГА), який має пребіотичні властивості. Таким чином, створення нового асортименту здобного печива оздоровчого призначення підвищеної фізіологічної цінності, зі зниженою калорійністю з використанням БСВ, БСП і пребіотика гуміарабіку є актуальним завданням для кондитерської галузі і має важливе соціальне значення.

Матеріали і методи. В якості об'єктів дослідження використовували борошно з солоду вівса та пшениці та додатковий структуроутворювач – гуміарабік «Fibregum™» у різних співвідношеннях.

Результати. Для визначення біологічної цінності продукту потрібно знати його амінокислотний склад, особливо незамінні амінокислоти. Однією з найголовніших задач даного дослідження було визначення та порівняння амінокислотного складу вівсяного та пшеничного солодів. Результати досліджень показали, що білок вівсяного та пшеничного солоду є повноцінним за своїм амінокислотним складом. Вівсяний солод, порівняно з солодом інших злаків містить незамінні амінокислоти (понад 30% від загального вмісту білку), такі як лізин, метіонін, триптофан. Пшеничний солод за кількістю незамінних амінокислот складає 24% від загальної кількості. Але звертає увагу значна різниця в кількості і якісному складі вільних амінокислот. Тобто, в результаті солодоращення кількість вільних амінокислот збільшується в 7,4 рази, а незамінних з них в 19 раз. Важливим аспектом з технологічної точки зору використання того чи іншого солодового борошна є вміст цукрів. Вони накопичуються під час пророщування зерна, коли під дією ферментів проходить гідроліз полісахаридів з утворенням цукрів. Таким чином додавання вівсяного та пшеничного солодового борошна має сприяти зменшенню цукру у рецептурах здобного печива.

З метою визначення оптимального дозування борошна з солоду вівса та пшениці під час створення нового асортименту здобного печива проводилися дослідження впливу на структурно-механічні властивості (СМВ) напівфабрикатів та готових виробів.

При аналізі фаринограм замісу тіста було встановлено, що при додаванні вівсяного та пшеничного солодового борошна до пшеничного від 30 до 100 % зменшується максимальна консистенція тіста, зменшується водопоглинальна здатність борошна та час утворення тіста, збільшувалося розрідження тіста. Це свідчить про активність протеолітичних ферментів

вівсяного солоду, що сприяє гідролізу білків пшеничного борошна до пептонів і амінокислот. Внаслідок цього тісто набуває в'язко-пластичних властивостей.

Для отримання структури тіста з пружно-пластичними характеристиками, було запропоновано додавання в рецептурний склад додаткового структуроутворювача – гідроколлоїда гуміарабіка «Fibregum™»). Тому для створення структури тіста з додаванням вівсяного та пшеничного солодового борошна з певними структурно-механічними властивостям додавали гуміарабік «Fibregum™» у кількості 1,0 – 3,0 % до рецептурного складу. Додаванням гуміарабіка збільшує граничну напругу зсуву, поліпшує структурно-механічні властивості здобного пісочного тіста. Тісто з додаванням БСП і БСВ готували на заварці. У разі заварювання БСП і БСВ загальний вміст сахаридів збільшувався у 3 рази та досягав до 40 г на 100 г борошна. Враховуючи це, кількість цукру у рецептурі зменшували на 40 %.

Аналіз досліджень структурно-механічних властивостей (СМВ) тіста з додаванням гуміарабіку у заварку показав збільшення загальної та пружної деформації, граничної напруги зсуву тіста (табл. 1).

Таблиця 1 – СМВ тіста на основі БСП з додаванням гуміарабіку

Зразок тіста	$\Delta H_{\text{заг, од. пр.}}$	$\Delta H_{\text{пл, од. пр.}}$	$\Delta H_{\text{пр, од. пр.}}$	$\Delta H_{\text{пл, відн \%}}$	$\Delta H_{\text{пр, відн \%}}$	ГНЗ, кПа
Без додавання ГА	6,65	6,00	0,65	90,2	9,8	2,4
З додаванням ГА, %: 1,5	7,2	6,34	0,86	88,1	11,9	2,65
2,0	7,85	6,91	0,94	88,0	12,0	2,9
3,5	8,25	7,2	1,05	87,3	12,7	3,2

Молекула гуміарабіку має поліелектролітну природу та виявляє здатність до гідрофобних взаємодій з клейковинним комплексом з утворенням нековалентних зв'язків. Це вірогідно впливає на властивості клейковини БП і сприяє підвищенню пружно-пластичних властивостей тіста.

Визначено, що у разі заміни пшеничного борошна на борошно з солоду вівса знижувалися структурні властивості тіста для здобного печива. Запропоновано гідротермічне оброблення борошна. Доведено ефективність застосування гуміарабіку «Fibregum»), як пребіотику та регулятора структури здобного тіста з додаванням борошна з солоду вівса. За результатами реологічних досліджень і аналізу мікроструктур визначено, що додавання гуміарабіку підвищує в'язкість емульсій і стабілізує їх структуру завдяки зменшенню діаметра жирових кульок і збільшенню площини поверхні жирової плазми. Доведено, що внесення гуміарабіку сприяє підвищенню пружно-пластичних властивостей тіста для здобного печива.

Висновки. Застосування борошна з вівсяного і пшеничного солоду та гуміарабіка «Fibregum™» доцільно використовувати для поліпшення органолептичних показників якості здобного печива, підвищення його харчової та біологічної цінності, зниження калорійності.

Література

1. Патент 91572 UA, МПК A23G 3/00 (2014.01) На корисну модель здобне печиво «Соло» / Оболкіна В. І., Скрипко А. П., Кияниця С. Г., Ємельянова Н. О., Ковбаса В. М. ; заявник та патентовласник Національний університет харчових технологій. – № у 201401003; заявл. 10.07. 2014 ; опубл. 10.07. 2014, Бюл. № 13, 2014 р.

ЛАКТОБАКТЕРІЇ ЯК ПРИРОДНІЙ ЗАСІБ НОРМАЛІЗАЦІЇ ЛІПІДНОГО ОБМІНУ

Відомо, що одним із головних факторів ризику виникнення ішемічної хвороби серця та атеросклерозу, а також гіпертонії, раку різних відділів травного тракту та ряду інших патологічних станів є високий рівень загального холестерину в сироватці крові (гіперхолестеринемія) та/або холестерину у складі ліпопротеїну низької щільності (ЛНЩ). У досліджах *in vitro* та *in vivo* доведено, що деякі види молочнокислих бактерій – представники нормофлори кишечника, мають здатність асимілювати та зв'язувати холестерин, а також здатні до деконьюгації жовчних кислот, зокрема таурохолевої та глікохолевої. Споживання різних кисломолочних продуктів, у складі яких були ці види лактобактерій, сприяло зниженню концентрації холестерину у пацієнтів. Наразі фахівцями встановлено, що зниження рівня сироваткового холестерину на 1% зменшує ризик серцево-судинних захворювань на 2-3% [1-3]. Тому вживання ферментованих молочних продуктів, які містять біологічно активні штами лактобактерій, може зменшити частоту виникнення цих захворювань на 6-10 % [4]. Залучення до раціону харчування продуктів, створених на основі культур молочнокислих бактерій з високою холестеразною активністю вважається доцільним не тільки з метою профілактики, а й для терапії гіперхолестеринемії, а подальші дослідження в цьому напрямі – перспективними [5-6].

Отже, пошук лактобактерій як природних засобів нормалізації ліпідного обміну та зниження рівня холестерину є **актуальною та важливою проблемою**.

Нажаль асортимент таких продуктів вкрай обмежений. Наприклад, в Україні існує лише один національний продукт з науково-експериментальним та клінічно доведеним гіпохолестериновим ефектом – Геролакт, який має промислове впровадження та користується попитом у населення.

Метою роботи є скринінг лактобактерій за здатністю знижувати вміст холестерину *in vitro* та відбір промислово-перспективних штамів спрямованої дії на зниження холестерину.

Матеріали та методи

Ідентифікацію та селекційні дослідження штамів проводили згідно з Bergey's Manual of Systematic Bacteriology (2009 p.). Молокозсідальну активність, межу кислотоутворення та інші технологічні показники визначали згідно [7]. Кислоторезистентність лактобактерій оцінювали за кількістю життєздатних клітин за експозиції у середовищі, підкисленому соляною кислотою до рН 2,0; 2,5; 3,5. Стійкість до жовчі («Oxgall», Sigma, США) оцінювали за різницею в часі, через який оптична густина культури (за $\lambda=540$ нм) у середовищі з 0,3 % жовчі (дослід) та без неї (контроль) досягала величини 0,3. Холестеразну активність бактерій досліджували у молоці з вмістом жиру 3,2 % та у середовищах МРС або ГБ (залежно від роду бактерій), в яких джерелами холестерину були, відповідно, молочний жир та водорозчинна суміш ліпідів, збагачена холестерином (Aldrich Co.LTD, Sigma). Холестеразну активність культур оцінювали за різницею між величинами залишкового холестерину у культуральній рідині та стерильному середовищі. Всі досліді проводили у трьох повторностях. Результати вважали достовірними при $P \leq 0,05$.

Результати та обговорення

Пошук та виділення активних штамів лактобактерій проводили із природних джерел розповсюдження: із зразків вмісту кишечника здорових людей, з молочних продуктів від індивідуальних виробників.

Первинний скринінг чистих культур нововиділених ізолятів проводили за показниками, що характеризують технологічну придатність культур, а саме: молокозсідальної активності (МЗА) та межею кислотоутворення (МКУ). Крім того,

одночасно вивчали такі важливі властивості культур, як стійкість до жовчі (ЖС) та кислоторезистентність (КР). Застосування цих показників обумовлено напрямом селекції – відбір біологічно активних мікроорганізмів. В табл. 1 показано розподіл виділених ізолятів за обраними критеріями селекції для кожної групи.

Таблиця 1 - Розподіл виділених ізолятів за селекційними критеріями

Показник	Діапазон	Група							
		I		II		III		IV	
		кількість ізолятів							
МЗА, год		шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%
	5-10	21	6,5	84	26,1	0	0	67	20,8
	10-20	38	11,8	29	9,0	7	2,1	15	4,7
	20-30	14	4,3	2	0,6	45	13,9	0	0
МКУ, °Т	80-150	0	0	0	0	37	11,5	78	24,2
	150-250	12	3,7	39	12,1	15	4,7	4	1,2
	250-350	61	18,9	76	23,6	0	0	0	0
ЖС, Δ год	1-2	16	4,9	0	0	11	3,4	0	0
	2-4	31	9,6	22	6,8	39	12,1	15	4,7
	Більше 4	26	8,1	93	28,9	2	0,6	67	20,8
КР, %	10-25	18	5,6	73	22,7	7	2,8	51	15,8
	25-50	43	13,4	36	11,2	29	9,0	27	8,4
	50-90	12	3,7	6	1,7	16	4,9	4	1,2

Примітка: загальна кількість виділених ізолятів n = 322 (100%)

Як видно з таблиці 1, виділеним ізолятам у тому чи іншому ступені були притаманні важливі біологічні властивості. Однак „кишкові” штами характеризувалися більшою стійкістю до жовчі та кислоти, та нижчими показниками молокозсідальної активності і межі кислотоутворення порівняно з „молочними” штамами.

Дослідження холестеразної активності показало, що штами істотно різнилися за цією властивістю один від одного і зв'язували від 7,7 % до 64,0 % холестерину середовища.

Найактивніше знижували вміст холестерину штами, що належали до виду *L. casei*. Після 20 год росту в молоці кількість холестерину зменшувалась на 79,4÷108,7 мкг/см³. Практично на такому ж рівні впливали на вміст холестерину штами *S. thermophilus* – кількість вилученого холестерину в молоці складала до 60,1 мкг/см³. Вплив ацидофільних паличок та біфідобактерій за культивування в молоці був значно слабкішим – рівень холестерину знижувався на 22,5÷43,6 мкг/см³.

Слід також підкреслити, що штам *L. casei* (з продукту Yakult), використаний нами для порівняння властивостей досліджуваних культур із відомим пробіотиком, не мав істотних переваг за умов описаного експерименту.

Одержані дані щодо високої холестеразної активності виділених штамів *L. casei*

узгоджуються з літературними. У досліджах М. Brashears [8] штами *L. casei* вилучали 60 мкг холестеролу з 1 см³ МРС-бульону.

Висновки. Враховуючи ріст серцево-судинних захворювань, ожиріння тощо, причиною яких є розлади ліпідного обміну, впровадження нових видів продуктів зі згаданою функціональною активністю буде мати високий соціальний ефект як природний засіб зниження рівня сироваткового холестерину в організмі людини за допомоги функціонально активного об'єкту - лактобактерій.

Література

1. Gill H. S. Probiotics and human health: a clinical perspective / H. S.Gill, F. Guarner // Postgrad. Medical J. – 2004. – Vol. 80. – N 947. – P. 516-526.
2. Pereira D.I.A. An *in vitro* study of the probiotic potential of a bile-salt-hydrolyzing *Lactobacillus fermentum* strain, and determination of its cholesterol-lowering properties / D.I.A. Pereira, A.L.McCartney, G.R. Gibson // Appl. Envir. Microbiol. – 2003. – Vol. 69. - N 8. – P. 4743 - 4752.
3. Agerholm-Larsen L.The effect of a probiotic milk product on plasma cholesterol: a meta-analysis of short-term intervention studies / L.Agerholm-Larsen, M.L. Bell, G.K. Grunwald, A. Astrup // Eur. J. Clin. Nutr. – 2000. - Vol. 54/ - N 11. - P. 856-860.
4. Anderson J.W. Effect of fermented milk (yogurt) containing *Lactobacillus acidophilus* L 1 on serum cholesterol in hypercholesterolemic humans / J.W. Anderson, S.E.Gilliland // J. Am. Coll. Nutr. – 1999. – Vol. 18.- N 1. – P. 43-50.
5. Reid G. The scientific basis for probiotic strains of *Lactobacillus* // Appl. Environ. Microbiology. – 1999. – Vol. 65. - N 9. – P. 3763-3766.
6. Saito T. Selection of useful probiotic lactic acid bacteria from the *Lactobacillus acidophilus* group and their applications to functional foods // Animal Science J. – 2004. – Vol. 75. - N 1. – P. 1-13.
7. Банникова Л.А. Селекция молочнокислых бактерий и их применение в молочной промышленности. – М.: Пищевая промышл. – 1975. – 255 с.
8. Brashears M. Bile salt deconjugation and cholesterol removal from media by *L. Casei* / M. Brashears, S. Gilliland, L.Buck // J. Dairy Sci. – 1998. – Vol. 81.- N 8. – P. 2103-2110.

УДК 661.975-914:663.252.4

Ватренко О.В., д.т.н.

Одеська національна академія харчових технологій (ОНАХТ), м. Одеса, Україна

АНАЛІЗ ВИХОДУ СО₂ ПРИ БРОДІННІ ВИНОГРАДНОГО СУСЛА ПЕРІОДИЧНИМ СПОСОБОМ

Вступ. Діоксид вуглецю останні десятиліття привертає до себе велику увагу і його вплив як на різні галузі діяльності людини так і в глобальному масштабі з часом посилюється. Використання СО₂ в господарській діяльності людини носить двоїстий характер, бо з одного боку це ліквідний продукт, затребуваний на сучасному ринку, а з іншого це парниковий газ, який є головним чинником глобального потепління в результаті небезпечного парникового ефекту.

Актуальність. Оскільки діоксид вуглецю є парниковим газом, викиди якого в атмосферу повинні регулюватися згідно з Кіотським Протоколом 1997 р., то є обґрунтована потреба в розробці нових та удосконаленні існуючих технологій, пов'язаних як з його викидами в атмосферу так і з цільовим виробництвом. В залежності від конкретного виробничого процесу, утворення СО₂ може мати форму цільового виділення, з метою перетворення його на товарну

продукцію, а також бути баластом на деяких стадіях виробництва певних видів продукції або енергоресурсів.

Основна частина. Головним способом виробництва CO_2 , в тому числі як цільового продукту, є спалювання органічного палива – вугілля, природного газу, мазуту і отримання діоксиду вуглецю з димових газів з подальшим його очищення від шкідливих домішок [1]. Слід зазначити, що наявність комплексу NO_2 в димових газах є дуже небезпечним, оскільки в поєднанні з аміном він створює азотну кислоту, яка створює стійкі солі. Ці солі можуть потрапляти в товарний CO_2 , що неприпустимо при його використанні у харчовій промисловості. Основними джерелами виробництва CO_2 є технологічні гази, такі як димовий газ, генераторний газ, який є продуктом газифікації бурого вугілля, синтез-газ – продукт газифікації вугілля й вуглеводневих газів та біогаз. Отримання CO_2 з цих газів є енергоємними процесами [2].

Якщо розглянути харчову промисловість то значні обсяги CO_2 виникають на виробництвах де використовуються процеси бродіння рослинної сировини. Зокрема такі процеси використовуються в спиртовій, пивній та виноробній галузях. В цих виробництвах CO_2 є побічним продуктом при виробництві цільової харчової продукції. В спиртовій та пивній галузях для вловлювання викидів CO_2 розроблені та експлуатуються спеціальні технології [3]. Щоправда в спиртовій галузі останнє десятиліття отримання CO_2 в процесах бродіння практично не здійснюється.

Вуглекислий газ, який отримується в результаті бродіння рослинної сировини вигідно відрізняється від його аналогів, отриманих з димових газів та з хімічних виробництв, відсутністю небезпечних для здоров'я людей домішок NO_x , сажі, золи та попелу. Крім того концентрація CO_2 в парогазових сумішах бродіння рослинної сировини в декілька разів перевищує його концентрацію в димових газах та газах хімічних виробництв.

Вловлювання викидів CO_2 в виноробній галузі практично не здійснюється. Причини цього полягають в сезонності виробництва, невивченості питання, відсутності відповідних технологій

Розглянемо один з найбільш поширених в виноробній галузі періодичний спосіб бродіння. Проведемо аналіз виходу газової суміші бродіння на прикладі дільниці бродіння суслу з винограду білих сортів підприємства.

Дільниця виробництва виноматеріалів з винограду білих сортів великого підприємства може включати більше сотні бродильних ємностей для періодичного способу бродіння. Розглянемо для прикладу використання ємностей об'ємом 25 м^3 виробництва італійської фірми Фабрі-інокс. Кожна ємність має охолоджуючу сорочку, оскільки реакція розчеплення цукру на спирт та вуглекислий газ є екзотермічною, а на верхньому днищі ємності є віддушину через яку при підвищенні тиску в ємності безперервно вивільняється в атмосферу газова суміш бродіння. В той же час виноробне підприємство закуповує зріджений CO_2 для своїх технологічних потреб.

Візьмемо для прикладу, що в період збору винограду щоденне його надходження на цю дільницю підприємства складає 300 тон на добу. Відповідно кількість суслу, що надходить на бродіння, складатиме близько 22500 дал. Такою кількістю суслу наповнюється 11 бродильних ємностей вищезазначеного типу. Отже щоденно наповнюються 11 бродильних ємностей. Вміст цукру в суслі може коливатися в межах $180\text{--}220 \text{ г/дм}^3$ (тобто 18-22%).

Процес бродіння має такі фази. 1-2 доба початок бродіння (розброджування) – іде адаптація дріжджів в суслі. На цій фазі CO_2 виділяється дуже слабо. Наступні 5-6 діб відбувається активна фаза бродіння, яка супроводжується активним виділенням газу. Кількість цукру знижується на 80%. Далі процес бродіння поступово уповільнюється і наступні 4-6 діб відбувається доброджування. Таким чином середня тривалість процесу бродіння в одній ємності складає 10-14 діб. Залишковий цукор в суслі складає до 3 г/дм^3 .

Загалом вся картина бродіння в узагальненому вигляді представлена на рис. 1. Затемненою смугою виділена фаза активного бродіння. Якщо розглянути виділення CO_2 в процесі бродіння в окремій ємності, то як показали експериментальні дослідження за умови вмісту цукру в суслі 18% і тривалості бродіння 10 діб графік виділення CO_2 матиме вигляд зображений на рис. 2. Зі слайду видно, що процес виділення CO_2 в окремо взятій ємності носить нестационарний характер.

Дата	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Надходження сусла на бродіння за добу, дал																															
19																			22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500
18																		22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500
17																	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500
16																22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500
15															22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500
14														22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500
13												22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500
12											22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500
11										22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500
10									22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500
9								22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500
8							22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500
7							22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500
6						22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500
5					22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500
4				22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500
3			22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500
2		22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500
1		22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500
Всього сусло, дал	22500	45000	67500	90000	112500	135000	157500	180000	202500	225000	247500	270000	292500	315000	337500	360000	382500	405000	427500	427500	427500	427500	427500	427500	427500	427500	427500	427500	427500	427500	427500
Кількість ємностей	11	23	34	45	56	68	79	90	101	113	124	135	146	158	169	180	191	203	214	214	214	214	214	214	214	214	214	214	214	214	214

Рисунок 1 – Послідовність проходження процесу бродіння по ємностям на виноробному підприємстві

Запишемо функціональну залежність для виділення CO_2 в окремій ємності

$$q_i = q_i(\rho, t, T) \quad (1)$$

де q_i – виділення CO_2 з i -ї ємності, $\text{м}^3/\text{доб}$;

ρ – вміст цукру в суслі, %;

t – час (тривалість) бродіння, доба;

T – температура бродіння, $^{\circ}\text{C}$.

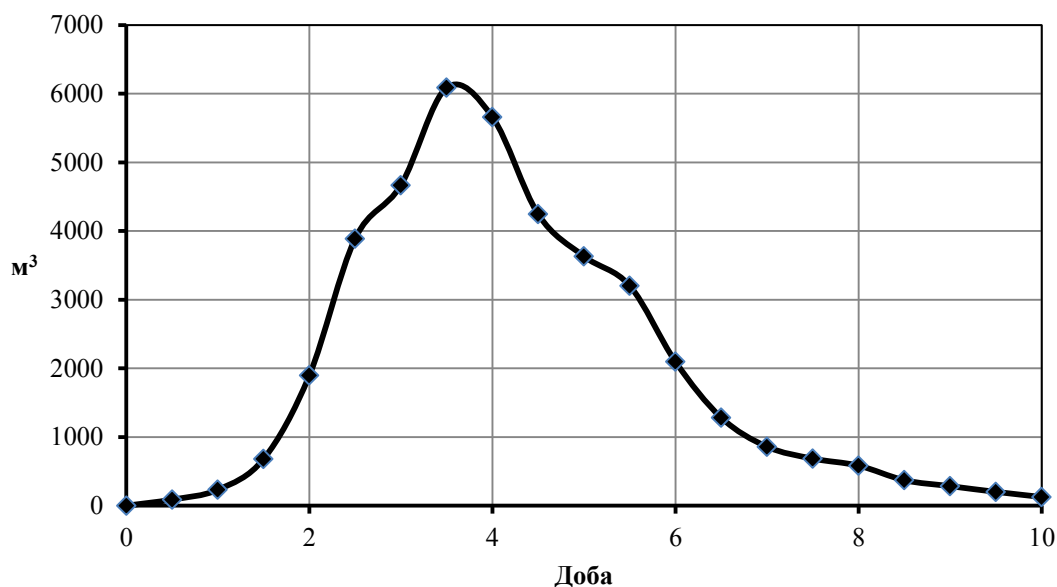


Рисунок 2 – Графік виділення CO_2 з однієї бродильної ємності місткістю 25 м^3 та вмісті цукру в суслі 18%

Або

$$\bar{q}_i = \int_0^{14} q(t) dt. \quad (2)$$

Тоді загальна кількість газової суміші за сезон бродіння на даній ділянці для n ємностей складе

$$Q = \sum_{i=1}^n \bar{q}_i. \quad (3)$$

Висновки. Проведений аналіз роботи дозволяє в подальшому здійснювати розрахунок кількості виділеного CO_2 за сезон роботи підприємства. Цей аналіз можна застосовувати будь-якого підприємства галузі.

Література

1. Лавренченко, Г.К. Новые технологии извлечения CO_2 из дымовых газов тепловых станций / Г.К. Лавренченко, А.В. Копытин // Технические газы. – 2011. – № 2. – С. 32-42.
2. Пятничко, А.И. Сравнительный анализ эффективности способов извлечения диоксида углерода из технологических газов / А.И. Пятничко, Ю.В. Иванов, Г.В. Жук, Л.Р. Онопа // Технические газы. – 2014. – № 4. – С. 58-65.
3. Лавренченко, Г.К. Повышение энерготехнологической эффективности производства и использования диоксида углерода [Текст] / Г.К. Лавренченко, А.В. Копытин // Технические газы. – 2009. – №3. – С. 2-10.
4. Герасименко, В.В. Производство диоксида углерода на спиртовых заводах [Текст] / - В.В. Герасименко – М.: Пищевая промышленность, 1980. – 272 с.

РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ М'ЯСА МЕХАНІЧНО ВІДОКРЕМЛЕНОГО У ВИРОБНИЦТВІ ПАШТЕТНИХ ПРОДУКТІВ З М'ЯСА ПТИЦІ

Одним з найважливіших питань на сьогодні є впровадження ресурсоощадних технологій у виробництві харчових продуктів, зокрема, перспективним при виробництві паштетних продуктів з м'яса птиці є додавання м'яса птиці механічно відокремленого.

М'ясо птиці механічно відокремлене (ММВ) - м'ясо птиці, отримане шляхом механічного відокремлення м'якушевих тканин від кісток з патраних тушок птиці або їх частин, у якому вміст кальцію несуттєво вищий за аналогічний показник для подрібненого м'яса.

Разом з фаршами, що отримані шляхом подрібнення м'яса від ручного та механічного обвалювання тушок птиці та їх частин, птахопереробними та м'ясопереробними підприємствами виробляються значні обсяги фаршів, які утворюються при механічному відокремленні м'язової та кісткової тканин. Ці фарші можна використовувати для виробництва різноманітних м'ясних продуктів [1]. Водночас фарші, що виготовлені з м'яса птиці механічно відокремленого, мають вміст кальцію, який не значно відрізняється від вмісту кальцію в подрібненому м'ясі ручного обвалювання [2].

Актуальність застосування ММВ полягає у раціональному його використанні при виробництві паштетних продуктів шляхом заміни м'яса птиці ручного обвалювання.

Зазвичай фарші, що отримані внаслідок відокремлення м'язової та кісткової тканин за допомогою механічних засобів називають м'ясом механічного обвалювання птиці (ММО). Дослідження показали, що м'ясо птиці механічного обвалювання за своїми властивостями є суттєво відмінним від м'яса птиці ММВ, а саме за ступенем руйнації м'язових волокон, вмістом кісткових включень, їхнім розміром (табл.1).

Таблиця 1 - Характеристика м'яса птиці механічно відокремленого та м'яса птиці механічного обвалювання

Показники	М'ясо птиці механічно відокремлене (ММВ)	М'ясо птиці механічного обвалювання (ММО)
Масова частка білка, %	18,65	14,9
Масова частка жиру, %	6,05	18,6
Масова частка кісткових включень, %	0,05	0,41
Розміри кісткових включень (довжина x ширина), мм	3,0 x 0,5	3,0 x 1,0 4,0 x 1,5
Масова частка кальцію, %	0,03	0,07

Як видно з таблиці, ММВ містить майже вдвічі меншу кількість кальцію, ніж ММО. Крім того, показники вмісту жиру, кісткових включень та їх розміри значно менші, ніж у м'ясі птиці ММО.

Отже, застосування м'яса птиці механічно відокремленого у виробництві паштетних продуктів є актуальним і перспективним при впровадженні ресурсозберігаючих технологій.

Література

1. Scientific Opinion on the public health risks related to mechanically separated meat (MSM) derived from poultry and swine / European Food Safety Authority Journal. – 2013. – Volume 11, No. 3:3137, 1-78.
2. Бондар, С.В. Вивчення компонентного складу типових паштетних виробів і оцінювання можливості долучення до нього м'яса птиці механічно відокремленого/ С.В. Бондар, Л.У. Войцехівська, С.Б. Вербицький // Продовольчі ресурси : зб. наук. пр. / НААН України; Ін-т прод. ресурсів НААН України. – К.: ННЦ «ІАЕ», 2016. - №6. - с. 113-122.

УДК [678.02+678.05]-036.5-023.885

Мікульонок І.О., д.т.н.,

Петухов А.Д., д.т.н.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»
(НТУУ «КПІ»), м. Київ, Україна

КЛАСИФІКАЦІЯ ПОЛІМЕРНИХ СІТОК ТА СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЇХ ВИГОТОВЛЕННЯ

Вступ. Одним з найбільш універсальних методів переробки полімерів і пластмас у вироби є екструзія. Традиційними стали такі види екструзійних виробів як рукавні й плоскі полімерні плівки, труби й шланги, профільні, листові й рулонні матеріали. Разом із цими матеріалами в останні роки широкого поширення набувають полімерні сіткові матеріали.

Полімерні сітки – це гнучкі полотна у вигляді перехресних елементів (ниток, стренг, смуг), що утворюють переважно рівномірну за формою й розміром комірчасту структуру. Їх виготовляють різними методами, але найбільшого поширення при цьому набули сітки, які виготовляються екструзійним, екструзійно-каландровим або вальцюво-каландровим методами, що дають змогу одержувати готові вироби безпосередньо з розплаву полімерного матеріалу, минаючи стадію одержання окремих елементів майбутнього сіткового виробу. [1]

Актуальність. Завдяки високим фізико-механічним та експлуатаційним властивостям, низькій матеріалоемності й вартості, відносно простій технології виготовлення полімерні сітки широко застосовують у різних галузях економіки й у побуті, при цьому потреба в них постійно збільшується. Основними функціями полімерних сіток є захисна, армувальна, декоративна й господарська.

На відміну від металевих полімерні сітки не потребують додаткового фарбування, вони зручні в установці й демонтажі, практично не піддаються дії атмосферних опадів і хімічних речовин. Також розірвана полімерна сітка, на відміну від металевої, не представляє небезпеки для людини, тварин і птахів, оскільки її пошкоджені краї не є травмонебезпечними. Нарешті, у більшості випадків полімерні сітки – це надійність, практичність та економічність.

Основна частина. З урахуванням різних ознак полімерних сіток їх можна класифікувати в такий спосіб, рис. 1: [2]

- за призначенням: пакувальні, армувальні, захисні, рибальські, геосітки, універсальні та ін.;
- за матеріалом: поліетиленові, поліпропіленові, поліамідні, полівінілхлоридні, поліефірні;
- за способом з'єднання елементів сітки між собою: із взаємопроникненням елементів у місцях їх перетинання; з термозварюванням елементів на дорні після виходу їх з екструзійної головки; з термозварюванням готових (попередньо відформованих, охолоджених і намотаних на оправку) елементів після їх переплетення між собою (без утворення вузлів і місць скрутки); сітки, отримані сплетенням елементів між собою (поділяються на вузлові сітки й скручені безвузлові);
- за видом з'єднання елементів між собою: безвузлові, плетені, скручені, в'язані;
- за геометрією сітки як виробу: плоскі й рукавні;
- за геометрією полотна сітки: двовимірні (плоскі) і тривимірні (об'ємні);
- за формою комірки сітки: ромбічні, прямокутні (у тому числі квадратні), шестикутні, овальні, трикутні, у вигляді паралелограма, а також плетені сітки з нульовими комірками (за відсутності живого перерізу сітки, тобто при нульовому відношенні площі комірок у світу до всієї площі сітки);
- за кількістю шарів полотна сітки: однл-, дво- і багатошарові сітки;
- за формою елементів сітки (стренг, ниток) у поперечному перерізі: круглі, напівкруглі й плоскі; плоскі у свою чергу можна поділити на овальні й прямокутні (у тому числі квадратні); останні ж залежно від орієнтації довгої сторони смугових елементів сітки

можуть утворювати сітки легкого типу (при поздовжньому розташуванні довгої сторони смугових елементів сітки відносно площини полотна сітки) і сітки важкого типу, або ґрати, звичайно відомі також як георешітки, оскільки такі сітки найбільшого поширення набули при виконанні ґрунтових робіт (при поперечному розташуванні довгої сторони смугових елементів сітки відносно площини полотна сітки);

- за формою та/або розміром комірок: монокомірчасті з комірками однакових форми й розмірів, бікоміркові із двома типами комірок різних форми й розмірів, а також полікомірчасті;

- за однорідністю структури: з однаковими рівномірно розташованими комірками; з неоднаковими та/або хаотично розташованими каналами;

- за методом виготовлення сітки: одночасна екструзія окремих елементів сітки з їх з'єднанням у головці; одночасна екструзія окремих елементів сітки з їх з'єднанням на дорні за межами головки; формування комірок вирубанням частини рулонного матеріалу; формування комірок проколюванням або прорізуванням рулонного матеріалу з його наступною двовісною орієнтацією; екструзія плівки, її орієнтація, розрізання плівки на елементи з наступним сплетінням (зв'язуванням) елементів між собою; екструзія елементів, їх охолодження, намотування на оправку, розмотування елементів з оправки і сплетіння (зв'язування) елементів між собою;

- за видом додаткової обробки: орієнтовані й неорієнтовані, термооброблені й термонеоброблені.

За аналогією з металевими сітками полімерні сітки можна також класифікувати:

- за розміром комірок у світу на найдрібнішу (із площею комірки у світлі до $0,025 \text{ мм}^2$), дуже дрібну (понад $0,025$ до $0,25 \text{ мм}^2$), дрібну (понад $0,25$ до 1 мм^2), середню (понад 1 до 25 мм^2), велику (понад 25 до 625 мм^2) та особливо велику (понад 625 мм^2);

- за живим перерізом на сітки з нульовими комірками (площа комірок у світу відсутня), сітки з малим живим перерізом (до 25 % усієї площі сітки), нормальним живим перерізом (від 25 до 50 %), великим живим перерізом (від 50 до 75 %) та особливо великим живим перерізом (понад 75 %); при цьому живий переріз сітки визначається відношенням площі комірок у світу до всієї площі сітки, вираженим у відсотках.

Висновки

1. Полімерні сітки – вироби з полімерів і пластмас із широкими можливостями застосування в різних галузях економіки та в побуті і насамперед – у процесах пакування. З урахуванням розробки нових полімерних матеріалів, зразків ефективного обладнання, а також технологічних прийомів переробки полімерів у вироби можна з упевненістю говорити про ще більше розширення галузей застосування полімерних сіток у найближчий час.

2. Авторами виконаний докладний аналіз типових технологічних ліній для виготовлення рукавних і плоских полімерних сіток на базі черв'ячних екструдерів, а також найпоширеніші способи формування полімерних сіток методом екструзії.

3. Широке використання полімерних сіток обумовлюють необхідність постійного розвитку технологій та обладнання для їхнього виробництва. Аналіз відомих способів та обладнання для виготовлення полімерних сіток показав, що найбільш раціональними на даному етапі є способи екструзії розплаву крізь канали в співвісно розташованих фільєрах.

4. Основні тенденції технічного розвитку технологій та обладнання для виробництва полімерних сіток обумовлені складною сукупністю технологічних, енергетичних та економічних чинників. Найбільш імовірні шляхи вирішення цієї проблеми – модульний підхід під час створення нової техніки, використання нових полімерів і композицій на їхній основі, а також комплектація технологічних ліній у цілому та їх окремих одиниць ефективними засобами автоматизації.

Література

1. Мікульонок, І.О. Технологічні основи перероблення полімерів, пластмас і гумових сумішей: навч. посіб. / І.О. Мікульонок. – К.: НТУУ «КПІ», 2015. – 312 с.
2. Микулёнок, И.О. Производство полимерных сеток: монография / И. О. Микулёнок, А. Д. Петухов. – К.: НТУУ «КПИ», 2016. – 72 с.

УДК 655.3.026.25

Гриценко О. О.,

Морозов А. С., к.т.н.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»,
Видавничо-поліграфічний інститут (НТУУ «КПІ», ВПІ), м. Київ, Україна

ВИГОТОВЛЕННЯ МАРКУВАНЬ РОЗУМНИХ ПАКОВАНЬ ТРАФАРЕТНИМ СПОСОБОМ ДРУКУ

Вступ. Підвищення вимог до безпечності і якості пакування та зберігання харчових продуктів призводить до появи нових типів пакувань та розширення їх функціональності. Світовою тенденцією є зростання популярності так званих розумних пакувань, які «слідкують» за станом запакованого продукту і повідомляють споживача про придатність такого продукту до споживання. Адже термін придатності продукту, вказаний на пакуванні, не є гарантією того, що продукт зберігався за належних умов і повністю зберіг свої споживчі властивості, не зіпсувався і т.д. Існують різні механізми забезпечення виконання функцій розумного пакування, одним із яких є реакція компонентів активного маркування на речовини, які утворюються під час псування запакованого продукту. Така реакція полягає у змінах властивостей маркування, які можуть бути зафіксовані візуально або інструментально. Найпростішим різновидом такої реакції є зміна кольору маркування, яку споживач може зафіксувати візуально; і на основі інструкцій, вказаних на пакуванні, зробити висновки про доцільність споживання запакованого продукту.

Актуальність. виготовлення маркувань розумних пакувань поліграфічними методами є економічно обґрунтованим способом надання пакуванню додаткової функціональності – таке виготовлення є продуктивним, простим і відносно недорогим. У зв'язку з цим, актуальними є дослідження, спрямовані на створення фарбових композицій для нанесення маркувань розумних пакувань, і відпрацювання технологічних процесів нанесення маркувань розумних пакувань друкарськими методами.

Основна частина. Серед речовин, які можна використати у якості активного компоненту маркування, перспективним вбачається використати нанорозмірний оксид цинку – недорогий та ефективний компонент, який має фотолюмінесцентні властивості (світиться під дією ультрафіолетового світла) [1] і реагує на наявність продуктів розпаду білків шляхом зменшення інтенсивності люмінесценції аж до повного її зникнення [2].

Трафаретний друк дозволяє наносити на задруковувані матеріали відносно товсті шари фарби (товщиною до 100 мкм). Він є перспективним способом друку для нанесення люмінесцентних фарб, оскільки такі фарби рекомендується наносити з найбільшою технологічно можливою і доцільною товщиною з метою одержання найвищої інтенсивності фотолюмінесценції (яскравості світіння в ультрафіолетовому світлі). виготовлення розумних пакувань у промислових масштабах трафаретним способом друку можливе у випадку використання ротаційного трафаретного друку, який відрізняється значно вищою швидкістю порівняно із ручними і напіваавтоматичними трафаретними верстатами.

Було розроблено склад нанофотонної композиції для друкування, яка містить 0,1% наночастинок оксиду цинку (ZnO) і 12% полівінілпіролідону (ПВП) $M=360000$ г/моль у спиртовому розчині. Використання ПВП дозволяє досягти технологічно необхідної в'язкості для здійснення трафаретного друку.

Етанольні розчини наночастинок ZnO/SiO_2 одержували наступним чином. Наночастинки ZnO одержували за відомою методикою [1] шляхом взаємодії лужного гідролізу ацетату цинку при дії гідроксиду натрію в абсолютному етанолі. Наважки ретельно розтертих, безводних $Zn(CH_3COO)_2$ і NaOH розчиняли в абсолютному етанолі. Наважку діоксиду кремнію SiO_2 диспергували в етанольному розчині відразу після розчинення $Zn(CH_3COO)_2$. Відповідні розчини ацетату і луку охолоджували до $0^\circ C$ і повільно змішували при

інтенсивному перемішуванні шляхом додавання розчину NaOH до розчину $\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ з SiO_2 . Після змішування реагентів колоїди витримували при 60°C протягом двох годин.

ПВП з $M=360000$ г/моль у вигляді порошку додавали до етанольних розчинів наночастинок ZnO/SiO_2 невеликими порціями при перемішуванні на магнітній мішалці до повного розчинення ПВП. Попередньо було встановлено, що введення наночастинок ZnO/SiO_2 в полімерні плівки ПВП не призводить до суттєвих змін люмінесцентних властивостей вихідних люмінофорів (рис. 1):

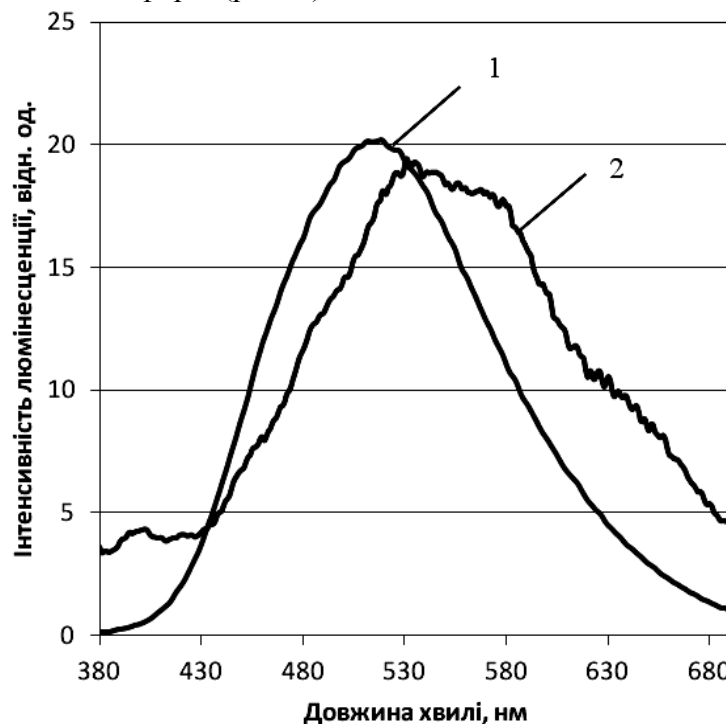


Рисунок 1 – Спектри люмінесценції колоїдного розчину наночастинок ZnO/SiO_2 в етанолі (1) та фарбової композиції з вмістом наночастинок ZnO/SiO_2 та ПВП у сухій плівці, нанесеної шляхом поливу на кварцовій скляній підкладці (2)

Друкування здійснювали на паперових задруковуваних матеріалах. Було використано папери без оптичних відбілювачів (non-OBA papers), оскільки звичайний папір містить у своєму складі оптичні відбілювачі (optical brightness agents – OBA), які мають власну люмінесценцію.

Для запису спектрів люмінесценції зразків було використано флуоресцентний спектрометр Perkin Elmer LS 55, умови вимірювань: довжина хвилі світла збудження люмінесценції $\lambda_{\text{збудж.}} = 330$ нм, оптична ширина щілин 10 нм і 5 нм, швидкість сканування 500 нм/хв, емісійний фільтр при 350 нм, excitation correction: on, emission correction: off.

Спектри власної люмінесценції фарбових композицій з наночастинок оксиду цинку на досліджуваних матеріалах одержували шляхом віднімання інтенсивностей люмінесценції задрукованих ділянок від інтенсивностей люмінесценції відповідного матеріалу в незадрукованих ділянках. На рис. 2 здійснено порівняння типових спектрів власної люмінесценції зображень, надрукованих фарбовими композиціями з наночастинок ZnO/SiO_2 і ПВП на нелюмінесцентному папері і плівкових матеріалах, з спектрами люмінесценції колоїдного розчину наночастинок ZnO/SiO_2 в етанолі та фарбової композиції з вмістом наночастинок ZnO/SiO_2 та ПВП у сухій плівці на кварцовій скляній підкладці.

Як видно з рис. 2, на нелюмінесцентних паперах, умовно позначених 1 і 2, люмінесцентне зображення візуально найбільш помітне, оскільки спостерігається найбільша різниця інтенсивностей люмінесценції власне паперу і композиції на папері. Плівка 1 дає зсув піку люмінесценції у короткохвильову зону. Плівка 2 не зсуває пік люмінесценції, якій

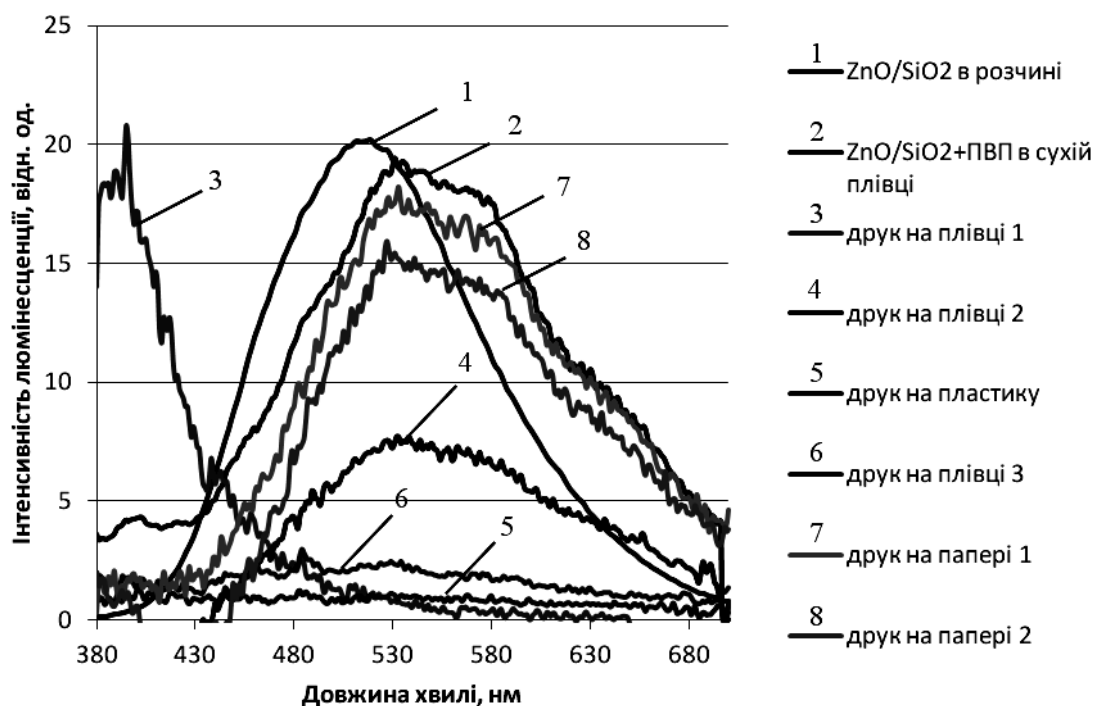


Рисунок 2 – Типові спектри власної люмінесценції зображень, надрукованих фарбовими композиціями з наночастинками ZnO/SiO_2 і ПВП на нелюмінесцентному папері і плівкових матеріалах

залишається в зоні, притаманній для наночастинок ZnO/SiO_2 . Плівка 3 дає меншу інтенсивність власної люмінесценції нанесеної фарбової композиції, тоді як на пластику відбувається гасіння люмінесценції нанесеної фарбової композиції, вірогідно, внаслідок реакції пластику із компонентами композиції з утворенням нелюмінесцентних комплексів.

Висновки

Таким чином, було досліджено можливості виготовлення розумних пакувань шляхом нанесення трафаретним способом друку нанофотонних фарбових композицій на основі нанорозмірного оксиду цинку на різноманітні матеріали.

1. Було розроблено склад нанофотонних композицій для друкування маркувань розумних пакувань, що реагують на стан запакованого продукту шляхом зміни інтенсивності люмінесценції.

2. Було визначено можливості використання трафаретного способу друку для нанесення розроблених нанофотонних композицій на різноманітні матеріали, і виявлено його технологічну придатність для виготовлення маркувань розумних пакувань.

3. Було досліджено можливості нанесення нанофотонних композицій на різні типи пакувальних матеріалів і виявлено, якими змінами фотолюмінесцентних властивостей супроводжується використання деяких типів нелюмінесцентних паперів і плівок.

Дослідження проводилися за підтримки Міністерства освіти і науки України в рамках НДР №2873п.

Література

1. Shvalagin V. V (2004) Role of quantum-sized effects on the cathodic photocorrosion of ZnO nanoparticles in ethanol. *Theoretical and Experimental Chemistry*, vol. 40, no. 6, 378-382.
2. Сарапулова О.О. Нанофотонні елементи новітніх пакувань (моделювання процесів виготовлення) / О.О. Сарапулова, В.П. Шерстюк // Упаковка. – 2015. – № 5. – С. 34–37.

УДК 655.3:655.22**Величко О. М.**, д.т.н.,**Розум Т. В.**, к.т.н.*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут» (НТУУ «КПІ»), м. Київ, Україна*

ОЦІНКА АНТИБАКТЕРІАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВІДБИТКІВ ПАКОВАНЬ

Офсетний друк зі зволоженням друкарських форм залишається актуальним для поліграфічного оформлення паковань з паперу, картону, невсотувальних матеріалів. Інтенсифікація технологічних процесів в цьому способі полягає в удосконаленні контролю параметрів режимів друкування і відбитків, застосуванням безспиртового зволоження, регулюванням властивостей технологічного середовища друкарського контакту. Зокрема, актуальним аспектом удосконалення систем і процесів зволоження в офсетному друці є застосування антибактеріальних добавок, тому важливо розширити перелік експлуатаційних характеристик відбитків і ввести такий показник як бактеріальна стійкість фарбового шару.

Метою даної роботи була апробація методики випробування відбитків офсетного друку для встановлення норми, яка б характеризувала бактеріальну стійкість фарбового шару.

Бактеріальну стійкість фарбового шару можна досліджувати за взаємодією поверхні відбитка з компонентами харчових продуктів, котрі безпосередньо контактуючи з пакуванням утворюють середовище, що сприяє швидкому утворенню грибів і плісняви. Для ширших експлуатаційних можливостей доцільно застосовувати стандартні компоненти біологічного середовища, які рекомендуються розробниками стандартів та галузевих норм для імітації різних контактних середовищ. Наприклад за даними [1], для імітації свіжих м'яса і риби застосовується модельний розчин на основі дистильованої води і 0,3 %-о розчину молочної кислоти; для ковбас, м'ясних та овочевих консервів — нерафінована соняшникова олія або модельний розчин на основі дистильованої води, 2 %-о розчину оцтової кислоти, що містить 2 % кухонної кам'яної солі; жирних продуктів — гептан, діетиловий ефір, циклогексан, масло какао, синтетичні полісахариди.

Методика виявилася ефективною для оцінювання впливу технологічного середовища друкарського контакту з різним композиційним складом на бактеріальну стійкість відбитків.

Оцінювали відбитки, надруковані у прободрукарському пристрої ЛПУ-1 водно-фарбовою емульсією з посиленими антибактеріальними властивостями за цілісністю фарбового шару, зміну його кольору, наявності на поверхні зразка колоній бактерій та грибів, а також визначали площу ураження бактеріями і грибами залежно від часу взаємодії фарбового шару з харчовими продуктами за бальною шкалою в межах від найбільш стійкого — 5 балів, до найменшого — 1 бал [2]. Статистичну обробку результатів п'яти паралельних випробувань виконували за [3].

Висновок

Методика випробування антибактеріальних властивостей фарбового шару виявила доцільність розширення переліку експлуатаційних характеристик відбитків для визначення впливу технологічного середовища і його окремих компонентів на бактеріальну стійкість фарбового шару, що відповідає підвищенню екологічності виробництва і застосуванню офсетного друку для ширшого асортименту паковань.

Література

1. Технический регламент ТР ТС 005/2011. О безопасности упаковки. — Название с экрана. — Режим доступа: http://www.eurasiancommission.org/ru/Lists/EECDocs/P_769_1.pdf.
2. Величко О. М. Оформлення паковань офсетним друком (технологічні аспекти) / О. М. Величко, К. І. Золотухіна, Т. В. Розум // Упаковка. — 2016. — № 4. — С. 40-43.
3. Батрак А. П. Планирование и организация эксперимента / А. П. Батрак. — Красноярск: ИПЦ СФУ, 2007. — 60 с.

УДК 655.3.026.25

Гриценко О. О.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»,
Видавничо-поліграфічний інститут (НТУУ «КПІ», ВПІ), м. Київ, Україна*

ВИКОРИСТАННЯ СТРУМИННОГО СПОСОБУ ДРУКУ ДЛЯ МАРКУВАННЯ РОЗУМНИХ ХАРЧОВИХ ПАКОВАНЬ

Вступ. Розумні харчові пакування призначені для інформування споживача про поточний стан запакованого харчового продукту, тобто про його придатність до споживання, на основі певної реакції на речовини, що виділяються у процесі зберігання і псування харчових продуктів. Така реакція може полягати у зміні оптичних, механічних, геометричних, електричних або інших властивостей певної ділянки на пакуванні і може реєструватися візуально або інструментально. Розумні пакування дозволяють підвищити безпечність споживання харчових продуктів і уникнути харчових отруєнь через споживання продуктів, що втратили придатність до вичерпання терміну придатності (як правило, внаслідок невідповідних умов зберігання харчових продуктів).

Актуальність. Для забезпечення функціональності розумних пакувань для харчових продуктів найбільш зручно використовувати оптичні зміни властивостей маркування – вони легко реєструються, не потребують додаткових витрат при виробництві і експлуатації. Серед існуючих на сьогодні способів друку струминний спосіб друку дозволяє наносити маркування на пакування швидко, у промислових масштабах, з відносно невисокими затратами. Тому його доцільно обрати для нанесення речовин, які реагують на склад запакованого продукту, на поверхню пакування, за умови, що ці речовини проявляють люмінесцентні властивості при нанесенні відносно тонкими шарами або при всотуванні в папір. Перспективними є речовини з фотолюмінесцентними властивостями, які є видимими під дією УФ світла, оскільки вони також можуть виконувати функцію захисту пакування від підробки, свідчити про аутентичність продукту, як у випадку використання наночастинок карбону. Під час нанесення люмінесцентних композицій друкарськими методами на різноманітні матеріали необхідно враховувати вплив технологічних факторів на люмінесцентні характеристики одержуваних зображень. Тому актуальними є дослідження, які дозволяють визначити рекомендовані параметри технологічного процесу і характеристики витратних матеріалів для одержання необхідних якісних показників готової продукції – друкованих маркувань розумних пакувань.

Основна частина. Метою дослідження є визначення впливу параметрів технологічного процесу нанесення струминним способом друку композицій із вмістом наночастинок карбону на люмінесцентні характеристики одержуваних друкованих зображень, для використання їх при виготовленні розумних пакувань та як елемент захисту від підробки.

У даному дослідженні, оскільки було використано струминний спосіб друку, у якості об'єктів досліджень було обрано зразки у вигляді паперових матеріалів пакувань.

Для виготовлення струминним способом друку зразків у вигляді растрових полів розмірами 2×2 см, було використано фарби з наночастинками карбону у вигляді водних розчинів; папір для струминного друку без оптичних відбілювачів (non-OBA papers), оскільки звичайний папір містить у своєму складі оптичні відбілювачі (optical brightness agents), які мають власну люмінесценцію; струминний принтер Epson Stylus SX 4300, з роздільною здатністю 600 dpi. Для запису спектрів люмінесценції зразків було використано флуоресцентний спектрометр Perkin Elmer LS 55, умови вимірювань: довжина хвилі світла збудження люмінесценції $\lambda_{\text{збудж.}} = 330$ нм, оптична ширина щілин 10 нм і 5 нм.

На інтенсивність люмінесценції одержаних друкованих зображень здійснює вплив низка факторів: 1) склад фарби, тобто концентрація наночастинок карбону; 2) відносна площа растрових елементів (у випадку нанесення мітки, що містить градації); 3) всотувальна здатність та гладкість поверхні задрукованого матеріалу (у даному випадку – паперу).

Було проведено повний факторний експеримент [1–3] і створено математичну модель для одержання аналітичної залежності інтенсивності люмінесценції відбитків $I=f(c, R, s)$, яка враховує вплив нижчезказаних факторів на інтенсивність люмінесценції друкованого шару на відбитку: c – концентрація наночастинок карбону, %, R – відносна площа растрових елементів растрового поля, %, s – гладкість поверхні паперу, с.

Для кожного фактору необхідно вибрати два рівня, на яких він буде варіюватись під час експерименту. Концентрація наночастинок карбону може змінюватися в межах 0–100%. Використання максимально можливих концентрацій люмінесцентної складової за експериментальними даними є недоцільним (підвищення інтенсивності люмінесценції незначне, тоді як спостерігаються перевитрати матеріалу), тому інтервал варіювання обрано в межах 10–50%.

Відносна площа растрових елементів растрового поля змінювалася в межах 10–100%. Значення з кроком у 10% одержувалися шляхом зміни задрукованої площі растрового зображення. Оскільки для відтворення градацій тонового зображення необхідно користуватися усім можливим інтервалом відносної площі растрових елементів (10–100%), то даний інтервал і було обрано для інтервалу варіювання.

Гладкість паперу і картону товщиною до 0,6 мм вимірюється за методом Бекка [4]. Гладкість поверхні паперу і змінювалася в межах 65–125 с. Оскільки значна кількість паперів без оптичних відбілювачів мають вищезказану гладкість поверхні, то інтервал варіювання для цього параметру доцільно вибрати в цих межах. Вказані дані наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Рівні та інтервали варіювання факторів

Рівні	Фактори		
	x_1 (концентрація наночастинок карбону)	x_2 (відносна площа растрових елементів)	x_3 (гладкість паперу)
Основний	30	55	95
Інтервал варіювання	20	45	30
Верхній	50	100	125
Нижній	10	10	65

Для реалізації всіх можливих поєднань рівнів факторів для лінійної моделі необхідно провести кількість досліджень:

$$N = 2^n = 2^3 = 8 \quad (1)$$

де n – кількість факторів, 2 – кількість рівнів.

Матриця повного факторного експерименту для 8 досліджень, із врахуванням ефекту взаємодії факторів, наведена у табл. 2.

Таблиця 2 – Матриця повного факторного експерименту

№	$\tilde{x}_0$	$\tilde{x}_1$	$\tilde{x}_2$	$\tilde{x}_3$	$\tilde{x}_1\tilde{x}_2$	$\tilde{x}_1\tilde{x}_3$	$\tilde{x}_2\tilde{x}_3$	$\tilde{x}_1\tilde{x}_2\tilde{x}_3$	$Y_{\text{сер}}$
1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	51,53
2	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	84,59
3	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	262,62
4	1	1	1	-1	1	-1	-1	-1	183,08
5	1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	259,29
6	1	-1	1	1	-1	-1	1	-1	414,2
7	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	55,65
8	1	1	1	1	1	1	1	1	506,68

У результаті проведених експериментальних досліджень було створено математичну модель $I = f(c, R, s)$.

Коефіцієнти рівняння в нормованих координатах розраховувались ($k = 0..n$) [7, 8]:

$$\tilde{a}_k = \frac{1}{2^n} \sum_{i=1}^{2^n} y_i \tilde{x}_{ki} \quad (2)$$

Одержане рівняння математичної моделі у нормованих координатах має вигляд:

$$y(\tilde{x}_1, \tilde{x}_2, \tilde{x}_3) = 22,94 \tilde{x}_1 + 69,9325 \tilde{x}_2 + 133,4925 \tilde{x}_3 + 24,8025 \tilde{x}_1 \cdot \tilde{x}_2 - 0,6525 \tilde{x}_1 \cdot \tilde{x}_3 + 29,81 \tilde{x}_2 \cdot \tilde{x}_3 - 0,85 \tilde{x}_1 \cdot \tilde{x}_2 \cdot \tilde{x}_3 + 227,205. \quad (3)$$

Для переходу від нормованих до ненормованих (природних) факторів знаходимо параметри моделі для ненормованих координат ($k = 1..n$):

$$a_0 = \tilde{a}_0 - \sum_{i=1}^n \tilde{a}_i \frac{x_{iB} + x_{iH}}{x_{iB} - x_{iH}}, \quad (4)$$

$$a_k = \frac{2\tilde{a}_k}{x_{kB} - x_{kH}}. \quad (5)$$

де x_{iB} – верхнє значення i -го фактора, x_{iH} – нижнє значення i -го фактора.

У результаті отримаємо модель в ненормованих (природних) координатах:

$$I = -0,50057c - 1,46016 R + 3,103403 s + 0,030549 c \cdot R - 0,000644 c \cdot s + 0,023026 R \cdot s - 3,14815 \cdot 10^{-5} c \cdot R \cdot s - 135,119 \quad (6)$$

де c – концентрація наночастинок карбону, %, R – відносна площа растрових елементів растрового поля, %, s – гладкість поверхні паперу, с.

Висновки

Було виявлено вплив технологічних факторів струминного способу друку на люмінесцентні характеристики друкованих зображень з наночастинами карбону. Такі друковані зображення можуть використовуватися у якості маркувань для розумних пакувань для індикації стану запакованого продукту або захисту від підробки. На основі розрахованої аналітичної залежності (у нормованих координатах) інтенсивності люмінесценції відбитків від концентрації наночастинок карбону, відносної площі растрових елементів растрового поля і гладкості поверхні паперу визначено, що для струминного друку:

1. Найбільший вплив на інтенсивність люмінесценції друкованих зображень має гладкість поверхні паперу.

2. Менший вплив на інтенсивність люмінесценції друкованих зображень має відносна площа растрових елементів растрового поля.

3. Порівняно найменший вплив на інтенсивність люмінесценції друкованих зображень має концентрація люмінесцентної складової у фарбі, проте це пов'язано із тим, що доцільно обирати середню концентрацію люмінесцентної складової у фарбі (20%), а при підвищенні концентрації не відбувається значного підвищення інтенсивності люмінесценції друкованого зображення.

Публікація містить результати досліджень, проведених при грантовій підтримці Держаного фонду фундаментальних досліджень за конкурсним проектом Ф64/10-2016 від 28.03.16.

Література

1. Жирабок А. Н. Планирование эксперимента для построения математических моделей / А. Н. Жирабок // Соросовский образовательный журнал. – 2001. – №9. – С. 121-127.
2. Адлер Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю. П. Адлер, Е. В. Маркова, Ю. В. Грановский. – М.: Наука, 1976. – 280 с.
3. Зедгинидзе И. Г. Планирование эксперимента для исследования многокомпонентных систем / И. Г. Зедгинидзе. – М.: Наука, 1976. – 390 с.
4. Папір та картон. Метод визначення гладкості (метод Бекка) : ДСТУ 3439-96 (ГОСТ 12795-97) (ISO 5627:1995). – [Чинний від 01.01.1996]. – К.: Держстандарт України, 1996. – 12 с.

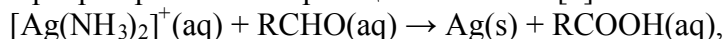
СИНТЕЗ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ПИЩЕВОЙ УПАКОВКЕ

Развитие современной техники невозможно без создания материалов нового поколения с заранее заданными свойствами. Одним из путей решения этой задачи является получение композиционных материалов, содержащих наночастицы серебра [1]. Это связано с тем, что эти частицы обладают уникальным набором ценных свойств. Одно из них - это выраженная биологическая антимикробная активность, благодаря чему наночастицы серебра могут применяться в экологических и медицинских целях, а также в пищевых упаковочных материалах.

В процессе хранения упаковка должна предохранять пищевые продукты от возможной порчи и способствовать сохранению вкусовых и питательных качеств в течение возможно более длительного срока. Авторы получили и описали свойства пищевых упаковочных материалов на основе природных полимеров, обладающих антибактериальными свойствами благодаря серебросодержащему нанокомпозиту [2,3]. Поэтому получение стабильных золей, содержащих наночастицы серебра, исследование их физико химических свойств и оценка влияния на срок хранения пищевых продуктов является актуальным.

Для замедления порчи продукта и продления срока его хранения необходимы бактерицидная среда внутри упаковки, а также определенная температура и другие условия хранения упакованного продукта.

Синтез наночастиц серебра протекает по реакции Толленса [4]:



где RCHO – альдегид или углевод.

Аммиачный комплекс оксида серебра образуется при взаимодействии нитрата серебра с аммиаком:



В настоящей работе синтез наночастиц серебра проводили путем восстановления водного раствора нитрата серебра (AgNO_3). В качестве восстановителя использовали глюкозу ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$). Гидрозоль наночастиц серебра готовили смешением 0,0001 М раствора нитрата серебра и 0,05 М раствора глюкозы в соотношении объемов 1:1. Все растворы готовили на бидистиллированной воде. Обработку смеси проводили раствором гидроксида аммония (1,25 %) до pH 8-9, так как размеры наночастиц серебра зависят от pH среды [1,4]. После экспозиции при температуре 96-98 °С в течение 120 минут полученный золь стабилизировали с использованием токов высокой частоты [5].

Для исследования нанокомпозитов использовался комплекс физико-химических методов: оптическая спектроскопия в видимой и УФ областях (спектрофотометр СФ-26), электронная микроскопия (микроскоп JSM 6490 LV), микрорентгеноспектральный анализ, синхронный термический анализ (синхронный термоанализатор STA 449 F3 Jupiter®). Влияние наночастиц серебра на срок хранения свежего молока исследовали на основе кислотности молока по методу Тернера (ГОСТ 3624-92).

Особенностью спектров поглощения наночастиц размером более 2 нм является присутствие широкой полосы поверхностно-плазмонного резонанса (ППР) в видимой области или в прилегающей к ней ближней УФ области (рис. 1). Спектральный максимум вблизи 400 нм соответствует ППР изолированных и слабо взаимодействующих наночастиц серебра. Для всех кривых фиксируется выраженный максимум при длине волны 430 нм, что соответствует частицам серебра размерами до 50 нм [4].

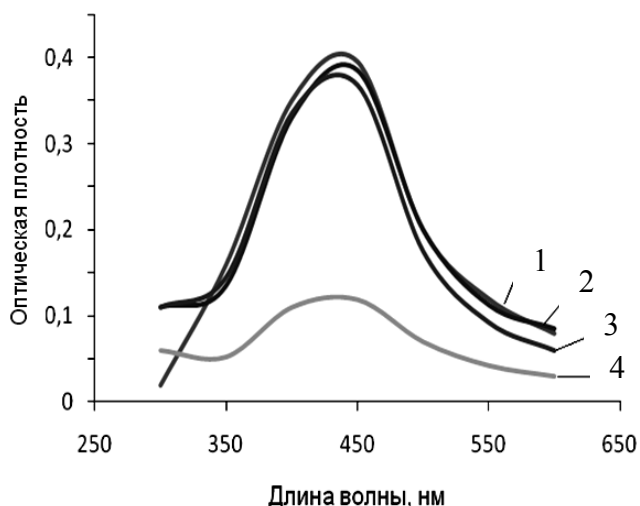


Рисунок 1 - Спектры поглощения золя: 1-свежеприготовленный золь; 2-золь (5 суток); 3-золь (13 суток); 4- нестабилизированный золь

Образующиеся наночастицы способны существовать продолжительное время: после экспозиции в течение 5, 13 суток (кривые 1-3) спектр поглощения золя практически не изменяется, что свидетельствует об отсутствии активной агрегации частиц и стабильности золь. Нестабилизированный золь имеет менее выраженный максимум (кривая 4).

Методом сканирующей электронной микроскопии получены фотографии наночастиц серебра (рис. 2). Наряду с размерами наночастиц до 50 нм встречаются более крупные агрегаты размерами до 160 нм. Состав золя наночастиц серебра исследовали с использованием микрорентгеноспектрального анализа (рис. 3).

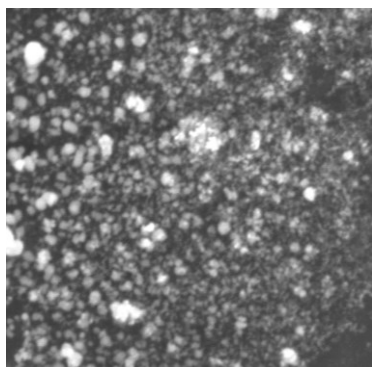


Рисунок 2 - Изображение наночастиц серебра, полученное методом сканирующей электронной микроскопии

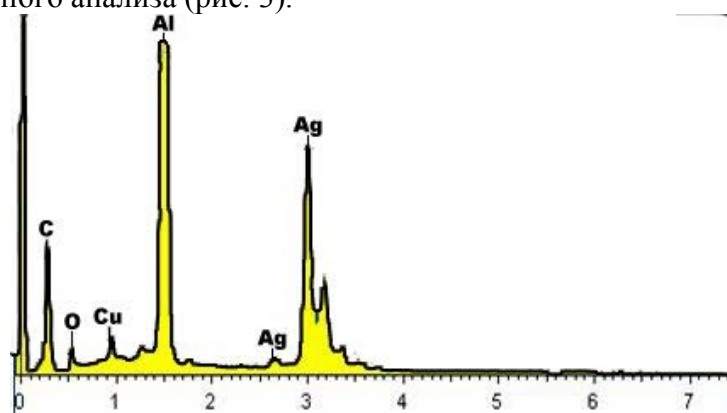


Рисунок 3 - Спектр микро-рентгеноспектрального анализа золя серебра

Как видно из рис. 3 на спектрах присутствует углерод и кислород, относящиеся к восстановителю – глюкозе. Наличие алюминия и меди в спектре относится к подложке прибора, на которую наносили золь.

На кривой синхронного термического анализа (рис. 4) отсутствует ярко выраженный пик при температуре 961°C (температура плавления серебра). У нанокристаллических (аморфных) структур нет ярко выраженного пика плавления, так как им практически не требуется энергии на разрушение кристаллической решётки. Поэтому можно предположить, что в растворе серебро присутствует не в виде кристаллов, а именно в виде наночастиц.

Антибактериальную эффективность НЧ серебра исследовали на основе кислотности молока [4]. Повышение кислотности связано с расщеплением лактозы, накоплением молочной и других органических кислот и выражается в градусах Тернера. Для испытания

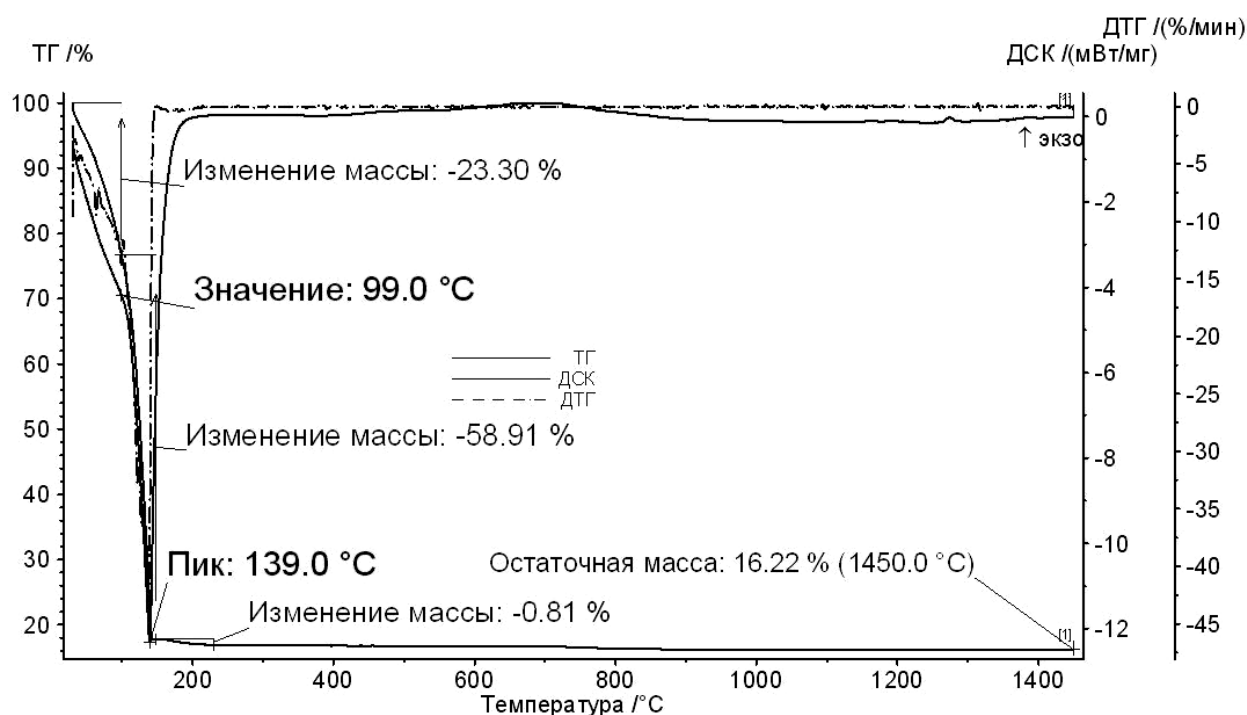


Рисунок 4 - Кривая синхронного термического анализа золя серебра

антибактериальных свойств свежее молоко помещалось в пластиковые контейнеры из полипропилена (ПП), на дно которых предварительно наносили золь наночастиц серебра. После экспозиции при температуре (4-6) °C, что соответствует условиям хранения в торговых сетях, определяли кислотность молока (табл.).

Таблица - Результаты определения кислотности молока по Тернеру

Экспозиция	3 суток	5 суток	7 суток	10 суток	14 суток
ПП-контейнер	17	18	18	22	47
ПП-контейнер + золь	17	17	18	19	30

В пластиковом контейнере с покрытием, содержащим наночастицы серебра, кислотность молока нарастает медленнее, чем у контрольной пробы.

Выводы:

- синтезированы наночастицы серебра, полученные восстановлением раствора нитрата серебра глюкозой;
- проведены исследования состава зольей. Установлено, что при восстановлении глюкозой образуются наночастицы серебра размером до 50 нм;
- исследованы антибактериальные свойства нанокмпозиционных материалов. В упаковке, содержащей наночастицы серебра, кислотность нарастает медленнее.

Литература

1. Наночастицы металлов в полимерах / А.Д. Помогайло [и др.]. -М.: Химия, 2000.-672 с.
2. J.-W.Rhim, S.-I.Hong, H.-M.Park, P.K.W.Ng.J. Agric. Food Chem., 54,5814 (2006)
3. Козлова Е.С., Никифорова Т.Е. Закономерности образования наночастиц серебра на целлюлозных полимерах и оценка их токсичности // Современные научные исследования и инновации. 2014. № 12 [Электронный ресурс]. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2014/12/39482> (дата обращения: 25.05.2016).
4. Крутяков Ю.А. Синтез и свойства наночастиц серебра: достижения и перспективы / Ю.А. Крутяков [и др.] // Успехи химии, 2008. Т.77. – С.242-269.
5. Синтез и исследования наночастиц серебра / Коляда Л.Г., Ершова О.В., Ефимова Ю.Ю., Тарасюк Е.В. // Альманах современной науки и образования. №10(77). 2013.С.79-82.

УДК 655.3.024.3

Золотухіна К.І., к.т.н.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут» (НТУУ «КПІ»), м. Київ, Україна

ОФОРМЛЕННЯ ПАКОВАННЯ ОФСЕТНИМ ДРУКОМ ЗІ ЗВОЛОЖЕННЯМ ДРУКАРСЬКИХ ФОРМ

Вступ. Офсетний спосіб друку зі зволоженням друкарських форм посідає чільне місце у способах виробництва поліграфічної продукції, в тому числі і при оформленні пакування. Головним складником формування зображення на картонному або гнучкому пакуванні є технологічне середовище друкарського контакту, яке, водночас, виступає головним збуджуючим чинником змін у триботехнічній системі. Тож, саме друкарсько-технічні характеристики складників технологічного середовища, їх взаємодія із задруковуваним матеріалом, відповідають за певний напрям управління процесом друкування та формування якісного зображення на пакуванні [1, 2].

Актуальність. Зважаючи на постійне підвищення вимог до якості поліграфічного оформлення пакувальної продукції та потреби у забезпеченні раціоналізації та екологічності виробництва, актуальним завданням щодо подальшого удосконалення і розвитку технологій плоского офсетного друку зі зволоженням друкарських форм є спрямоване регулювання антибактеріальних властивостей складників технологічного середовища, зокрема зволожувальних розчинів та фарб, шляхом введення спеціалізованих добавок та встановлення взаємовпливу характеристик технологічного середовища друкарського контакту при друкуванні мінімальними шарами фарби на високопродуктивній техніці.

Основна частина.

Для дослідження використовувалися експериментальні зразки зволожувальних розчинів з поелементним складом, що різнився кількістю ізопропилового спирту та нових спеціалізованих добавок з буферними, поверхнево-активними та антибактеріальними компонентами з відповідними показниками кислотності, електропровідності і загальної мінералізації для зменшення агресивності зволожувального розчину, забезпечення тиражної стабільності друкарських форм, підвищення екологічності, мінімізації шкідливого впливу на людину та сферу її діяльності при зберіганні й використанні поліграфічної та пакувальної продукції.

Також розроблено зразки гібридних фарб, вміст яких різнився кількістю поверхнево-активних речовин, олігомерних складників та спеціалізованих добавок для стабілізації балансу водно-фарбової емульсії та стабільності кольоровідтворення зображення на пакуванні.

Періодичний інструментальний контроль здійснювали за величиною електропровідності зволожувального розчину, що підтримувалася на рівні 800-1500 мкСм/см та вимірювалася кондуктометром EZODO cond 5021 з точністю вимірювання $\pm 2\%$ від виміряного значення в діапазоні 0-9990 мкСм/см; кислотності, що контролювалася рН-метром марки 150 МИ з точністю вимірювання ± 1 від значення рН та діапазоном вимірювання рівня рН — 1-14 та підтримувалася в межах 4,7-5,5.

Для вимірювання жорсткості застосовували портативний тестер якості розчинів TDS meter 1395 з точністю вимірювання $\pm 2\%$ від виміряного значення. Жорсткість водогінної води знаходилася в межах 5-12 дН, що відповідає усталеним значенням.

Друкування здійснювали водно-фарбовою емульсією на лабораторному прободрукарському пристрої ЛПУ-1 та із залученням виробничих потужностей. Для контролювання властивостей тиражного відбитку застосовували прилади і матеріали, регламентовані паспортом друкарської машини. До складу емульсії входили попередньо приготовлений та оброблений зволожувальний розчин та гібридна фарба.

Переналагодження фарбового і зволожувального апаратів, їх очищення від залишків відпрацьованих компонентів здійснювали через тиждень друкування однотипних замовлень. Залишки зволожувального розчину з центрального резервуару і системи циркуляції зволожувального апарату друкарської машини відбирали для досліджень зміни їх основних показників.

Здійснювали також вимірювання товщини шару фарби на задрукованому матеріалі при друкуванні водно-фарбовою емульсією та колірних характеристик отриманих відбитків. За результат приймали середнє арифметичне 10 паралельних вимірів.

Аналіз результатів вимірювання змін показників рН та електропровідності свідчить про доцільність введення до складу зволожувального розчину антибактеріальних добавок в обсязі 3–6 %. Додавання останніх сприяє зменшенню утворення шкідливої мікрофлори. З'являється можливість обробляти більшу кількість замовлень, внаслідок скорочення часу на очищення зволожувального апарата.

Досягнення нормованого значення оптичної густини на відбитках за ISO 12647 [3], отриманих при друкуванні на невсотувальній поверхні офсетним способом, здійснюється при товщині фарбового шару 1–1,6 мкм, а при друкуванні на матеріалах із пористою структурою – 1,5–2,0 мкм.

Однак, розроблені зразки фарб та формування стабільної водно-фарбової емульсії дозволили отримати унормоване значення оптичної густини при друкуванні тонкими шарами, товщиною 0,8–1,0 мкм. Унормоване значення оптичної густини при друкуванні тонкими шарами товщиною 0,8–1,0 мкм дає широкі можливості підвищення продуктивності процесу поліграфічного оформлення пакувальної продукції на пластику, складування в стоси до 1000 аркушів.

Висновки

1. Встановлено вміст антибактеріальної добавки у кількості 3–6 % для підтримування значення електропровідності в межах норми 800–1500 мкСм/см. Результати досліджень взаємодії складників водно-фарбової емульсії дало підстави стверджувати про прогнозовану взаємодію характеристик технологічного середовища друкарського контакту при друкуванні шарами фарби товщиною в межах 0,5–1,0 мкм на високопродуктивній техніці.

2. Випробувано фарбосприйняття та закріплення відбитків залежно від якості задрукованого матеріалу та кількості УФ-складника у композиції технологічного середовища. Використання корегованого технологічного середовища дало можливість досягти унормовані значення оптичної густини відбитка при друкуванні на пористих та невсотувальних поверхнях фарбовими шарами, які не перевищують значення товщини в 1 мкм.

3. Досліджено вплив добавок на стабільність кольоровідтворення та водно-фарбової емульсії. Відзначено позитивний вплив введених до складу технологічного середовища цільових добавок на колірний тон та оптичні показники відбитків.

Література

1. Зоренко, Я. В. Технології репродукування плоским офсетним друком / Я. В. Зоренко; за заг. ред. О. М. Величко [Текст]: моногр. – К.: ВПЦ «Київський університет», 2015. – 176 с.
2. Кузнецов, Ю. В. Основы технологии иллюстрационной печати / Ю. В. Кузнецов [Текст]: – СПб: НП «Русская литература», 2016. – 440 с.
3. Поліграфія. Керування процесами виготовлення растрових кольороподілених фотоформ, пробних і тиражних відбитків. Частина 2. Процеси офсетного плоского друкування (ISO 12647-2:2004, IDT): ДСТУ ISO 12647-2:2008. – [Чинний від 2010-07-10]. К. : Держспоживстандарт України, 2010. – (Національний стандарт України).

УДК 621.835+621.8.028.3

Гриценко Д.С., к.т.н

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»,
Видавничо-поліграфічний інститут (НТУУ «КПІ» ВПІ), м. Київ, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ТАМПОДРУКАРСЬКОГО ОБЛАДНАННЯ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ ПАКОВАНЬ

Вступ. Для виробництва пакувань, які відповідають сучасному світовому рівню, необхідно забезпечити високі техніко-експлуатаційні показники устаткування при мінімальному використанні ресурсів. Тампонний друк дозволяє наносити зображення на поверхню пакувань будь-якої геометричної форми, з будь-якого матеріалу, на якому неможливо здійснити друк іншими способами.

Актуальність. Для забезпечення якості друкованого зображення на пакуваннях при використанні тамподрукарського обладнання необхідно виріб подати і зафіксувати у зоні друку. Для цього можуть використовуватись різноманітні транспортувальні пристрої. Основною проблемою пристроїв з періодичним рухом подачі пакувань у зону друку є їхні механізми періодичного приводу, до яких висувається ряд вищенаведених вимог.

Основна частина. Транспортування виробів здійснюється за допомогою транспортувальних пристроїв конвеєрного типу – крокових транспортерів (рис. 1) або карусельного типу – багатопозиційних поворотних столів (рис. 2). Відомі зарубіжні і вітчизняні машини є напівавтоматами. В них перша і остання операції технологічного процесу виконуються вручну, оскільки різноманітність задруковуваних виробів не представляє можливим створення універсального пристрою для накладання і знімання виробів.

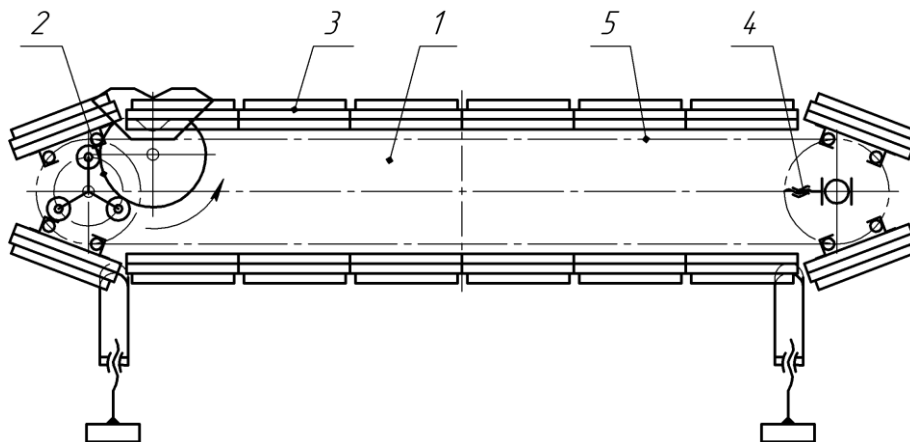


Рисунок 1 - Схема транспортувального пристрою конвеєрного типу:

1 - станина; 2 - механізм періодичного повороту; 3 - вантажонесучі пластини з пристроями для кріплення виробів; 4 - натяжний пристрій; 5 – ланцюг

Технологічний процес тамподруку вимагає, щоб вироби у зоні друку чітко фіксувались, була можливість здійснювати періодичний рух за необхідним законом та можливість варіювання (чи вибору) необхідного (заданого) співвідношення періоду вистою до періоду руху за вимогами технологічного процесу.

Основними механізмами, призначеними для вирішення наведених вище вимог, є механізми періодичного руху приводу транспортувальних пристроїв.

Для вирішення поставлених вимог пропонується використовувати новий кулачковий механізм періодичного повороту, який блокуються із пружною ланкою (ПЛ) таким чином, що для робочих рухів використовуються вільні коливання контуру, до складу якого входить ведена ланка (ВЛ). Якісною відмінністю даного механізму є нерозривний зв'язок виконавчого кулачкового механізму і пружної ланки (рис. 3) [1].

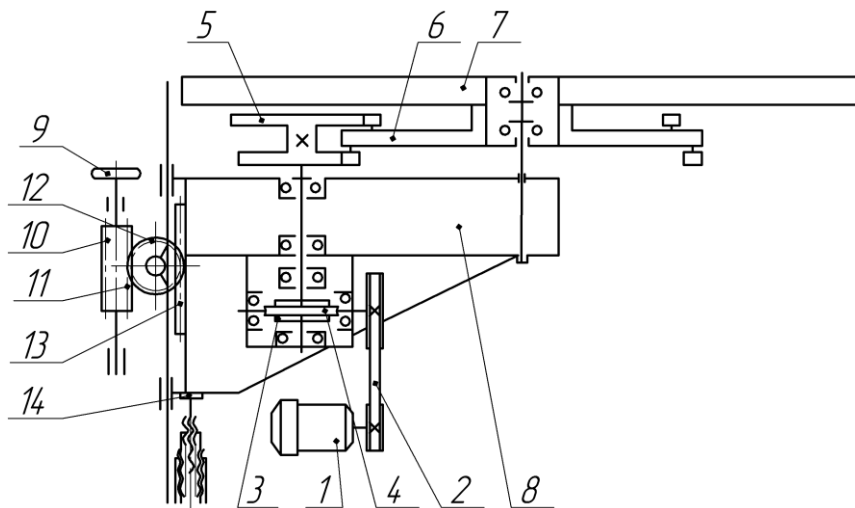


Рисунок 2 - Схема транспортувального пристрою карусельного типу:

1 - двигун; 2- пасова передача; 3- черв'як; 4 - колесо черв'ячне; 5 - кулак;
6 – коромисловий диск; 7 - обертовий стіл; 8 - станина; 9 - рукоятка; 10 - черв'як;
11 - колесо черв'ячне; 12 - колесо зубчасте; 13 - рейка; 14 – ступор

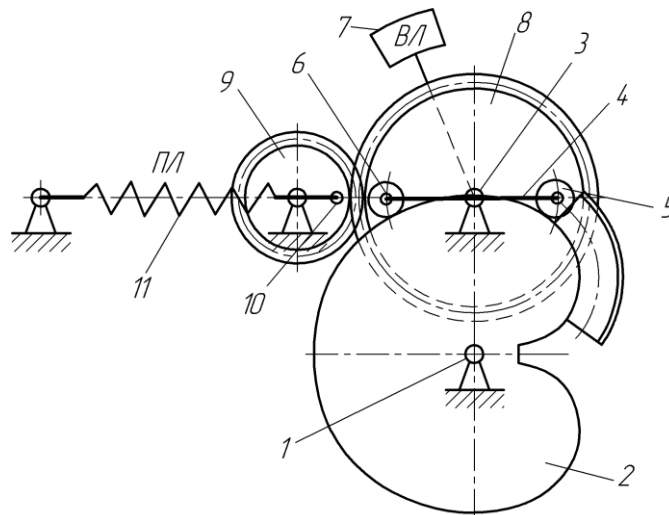


Рисунок 3 - Кулачковий механізм періодичного повороту

Оптимальними умовами роботи такого кулачкового механізму є значні інерційні навантаження веденої системи та постійна швидкість веденого валу. Згідно наведеної схеми механізму на рисунку 3, на вхідному валу 1 кріпиться кулак 2 з розривом профілю по мінімальних радіусах-векторах, маючим в початковій фазі розгону веденої ланки паз. Ведений вал 3 містить коромисло 4 з роликами 5 і 6, умовно зображену ведену ланку 7 і зубчасте колесо 8, що входить в зачеплення з шестернею 9. Палець 10 шестерні 9 пов'язаний з пружною ланкою у вигляді пружини 11. Шестерні 8 і 9, палець 10 і пружина 11 утворюють розвантажувальний пристрій, при цьому передавальне відношення пари 8-9 дорівнює числу позицій повороту (у даному випадку $i = 2$).

Висновки. У даній роботі запропоновано новий кулачковий механізм періодичного повороту, який дозволяє задовольнити вимогу якісного здійснення технологічних процесів, підвищити продуктивність устаткування та врахувати специфіку декорування паковань, а також забезпечує можливість широкої зміни відношення періоду повороту до періоду вистою, кращі динамічними характеристиками та точну фіксацію веденої ланки.

Література

1. 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.

УДК 655.3.026.11:547.458:678

Хохлова Р. А., к.т.н.,

Лихолай С.В.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут» (НТУУ «КПІ»), м. Київ, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПРИРОДИ ВОДОРОЗЧИННОГО ЛАКУ НА ЧАС ЗАКРІПЛЕННЯ ЛАКОВАНИХ ВІДБИТКІВ

Аналізуючи сучасний стан розвитку технології лакування друкованої продукції варто зазначити, що значної актуальності набула тема тотальної безпеки виробництва та запровадження енергоощадних технологій, для пакувальної галузі зокрема. Сьогодні різноманітність технологічних процесів лакування, обладнання та композиційного складу лаків дає змогу досягти різноманітних ефектів на поверхні відбитка, але актуальною проблемою залишається підвищення продуктивності процесу лакування.

Дослідження патентної інформації за останні двадцять років показали, що значну увагу розробники приділяють виготовленню лакофарбових композицій на екологічно чистих складниках, які на даний час пропонуються на ринку досить обмеженою кількістю виробників і є дорогими. Тому серед основних типів друкарських лаків одними з найбільш популярних залишаються водно-дисперсійні (ВД) лаки, оскільки вони позиціонуються як екологічно чисті, не впливають на колірні характеристики відбитка і мають високу прозорість.

За мету у роботі взято дослідження впливу природи водорозчинних лаків на час закріплення лакованих відбитків. Для цього були проведені виміри часу висихання лакованих відбитків, при нанесенні двох зразків промислових ВД-лаків, що були взяті на поліграфічних виробництвах, та розробленого біолаку на екологічно чистих складниках вітчизняного виробництва (рис. 1). Лак наносився прободрукарським пристроєм з анілоксовим валом на зразки крейдованого паперу та картону.

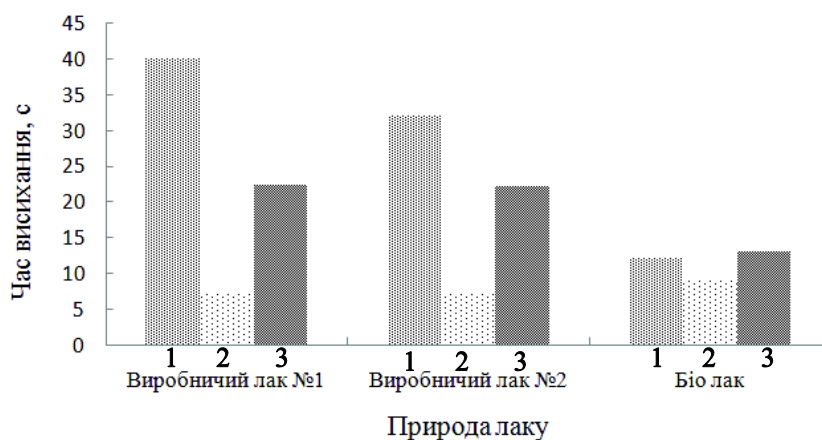


Рисунок 1 – Вплив природи лаку на продуктивність закріплення лакованого відбитку в залежності від типу основи, де: 1 – картон крейдований; 2 – картон без покриття; 3 – папір глянцевого крейдований

Результати досліджень показали, що розроблений екологічно чистий лак, який біорозкладається, має нижчі показники часу висихання для всіх основ, в порівнянні із виробничими зразками, що свідчить про вплив природи лаку на підвищення продуктивності процесу лакування та про доцільність використання біорозчинних лаків при лакуванні пакувальної продукції.

Висновок. Проведені дослідження свідчать про актуальність подальших розробок лаків на екологічно чистих складниках та їх здатність підвищити продуктивність лакування та зробити оздоблення друкованої продукції лакуванням швидшим, економічно вигідним та екологічним процесом.

Література

1. Хохлова Р.А., Величко О.М. Лакування у друкарсько-обробному процесі: Монографія. – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2010. – 136 с.

УДК 665.347:665.327

Бухкало С.І., к.т.н.,

Демидов І.М., д.т.н.,

Білоус О.В., к.т.н.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» (НТУ «ХПІ»), м. Харків, Україна

ДЕЯКІ СКЛАДОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ КОМПЛЕКСНОГО АНТИОКСИДАНТУ

Вступ. У період підготовки до дослідження встановлено складові визначення окиснювального псування жирів та олій під час контакту з киснем повітря [1–3]. Особливо потребує захисту від окиснення олія рафінована дезодорована, оскільки в схемах фізичної рафінації, під впливом високих температур, олія в значній мірі втрачає природні інгібітори окиснення – токоферолі. Для захисту рафінованих дезодорованих олій від окиснення існує декілька способів. Одним із універсальних та ефективних способів захисту олій та жирів від окиснення є введення антиоксидантів. Багато підприємств використовують синтетичні антиоксиданти, враховуючи економічні переваги. Однак використання рослинних антиоксидантів доцільніше з точки зору гігієни харчування та підвищення життєвого циклу населення.

Актуальність. Створення наукового підґрунтя розвитку інноваційних ресурсозберігаючих технологій стабілізації рослинних олій комплексним антиоксидантом природного походження є актуальним науковим завданням: вибір та дослідження рослинної сировини для розробки антиоксиданту; вдосконалення та розробка експериментальних методик дослідження рослинної сировини; пошук раціональних параметрів екстрагування інгібіторів окиснення із листя горіху волоського; дослідження взаємодії інгібіторів окиснення із екстракту листя горіху волоського з іншими рослинними екстрактами та ін. Актуальність теми підтверджується сталою тенденцією до використання речовин біологічного походження (передусім рослинного) для гальмування окиснення жирів.

Основна частина. Складові експериментального дослідження можна визначити як: 1) умови екстракції з запропонованої рослинної сировини (листя горіху волоського) речовин, що забезпечують антиокислювальну дію; 2) визначення ефективних технологічних параметрів одержання відповідного рослинного антиоксиданту; 3) експериментально дослідити антиоксидантну активність екстракту листя горіху волоського та його суміші з екстрактом квітів календули по відношенню до рафінованої дезодорованої соняшникової олії; 4) визначення характеру взаємодії запропонованих рослинних антиоксидантів з токоферолами соняшникової олії та ін.

Методика заготовки рослинної сировини – листя горіху волоського має значення як показник якості сировини: свіжі листя збираються у вересні, тому що саме у цей період листя має у своєму складі найбільшу кількість фенольних сполук, що здатні виявляти антиокислювальні властивості, збирають листя в суху погоду, бо листя зібране у вологу погоду при сушці частково покривається цвільлю та швидко псується; заготовляють тільки чисті, здорові листя та швидко висушують їх – найбільш швидким та ефективним є сушіння на відкритому повітрі, в тіні. Перед сушінням листя обережно миють у холодній воді, а потім підвішують та сушать у підвішеному стані. При великих заготовках окремі листя одразу відокремлюють від центрального черешка та розкладають тонким шаром на тканині або папері. Також можливе сушіння у добре вентильованих приміщеннях. Для прискорення сушки листя декілька разів перевертають. Листя, що почорніли або побуріли – видаляють. Сухі листя зберігають у дерев'яних або картонних ящиках, що заслані папером, також можливе зберігання у полотняних мішках.

Підготовка рослинної сировини до екстракції : сухі листя горіху волоського або квіти календули подрібнюють, розмір часток листя після подрібнення – до двох міліметрів. Підготовлену рослинну сировину зберігають у дерев'яних або картонних ящиках, що заслані

папером, або у полотняних мішках. Зберігання проводять у добре вентиляованих приміщеннях.

Процес екстракції проводиться за розробленою методикою одержання екстрактів із листя горіху волоського та квітів календули на установці, що схематично зображена на рис. 1а: 1 – електродвигун; 2 – мішалка; 3 – пробка; 4 – колба; 5 – водяна лазня; 6 – термометр; 7 – нагрівальний елемент. Підготовлену за методикою, рослинну сировину поміщають до колби, заливають розчинником, закривають пробкою з отвором для мішалки. Таку колбу поміщають до водяної лазні, нагрівають до заданої температури, вмикають перемішування та заміряють час екстракції. Частота обертів мішалки – 60-120 обертів на хвилину. Після закінчення екстракції отриманий екстракт фільтрують через складчастий фільтр та переливають до склянки з темним склом. Закриту склянку з готовим екстрактом слід зберігати у прохолодному темному місці.

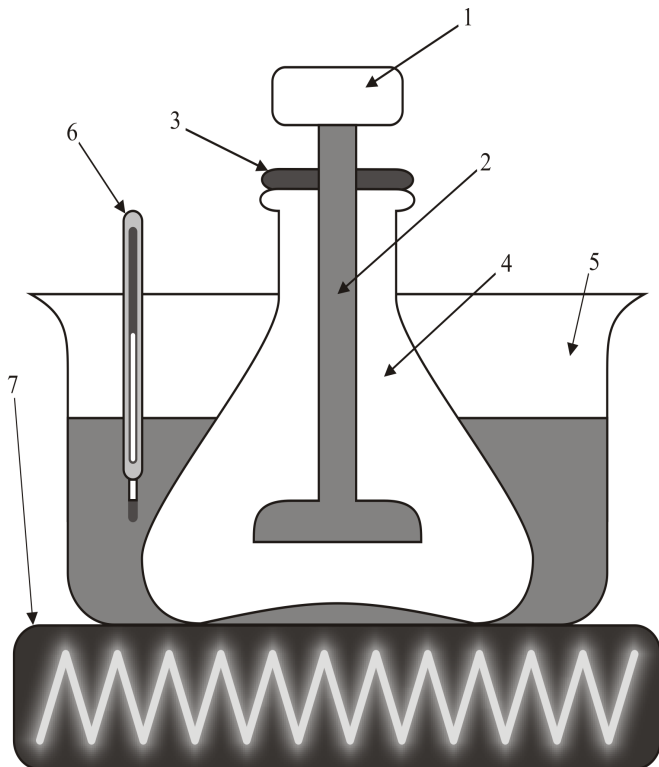


Рисунок 1а – Установка для екстракції

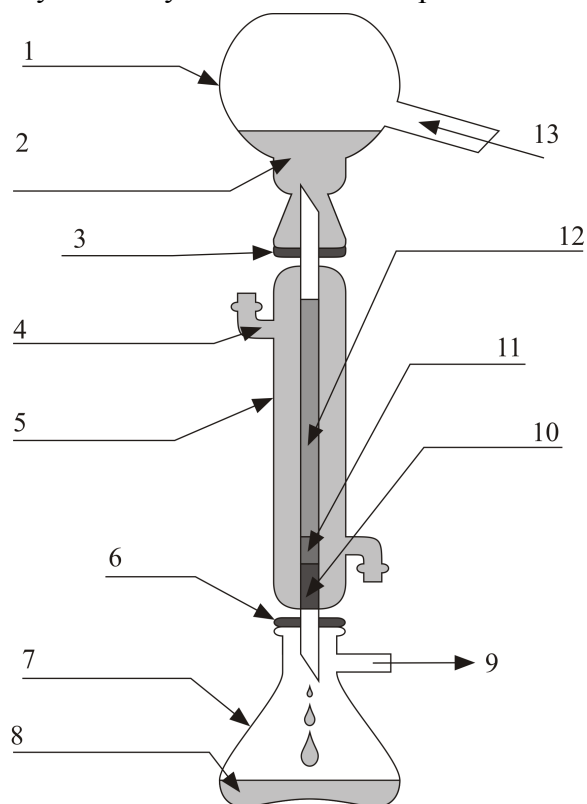


Рисунок 1б – Установка для очищення олії від токоферолів

Для очищення олії від токоферолів розроблена спеціальна методика і для її реалізації використовується установка, що наведена на рис. 1б: 1 – колба Вюрца; 2 – олія, що очищується; 3, 6 – пробка; 4 – вода необхідної температури; 5 – холодильник Лібіха; 7 – колба Бунзена; 8 – очищена олія; 9 – вакуумний насос; 10 – скловата; 11 – фільтр; 12 – активоване вугілля; 13 – інертний газ. Спосіб збору установки: 1) холодильник Лібіха з'єднується з термостатом; 2) у сорочку холодильника через термостат подається дистильована вода необхідної температури. Внутрішня колонка холодильника заповнюється у такий послідовності: спочатку йде шар скловати, потім шар фільтрувального паперу, зверху – шар адсорбенту в олії, що підлягає очищенню. У якості адсорбенту використовується подрібнене активоване вугілля. Процес очищення проводиться при температурі 70 °С. Зверху до холодильника приєднується колба Вюрца. У колбі – соняшникова олія, що підлягає очищенню. До трубки колби Вюрца приєднується ємність з інертним газом, у нашому дослідженні це був азот.

Знизу до холодильника, у якості приймача, приєднується колба Бунзена, яка, у свою чергу, з'єднується із вакуум-насосом. Порядок роботи на установці наступний: після з'єднання всіх вищезазначених елементів установки вмикається вакуум-насос та йде процес фільтрації олії через шар адсорбенту. Завдяки створеному вакууму олія насичується

інертним газом та проходить крізь шар адсорбенту. При цьому токоферолі соняшникової олії адсорбуються на активованому вугіллі. Далі олія, частково очищена від токоферолів, проходить крізь шар фільтрувального паперу та скловати, очищуючись таким чином від відпрацьованого активованого вугілля, і звідти краплинами стікає до колби Бунзена. О ступені очищення олії від токоферолів судять порівнюючи періоди індукції олій до та після очищення. В олії, що пройшла очищення, період індукції зменшується. Це відбувається за рахунок того, що вміст токоферолів – природних інгібіторів окиснення – зменшується. Кількість циклів такої очистки залежить від того, на якій відсоток планується зменшити вміст токоферолів. Всі наступні цикли проводять за методикою, що була описана вище, з однією тільки відміною – олію беруть з попередньої очистки і доочищують вже її.

За зміною періодів індукції стежать за графіками, що будуються після обробки даних, отриманих на приборі, що дозволяє виміряти періоди індукції (наприклад, прибор Окситест).

Олію зі зменшеним вмістом токоферолів слід зберігати у щільно закритій скляній колбі або склянці з темного скла без доступу світла та кисню. Перед закриттям колбу або склянку з олією насичують інертним газом, за для того щоб витіснити кисень, що потрапив до олії при переливанні до колби. Після цього таку колбу поміщують до холодильника та зберігають її там до початку аналізу. Волюметрична установка дозволяє виміряти швидкість окиснення та періоди індукції олій рис. 3: 1 – реактор; 2 – скляний капіляр; 3, 5 – одноходові крани; 4 – триходовий кран; 6 – вимірювальна бюретка; 7 – зрівняльна посудина.

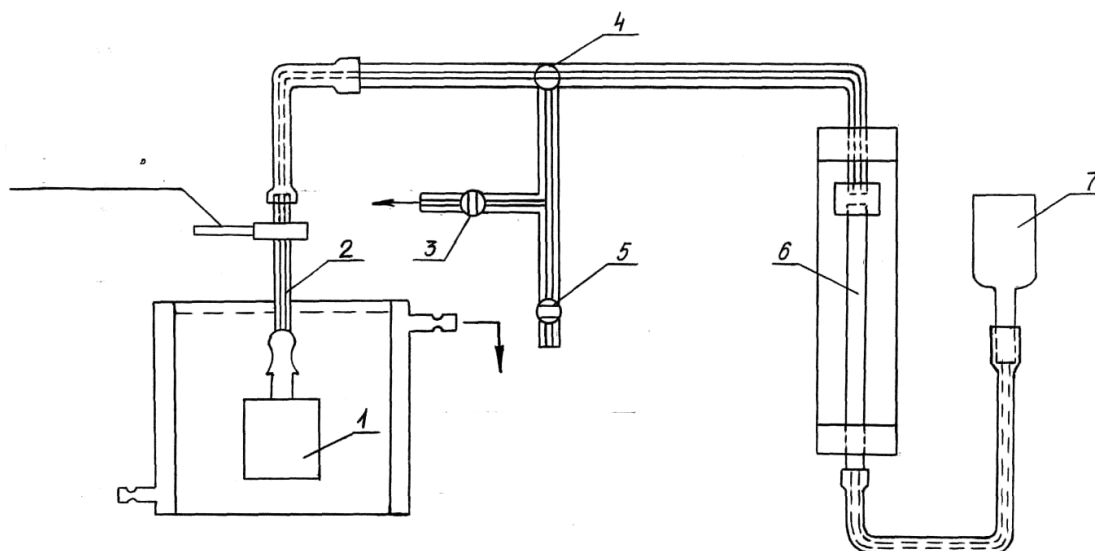


Рисунок 3 – Волюметрична установка

Порядок роботи на установці, наступний [4]: бюретка, що термостатується, заповнюється киснем: кран 3 відкривається на атмосферу при закритому крані 5 і зрівняльну посудину піднімають так, щоб рівень рідини в бюретці зайняв верхнє положення. Після цього кран 3 закривається і за допомогою крану 5 бюретка заповнюється киснем. Одночасно з цим посудина опускається до досягнення рівня рідини в посудині з нижньою поділкою бюретки. Реактор та бюретка з'єднуються між собою за допомогою триходового крану, а також з'єднуються з атмосферою через кран 3. Реакційна суміш продувається киснем протягом 40 с через капіляр, вставлений у реактор. Далі реактор опускається до термостату. Термостат підтримує температурний режим експерименту. Реактор, занурений у термостат, струшується з частотою п'ять циклів на секунду. При цьому, шляхом перемішування, реакційна суміш насичується киснем. Одночасно з цим вмикається секундомір. Після 10 хв прогрівання реактору бюретка і реактор від'єднуються від атмосфери триходовим краном. Але бюретка та реактор залишаються з'єднаними між собою. Після цього починається вимірювання поглинання кисню олією. Вимірювання поглинання кисню олією відбувається шляхом фіксації значення висоти рідини у вимірювальній бюретці кожну хвилину. Швидкість просування меніска рідини у вимірювальній бюретці пропорційна швидкості

поглинання кисню олією. За даними вимірювань будується графік залежності кількості поглиненого кисню від часу окиснення. Об'єм поглиненого кисню виражається в моль/л, час виражається у секундах. Обробку даних, що отримані на волюметричній установці проводять двома шляхами – обчисленням за швидкістю окиснення або оцінюванням періодів індукції. Будується залежність кількості поглиненого кисню від часу рис. 4, швидкістю окиснення $[\text{моль/л} \times \text{с}]$ є тангенс кута α . Чим менше значення швидкості окиснення, тим стабільніша олія до окиснювального псування.

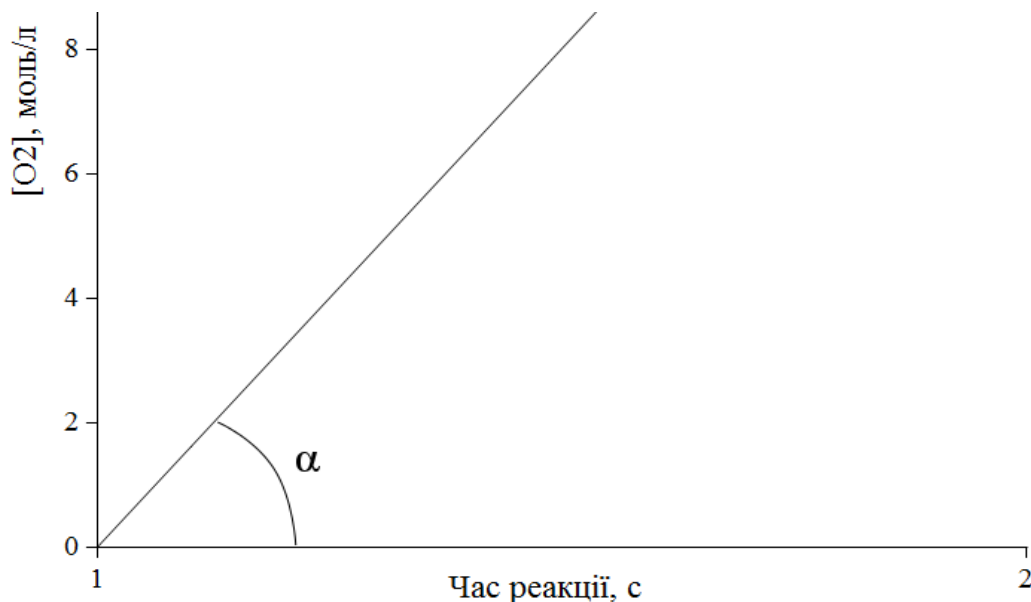


Рисунок 4а – Графік залежності кількості поглиненого кисню від часу

Ще один спосіб обчислення отриманих даних на волюметричній установці – оцінка за періодом індукції.

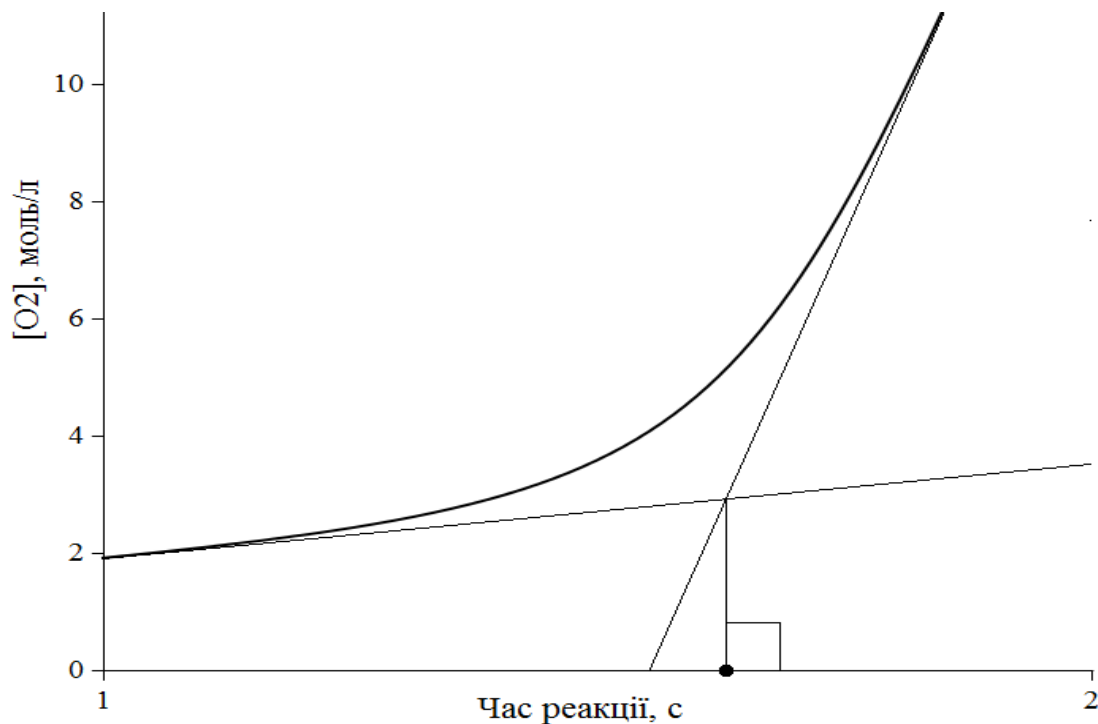


Рисунок 5 – Графік залежності кількості поглиненого кисню від часу

На графіку залежності кількості поглиненого кисню ($[O_2, \text{кмоль/л}]$) від часу окиснення $[c]$ (рис. 5) проводяться дві дотичні лінії – до прямої ділянки на кривій залежності кількості поглиненого кисню від часу окиснення, та до ділянки після вигину. Із отриманої точки перетину цих двох дотичних ліній проводиться перпендикуляр до осі абсцис. Численне значення на осі абсцис, на яке припадає опущений перпендикуляр, і є численне значення періоду індукції. Чим більше значення періоду індукції, тим стабільніша олія до окислювального псування. Похибка при обчисленні експериментальних даних, отриманих за допомогою волюметричної установки не перевищує 3 %.

Взагалі на основі проведених досліджень з пошуку та вибору способів захисту жирів від окиснення за вищевказаними методами:

- встановлено залежність між кількістю вилучених водно-етанольним або водно-гліцериновим розчинами антиоксидантів з листя горіху волоського та квітів календули і технологічними параметрами екстракції;

- визначено у вигляді апроксимаційної моделі кількісні залежності періоду індукції під час ініційованого окиснення соняшникової олії від вмісту та співвідношення рослинних антиоксидантів, у тому числі за умови їх сумісного уведення;

- виявлено експериментально та теоретично обґрунтовано ефект синергізму антиоксидантів з листя горіху волоського по відношенню до токоферолів соняшникової олії;

- експериментально встановлено кількісні кінетичні характеристики взаємодії пероксидних радикалів соняшникової олії з інгібіторами окиснення комплексного рослинного антиоксиданту;

- знайдено, що ступінь ненасиченості жирних кислот, що входять до рослинних олій, не впливає на антиоксидантну активність комплексного рослинного антиоксиданту;

- визначено, що уведення комплексного рослинного антиоксиданту сумісно з моноацилгліцеридами (поверхнево-активною добавкою) утворює в олії стійку до седиментації дисперсну фазу.

Висновки

1. За результатами аналізу науково-технічної літератури та теоретичних узагальнень підтверджено робочу гіпотезу застосування екстрактів листя горіху волоського та квітів календули у складі комплексного рослинного антиоксиданту для рослинних олій.

2. Визначено антиоксидантні властивості екстракту листя горіху волоського, який подовжує період індукції при ініційованому окисненні соняшникової олії у 1,87 разів.

3. Експериментально визначено кінетичні параметри окиснення соняшникової олії в присутності комплексного рослинного антиоксиданту, що дозволить впливати на подовження строку експлуатації тари та пакування для харчової промисловості.

Література

1. Товажнянський Л.Л., Бухкало С.І., Денисова А.Є., Демидов І.М., Капустенко П.О., Арсеньєва О.П., Білоус О.В., Ольховська О.І. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах (інноваційні заходи) [текст] підручник. Київ «Центр учбової літератури»: 2016, 470 с.

2. Білоус О.В., Демидов І.М., Бухкало С.І. Розробка комплексного антиоксиданту із екстрактів листя горіху волоського та календули. Східно-Європейський журнал передових технологій. – Харків : «Технологічний центр», 2015. – № 1/6 (73). – С. 22–26.

3. Белоус О.В., Демидов И.Н., Бухкало С.И. Антиоксидантная активность экстракта ореха грецкого по отношению к маслам различного жирнокислотного состава. Оралдын гылым жаршысы. – Уральськ : «Фирма Сервер +», 2015. – № 5 (136). – С. 90–95.

4. Руководство по методам исследования, теххимическому контролю и учету производства в масложировой промышленности / Под ред. В.П. Ржехина, А.Г. Сергеева. – Л.: ВНИИЖ, 1982. – 1054 с.

УДК 641.526.7

Бабанов І.Г.¹, к.т.н.,Бабкіна І.В.², к.т.н.,Шевченко А.О.², к.т.н.,Михайлова С.В.², к.т.н.¹ Національний університет харчових технологій (НУХТ), м. Київ, Україна² Харківський державний університет харчування та торгівлі (ХДУХТ), м. Харків, Україна

ЕЛЕКТРОКОНТАКТНЕ НАГРІВАННЯ ХАРЧОВОЇ СИРОВИНИ ЯК ЕНЕРГООЩАДНИЙ СПОСІБ ЖАРЕННЯ

Вступ. Серед великої кількості актуальних проблемних питань в галузі харчової промисловості і ресторанного господарства одне з провідних місць посідає зниження витрат енергетичних і матеріальних ресурсів під час виробництва кулінарної продукції. Подальший розвиток галузі потребує підвищення технічного рівня підприємств шляхом впровадження результатів наукових досліджень, виконаних за напрямом енерго- та ресурсозбереження.

З широкого асортименту кулінарної продукції близько 75...85 % на окремих етапах виробництва проходить стадію теплової обробки. Тривалість термообробки у більшості випадків є відносно значною, питомі витрати теплоти можуть складати 1000 кДж/кг та більше. Унаслідок цього такі процеси та апарати є малоефективними і потребують удосконалення. Вирішення такого завдання можливе шляхом розширення застосування комбінованих процесів, розроблених з урахуванням особливостей як традиційних, так і нетрадиційних методів обробки, наприклад, електроконтактного нагрівання (ЕКН).

Актуальність. ЕКН, що переважно знайшло впровадження на харчових підприємствах великої потужності обмежується досягненням температури зразка 100 °С, і тому отримані вироби мають властивості вареної продукції. Виробництво кулінарних виробів з властивостями жареної продукції потребує подальшої обробки із застосуванням додаткових високотемпературних методів нагрівання. Існуючі апарати з ЕКН у більшості мають досить великі габарити, що не дозволяє їх застосовувати на підприємствах ресторанного господарства та харчових підприємствах малої потужності. У зв'язку з цим набуває актуальності науково-прикладне завдання, пов'язане з інтенсифікацією процесів жарення та зниженням енерговитрат під час виробництва кулінарної продукції на підприємствах малої потужності.

Основна частина. Теоретичні та експериментальні дослідження дозволили запропонувати два варіанти комбінованого способу жарення з ЕКН, який передбачає нагрівання внутрішніх шарів виробу переважно ЕКН, а нагрівання поверхневих шарів з формуванням скоринки – за рахунок теплоти від нагрівальної поверхні та ІЧ-променів (за першим варіантом) та за рахунок одночасного двобічного нагрівання від нагрівальних поверхонь (за другим варіантом). На прикладі зразків на основі натуральної січеної м'ясної маси експериментальними дослідженнями встановлено, що при реалізації комбінованого способу жарення з ЕКН тривалість термообробки порівняно з двобічним жаренням скорочується майже у 2 рази, при цьому вихід готової продукції збільшується на 12...14 %. Отримані вироби відповідають вимогам санітарної безпеки та мають високі органолептичні показники.

Розроблено технічні вимоги та технічні завдання на проектування апарату для реалізації комбінованого способу жарення з ЕКН. Багатофункціональний пристрій теплової обробки ПТО-0,1 (рис. 1) являє собою теплоізований металевий корпус, усередині якого розміщена нагрівальна завантажувальна чаша з протипригарним фторопластовим покриттям, в бокові пази якої вставляються електродні секції, а у відкидній кришці змонтовано ІЧ-нагрівачі з відбивачами [1].

Принцип дії ПТО-0,1 полягає в наступному. Перед початком роботи відкривають відкидну кришку 14, після чого в пазах бортів 15 вставляють електродні секції 8 з електродами 7. Натисненням на пульт керування 3 відповідного вмикача забезпечують розігрів основи 11 завантажувальної чаші до робочої температури, а також задають вихідні параметри процесу. Після цього в завантажувальній чаші на основі 11 між електродними

секціями 8 розміщують напівфабрикати 13 та закривають кришку 14. За допомогою таймера на пульті керування 3 встановлюють час, що необхідний для теплової обробки. У момент закінчення часу теплової обробки нагрівання припиняється, про що свідчить звуковий сигнал. Далі вимикають пристрій, відкривають відкидну кришку 14 і вироби виймають за допомогою дерев'яної лопатки. Електродні секції 8 витягують, робочу поверхню завантажувальної чаші 11 та електродів 7 очищують, промивають теплою водою і насухо витирають.

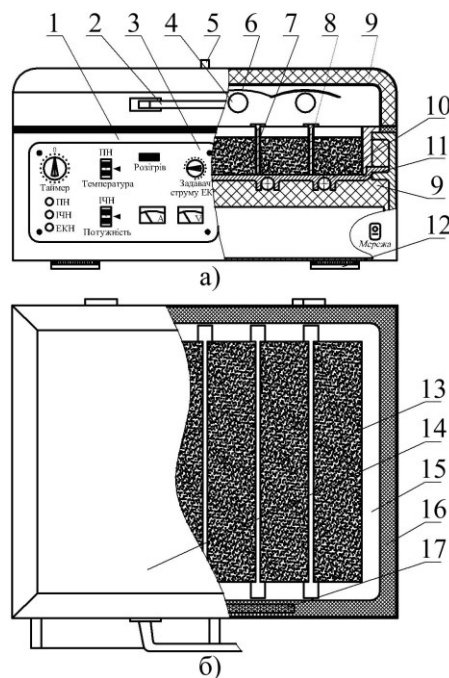


Рисунок 1 Принципова схема багатофункціонального пристрою теплової обробки харчових продуктів ПТО-0,1: а) вид спереду; б) вид зверху;

- 1 – корпус; 2 – ручка; 3 – пульт керування; 4 – ПЧ-нагрівачі; 5 – паровий клапан;
6 – відбивач; 7 – електроди; 8 – електродні секції; 9 – теплоізоляція;
10 – електричні нагрівальні елементи; 11 – основа чаші; 12 – опорні ніжки;
13 – напівфабрикат; 14 – відкидна кришка; 15 – борт чаші; 16 – гумова прокладка; 17 – магніт

Оцінено соціально-економічну ефективність науково-технічної розробки, що полягає у можливості за умов використання ПТО-0,1 підвищити продуктивність на 33,1 %, знизити витрату електроенергії до 60 %, знизити собівартість 1 кг продукції до 5,0 %.

Висновки.

1. Процеси та апарати жарення є малоефективними внаслідок значної тривалості та високих витрат теплоти, що потребують удосконалення. Вирішення такого завдання можливе шляхом розширення застосування комбінованих процесів, розроблених з урахуванням особливостей як традиційних, так і нетрадиційних методів обробки, наприклад, ЕКН.

2. Виконані дослідження дозволили запропонувати два варіанти комбінованого способу жарення з ЕКН, який передбачає нагрівання внутрішніх шарів виробу переважно ЕКН. А також розроблено технічні вимоги та технічні завдання на проектування апарату для реалізації цього способу.

3. Оцінено соціально-економічну ефективність науково-технічної розробки, що полягає у можливості за умов використання ПТО-0,1 підвищити продуктивність, знизити витрату електроенергії та собівартість.

Література

1. Нові технічні рішення в проектуванні обладнання для теплової обробки харчової сировини : монографія в 3 ч. Ч. 2. Використання електроконтактного нагрівання в процесах жарення кулінарної продукції / О.І. Черевко [та ін.]; за заг. ред. О. І. Черевко, В. М. Михайлова. – Х.: ХДУХТ, 2012. – 151 с.

УДК 621.384:664

Гузова С. И.,

Кирик И. М., к.т.н.,

Кирик А. В., к.т.н.

Могилевский государственный университет продовольствия (МГУП), г. Могилев, Республика Беларусь

ТЕПЛОВАЯ ОБРАБОТКА РЕСТРУКТУРИРОВАННЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В АППАРАТЕ ИНФРАКРАСНОГО НАГРЕВА

Введение. Одним из важнейших техпроцессов в пищевой промышленности является тепловая обработка продуктов. Инфракрасный нагрев находит все большее применение в ее различных отраслях, поскольку является перспективным физическим методом обработки продуктов, экологически безопасным и энергосберегающим [1].

Актуальность. Одним из основных факторов, обуславливающих применение инфракрасных лучей для термообработки, является способность их проникать в обрабатываемые изделия на определенную глубину, воздействовать на молекулярную структуру, в связи с чем быстро возрастает температура не только на поверхности, но и внутри изделий [2]. Данный метод значительно снижает влияние теплопроводности нагреваемых тел, что обуславливает интенсификацию процесса по сравнению с традиционными способами тепловой обработки. Наряду с этим применение инфракрасного излучения значительно сокращает продолжительность процесса термообработки изделий и снижает удельный расход энергии. В работе представлены результаты экспериментальных исследований процесса инфракрасной обработки изделий из мясного и куриного фаршей.

Материалы и методы. Для проведения исследований использовался аппарат с верхним энергоподводом, который состоит из готовочной емкости, прилегающей к ней крышки со встроенными галогеновыми кварцевыми излучателями, отражающего экрана и защитного экрана из термостойкого стекла. Расстояние от излучателей до изделий изменяли, используя дополнительные теплоизолированные вставки, которые устанавливали на корпус аппарата под крышку с верхними излучателями. Схема аппарата представлена на рисунке 1.

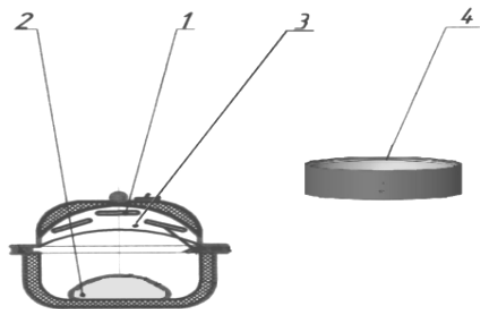


Рисунок 1 – Схема инфракрасного аппарата с верхним энергоподводом:

- 1 – инфракрасные излучатели; 2 – продукт;
3 – защитный экран из термостойкого стекла;
4 – вставка для регулировки расстояния от продукта до излучателей

В качестве объекта исследований выбраны мясные и куриные рубленые изделия, имеющие форму шара (как, например, тефтели, фрикадельки), которые занимают большой удельный вес в продукции общественного питания.

Результаты и обсуждение. Нами были проведены экспериментальные исследования процесса тепловой обработки изделий из мясного фарша и изделий из куриного фаршей при обжарке их в ИК-аппарате, в результате которых были получены уравнения, описывающие процесс нагрева вышеупомянутых изделий в форме шара при различной плотности теплового потока в аппарате инфракрасного нагрева [3]. Результаты исследований представлены в таблице 1. Полученные зависимости рекомендуются для инженерных расчетов при определении необходимого времени до достижения температуры кулинарной готовности исследуемых изделий в форме шара при $F_0 \geq 0,2$. Нами разработана номограмма для определения времени тепловой обработки исследуемых видов продуктов в форме шара в потоке инфракрасного излучения, необходимого для достижения их кулинарной готовности, представленная на рисунке 2.

Таблица 1 – Результаты обработки экспериментальных данных

Объект исследований	Плотность теплового потока, Вт/м ²	Расчетная зависимость
Изделия из мясного фарша	$2,76 \cdot 10^4$	$\theta = 2,0 \cdot e^{-6,7 \cdot F_0}$
	$3,2 \cdot 10^4$	$\theta = 2,39 \cdot e^{-8,5 \cdot F_0}$
	$4,39 \cdot 10^4$	$\theta = 2,74 \cdot e^{-10,6 \cdot F_0}$
	$4,85 \cdot 10^4$	$\theta = 2,9 \cdot e^{-10,8 \cdot F_0}$
Изделия из куриного фарша	$4,39 \cdot 10^4$	$\theta = 6,6 \cdot e^{-23,2 \cdot F_0}$
	$4,85 \cdot 10^4$	$\theta = 8,5 \cdot e^{-31,4 \cdot F_0}$
	$5,53 \cdot 10^4$	$\theta = 3,0 \cdot e^{-18,2 \cdot F_0}$

Здесь θ – безразмерная температура, определяемая как:

$$\theta = \frac{100-t}{100-t_0}$$

где t – температура продукта в момент времени τ , °C; t_0 – начальная температура продукта, °C; F_0 – число Фурье.

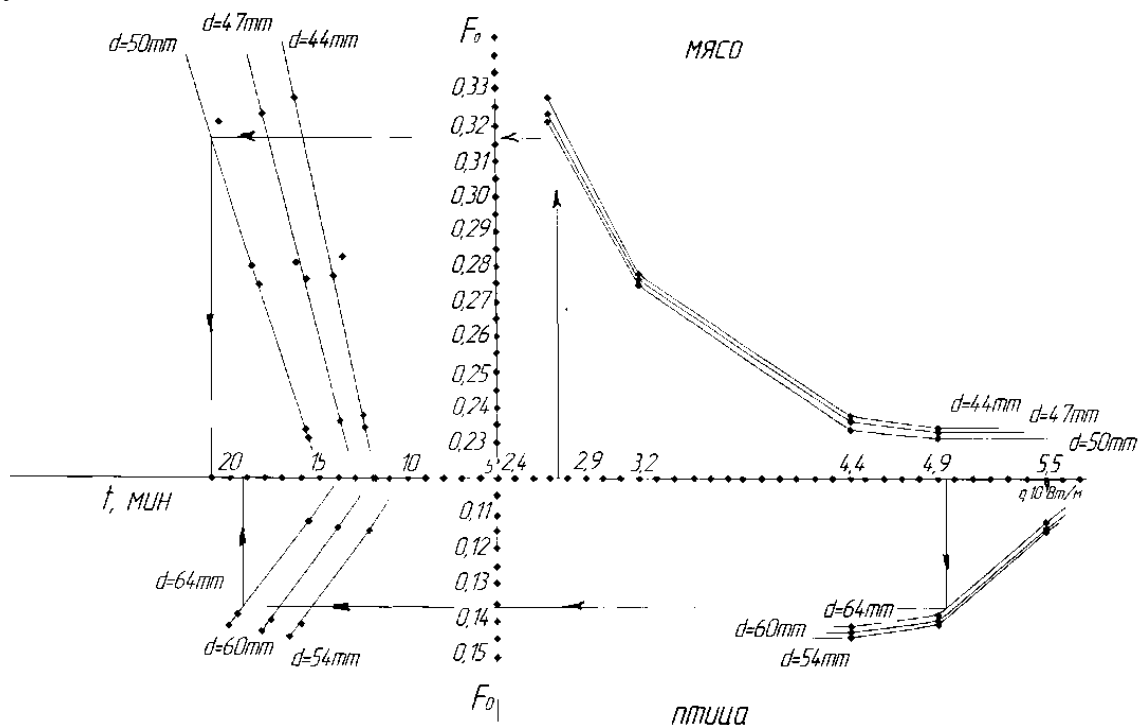


Рисунок 2 – Номограмма для определения времени обжарки изделий из мясного или куриного фаршей инфракрасным излучением с верхним энергоподводом: q – плотность потока, Вт/м²; F_0 – число Фурье; t – время обработки, мин; d – диаметр изделия, мм

Выводы. Полученные расчетные уравнения могут быть положены в основу методики инженерного расчета при определении необходимого времени до достижения температуры кулинарной готовности изделий в форме шара при инфракрасной обжарке.

Литература

1. Беляев М.И. Совершенствование процессов тепловой обработки пищевых продуктов в общественном питании / М.И. Беляев, Л.З. Шильман. – М.: Экономика, 1975. – 112 с.
2. Островский Л.В. Инфракрасный нагрев в общественном питании / Л.В. Островский. – М.: Экономика, 1978. – 104 с.
3. Гузова С.И., Кирик И.М. Исследование процесса инфракрасного нагрева в универсальном тепловом аппарате бытового назначения / С.И. Гузова, И.М. Кирик // Техника и технология пищевых производств: материалы X Междунар. научн.-практ. конф., Могилев, 28-29 апреля 2016 г. / УО МГУП; редкол.: А. В. Акулич [и др.]. – Могилев, 2016. – С. 221.

УДК 620.171.32

Пригодій Д.В.,

Соколенко А.І., д.т.н.,

Васильківський К.В., к.т.н.,

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

ВПЛИВ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПАКУВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ПАКУВАННЯ

Вступ. На сьогоднішній день один із пріоритетних напрямків дослідження пакувальних матеріалів є визначення впливу їх фізико-механічних параметрів на технологічні процеси роботи пакувального обладнання. За останні десятиліття на дослідження фізичних властивостей поверхонь витрачено коштів більше ніж на дослідження ядерної енергії [1], і це не дивно, адже від фізико-механічних властивостей пакувального матеріалу залежить якість кінцевої упаковки та якість роботи пакувального обладнання.

Актуальність теми. Фізико-механічні властивості пакувальних матеріалів визначають їх поведінку під час технологічних процесів пакування, тобто під дією механічних навантажень від робочих органів пакувального обладнання. До основних фізико-механічних властивостей пакувальних матеріалів, які можуть суттєво впливати на технологічні параметри пакування, можна віднести – жорсткість, міцність, гнучкість, відносне видовження, межу текучості, модуль пружності, твердість, ударну в'язкість, коефіцієнт тертя та шорсткість поверхні. Кожен з вище перелічених параметрів може кардинально впливати на роботу пакувального обладнання.

Матеріали та методи. Від жорсткості пакувального матеріалу буде залежити як він себе поводитиме на вузлах подачі та розрізання. Наприклад, при проходженні листа по трасах пакувального автомата, матеріал може прогинатись, провисати під дією власної ваги або динамічних складових зі сторони робочих органів. Величина такої деформації також може залежати від виду напрямних опор, по яким проходить пакувальний матеріал, відстані між ними, товщини та деформаційно-міцнісних характеристик пакувального матеріалу. Гнучкість пакувального матеріалу визначається як властивість вигинання його під дією навантажень, змінюючи свою форму і розміри. Жорсткість пакувального матеріалу при згині є величиною зворотною гнучкості і визначає властивість опору пружної деформації згину, виникаючої під дією зовнішніх зусиль. Зрозуміло, що гнучкість і жорсткість характеризуються таким діапазоном напружень і деформацій, за яких матеріал здатен відновлювати свою форму і розмір після зняття прикладених зусиль.

Для пакувального обладнання дискретної дії необхідно використовувати пакувальні матеріали з високою межею текучості, адже періодичні зупинки і динамічні пуски, під час роботи такого обладнання, можуть приводити до незворотних деформацій пакувального матеріалу, що тягне за собою збої в роботі пакувального обладнання і його зупинку. Пакувальний матеріал може піддаватись впливу робочих органів машини, які здатні провокувати надриви, прориви, розшарування тощо. Тому з метою попередження виникнення таких дефектів використовують пакувальні матеріали з високим опором до ударних навантажень, проколам та розривам.

Надзвичайно великий вплив на роботу пакувального обладнання мають поверхневі характеристики пакувального матеріалу. До цих характеристик можна віднести коефіцієнт тертя, шорсткість поверхні та липкість пакувального матеріалу. Найбільш нестабільним параметром, який може змінюватись в процесі роботи, є коефіцієнт тертя двох тіл тому що

на його величину можуть суттєво впливати такі фактори як вологість, температура, швидкість ковзання, тиск та інші [2-3]. При визначенні коефіцієнта тертя використовується два поняття, це статичний та кінематичний. Статичний і кінематичний коефіцієнти тертя визначаються по стандартним методикам (ASTM D1894; ASTM D4918; DIN 53375; ISO 468), за допомогою приладів (рис.1), які фіксують силу тертя з постійною швидкістю грузила, завернутого в пакувальний матеріал, по поверхні пакувального матеріалу або по поверхні іншого матеріалу. Зусилля яке виникає при терті фіксується за допомогою силовимірювального приладу.

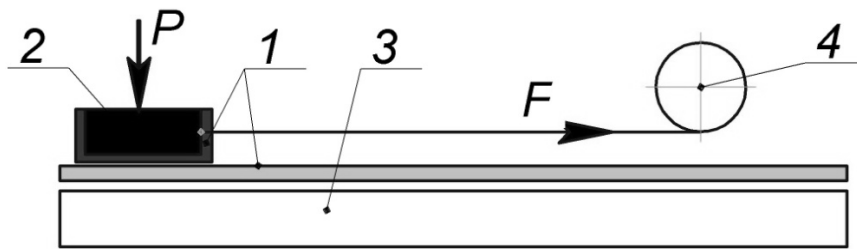


Рисунок 1 – Схема установки для визначення КТ: 1 – матеріали, які досліджуються; 2 – вантаж, закріплений на візку; 3 – плита; 4 – прилад для визначення зусилля

Величина статичного коефіцієнта тертя (СКТ) пакувальних матеріалів має значний вплив на технологічні процеси пакування. Наприклад, при малих значеннях СКТ пакувального матеріалу, який змотується в рулон, може відбуватись розвертання шарів самого рулону, що приводить до телескопічності, втрати форми і тягне за собою перекошування матеріалу підчас проходження по напрямних опорах, валах тощо.

Також, низький СКТ пакувального матеріалу, приводить до збоїв у роботі накопичувальних та транспортних систем пакувального обладнання, не забезпечує утримання готової, упакованої, продукції в штабелях. При високих значеннях СКТ рулон може покособити при зміні вологості або температури, адже ці параметри часто коливаються підчас зберігання та транспортування пакувального матеріалу. Що стосується кінематичного коефіцієнта тертя (ККТ), то дотримання певного діапазону його значень забезпечує стабільну та ефективну роботу пакувального обладнання, вільне проходження пакувального матеріалу по поверхні робочих органів обладнання без ривків та розтягування. При високих значеннях ККТ збільшується ймовірність застрягання чи злипання пакувального матеріалу, особливо на вузлах пакувального обладнання, де відбувається перегинання, складування чи щільне притискання пакувального матеріалу до його робочих поверхонь [4].

Результати та обговорення. При малих значеннях ККТ збільшується ймовірність проковзування пакувального матеріалу на тягнучих вузлах, або сповзання з напрямних або формуючого ворота. Як вже було сказано, на коефіцієнт тертя можуть впливати різні зовнішні фактори, більшість з яких досить важко контролювати або навіть і зовсім не можливо. Але такі фактори як зусилля притискання, температура, площа контакту між двома тілами може контролюватись і контролюються підчас роботи на пакувальному обладнанні. Якщо зусилля притискання та площа контакту двох тіл підчас всього проміжку часу роботи залишаються практично постійними, то значення температури контактуючих поверхонь можуть змінюватись практично кожної хвилини. Тому і було вирішено провести дослідження і визначити наскільки температура контактуючих поверхонь впливає на значення коефіцієнта тертя. Дослідження проводились по методиці описаній в міжнародному

стандарті D 1894 – 01 «Standard Test Method for Static and Kinetic Coefficients of Friction of Plastic Film and Sheet». Для дослідження було обрано два зразки, а саме багатошаровий листовий матеріал, в структуру якого входив папір, алюмінієва фольга та поліетилен, та поліетиленової плівки. Коефіцієнт тертя вимірювався між поліетиленовою плівкою та металевою пластиною, яка імітувала робочі поверхні пакувального обладнання. Багатошаровий матеріал та поліетиленова плівка мали сталу кімнатну температуру, а температуру металевої пластини поступово змінювали. Результати досліджень залежності коефіцієнтів тертя для обох випадків представлено на рис 2.

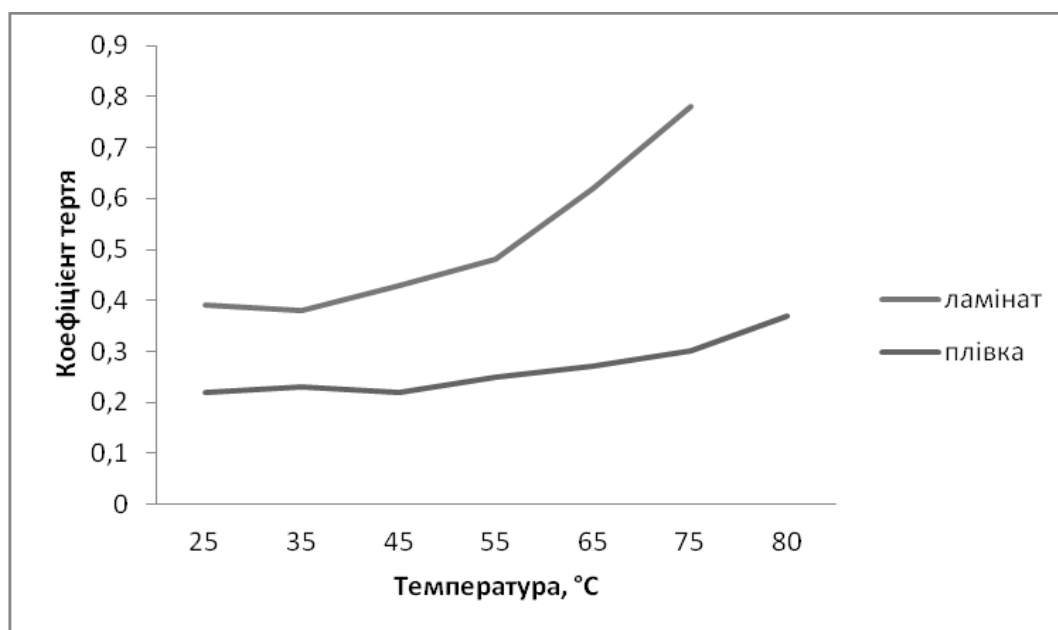


Рисунок 2 – Залежність коефіцієнту тертя плівкових матеріалів від температури

Висновки. З отриманих даних можна зробити наступний висновок, про те що температура взаємодіючих поверхонь впливає на значення коефіцієнта тертя, але цей вплив найбільше проявляється при температурах які наближаються до температур пластифікації полімерних матеріалів. Для кожного окремого випадку впливи однакових температур будуть різними, але зміна температури в діапазоні від 25 до 60°C не буде мати критичного впливу на технологічні процеси формування упаковки.

Література

1. Assender, H/ How Surface Topography Relates to Materials Properties / H. Assender, V. Bliznyuk, K. Porfyrakis // Science. – 2002. – Vol. 297 – P. 973-976.
2. Гуль, В.Е. Физико-химические основы производства полимерных пленок / В.Е. Гуль, В.П. Дьяконова. – М.: Высшая школа, 1978. – 297 с.
3. Бристон, Х. Полимерные пленки / Х. Бристон, ЛюЛю Катан; пер. С англ. под. ред. Э.П. Донцовой. – М.: Химия, 1993. – 384 с.
4. Шредер, В.Л. Упаковывание пищевых продуктов в гибкие материалы / В.Л. Шредер, А.Н. Гавва, В.Н. Кривошей // Упаковка. – 2011 – №3. – С. 24-25.

УДК 678.742

Бухкало С.І., к.т.н., проф.,

Іглінь С.П., к.т.н., проф.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» (НТУ «ХПІ»),
м. Харків, УкраїнаМАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ОКИСНЕННЯ
ПОЛІМЕРНОЇ ТАРИ ТА ПАКУВАННЯ

Вступ. Перспективним з точки зору прогнозування терміну експлуатації для дослідження процесів окиснення полімерної тари та пакування є напрямок апроксимації експериментальних залежностей для всього спектру функціональних груп, які утворюються при експлуатації полімерних виробів [1–3]. Такі залежності є актуальними для розвинення комплексних інноваційних технологій і їх можна використовувати для розробки моделей системи структурно-хімічних змін залежно від терміну експлуатації полімерних виробів. Також вони є обґрунтуванням концепції математичних моделей як інструментарію у розв’язанні задач управління екологічною безпекою галузей стосовно теорії різновидів математичних моделей.

Основна частина. Основні етапи будування математичної моделі процесу експлуатації полімерної тари та пакування можна визначити як ряд послідовних стадій [4, 5]:

1. Будування системи рівнянь математичного опису;
2. Реалізація моделюючого алгоритму рішення системи рівнянь математичного опису;
3. Аналіз отриманих результатів.

При експлуатації поліетиленової плівки були отримані експериментальні дані (рис. 1), переходимо до обробки даних за період 2 (Period 2), для групи 1. Їх будемо наближати двома параболою з невідомою заздалегідь точкою перемикавання:

$$y = \begin{cases} b_1 + b_2 t + b_3 t^2; & t \in [0, t_0]; \\ c_1 + c_2 t + c_3 t^2; & t \in [t_0, t_{\max}]. \end{cases} \quad (1)$$

Для вирішення системи ми обираємо повні багаточлени 2-го ступеня, тому що в початковій та кінцевій точках функція $y = f(t)$ має ненульові похідні. На 7 параметрів моделі (1) накладаються 2 обмеження: неперервність та гладкість у точці перемикавання t_0 . Виключаємо з цих умов 2 параметри (найпростіше виключаються c_1 та c_2) та переозначаємо c_3 та t_0 :

$$\begin{cases} f(t_0 - 0) = f(t_0 + 0); \\ f'(t_0 - 0) = f'(t_0 + 0); \end{cases} \quad \begin{cases} b_1 + b_2 t_0 + b_3 t_0^2 = c_1 + c_2 t_0 + c_3 t_0^2; \\ b_2 + 2b_3 t_0 = c_2 + 2c_3 t_0; \end{cases} \quad \begin{cases} c_2 = b_2 + 2(b_3 - c_3)t_0; \\ c_1 = b_1 + (b_2 - c_2)t_0 + (b_3 - c_3)t_0^2; \end{cases} \quad \begin{cases} c_3 = b_4; \\ t_0 = b_5. \end{cases}$$

Після підставлення цих виразів у (1) маємо таку модель для наших даних:

$$y = \begin{cases} b_1 + b_2 t + b_3 t^2; & t \in [0, b_5]; \\ (b_1 - (b_3 - b_4)b_5^2) + (b_2 + 2(b_3 - b_4)b_5)t + b_4 t^2; & t \in [b_5, t_{\max}]. \end{cases} \quad (2)$$

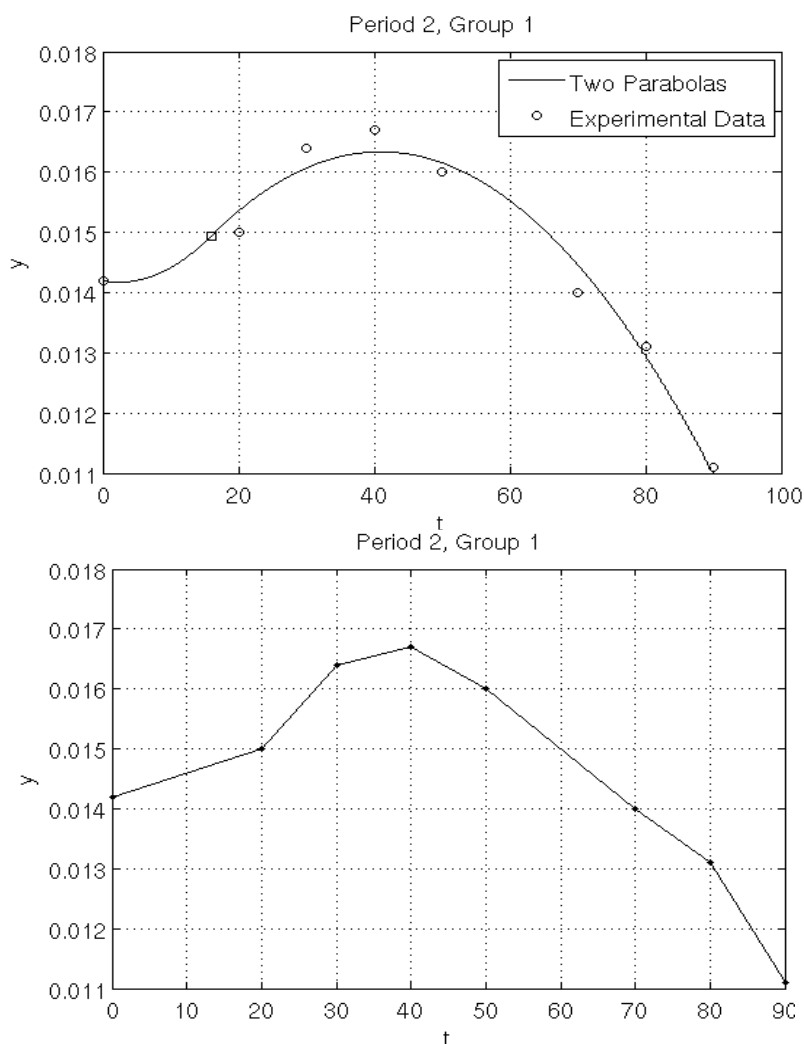


Рисунок 1 – Теоретичні та експериментальні дані визначення зміни ступеня ненасиченості (Group 1) для періоду 2 (Period 2) експлуатації полімерної плівки.

Тут $t_{\max} = 90$ – відоме значення. Найкраща модель за МНК є такою:

$$y = \begin{cases} 0,0142 - 2,1166 \times 10^{-5}t + 4,1848 \times 10^{-6}t^2; & t \in [0, 15,9534]; \\ 0,0126 + 1,8373 \times 10^{-4}t - 2,237 \times 10^{-6}t^2; & t \in [15,9534, 90]. \end{cases} \quad (3)$$

Квадратиком (рис. 1) позначена точка перемикання $t_0 = 15,953354$. Саме у цій точці досягається найбільша швидкість зростання функції $y = f(t)$, яка дорівнює $1,123580 \times 10^{-4}$. Найбільша швидкість спадання – у кінцевій точці $t_{\max} = 90$; вона дорівнює $2,1893 \times 10^{-4}$. Вибіркова дисперсія цієї моделі $D = 2,1476 \times 10^{-7}$.

Наступним досліджуємо період 2, група 2: експериментальні дані – чорні кружки на рис. 2.

Досліджуємо експоненційну, лінійну та квадратичну моделі. Найкращі за МНК можна визначити наступні моделі:

$$\begin{aligned} y_{\text{exp}} &= 0,036967 \cdot e^{-0,03831t} + 0,060797; \\ y_{\text{lin}} &= 0,088914 - 0,000367t; \\ y_{\text{quad}} &= 0,097734 - 0,0010145t + 7,1256 \times 10^{-6}t^2. \end{aligned} \quad (4)$$

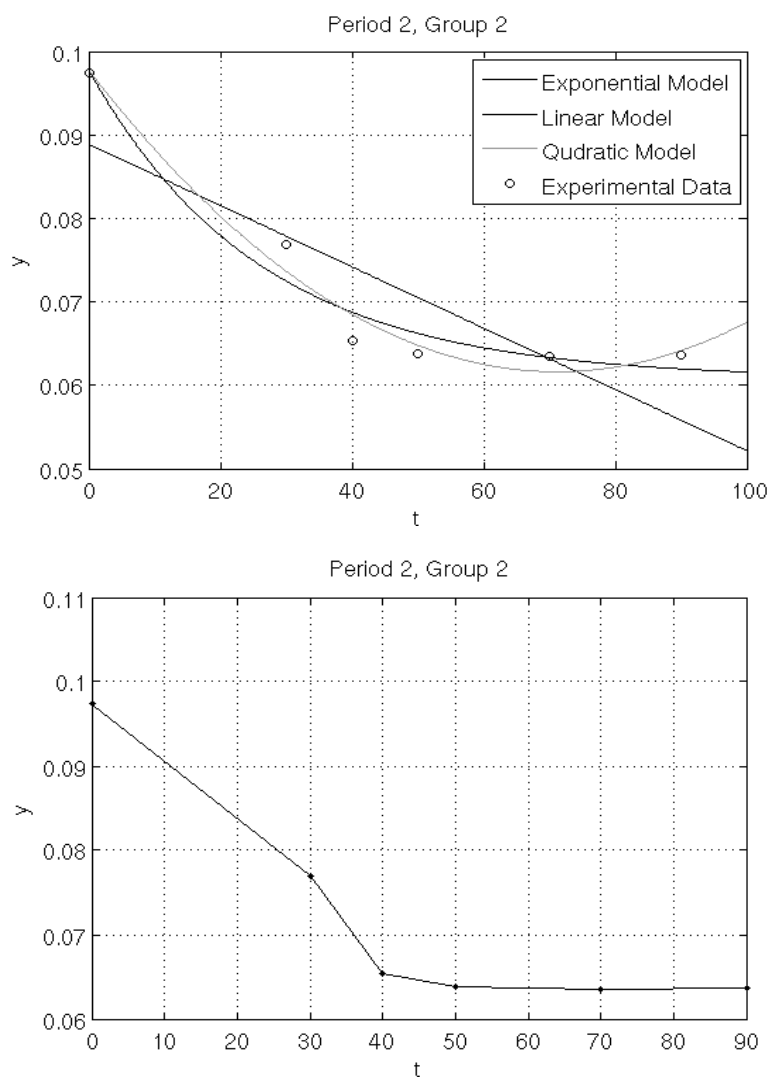


Рисунок 2 – Теоретичні та експериментальні дані визначення зміни ступеня ненасиченості (Group 2) для періоду (Period 2) експлуатації полімерної плівки.

Довірні інтервали для коефіцієнтів цих моделей з довірною ймовірністю 95% – у таблицях 1–3.

Таблиця 1. Параметри експоненційної моделі та довірні інтервали для них

параметр	значення	нижня границя	верхня границя
b_1	0,036967	0,020087	0,053847
b_2	0,038310	-0,006501	0,083121
b_3	0,060797	0,047405	0,074190

Таблиця 2. Параметри лінійної моделі та довірні інтервали для них

параметр	значення	нижня границя	верхня границя
b_1	0,088914	0,071578	0,106249
b_2	-0,000367	-0,000684	-0,000051

Таблиця 3. Параметри квадратичної моделі та довірні інтервали для них

параметр	значення	нижня границя	верхня границя
b_1	0,09773	0,088797	0,106671
b_2	$-1,014516 \times 10^{-3}$	$-1,42709 \times 10^{-3}$	$-6,019437 \times 10^{-4}$
b_3	$7,125623 \times 10^{-6}$	$2,817292 \times 10^{-6}$	$1,143395 \times 10^{-5}$

Вибіркові дисперсії моделей за розрахунками мають значення:

$$\begin{aligned} D_{\text{exp}} &= 1,315961 \times 10^{-5}; \\ D_{\text{lin}} &= 6,41052 \times 10^{-5}; \\ D_{\text{quad}} &= 8,54736 \times 10^{-5}. \end{aligned} \quad (5)$$

Найкращою є експоненційна модель. Але порівняння її з лінійною показує, що зменшення дисперсії у 4,87 разів насправді не є суттєвим:

$$\frac{D_{\text{lin}}}{D_{\text{exp}}} = 4,87136 < F_{0,95}(3, 4) = 6,5914.$$

Таким чином, для підтримки математичного моделювання розроблені та використані для розрахунків системи комп'ютерної математики [5], які дозволяють створювати формальні і блокові моделі як простих, так і складних процесів, легко міняти параметри моделей в ході моделювання. Блокові моделі представлені блоками (найчастіше графічними), набір і з'єднання яких задаються діаграмою моделі.

Висновки.

1. Точка перемикання $t_0 = 15,953354$ (рис. 1), саме у цій точці досягається найбільша швидкість зростання функції $y = f(t)$, яка дорівнює $1,123580 \times 10^{-4}$. Найбільша швидкість спадання – у кінцевій точці $t_{\text{max}} = 90$; вона дорівнює $2,1893 \times 10^{-4}$. Вибіркова дисперсія цієї моделі $D = 2,1476 \times 10^{-7}$.

2. Найбільші швидкості спадання функції $y = f(t)$ (рис. 2) в усіх трьох моделях досягаються у початковій точці $t = 0$; і вони дорівнюють: 0,001416 для експоненційної моделі, 0,000367 для лінійної та 0,0010145 для квадратичної.

3. Найкращою є квадратична модель, але з теоретичних міркувань (кінетика процесу окиснення) обираємо експоненційну.

4. Математична модель в якісному плані відповідає загальній картині процесу утворення ненасичених груп при експлуатації поліетиленової плівки у осінній період і може використовуватись для прогнозування терміну її роботи.

Література

1. Бухкало С.И. Деякі властивості полімерних відходів у якості сировини для енерго- і ресурсозберігаючих процесів // Інтегровані технології та енергозбереження. – Х.: НТУ «ХПІ». 2014. – № 4. – с. 29–33.

2. Бухкало С.И. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах (інноваційні заходи) [текст] підручник. Київ «Центр учбової літератури»: 2014, 456 с.

3. Бухкало С.И. К вопросу энергосбережения процесса агломерирования полимерной упаковки / Інтегровані технології та енергозбереження // 2005. – № 2. – С. 29–33.

4. Бухкало С.И. Применение математического моделирования для комплексных предприятий по переработке отходов / С.И. Бухкало, С.Е. Гардер, О.Ю. Химич и др. // Вісник НТУ «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ». 2012. – № 10. – с. 7–78.

5. Иглин С.П. Теория вероятностей и математическая статистика на базе MATLAB. Учебное пособие – Харьков: НТУ «ХПИ», 2006. – 612 с.

ДИФУЗИЯ ВОЛОГИ І ТЕПЛОТИ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

Вступ. Більшість технологічних процесів післязбиральної обробки і зберігання зерна пов'язані із дифузією води в тілі зернини та на границях фазових середовищ. Знаючи закономірності переміщення води в тілі зернини (шару зерна) і теплоти, фазового та міжфазового вологообміну можна керувати вологістю тіла зернини (шару зерна) та тривалістю процесу вологообміну, а отже і організувати технологію заданого управління вологістю і температурою зерна.

Актуальність. Процеси дифузії води в зерні окремих культур добре досліджені науковцями для стаціонарних умов. Встановлено коефіцієнти пропорційності в емпіричних рівняннях дифузії, тобто коефіцієнти дифузії води в капілярах капілярно-пористих колоїдних тілах. Досліджено вплив факторів перемінної води, температури та розмірів тіла зернини на коефіцієнт внутрішньокапілярної дифузії. Проте ці досліджені закономірності мають обмежене практичне застосування оскільки їх важко пов'язати із реальними умовами вологообміну для шару зерна товщиною 0,1...0,4 м, перемінного значень вологовмісту і температури фазових середовищ в шарі зерна.

В даній роботі викладено результати аналітичних досліджень дифузії води в капілярно-пористих колоїдних тілах різного хімічного складу, температури, вологості й розмірів тіла. Результати роботи можуть бути використані для прикладного застосування.

Матеріали та методи. Дифузія води, капілярно-пористі колоїдні тіла, математичні, статистичні, аналітичні.

Результати та обговорення. Найбільш докладніше представлені результати дослідження особливостей значень коефіцієнта внутрішньокапілярної дифузії від хімічного складу (культури) та вологості тіла зернини в роботах Рафаловича і Єгорова. В узагальненому вигляді ці результати досліджень зручно представив А.С. Гінзбург [1] в табл.1

Таблиця 1 – Теплофізична характеристика зернового шару
(за Рафаловичем і Єгоровим)

Культура	Вологість на суху речовину, %	Об'ємна маса ρ , кг/м ³	Питома теплоємність c , ккал/(кг·град)	Коефіцієнт температуропровідності $\alpha \cdot 10^4$ м ² /год	Коефіцієнт теплопровідності λ , ккал/(м·год·град)
Пшениця м'яка	11,1	750	0,42	3,69	0,116
Пшениця	10	--"	0,35	3,0	0,080
	15	--"	0,40	3,25	0,090
	20	--"	0,45	3,50	0,100
	25	--"	0,50	--	0,110
Пшениця	0,7	770	--	3,34	--
	11,5	780	--	3,08	--
	16,8	765	--	2,95	--
	25,5	743	--	2,88	--
Кукурудза	0,9	755	--	3,67	--
	10,9	743	--	3,38	--
	25,2	725	--	3,13	--
	32,8	710	--	3,20	--
Кукурудза гібрид	13,8	775	0,353	14,0	0,382
	20,8	740	0,483	12,2	0,444
	29,2	755	0,490	11,1	0,490

Для зерна пшениці різного вологовмісту та температури Казаков Є.Д. наводить дані, представлені в табл.2:

Таблиця 2 – Значення коефіцієнту внутрішньої дифузії води для зерна пшениці ($\alpha_m \cdot 10^{10}$, м²/с)

Вологовміст u , кг/кг	Температура, °К (°С)		
	293 (20)	313 (40)	328 (55)
0,44	1,72	6,03	14,5
0,42	1,70	5,86	14,0
0,40	1,70	5,70	13,4
0,38	1,67	5,53	12,8
0,36	1,67	5,36	12,2
0,34	2,87	9,0	20,2
0,33	3,81	11,80	26,4
0,31	3,31	8,0	4,9
0,29	2,50	4,89	7,9

Нікітіна Л.М. для зерна пшениці різного вологовмісту отримала відмінні дані коефіцієнта дифузії води від вище наведених даних Казакова Є.Д. (табл.3)

Таблиця 3 – Значення коефіцієнту внутрішньої дифузії води для зерна пшениці

Вологовміст u , кг/кг	$\alpha_m \cdot 10^9$, м ² /с
0,131	3,77
0,15	2,5
0,20	0,33
0,25	0,11
0,27	0,10

Значно відмінні від викладених в таблиця 2 і 3 коефіцієнти внутрішньокапілярної дифузії води отримали Шубін А.С, Ленський А.А. та Меленевська Н.М. при використанні радіоактивного гідрогену для зерна жита, ячменю та вівса викладених в табл.4:

Таблиця 4 – Значення коефіцієнту внутрішньої дифузії води для зерна жита, ячменю та вівса

Вологовміст u , кг/кг	$\alpha_m \cdot 10^9$, м ² /с
0,793	1,84
0,673	0,72
0,638	0,572
0,473	0,0326
0,400	0,0268
0,292	0,0160
0,160	0,0143
0,113	0,0495

Більш розгорнуті дослідження з встановлення коефіцієнта внутрішньої дифузії α_m для плодів різних зернових культур за даними Нікітіної та Кучмель представлені в табл.5. Ці результати перекликаються із наведеними в таблицях 2 і 3.

Таблиця 5 – Значення коефіцієнту внутрішньої дифузії води для плодів зернових культур (за Нікітіної та Кучмель)

Культура	$\bar{u}$, кг/кг	Θ , °С	$\alpha_m \cdot 10^8$, м ² /с	Культура	$\bar{u}$, кг/кг	Θ , °С	$\alpha_m \cdot 10^8$, м ² /с
Пшениця	0,13	20	0,377	Овес	0,13	30	2,5
	0,15		0,250		0,15		1,5
	0,20		0,033		0,20		0,167

Продовження Таблиці 5

	0,25		0,011		0,25		0,083
	0,27		0,010		0,27		0,042
Гречка	0,13	20	0,372	Жито	0,13	30	0,125
		45	0,467		0,15		0,089
	0,15	20	0,250		0,20		0,046
		45	0,381		0,25		0,031
		60	0,447		0,27		0,025
	0,20	20	0,064	Кукурудза	0,13	30	0,208
		45	0,222			45	0,344
		60	0,272		0,15	30	0,128
	0,25	20	0,028			45	0,247
		45	0,131		0,20	30	0,047
		60	0,172			45	0,114
	0,27	20	0,025			60	0,139
		45	0,111		0,29	30	0,031
		60	0,142			60	0,100
Ячмінь	0,13	30	0,556	Ячмінь	0,20	30	0,083
	0,15		0,333		0,22		0,056

Наведені результати досліджень коефіцієнта внутрішньокапілярної дифузії в таблицях 2-5 підпорядковані другому закону термодинаміки щодо зв'язку швидкості перебігу волого обмінних процесів із температурою середовищ і в узагальненому вигляді представленого відомою формулою (1):

$$\alpha_m = \alpha_0 \cdot \left(\frac{\theta + T}{T} \right)^n \quad (1)$$

Де ступінь n за даними різних авторів набуває значень від 6 – 8, за Гінзбургом А.С., до 16 – 18, за даними Страхової Т.В.

За нашими дослідженнями коефіцієнту внутрішньокапілярної дифузії вологи при конвективному масообміну нерухомого шару зерна пшениці методом перемінних значень коефіцієнта зовнішнього тертя було підтверджено дані Страхової Т.В. За нашими даними при розрахункових формулах сипкості значення степені n слід приймати $n=14-16$.

Якщо щодо зв'язку коефіцієнту внутрішньокапілярної дифузії вологи α_m експериментальні дані більшості науковців накладаються, то щодо впливу вологості ми спостерігаємо деякі розбіжності. Так за експериментальним даними викладеними в табл. 2, 3 і 5 ми спостерігаємо зворотну залежність α_m від вологості зерна.

Висновки

1. Коефіцієнт внутрішньокапілярної дифузії вологи α_m в степеневій залежності перебуває від температури тіла зерна і в зворотній – вологовмісту.

2. Із зменшенням розмірів тіла зернини та збільшенням вмісту гідрофільних складових – коефіцієнт α_m зростає.

Література.

1. Гросул Л.Г. Механіко-технологічні основи процесів та агрегатного устаткування для виробництва круп// Автореф. дис. доктора техн. наук – Одеса, ОДАХТ, 2002, – 37с.
2. Гапонюк І.І. Управління пошаровим в об'ємі капілярно-пористого тіла градієнтом вологи// Вісник ХНТУСГ ім. Василенка, Вип.166 "Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв", Харків – 2015, - С.208 – 213.

УДК 663.8, 664.782

Прибильський В.Л., д.т.н., професор

Олійник С.І., к.т.н., доцент

Нгуен Фіонг Донг, Карпюк І.С., Ренейський І.В.,

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

ТЕРМІЧНА ОБРОБКА ЗЕРНА РИСУ У ТЕХНОЛОГІЇ ФЕРМЕНТОВАНОГО НАПОЮ

Вступ. На сьогодні в Україні та світі все частіше стикаються з целиакією - вродженим захворюванням, пов'язаним з неможливістю переносити особливу фракцію рослинного білка (глютену). Згідно з національною програмою розширення сировинної бази рису перспективною є розробка науковообґрунтованих технологій ферментованих напоїв з імуномодуючими властивостями, стимулюванням обмінних процесів організму та для харчування хворих на целиакію.

В складі рисового зерна міститься вісім незамінних амінокислот, вітаміни групи В, мінеральний склад, представлений калієм, кальцієм, цинком, фосфором, залізом і ін., які сприяють оздоровленню усіх систем організму людини. Рис, в Китаї, Кореї, Японії та інших країнах, називають як той що «надає життєву силу», а напої з нього вважають цілющими. [1]

Найбільш поширеним і відомим ферментованим напоєм з рису є sake, близькими до його технології є пиво або квас. В їх технології є стадії розварювання зернової сировини, оцукрювання ферментами зернового солоду і зброджування дріжджами, але міцність напоїв є різною. [2]

Актуальність теми. Проведені попередні дослідження показали, що використання рису та натуральних напівфабрикатів дадуть змогу отримувати ферментовані напої з оригінальним смаком, антиоксидантними та імуномодуючими властивостями, тому удосконалення технології, зокрема приготування рисового суслу, є актуальною проблемою.

Матеріали та методи. У дослідженнях використовували: зерно рису («білий») сорту «Агат», наданий НДІ рису НААН України згідно ДСТУ 4965, воду питну згідно ДСанПіН 2.2.4-171.

Результати та обговорення. На основі результатів проведених досліджень встановлено, що оптимальний гідромодуль становить 1:4-1:5, раціональна кількість ферментного препарату Termamyl SC становить від 0,35 од. до 0,65 од. на 1 г крохмалю, ферментного препарату San Super 240 L - від 5 од. до 6 од. на 1 г крохмалю при виході екстракту - 80,4%.

Доцільність попередньої термічної обробки зерна рису перед приготуванням суслу встановлювали за способами обробки: №1 - сусло з рису без термічної обробки; №2 - сусло з рису після термічної обробки протягом 15 хв.; №3 - сусло з рису після термічної обробки протягом 15 хв. і розварювання протягом 20 хв. Дисперсність рисових зерен після термічної обробки і без неї - 1 мм.

Встановлено, що термічна обробка (№2 і №3) призводить до уповільнення процесу бродіння (до 9-10%), що обумовлено наявністю барвних сполук і зменшенням вмісту цукрів і амінного азоту, які необхідні для розвитку дріжджів. Зразок квасу №3 мав специфічний неприємний смак, тому можна зробити висновок про недоцільність такого способу.

Висновок. Отримані результати підтвердили придатність використання зерна рису сорту «Агат» без його попередньої термічної обробки в технології безалкогольних ферментованих напоїв і необхідність подальшого розроблення композиції готового квасу.

Література

1. Макаров, С.Ю. Технология сакэ / С.Ю. Макаров // Лекции для студентов по направлению подготовки "Продукты питания из растительного сырья" Рукопись. — М.: МГУТУ, 2011. — 80 с.
2. Шпак, Т.М. Сучасні сорти рису для півдня України/ Т.М. Шпак, Д.В. Шпак, З.З. Петкевич, Д.П. Паламарчук// Зрошувальне землеробство. Збірник наукових праць. – 2012. – вип. 58. – С. 129-131.

ОСОБЛИВОСТІ КІНЕТИКИ СОРБЦІЇ ВОЛОГИ ЗЕРНИНАМИ РІЗНИХ РОЗМІРІВ

Вступ. Для приведення зерна в стійкий стан зберігання його вологість зменшують до так називаємого критичного стану, або вологовмісту. Проте залежно від параметрів довкілля зерно, як капілярно-пористе колоїдне тіло, неперервно перебуває в процесі динамічного вологообміну із довкіллям. За підвищеної температури та вологості довкілля зерно може сорбувати вологу і його вологість може перевищувати критичний вологовміст.

Зважаючи на особливості структурної будови каркасу тіла зернини, швидкість внутрішньокапілярної дифузії води розраховують за коефіцієнтом внутрішньокапілярної дифузії α_m . Значення α_m є досить малими і для стандартних умов коливаються в межах $\alpha_m = (0,3 \dots 0,65) \cdot 10^{-7} \text{ м}^2/\text{с}$. Тобто процеси сорбції-десорбції і внутрішньокапілярної дифузії є досить повільними для нормальних умов.

Актуальність. Сухе зерно може змінювати свою вологість в середовищі з перемінними параметрами температури, вологості й тиску довкілля. Для практичного застосування є важливим знати:

- а) швидкість сорбції води зерном за температур довкілля;
- б) особливості сорбції води тілом зернини різних розмірів.

В даній роботі викладено результати досліджень особливостей сорбції води зерном кукурудзи різних розмірів за різних значень температури довкілля.

Матеріали та методи. Прикладні дослідження, математичні, статистичні.

Результати та обговорення. Зазначені дослідження кінетики сорбції виконані за трьох різних значень температури довкілля - 20 °С, 30 °С і 40 °С із зерном трьох фракцій на кафедрі технології зберігання і переробки зерна. Зерно кукурудзи урожаю 2015 року очищали й поділяли на фракції за розміром на лабораторному ситовому сепараторі. Крупну фракцію (КФ) отримували сходом з сита Ø12, середню (СФ) – проходом Ø12 і сходом Ø6 і дрібну (ДФ) – проходом сита Ø6 мм. Вихідні дані для зерна різних фракцій представлено в табл.1.

Таблиця 1 – Вихідні дані зернин кукурудзи різних розмірів

Показники	Од.виміру	Зерно крупної фракції	Середньої фракції	Дрібної фракції
Вологість W_0 ,	%	11,8	11,8	11,8
Маса 1000 зерен,	г	372	203	108
Об'єм 1000 зернин,	см ³	310	180	90
Густина ρ ,	кг/м ³	1200	1190	1205

Кінематичні показники сорбції води зерном отримували прямими вимірами: початкову вологість в сушильній шафі СЕШ-3, а поточні показники перемінної вологості – по різниці мас із віднесенням на відносну масу. Інші показники – розрахунковим способом.

На рис.1 представлено кінетику сорбції води зерном кукурудзи крупної фракції при температурі довкілля 20 °С, 30 °С і 40 °С. На рис.2 представлено ту ж саму кінетику для зернин середньої фракції за тих же температур довкілля і на рис. 3 представлено ту ж кінетику для зерна кукурудзи дрібної фракції за тих же параметрів довкілля.

Як видно із представлених залежностей зміни вологості зернин кукурудзи різних розмірів від температури довкілля, вологість перебуває в лінійній залежності від тривалості фазової (міжфазової) взаємодії, температури середовища та в зворотній – від розмірів тіла

Кінетика сорбції води зерном кукурудзи

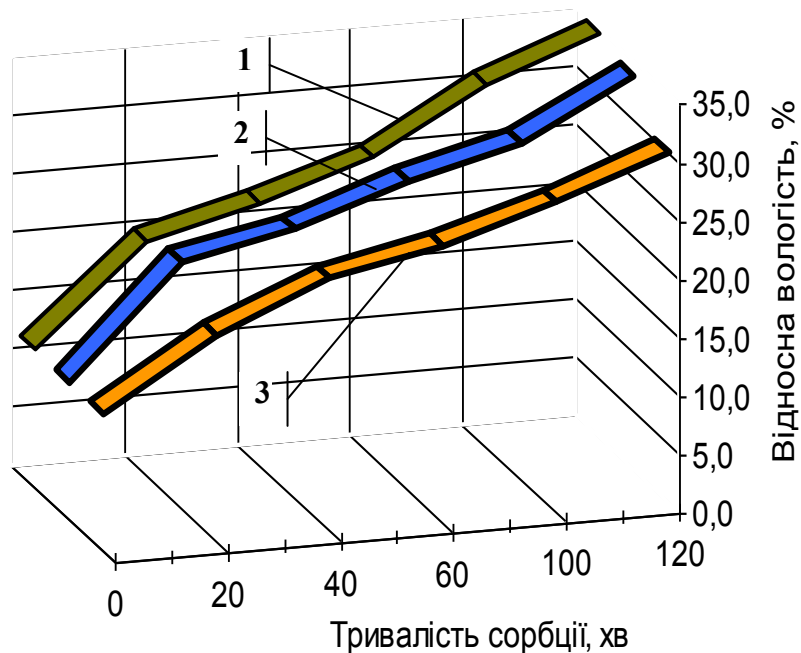


Рисунок 1 – Кінетика сорбції води зерном кукурудзи крупної фракції: 1 – при температурі 20 °С, 2 – при температурі 30 °С і 3 – при температурі 40 °С.

Кінетика сорбції води зерном кукурудзи середньої фракції

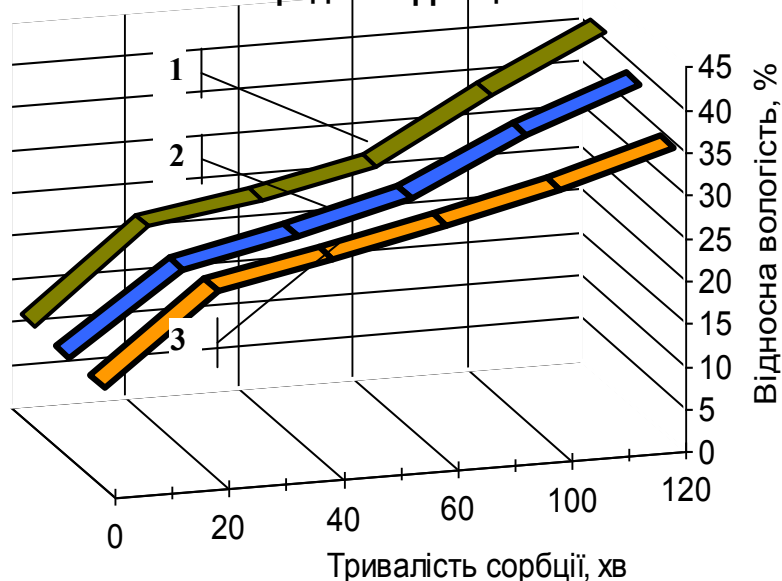


Рисунок 2 – Кінетика сорбції води зерном кукурудзи середньої фракції: 1 – при температурі 20 °С, 2 – при температурі 30 °С і 3 – при температурі 40 °С.

температури фазових середовищ на кожні 10°С інтенсивність сорбції води зерном зростає на 2,5...3,5 %/год. Більші значення інтенсивності сорбції води тілом зернини відповідають зернинам менших розмірів, менші значення – більшим (рис.1...3). Це знаходить своє пояснення в площі активної поверхні тіла.

зернин. В узагальненому вигляді кінетику вологості зернин можна описати рівнянням (1):

$$\frac{\partial W}{\partial \tau} = a \cdot \theta + \frac{b}{d} + c; \quad (1)$$

Для зерна кукурудзи крупних розмірів тіла зернин, підставивши коефіцієнти пропорційності, отримаємо напівемпіричні залежності кінетики вологості від тривалості взаємодії та температур довкілля 40 °С (2), 30 °С (3) і 20 °С (4):

$$W = 4,3 \cdot \tau + 9,4 \quad (2)$$

$$W = 3,9 \cdot \tau + 10,6 \quad (3)$$

$$W = 3,4 \cdot \tau + 9,9 \quad (4)$$

Для зерна кукурудзи середніх розмірів тіла зернин, аналогічні напівемпіричні залежності кінетики вологості для температур довкілля 40 °С (5), 30 °С (6) і 20 °С (7):

$$W = 5,3 \cdot \tau + 8,5 \quad (5)$$

$$W = 4,9 \cdot \tau + 8,6 \quad (6)$$

$$W = 4,0 \cdot \tau + 11,0 \quad (7)$$

Виконавши відповідні обрахунки кінетичних залежностей для зернин невеликих розмірів кукурудзи, отримаємо відповідні напівемпіричні рівняння 8, 9 і 10 для температури фазових середовищ 40 °С (5), 30 °С (6) і 20 °С відповідно:

$$W = 7,8 \cdot \tau + 7,1 \quad (8)$$

$$W = 7,6 \cdot \tau + 7,3 \quad (9)$$

$$W = 6,2 \cdot \tau + 9,6 \quad (10)$$

Як видно із наведених даних, із зростанням

Дослідами та емпіричними залежностей встановлено залежність інтенсивності сорбційних процесів від розмірів тіла зернини для перемінних значень температури фазових середовищ. Для трьох фракцій зернин кукурудзи встановлено більші значення інтенсивності сорбції води середньої фракції від крупної на 3 % води за год, а дрібної – більші значення на 9 % води за год, порівняно із середньою фракцією, та 12 % води за годину – порівняно із крупною фракцією.

Тобто в діапазоні перемінних температур фазових середовищ 20...40 °С більш значимим фактором впливу на інтенсивність сорбційних процесів води є фактор розмірів тіла зернини. Це можна пояснити розміром границі взаємодії фазових середовищ. Із зменшенням розмірів тіла зернини відповідно зростає питома площа поверхні тіла (F/V):

$$F = \pi \cdot R \left[R + \sqrt{l^2 + R^2} \right] \quad (11)$$

$$\text{де } R = (a - b) / \pi + b / 2 \quad (12)$$

$$V = k \cdot a \cdot b \cdot l \quad (13)$$

Із зменшенням лінійних розмірів тіла зернини (a , b , l), відношення (F/V) прямо пропорційно зростає, а отже зростає питома надходження (сорбція) води.

За отриманих експериментальних досліджень для зерна кукурудзи, зі зменшенням лінійних розмірів тіла зернини більш як вдвічі ($K\Phi$ і $D\Phi$), - більш як вдвічі зростає питома надходження води, а отже відповідно і швидше змінюється вологість дрібнішого тіла.

Очевидно, що така тенденція залежності води зернини від розмірів його тіла може бути прийнятною і для плодів інших зернових культур.

Висновки

1. За умов взаємодії сухого зерна кукурудзи із максимально вологим середовищем крупна фракція зернин сорбує воду повільніше від дрібніших за розміром зернин від 45 до 95 %. Так інтенсивність сорбції крупної фракції змінюється від 0,3 % до 0,6 % води за хвилину для перемінних температур від 20 до 40 °С, середньої фракції від 0,5 до 0,7 і дрібної фракції – від 0,6 до 0,8 % води за хвилину.

2. Отримано напівемпіричні рівняння дифузії води зернинами кукурудзи різних розмірів для різних значень температури фазових середовищ.

3. Встановлено, що із досліджуваних факторів впливу на сорбційні процеси найсуттєвішим є питома площа поверхні тіла зернини (F/V) та дещо меншого впливу – температура фазових середовищ.

4. З високою вірогідністю можна стверджувати, що отримана залежність змінення води зерна для тіла різних розмірів може бути використана і для кінетики сорбції плодів інших зернових культур.

Література

1. Гапонюк І.І. Сипкість зерна і сепарація // The Ukrainian Farmer.–липень 2013–С.80–81;
2. I.Gaponyuk. ENERGY-SAVING TECHNOLOGY OF THE MOIST GRAIN SEPARATION // The second north end east European congress on food. – may 2013 – NUFT, Kyiv, Ukraine – P. 206;
3. Гросул Л.Г. Механіко-технологічні основи процесів та агрегатного устаткування для виробництва круп// Автореф. дис. доктора техн. наук – Одеса, ОДАХТ, 2002, – 37с.
4. Тищенко Л.М. Интенсификация сепарирования зерна// – Харьков: – Основа. – 2004. – 222 с.
5. Гапонюк І.І. Управління пошаровим в об'ємі капілярно-пористого тіла градієнтом води// Вісник ХНТУСГ ім. Василенка, Вип.166 "Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв", Харків – 2015, - С.208 – 213.

УДК 664.72

Гапонюк І.І., д.т.н.,

Буляндра О.Ф., д.т.н.,

Харченко В.Г.

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

СТРУКТУРНО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЗЕРНА РІЗНОЇ ВОЛОГОСТІ

Вступ. У виробничій діяльності вологість зерна зібраного урожаю може змінюватися в широкому діапазоні. Найбільший діапазон вологості характерний для пізніх культур. Так відносна вологість (вологість) кукурудзи зібраного урожаю може змінюватися від 20...30 %, в посушливі роки, до 45...50 % і більше – у періоди з надмірними опадами. Впродовж останніх, 2010 – 2014, років середньозважена вологість зібраного зерна коливалася в межах 30...35 %.

Для приведення зерна в стійкий стан зберігання його, поряд з іншими технологічними операціями, зневоджують до так називає мого критичного вологовмісту. Для зерна кукурудзи це 14 %.

Актуальність. У виробничій діяльності маємо зерно різної вологості. Для транспортно-технологічних завдань важливо враховувати особливості структурно-механічних властивостей зерна різної вологості. Очевидним є і те, що зерно різної вологості має різний об'єм, що також слід враховувати при його зберіганні. Особливо це стосується питань розміщення на зберігання зерна, гравітаційного переміщення і його сепарування.

Матеріали та методи. Прикладні дослідження, математичні, статистичні.

Результати та обговорення. Дослідження були виконані на кафедрі технології зберігання і переробки зерна. Зерно кукурудзи урожаю 2015 року очищали й поділяли на фракції за розміром на лабораторному ситовому сепараторі. Крупну фракцію (КФ) отримували сходом з сита Ø12, середню (СФ) – проходом Ø12 і сходом Ø6 і дрібну (ДФ) – проходом сита Ø6 мм. Вихідні дані для зерна різних фракцій представлено в табл.1.

Таблиця 1 – Вихідні структурно-механічні властивості зерна кукурудзи

Фракція	Сита	Вологість W_0 , %	Маса 1000 зерен, г	Об'єм 1000 зернин, см ³	Густина ρ , кг/м ³
Крупна	–/Ø12	11,8	372	310	1200
Середня	Ø12/Ø6	11,8	203	180	1190
Дрібна	Ø6/–	11,8	108	90	1205

Розміри зернин, їх відносну вологість, масу 1000 зерен і об'єм встановлювали прямими вимірами. Інші показники – розрахунковим способом.

В таблиці 2 представлено порівняльні показники сухого (критичної вологості) і вологого зерна кукурудзи.

За результатами досліджень встановлено складну залежність структурно-механічних властивостей тіла зернини від його вологості. Із зростанням вологості зернин на 1 %, маса їх відповідно зростає такою на 1 %, що й очевидно. Проте об'єм тіла зернини на кожен відсоток збільшення вологості зростає нерівномірно для зернин різних розмірів. Для зернин крупної фракції зростання об'єму є найбільшим і становить 3,2 % на кожен відсоток збільшення вологості зерна. Середньої фракції це збільшення є дещо меншим, порівняно із крупною фракцією, і становить 1,8 %. А для найменших зернин дрібної фракції зростання об'єму лише в межах 1,5 % на кожен відсоток збільшення його вологості, що є вдвічі меншим від крупних зернин.

Із наведених в таблиці 2 даних видно, що із збільшенням вологості зерна густина його не лише не зростає, а зменшується. Це протирічить розрахунковим даним, виконаним за законом Копа. Оскільки очевидним є те, що із заміщенням легшої частки складової зернини,

у нашому випадку газоподібної в порах тіла зернини, на важчу (вологу) – густина мусить пропорційно зростати. Проте в прикладних дослідженнях спостерігаємо зворотне. І чим менші розміри тіла зернини, тим суттєвішою є зворотна залежність густини тіла від його вологості. Для зернин крупної фракції зменшення густини становить лише 0,9 % на кожен відсоток зростання відносної вологості. Середньої фракції – 3,5 %, а дрібної – аж 10 % зменшення густини на кожен відсоток зростання вологості. Скоріше за все це можна пояснити складними процесами структурних змін скелету тіла зернини пов'язаних із нерівномірним збільшенням об'єму тіла зернин при зростанні їх вологості.

Таблиця 2 – Порівняльні показники зерна кукурудзи різної вологості

Показники	Од. виміру	Вологість крупної фракції		Вологість середньої фракції		Вологість дрібної фракції	
		W = 11,8 %	W = 30,1 %	W = 11,8 %	W = 30,5 %	W = 11,8 %	W = 32,2 %
Маса 1000 зерен	кг	0,372	0,439	0,203	0,241	0,108	0,130
Приріст маси 1000 зерен	кг/%		0,67/18,0		0,38/18,7		0,22/20
Об'єм 1000 зерен	м ³	$3,1 \cdot 10^{-4}$	$3,6 \cdot 10^{-4}$	$1,8 \cdot 10^{-4}$	$2,1 \cdot 10^{-4}$	$0,9 \cdot 10^{-4}$	$1,2 \cdot 10^{-4}$
Приріст об'єму	м ³ /%		$0,5 \cdot 10^{-4}/16,1$		$0,3 \cdot 10^{-4}/16,7$		$0,3 \cdot 10^{-4}/33$
Густина зернин	кг/м ³	1200	1189	1190	1148	1205	1083
Приріст густини	(кг/м ³)/%		-11/(-0,9)		-42/(-3,5)		-122/(-10,1)
Кут зовнішнього тертя	град	16...20	16...22	16...20	16...22	16...20	17...21

Висновки

1. Структурно-механічні властивості зернин різних розмірів однієї і тієї самої культури змінюються неоднаково із зміненням їх вологості.
2. Кут зовнішнього тертя для зернин кукурудзи різних розмірів не особливо залежить від вологості, а більшою мірою – від форми та стану поверхні тіла зернин.
3. Маса зернин різних фракцій суттєво відрізняється. Зернини дрібної фракції в 3,4 рази легші крупної фракції, а їх об'єм відповідно менший.
4. Зростання об'єму тіла зернин дрібної фракції на кожен відсоток зростання його вологості вдвічі перевищує цей показник зернин крупної фракції.
5. Густина зернин дрібної фракції більш суттєво залежить від вологості і на порядок стрімкіше зменшується порівняно із зернинами крупної фракції.

Література

1. Гапонюк І.І. Сипкість зерна і сепарація // The Ukrainian Farmer.–липень 2013–С.80–81;
2. I.Gaponyuk. ENERGY-SAVING TECHNOLOGY OF THE MOIST GRAIN SEPARATION // The second north end east European congress on food. – may 2013 – NUFT, Kyiv, Ukraine – P. 206;
3. Гросул Л.Г. Механіко-технологічні основи процесів та агрегатного устаткування для виробництва круп// Автореф. дис. доктора техн. наук – Одеса, ОДАХТ, 2002, – 37с.
4. Тищенко Л.М. Интенсификация сепарирования зерна// – Харьков: – Основа. – 2004. – 222 с.

УДК 664.85.55

Мельнічук О.Є. к.т.н

Сельський В.Р. к.б.н.

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя (ТНТУ),
м. Тернопіль, Україна*

МІКРОБІОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВЕРХНЕВОЇ МІКРОФЛОРИ БАТАТУ

Вступ. Наша держава одна з небагатьох країн, яка обрала за пріоритет агропромислове виробництво та експорт свіжих овочів і фруктів. Оскільки, в Європі є велика потреба у таких продуктах, які не мають широкого розповсюдження в Україні. Це, насамперед, – броколі, батат, шафран, аспарагус (спаржа). І завдяки UHBDP (Український проект бізнес розвитку продовольства за фінансової підтримки уряду Канади, у багатьох регіонах України вже почали вирощування цих культур, оскільки вони мають перспективу.

Аналіз стану проблеми показав, що обсяг виробництва та переробки таких видів сировини в Україні, знаходяться не на належному рівні. Практично відсутні технології промислової переробки батату та продуктів й інгредієнтів з нього.

Навпаки, передові країни, що мають розвинене сільське господарство та достатній аграрний і науковий потенціал, значну увагу приділяють переробці батату, спаржі, броколі, топінамбуру. За результатами досліджень, які проводяться виникає необхідність не тільки вирощування таких видів сировини, але й створення цінних видів продукції.

Тому, важливо продовжувати дослідження та науково обґрунтовувати особливості технологічної підготовки нетрадиційних видів сировини (батату) до консервування.

Актуальність. Миття сировини – це відповідальний технологічний процес, який проводять після її сортування та інспекції, але для деяких видів сировини його проводять перед цими операціями. До таких видів сировини й належать коренеплоди. В процесі миття необхідно видалити з поверхні сировини механічні домішки (грунт, пісок), а також змити мікроорганізми.

З літератури відомо, [1] що часточки забруднень утримуються на твердих поверхнях завдяки силам міжмолекулярного притягання на границі двох твердих фаз. Величина цих сил є достатньо значною та залежить від будови молекул та відстані між ними. Виходячи з того перша й головна мета процесу миття полягає в тому, щоб відокремити забруднені часточки від поверхні до якої вони прилипли. Це буде можливо, у тому випадку, якщо будь яким шляхом буде збільшена відстань між частинками та поверхнею, яку необхідно помити.

Як відзначає Дмитрієв С.Д. [1] таке відокремлення забруднених часточок від поверхні може виникнути за рахунок набухання, тобто проникнення рідини (води) в міжмолекулярний простір забрудненої частинки, а також в зазори між частинкою та забрудненою поверхнею. Відповідно, для такого ефективного проникнення рідини в тонесенькі зазори, вона повинна добре змочувати поверхню, що очищається. При доброму змочуванні рідина розтікається по поверхні твердого тіла та всмоктується в його дрібні пори.

На жаль, вода погано змочує більшість поверхонь, особливо гідрофобних (водо відштовхуючих), до яких можна віднести покриту восковим шаром поверхню коренеплодів. Це можна пояснити перше за все тим, що сили поверхневого зціплення між молекулами води дуже великі: поверхневий натяг складає 7,3Н/м та в декілька разів перевищує поверхневий натяг, для прикладу спирту 2,2-2,4Н/м. Це і пояснює те, що спирт добре розтікається по будь яких поверхнях, а вода збирається в окремі краплі.

Розтікання рідини на поверхні твердого тіла пов'язано з поверхневою енергією на границі фаз. Як зазначає Золотін Ю.П. [2] розрізняють три міжфазні границі: тверде тіло – рідина; тверде тіло – газ; рідина – газ.

Коли сили поверхневого натягу на границі фаз взаємно урівноважені, то рідина перестає розтікатись, поверхня каплі, що розплилась утворює з поверхнею твердого тіла певний кут, який називають кутом змочування.

Дослідження, які проводились на кафедрі консервування ОНАХТ, дозволили підтвердити гіпотезу про те, що кут змочування рослинної сировини та сталі є майже однаковою величиною (цибуля – 66 °, яблука – 40 – 45 °, сталь – 40 – 45 °). Вода недостатньо добре змочує поверхні сировини та металів. Підвищити змочування, а відповідно, і миючу властивість води можна шляхом зниження поверхневого натягу, що досягається шляхом додавання до води поверхнево-активних речовини (ПАР). До таких можна віднести: спирти, органічні кислоти та особливо солі високомолекулярних жирних кислот – мила. [3]

Вода, до якої додано ПАР, це рідина зі зменшеним поверхневим натягом, тому вона має краще змочування та миючі властивості. Дмитрієв С.А запропонував схему процесу миття, яка складається з трьох стадій. Перша стадія – замочування; друга – ПАР відокремлюють забруднену частинку від поверхні та вона залишається у завислому стані. Третя стадія – утримування частинки у завислому стані до того часу, поки свіжа порція води не змиє її у каналізацію. [1]

Дослідження, проведені в Польщі показали, що великий ефект при митті фруктів та овочів мають розчини калійного мила в концентрації 0,25÷0,50% при pH7÷8. Одержано добрий ефект з мікробіологічної точки зору при митті шпинату, квасолі, томатів, але найкращі результати отримані при митті коренеплодів та грибів. [4].

Горубала А. відзначає що в стерилізованих консервах, які виготовили із сировини, яка прийшла процес миття в розчинах детергентів, виявлено значно менший відсоток бомбажу у порівнянні з консервами, які виготовлені з сировини, якумили в чистій воді. [4]

Таким чином, доцільність використання ПАР для миття сировини в консервному виробництві, не підлягає сумніву. Але тим самим є певні причини, за яких детергенти використовуються лише для миття тари та в окремих випадках для покращення змочування овочів при хімічному способі очищення. При митті сировини детергенти не використовуються.

Основна частина. Оскільки процесу миття коренеплодів приділяють дуже велику увагу, не тільки з мікробіологічної точки зору, то вибір оптимального способу є важливим.

Більшість технологій переробки будь - якої сировини передбачають її попередню підготовку: інспекцію та сортування, калібрування, миття, очищення та доочищення.

Проводячи паралелі з коренеплодами (картоплею, буряком, морквою, коренем петрушки, селери, білими коренями тощо) при підготовці яких однією з відповідальних операцій вважається операція миття; та той факт що батат відносять до коренеплодів, цьому процесу важливо приділяється особливу увагу.

Для досліджень поверхневої мікрофлори проводили змиви з поверхні батату до миття (проба 1), після першого миття (проба 2), після другого миття (проба 3).

Результати досліджень подані в таблиці 1.

Таблиця 1 – Мікробіологічні показники поверхневої мікрофлори батату до миття і після миття

(n=3, p≥0,05)

№ з/п проби	Загальне бактеріальне обсіменіння, тис. КУО/ см ³ змиву	Кількість дріжджоподібних грибів, тис. КУО/см ³ змиву
1	181±53	508±98
2	7,0±0,61	9,2±0,32
3	6,2±0,91	8,3±0,19

Аналізуючи отримані результати (табл. 1), можна стверджувати, що прослідковується значне зменшення як загального бактеріологічного обсіменіння, так і кількість дріжджоподібних грибів на поверхні батату після повторного миття.

Оскільки, початкове забруднення поверхні бульб батату є значним, тому до процесу миття для коренеплодів (батату) необхідно висувати жорсткі умови, шляхом встановлення у технологічну лінію двох послідовних мийних машин.

Врахувавши той факт, що в дослідженнях науковців ОНАХТ, [5, 6] була приділена велика увага до обґрунтування та підбору оптимальних параметрів обробки хвилями НВЧ топінамбуру, це дозволило використати даний прийом для попередньої обробки бульб батату, з метою зменшення мікробіологічного обсіменіння їх поверхні, так як вони за формою дуже схожі до топінамбуру.

Вивчали вплив НВЧ хвиль на поверхневу мікрофлору батату при різних режимах обробки: потужність 300Вт, тривалість обробки 40÷60с (проба 4); потужність 600Вт, тривалість обробки 40÷60с (проба 5); потужність 600Вт, тривалість обробки 40÷60с (проба 6). Результати досліджень подані в табл. 2 та на рис 1 та рис 2.

Таблиця 2 – Вплив НВЧ хвиль на поверхневу мікрофлору батату

(n=3, p≥0,05)

№ з/п проби	Загальне бактеріальне обсіменіння, тис. КУО/см ³ змиву			Кількість дріжджоподібних грибів, тис. КУО/см ³ змиву		
	Тривалість обробки, с.			Тривалість обробки, с.		
	40	50	60	40	50	60
4	6,3±0,57	6,0±0,49	5,8±0,39	8,0±0,54	7,5±0,60	6,9±0,64
5	5,3±0,43	5,0±0,38	4,9±0,31	7,6±0,41	6,5±0,49	5,8±0,53
6	4,1±0,21	3,6±0,37	2,8±0,44	6,1±0,28	5,6±0,29	4,3±0,30

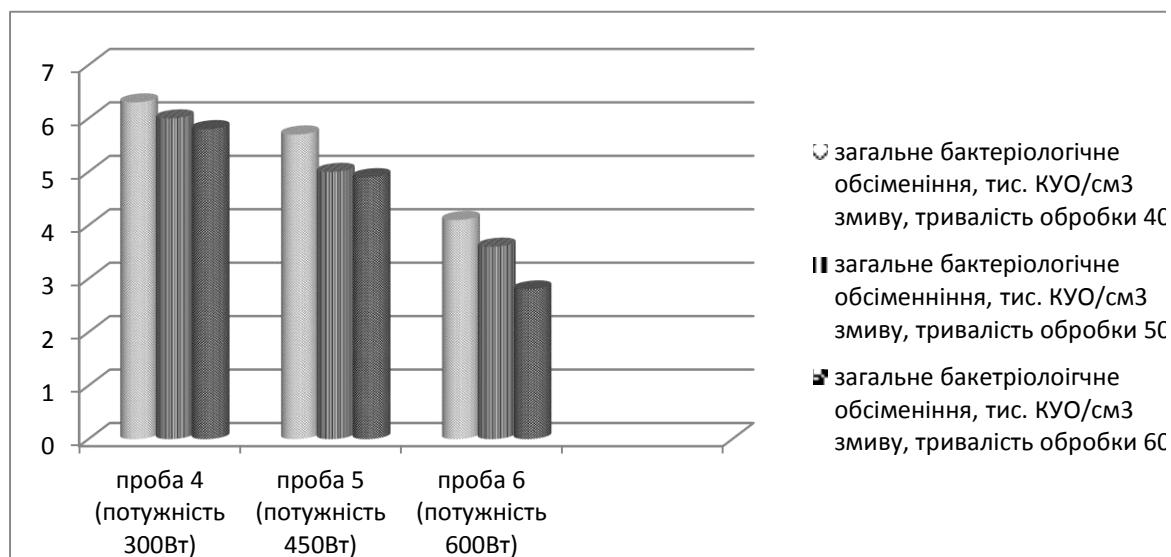


Рисунок 1 - Вплив НВЧ хвиль на поверхневу мікрофлору батату (загальне бактеріологічне обсіменіння, тис. КУО/см³ змиву)

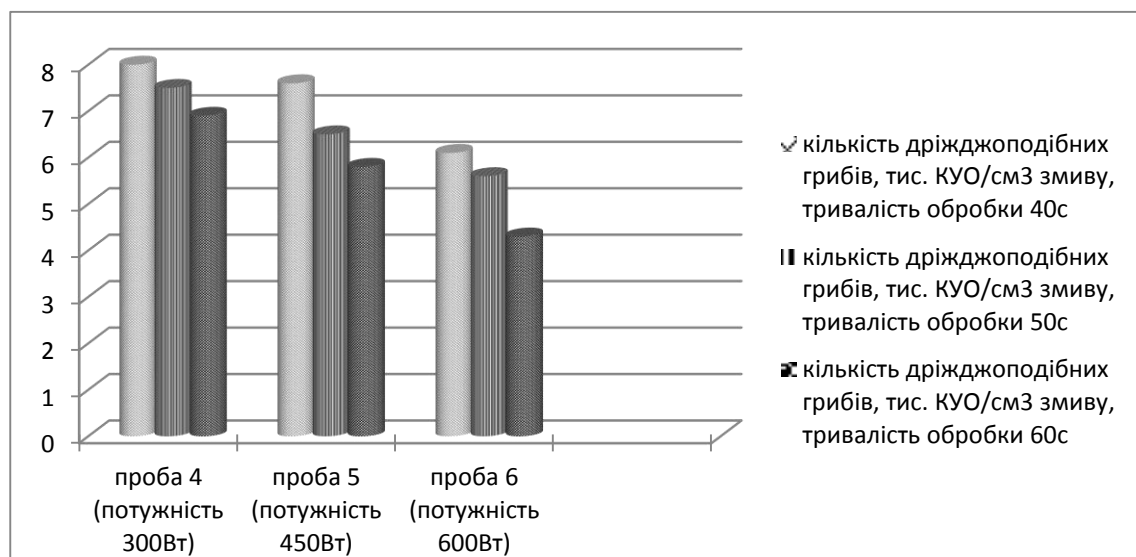


Рисунок 2 - Вплив НВЧ хвиль на поверхневу мікрофлору батату (кількість дріжджоподібних грибів, тис. КУО/см³ змиву)

Отримані результати дозволяють стверджувати, що НВЧ обробка має позитивний вплив на поверхневу мікрофлору бульб батату. Загальне бактеріологічне обсіменіння та кількість дріжджоподібних грибів зменшилось в порівнянні навіть при використанні повторного миття та залежить не тільки від потужності обробки, але і від тривалості процесу. Найменш забрудненими були зразки бульб батату оброблено НВЧ хвилями за режимом: 600Вт протягом 60с.

Висновки Дослідження процесу миття батату районуваного в Україні та отримані результати показали, що для зменшення мікробіологічного обсіменіння сировини у технологічній схемі необхідно застосовувати процес замочування та миття, або встановлювати дві послідовні мийні машини різного типу. При цьому параметри при митті повинні бути дуже жорсткими.

Тому, отримані результати, дозволяють стверджувати, що використання попередньої обробки бульб батату струмами НВЧ дозволять не тільки використати одне миття, але й інактивувати ферментну систему батату, що позитивно вплине на наступний технологічний процес, очищення. Брак знань та відсутність нормативної документації й прикладних досліджень з вивчення процесів переробки бульб батату є однією з об'єктивних причин відсутності на ринку сучасних продуктів на його основі. Подальші наукові дослідження отримання нових інноваційних продуктів з батату є перспективними та актуальними.

Література

1. Дмитриев С.А. Мыла и новые моющие средства. М. : Издательство АН СССР 1953 .- 152 с.
2. Золотин Ю.П. Циркуляционная мойка молочного оборудования. – М.: Пищепромиздат 1963 – 90 с.
3. Фізико-хімічні і біологічні основи консервного виробництва / Б.Л. Флауменбаум А.Т. Безусов В.М. Сторожук Г.П.Хомич. – Одеса: Друк 2006. – 400с.
4. Інструкції про порядок санітарно-технічного контролю консервів на виробничих підприємствах оптових баз в роздрібній торгівлі та на підприємствах громадського харчування. – Київ. - 2001. - 99с.
5. Біленька І.Р. Використання топінамбуру у функціональному харчуванні / І.Р.Біленька, Н.А.Буланша // Харчова наука і технологія. - Одеса, 2010.- С. 17-19
6. Буланша Н.А. Розробка технології ферментованих продуктів на основі топінамбуру Текст : автореферат дис. канд.. техн.. наук / Н.А Буланша ; 05.18.13 – технологія консервованих і охолоджених продуктів. – Одеса : ОНАХТ. 2013 . – 20с.

УДК 621.37: 628.349

Святненко Р.С.,

Маринін А.І., к.т.н.,

Кочубей-Литвиненко О.В., к.т.н.,

Захаревич В.Б., к.т.н.

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

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ІМПУЛЬСНОГО ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ НА *ESCHERICHIA COLI* В ВОДІ

Вступ. Питання екології, очищення стічних і промислових вод у наш час набувають особливого значення. Забруднення водного і повітряного басейнів набувають загрозливих для людства розмірів. У ситуації безперервного збільшення об'єму промислових стоків, величезного зростання споживання чистої води актуальним є пошук і розробка нових ефективних методів та обладнання для очищення води. Серед процесів кондиціонування якості води найбільш значимим, з погляду профілактики епідемічних захворювань, є знезаражування. Сучасна технологія очищення води передбачає знезаражування води хлором. Це найбільш відомий спосіб знезаражування води як у нашій країні, так і за кордоном. Разом з тим хлорування має ряд істотних недоліків. Якщо в воді є залишки хлору, то вони вступають у реакцію з іншими органічними речовинами, утворюють канцерогени, які провокують утворення ракових пухлин і мутацію генів. Також хлор і його препарати є токсичними сполуками, тому робота з ними вимагає строгого дотримання техніки безпеки. У літературі є численні повідомлення про реактивацію мікроорганізмів у хлорованій питній воді, появу хлоростійких штамів [1].

Актуальність теми. Актуальним є розроблення інноваційних методів, що направлені на очистку води. Дане питання можна вирішити шляхом використання ІЕП. Слід зазначити, що технологія ІЕП розглядається як один із найбільш багатообіцяючих нетеплових методів для пригнічення мікроорганізмів у продуктах та воді зі збереженням кольору, аромату, структури і харчової цінності [2]. Електричні поля в діапазоні 5...100кВ/см та з тривалістю фронту від мікро до декількох нано секунд подають між двома електродами, тим самим викликають мікробну інактивацію при температурах нижче тих, що використовуються при тепловій обробці. Механізми дії ІЕП на бактерії є ще недостатньо вивченими, але відомо, що магнітні поля можуть впливати на метаболічні та ферментні процеси бактеріальної клітини і в такий спосіб впливати бактерицидно [3].

Матеріали і методи досліджень. В якості об'єкта досліджень використовували культури *Escherichia coli* на основі модельних розчинів води.

Escherichia coli — вид грам негативних паличко видних бактерій, які завжди містяться в кишечнику людини і тварин. Більшість штамів *E. coli* є нешкідливими, проте серотип O157: H7 може викликати важкі харчові отруєння у людей. Клітини *E. coli* паличкоподібні, зі злегка закругленими кінцями, розміром $0,4-0,8 \times 1-3$ мкм, обсяг клітини становить близько $0,6-0,7$ мкм³. Оптимальне зростання досягається культурами *E. coli* при температурі 37°C, деякі штами можуть ділитися при температурах до 49°C [4].

Для проведення досліджень використовували експериментальну установку, розроблену в НТУ «Харківський Політехнічний Інститут» [5].

З метою вивчення впливу ІЕП на життєздатність культури *E. coli* готували модельні розчини води.

Обробку модельних розчинів з розведенням $10^6 - 10^8$ здійснювали при напруженості 15...30 кВт/см³ протягом 10...20с.

Для диференціації *E. coli* використовувалося середовище Ендо, на якій ці бактерії давали характерний ріст у вигляді колоній червоного кольору з металевим блиском, які зображені на рисунку 1.

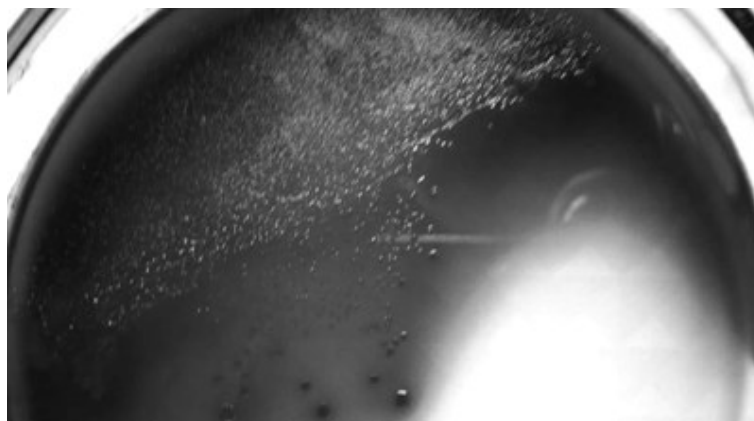


Рисунок. 1 – Рясний зріст *Escherichia coli* на воді

Результати досліджень. Після імпульсного електромагнітного оброблення модельних розчинів в мікробіологічній лабораторії відбувався кількісний підрахунок виживших бактерій шляхом прямого підрахунку колоній на щільному поживному середовищі (ГОСТ 26670-91).

Аналіз отриманих результатів показав повне знищення патогенної мікрофлори при обробленні сироватки ІЕП з розведенням 10^6 та 10^8 КУО/см³ при напруженості 30 кВт/м протягом 20с, також істотний вплив ІЕП спричинив на воду з розведенням 10^6 та 10^8 КУО/см³, при обробленні 10с до 210 КУО/см³ та 60 КУО/см³ відповідно.

Висновок. Отже доведено можливість здійснення теплового оброблення води за рахунок нетеплових ефектів, що виникають за імпульсної дії електричних полів. Відкрито перспективи використання вітчизняних ІЕП-установок при первинному обробленні води.

Перспективність розвитку напряду обумовлена створенням нових методів обробки харчових продуктів і води за допомогою ІЕП з покращеними характеристиками.

Література

1. Рахманин Ю.А. Совместное применение активного хлора и коагулянтов для очистки и обеззараживания питьевой воды / З.И. Жолдакова., Е.Е. Полякова., Л.Ф. Кирьянова., И.Н. Мясников., Е.А. Тульская., Т.З. Артемова., Л.В. Иванова., Р.А. Дмитриева., Т.В. Доскина. // Гигиена и санитария. — 2004. — №1. — С.449-458.
2. Barsotti, L. Food processing by pulsed electric fields. II. Biological aspects / L.Barsotti, J.C.Cheftel // Food Review International. 1999. — № 15(2). — P.181-213.
3. Fojt L., Effect of electromagnetic fields on the denitrification activity of *Paracoccus denitrificans*. / L. Fojt., L. Strasák., V. Vetterl., // Bioelectrochemistry. — 2007. №70(1) — P.91–95.
4. Bach, S.J.; Transmission and control of *Escherichia coli* O157:H7. / S.J. Bach, T.A. McAllister, D.M. Veira, V.P.J. Gannon, and R.A. Holley. // Canadian Journal of Animal Science. — 2002. — № 82 — P 475 — 490.
5. Бойко, Н.И. Высоковольтные аппараты и технологии на основе комплекса высоковольтных импульсных воздействий / Н.И. Бойко // Вісник НТУ «ХПІ». 2001. — №16 — С.11 — 16.

УДК 621.798

Олійник С.І., к.т.н.,

Сівер Т.Г., Тарасюк Л.А., Самченко І.О.

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

СТІЙКІСТЬ СКЛЯНОЇ ТАРИ ТА ЛІКЕРО-ГОРІЛЧАНОЇ ПРОДУКЦІЇ

Вступ. Світовий ринок лікєро-горілчаної продукції (ЛГП) висуває жорсткі вимоги до захисних властивостей скляної тари при цьому вона повинна бути безпечною, інформативною і не змінювати зовнішній вигляд продукції протягом строку придатності. [1]

Актуальність теми. Горілки та горілки особливі повинні зберігатись не менше ніж 24 та 12 місяців відповідно. Однак, протягом нетривалого зберігання в готовій продукції на дні пляшки або в її об'ємі можуть з'являтися пластівці голчастого або рваного типу, білого, біло-сріблястого або сріблястого кольору. Це може бути наслідком нестабільності скляної поверхні, вилизування під час взаємодії молекулярних структур скла та водно-спиртової суміші (ВСС), тому є актуальним виявлення причин зміни зовнішніх ознак: прозорості, появи осаду або включень.

Матеріали та методи. У дослідженнях використовували нові скляні пляшки місткістю від 0,05 до 1,0 дм³ згідно з ДСТУ 10117.1 різних виробників України та горілки згідно з ДСТУ 4256. Дослідження проводили за розробленою методикою та ДСТУ 7397, ДСТУ 4801, ДСТУ 4932, ДСТУ 7133, СОУ 15.9-37-238.

Результати та обговорення. Проведені дослідження дають змогу навести ряд причин зміни зовнішнього вигляду в готовій продукції. При зберіганні в горілках, в різній мірі, відбуваються фізико-хімічні зміни, що сприяють випаданню осаду. Причинами цього є: вода підготовлена, ВСС, інгредієнти, скляна поверхня пляшок, їх зберігання та підготування.

Підвищений вміст кальцію і магнію у горілках призводить до утворення на шийці пляшки кільця або до випадання осаду карбонатів та сульфатів. Високолужні горілки (рН понад 7,0, лужність понад 3,0 см³ на 100 см³ с(НСІ)=0,1 моль/дм³) при зберіганні сприяють руйнуванню внутрішньої поверхні скляної пляшки і утворенню дрібнокристалічного осаду двоокису кремнію. У ВСС присутні малорозчинні фосфати і силікати кальцію та магнію, які повільно призводять до утворення пластівців, які випадають в осад. Збільшення вмісту силікатів в готовій продукції може відбуватися також за рахунок їх вилизування з поверхні скла пляшок, особливо, якщо воно є не корозійностійким або водостійким.

На цей час в рецептурах, як інгредієнт, використовують цукор білий або цукровий сироп. Під час зберігання ЛГП в скляних пляшках, внаслідок взаємодії іонів кальцію, магнію, алюмінію з сахарозою, утворюються сахарати, розчинність яких у ВСС знижується, утворюються білі або біло-сріблясті пластівці з нерівними краями, що випадають в осад.

Встановлено, що стійкість готової продукції безпосередньо пов'язана з умовами, строком зберігання та черговості передавання скляної тари в цех розливу. На хімічну та водостійкість скляної тари впливають: умови пакетування, розташування пакетів або палетів, спрямованість сонячних променів, коливання температури та вологості, тип складування та тривалість зберігання тари на складі. На лікєро-горілчаних заводах наразі ополіскування нових скляних пляшок проводять підготовленою водою або ВСС, після чого на внутрішній поверхні можуть залишатися речовини, здатні змінювати зовнішній вигляд горілок.

Висновки Встановлено, що внаслідок технологічних порушень спостерігається зниження якості та строку придатності до споживання готової ЛГП пов'язане з такими факторами, як: використання скляної тари з невисокою водостійкістю і хімічною стійкістю; додержання строків і умов зберігання до розливу напоїв; оптимальністю складу інгредієнтів, підготовленої води і контролюванням ведення технологічного процесу.

Література

1. Худякова, О. Д. Тара для напитков как фактор сохранения качества готовой продукции / О. Д. Худякова// Сибирский торгово-экономический журнал. – 2012. – № 16. – С. 116-119.

HOW CZECH PEOPLE BUY FOODSTUFFS ONLINE?

Introduction. A goal of the study is to describe nowadays situation in the Czech market of online food products. The main research question is to find out, how many subjects operate on the Czech food products market and what products and services they do offer.

Soopramanien and Robertson offers conceptual framework for adoption and usage behavior of online shopping, which includes new variables, such perceived benefits, perceived values, adoption and/or usage decision, whether to adopt internet as a shopping channel and how to use online shopping and if browse or buy (2007).

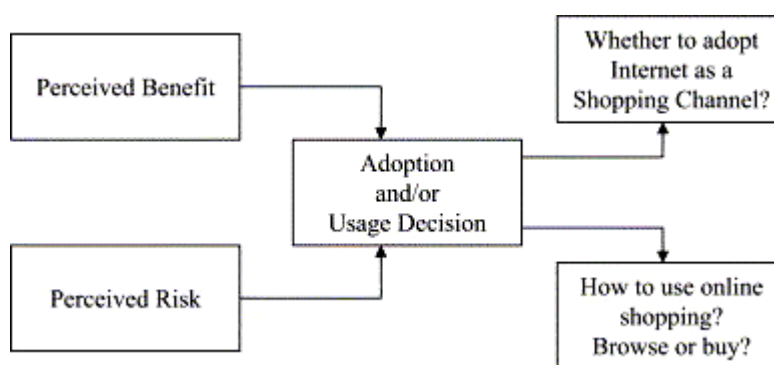


Figure 1 - Framework of adoption online shopping
Source: Soopramanien and Robertson (2007)

In the future there is obviously plenty of space in the Czech market for expansion of food products shopping on the Internet. According to the research FutureBuy (2014), Czechs, when buying food online, evaluate this way of shopping as cool, simple, effortless, organized and safe, which corresponds with their high trust in e-shops in general. Among the advantages of online grocery shopping Czechs mention mostly good value, time-saving, wide choice of options and convenient delivery. Conversely, Czech consumers perceive as disadvantages the cost of delivery, they are also worried about the quality and freshness of the goods as well as they mention an obstacle when they are forced to wait for delivery of goods and merchandise they cannot see and try in advance in person. Also, the fear of a possible claim plays a big role (GfK FMCG e-Shopping, 2014).

Case study: Current situation in the Czech Republic. Online shops with food products have been moving from Prague to other and smaller cities. Among the leading companies we can mention the service “Potraviny online (Food products online)” by Tesco, which expanded to the region of Benešov in March 2015 and now it serves already four millions of customers in seven counties of the Czech Republic. Tesco is shortly followed by the ambitious shop called “Rohlík.cz (Roll.cz)”, which entered the second largest Czech city – Brno in July, whereas the other competitors have been planning similar steps.

The sales in the online food products market are expected to reach up to 5.5 billion CZK this year. Last year Czech customers purchased online food products in the total value of 4.3 billion CZK (including alcohol and tobacco) (ČTK, 2015). According to newest information sources there are roughly 10 companies operating in the Czech food products market sold online. The biggest competition can be found in Prague, followed by Ostrava, Brno or Jihlava.

The Tesco retail chain started its e-shop “Potraviny online” at the beginning of 2012, soon after that it expanded to Brno and to the other areas of South Moravia (Blansko, Hodonín), Central Bohemia (Mladá Boleslav, Kladno, Kolín, Nymburk, Kutná Hora) and other big cities, such as Hradec Králové, Pardubice, Liberec and Jablonec nad Nisou.

If we look at the biggest iTesco.cz competitors, we need to mention mainly the specialized online shops such as Rohlík.cz. This company was established in September 2014 by the Miton and Enern groups and mainly by Mr. Tomáš Čupr, who is also the founder of Slevomat.cz or the service provider DámeJídlo.cz. Rohlík.cz expanded from Prague to Brno in July 2015, even though this should have happened in spring 2015 followed by expansion to other big Czech cities. For example, in Prague this shop completes more than 1,000 orders per day. Since spring 2015 we can observe the activities of another competitor – the e-shop Košík.cz, so far operating in Prague with almost seven thousand registered customers, who generate 70-110 orders per day (Aktuálně, 2015).

We also need to mention another ambitious project, called Koloniál.cz backed by the E-commerce holding, co-owned by the Rockaway group (which is owned by Mr. Jakub Havrlant and the Czech Media Invest company). Koloniál.cz has been in the market since June 2015 and the company is directed by Mr. Petr Vyhnálek, the former CEO of the Czech branch of the Globus retail chain. The main competitive advantage of Koloniál.cz should be the fact, that the company is supplied directly by producers. According to the newest information from Koloniál.cz it completes around several hundreds of orders per day.

The traditional retail chains consider starting their own e-shop, but they are rather reluctant, which means the lag between the above mentioned companies and the traditional food products retailers is getting bigger and bigger. Of course, the project of a food products e-shop is very demanding in terms of financing and logistics. For example, Billa, Kaufland, Lidl or Globus have expressed their intention not to step in the market of online shopping in the close future.

Besides the big players there are several smaller ones in the Czech Republic, such as My Food, which offers only durable food products (and the logistics is performed by regular courier) in the area of Brno and 30 km around the city (it also owns a chain of classical shops).

Other companies to be mentioned are Z-Market, operating in Prague since 2001, satisfying around 100 orders per day. This company serves the area of Prague and the outskirt areas (up 30 km distance from the city), or Potravinydomu.cz, also operating in Prague (this shop has free transport in case the value of the purchase is over 990 CZK) (Potravinydomu.cz, 2015).

Acknowledgment

The research was supported by grant F2/94/2015 Analysis of quality labels utilization in the Czech food market and efficiency of campaigns supporting them of Faculty of International Relations, University of Economics, Prague.

References

1. Aktuálně. (2015). 'Online prodej potravin míří do regionů, řetězce dál váhají'. [Retrieved August 22, 2015]. <http://zpravy.aktualne.cz/finance/nakupovani/online-prodej-potravin-miri-do-regionu-retezce-dal-vahaji/r~76c4d63a2ed011e5ba38002590604f2e/>.
2. ČTK. (2015). 'Incoma GfK: Češi letos koupí přes internet potraviny za 5,5 mld'. [Retrieved August 24, 2015]. <http://www.financninoviny.cz/zpravy/incoma-gfk-cesi-letos-koupi-pres-internet-potraviny-za-5-5-mld-/1218296>.
3. GfK. (2014). GfK FutureBuy®.
4. Košík.cz. (2015). [Retrieved August 30, 2015]. <http://www.kosik.cz>.
5. Potravinydomu.cz. (2015). Obchodní podmínky. [Retrieved August 30, 2015]. <http://www.potravinydomu.cz/clanek/2-obchodni-podminky-potravinydomu-cz-2014-maloobchodni-prodej/index.htm>.
6. Rohlík.cz. (2015). [Retrieved August 20, 2015]. <http://www.rohlik.cz>.
7. Soopramanien D.G.R. and Robertson A. (2007). 'Adoption and usage of online shopping: An empirical analysis of the characteristics of "buyers" "browsers" and "non-internet shoppers" '. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 14 (1), 73–82.
8. Tesco. (2015) Zákaznická podpora. [Retrieved March 20, 2015], http://www2.itesco.cz/potraviny-online-napoveda.html?_ga=1.154683192.1241283751.1414492882&rel=help.
9. Z-Market. (2015). Dodací a platební podmínky. [Retrieved April 10, 2015]. <http://www.z-market.cz/z-market>.

УДК 665.52

Teodora Atanasova¹,
 Miroslava Kakalova¹,
 Lyubomir Stefanof²,
 Maya Petkova³,
 Albena Stoyanova¹,
 Stanka Damyanova⁴

¹ University of Food Technologies, Plovdiv, Bulgaria;

² Lotos Expert Ltd, Plovdiv, Bulgaria;

³ - Ekostopanstvo Dunav Ltd, Vidin, Bulgaria;

⁴ University of Russe, Branch - Razgrad, Bulgaria

ESSENTIAL OIL COMPOSITION FROM *ROSA DAMASCENA* MILL

Introduction. *Rosa damascena* Mill. is the most common in Rosaceae family and the aromatic products are used many different industries such as perfume, cosmetic, pharmaceutical and food. The plant is cultivated and used in Bulgaria, Turkey, Iran, India, China, Libya and other countries [1].

Bulgaria is relatively small country in South-East Europe and located in the centre of the Balkan Peninsula. The climate ranges from moderate continental in the northern part to the Mediterranean (subtropical in southwest and southeast regions). As a result of the climatic conditions, soils and other natural factors, Bulgaria has been a producer of rose oil from *Rosa damascena* Mill. for more than 400 years. The rose plants were cultivated in Central Bulgaria in the "Valley of the Roses" which is between the towns Karlovo and Kazanlik (350 m elev.) [1].

Rose oil is an oily, clear liquid or a heterogeneous mass, with yellow to yellow-green color and specific odor. Approximately 400 oil components have been identified. About 62-77% terpene compounds are found in oil's composition: hydrocarbons (monoterpenes up to 2% and sesquiterpenes 3-5%), oxygen-containing derivatives (monoterpenes 64-71% and sesquiterpenes 0.5-2%), fatty hydrocarbons and their oxygen derivatives (18-25%), phenylpropanoids (3-5%), and others (0.5-2%) [1].

Rose oil composition is varied over the different conditions, for example harvesting period [2], ecological factors [3, 4, 5, 6, 7] etc. [8, 9, 10].

It is known that the rose essential oil has an antimicrobial activity [1, 5, 9].

The objectives of this study are the following: i) to present the chemical composition of essential oils from *Rosa damascena* Mill., growing in a new region of Bulgaria ii) comparing of the obtained results with composition of rose oil standardized in ISO 9842:2006 in order to validate their quality.

Materials and methods. The rose flowers were harvested in 2016 in the vicinity of the town of Vidin (North-West Bulgaria, 150-200 m elev.) in the stage of flowering in two periods - 10 May (sample 1) and 26 May (sample 2).

The raw materials moisture content was determined by drying up to constant weight, at 105 °C [11].

The oils were prepared by hydrodistillation for 2 h 30 min in laboratory glass apparatus of British Pharmacopoeia, modified by Balinova and Diakov [12].

The oils were dried over anhydrous sulfate and stored in tightly closed dark vials at 4 °C until analysis.

GC analysis was performed using gas chromatograph Agilent 7890A; column HP-5 ms (30 m x 250 µm x 0.25 µm); temperature: 35°C/3 min, 5°C/min to 250°C for 3 min, total 49 min; carrier gas helium 1ml/min constant speed; split ratio 30:1. GC/MS analysis was carried out on a mass spectrometer Agilent 5975C, carrier gas helium, column and temperature as the same as the GC analysis. The components of the oils were identified by their retention indices and by comparison of their mass spectra with those of authentic samples or with data already available in the literature.

Results and discussion. The moisture of the plants is 82.70% (for sample 1) and 79.04% (for sample 2) The yield of essential oil is 0.08% and 0.03%, respectively.

Thirty-nine components representing 96.61% of the total content were identified in the oil in sample 1. 10 of them were in concentrations over 1% and the rest 29 constituents were in concentrations under 1%. As seen the major constituents (up 3%) of the oil are as follows: β -citronellol (30.24%); trans-geraniol (20.62%), n-heneicosane (8.79%), n-nonadecane (8.51%), nonadecene (4.42%) and phenylethyl alcohol (4.04%).

A total of thirty-nine components representing 99.54% of the total content were identified in the oil in sample 2. 10 of them were in concentrations over 1% and the rest 29 constituents were in concentrations under 1%. As seen the major constituents (up 3%) of the oil are as follows: β -citronellol (31.15%); trans-geraniol (21.24%), n-heneicosane (9.05%), n-nonadecane (8.77%), nonadecene (4.55%) and phenylethyl alcohol (4.16%).

Two groups of compounds were found in hydro-distillated rose oils, – odor carriers and odor fixators. Terpene alcohols are the main components responsible for the characteristic odor of rose oil and represent about 56% of total identified substances. Citronellol dominates, followed by geraniol and nerol and their concentrations are similar to those regulated by ISO 9842:2006 (table 2). Citronellol/geraniol ratio was used to evaluating the odor quality of rose oil. A value between 1.25-1.30 is considered as a reference for the best odor [14]. The data in table 2 shows that the ratio is 1.47 for the both samples of rose oils which guarantees their excellent properties. High geraniol content with combination of citronellol, farnesol and nerol results in a strong, sweet, floral fresh rosaceous character of the produced rose oils [15].

The chromatographic profile of the rose oil revealed a significant presence of aliphatic hydrocarbons (31%) which are the main components responsible for the odor stability.

Distribution of aroma substances in the two samples shown that the dominant group is oxygen monoterpenes, followed by aliphatic hydrocarbons and phenyl propanoids.

According to qualitative and quantitative content of the major constituents the produced oils are equal to the rose oil (see Table 1). The difference in chemical composition of the our investigations (higher content of n-heneicosane and lower of n-heptadecane) and the reported data may be due to environmental conditions under which the plant has grown.

Table 1 - Comparative chemical composition of rose aromatic products

Compounds, %	Essential oils (samples 1 and 2)	Essential oil [13]
Phenylethyl alcohol	4.04-4.16	max 3.5
Citronellol	30.24-31.15	31.15
Nerol	3.28-3.38	5.0-12.0
Geraniol	20.62-21.24	15.0-22.0
Eugenol	0.75-0.77	-
Methyleugenol	0.05	-
n-Heptadecane	0.23-0.24	1.0-2.5
n-Nonadecane	8.51-8.77	8.0-15.0
n-Heneicosane	8.79-9.05	3.0-5.5

Conclusion

For the first time in new region of Bulgaria essential oil from *Rosa damasena* Mill. was obtained.

The GC-MS chromatograph profile revealed a significant presence of β -citronellol (30.24%); trans-geraniol (20.62%), n-heneicosane (8.79%), n-nonadecane (8.51%), nonadecene (4.42%) and phenylethyl alcohol (4.04%).

References

1. Balinova A., Diakov G. (1974), On improved apparatus for microdistillation of rose flowers, *Plant Science*, 2, pp. 79-85.
2. Coisin M., Burzo I., Stefan M., Rosenhech E., Zamfirache M. (2012), Chemical composition and antibacterial activity of essential oils of three *Salvia* specie, widespread in eastern Romania, *Analele Stiintifice ale Universitatii Al. I. Cuza", Iasi s. II a. Biologie vegetala*, 58(1), pp. 51 – 58.
3. Chalchat J.-C., Gorunovic M., Petrovic S., Maksimovic Z. (1999), Chemical composition of two wild species of the genus *Salvia* L. from Yugoslavia: *Salvia aethiopis* and *Salvia verticillata*, *Journal of Essential Oil Research*, 13(6), pp. 416 – 418.
4. Georgiev E., Stoyanova A. (2006), *A guide for the specialist in aromatic industry*, Plovdiv.
5. Güllüce M., Ozer H., Bariş O., Daferera D., Sahin F., Polissiou M. (2006), Chemical composition of the essential oil of *Salvia aethiopis* L., *Turkish Journal of Biology*, 30, pp. 231 – 233.
6. Markova M. (1989), Genus *Salvia*. In *Flora Bulgaricae, Asdibus Acad.. Sci. Bulg., Sofia*, IX, pp. 442.
7. Morteza-Semnani K., Goodarzi A., Azadcaht M. (2005), The essential oil of *Salvia aethiopis* L., *Journal of Essential Oil Research*, 17, pp. 274 – 275.
8. Petkov V. (1982), *Modern phytotherapie*, Sofia.
9. Russian Pharmacopoeia. (11th Edition), (1990), Moscow.
10. Rustaiyan A., Masoudi S., Monfared A., Komelizadeh H. (1999), Volatile constituents of three *Salvia* species frown wild in Iran, *Flavour and Fragrance Journal*, 14(5), pp. 276 – 278.
11. Salimpour F., Mazooji A., Darzikolaei A. (2011), Chemotaxonomy of six *Salvia* species using essential oil composition markers, *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(9), pp. 1795 – 1805.
12. Tajbakhsh M., Rineh A., Khalilzadeh M., Eslami B. (2007), Chemical constituents of the essential oils from leaves, flowers, stem and aerial parts of *Salvia aethiopis* L. from Iran, *Journal of Essential Oil Research*, 19(6), pp. 569 – 571.
13. Torres E., Velasco-Negueruela A., Perez-Alonso M., Pinilla M. (1997), Volatile constituents of two *Salvia* species grown wild in Spain, *Journal of Essential Oil Research*, 9(1), pp. 27 – 33.
14. Velickovic D., Ristic M., Velickovic A. (2001), GC-MS analysis of the essential oils from several species of *Salvia* L. form the southeast Serbia, *Lek. Sirov.*, 21, pp. 51 – 60.
15. Velickovic D., Ristic M., Velickovic A. (2003), Chemical composition of the essential oils obtained from the flower, leaf and stem of *Salvia aethiopis* L. and *Salvia glutinosa* L. originating from the southeast region of Serbia, *Journal of Essential Oil Research*, 15(5), pp. 346 – 349.

УДК 665.52

Stanka Damyanova¹,
 Albena Stoyanova²,
 Teodora Atanasova²,
 Petko Bozov³

¹ University of Russe, Branch - Razgrad, Bulgaria;

² University of Food Technologies, Plovdiv, Bulgaria;

³ "Paisii Hilendarski" University of Plovdiv, Bulgaria;

⁴ National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

EXAMINE OF FLOWERS AND LEAVES OIL FROM *S.AETHIOPIS* L. AND ITS CHEMICAL COMPOSITION

Introduction. The genus *Salvia* L. (Lamiaceae) comprised about 900 species mainly dispersed in the area of Mediterranean, Southeast Africa, and Central and South America. *Salvia* species which contain more than 1% of essential oil represent the commercial sage species. In Bulgaria, the sage oil is produced mainly by *S. officinalis* L. and it was used widely in folk medicine and in phytotherapy [4,8].

It is known that the essential oil from the species *S. aethiopis* L. has an antibacterial activity [2]. The investigations on the chemical composition of the essential oil from this shown that the main components vary depending on the origin and the part of the plant processed. The sesquiterpenes were found as a major constituents of oils produced on Yugoslavia [3], Serbia [14, 15], Iran [7, 10, 11, 12,], Spain [13], Turkey [5] and Romania [2].

In the flora of Bulgaria the genus *Salvia* L. represented with 18 species [6], of which *S. aethiopis* L. is wild growing species in several isolated habitats in the country. In Bulgaria there is no data on the use of the plant or its oil and extracts in folk medicine.

The aim of present investigated is to examine the oil and its chemical composition of flowers and leaves from *S.aethiopis* L. from Bulgaria.

Materials and methods. *The wild plants from Salvia aethiopis L., grown in South Bulgaria grown in the region of Plovdiv town were collected at flowering stage in 2016. Voucher specimen (№ 7290) was deposited in the Herbarium of the Higher Institute of Agriculture, Plovdiv, Bulgaria.*

The raw materials moisture content was determined by drying up to constant weight, at 105 °C [9].

The oils were prepared by hydrodistilled for 2 h in laboratory glass apparatus of British Pharmacopoeia, modified by Balinova and Diakov [1]. The oils were dried over anhydrous sulfate and stored in tightly closed dark vials at 4 °C until analysis.

GC analysis was performed using gas chromatograph Agilent 7890A; column HP-5 ms (30m x 250µm x 0,25µm); temperature: 35 °C/3 min, 5°C/min to 250°C for 3min, total 49 min; carrier gas helium 1 ml/min constant speed; split ratio 30:1. GC/MS analysis was carried out on a mass spectrometer Agilent 5975C, carrier gas helium, column and temperature as the same as the GC analysis. The identification of chemical compounds was made by comparison to their relative retention time and library data. The identified components were arranged in order to the retention time and quantity in percentage.

Results and discussion. The moisture of the plants for flowers was 83.03% and for leaves - 84.8%.

The yield of essential oil, % in abs. dry mass was 0,19% and 0,03%, respectively. The quantities are different from the reported in literature: for aerial parts - 0.23% [11], 0.27% [5], 0.5% [14] and 1.6% [7]; for leaves – 0.5% [15]; for flowers – 0.4% [15] are probably due to the climatic conditions in the respective locality in which the plant is growing and the part of the plant processed. All of the oils were light yellow and had sharp odor.

As seen 20 components representing 92.43% of the total content were identified in the oil from flowers. Seven of them were in concentrations over 1% and the rest 13 constituents were in concentrations under 1%. As seen the major constituents (up 3%) of the oil are as follows:

germacrene D (29.37%), β -caryophyllene (23.55%), α -copaene (13.35%), β -cubebene (7.02%), δ -cadinene (5.56%) and α -caryophyllene (5.46%).

20 compounds representing 92.97 of the total content identified in the oil from leaves. Eight of them were in concentrations over 1% and the rest 12 constituents were in concentrations under 1%. As seen the major constituents (up 3%) of the oil are as follows: germacrene D (24.19%), β -caryophyllene (21.91%), α -copaene (17.24%), β -cubebene (9.71%), α -caryophyllene (6.79%) and δ -cadinene (6.69%).

The results indicated that Bulgarian essential oil obtained from flowers and leaves of *S. aethiopis* is also a germacrene D and β -caryophyllene chemotype.

The difference in chemical composition of our investigations and the reported data may be due to environmental conditions under which the plant has grown as well as the variation in conditions of analysis.

The classification of the identified compounds, based on functional groups, is summarized in Figure 1.

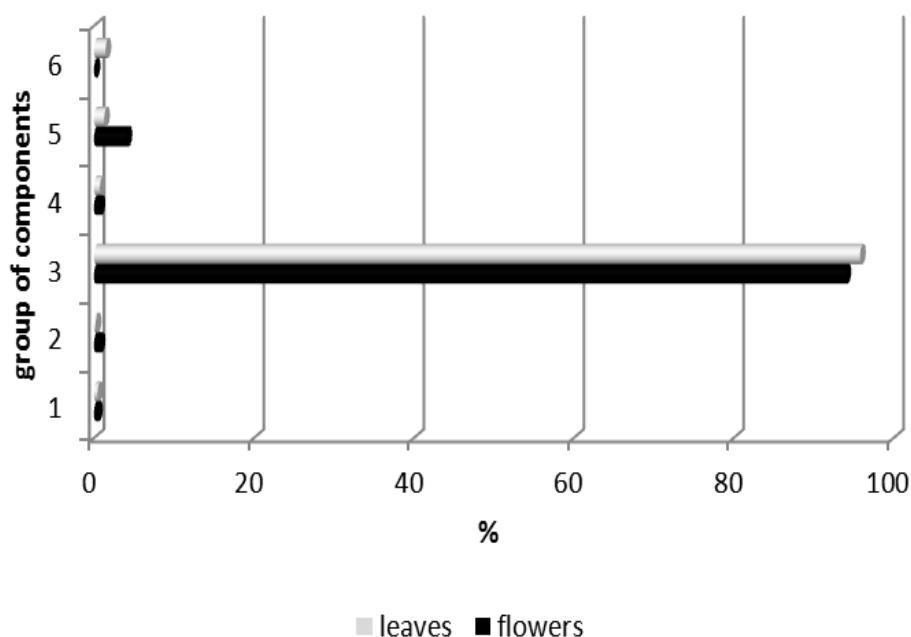


Figure 1 - Group of components in essential oils from *S.aethiopis*,%:

1 - monoterpene hydrocarbons, 2 - oxygenated monoterpenes,
3 - sesquiterpene hydrocarbons, 4 - oxygenated sesquiterpenes,
5 – hydrocarbons, 6 - others.

The total sesquiterpene hydrocarbons constituted the highest percentage of the components of the essential oil constituting 94.0% and 95.82% in the oil of flowers and leaves, respectively. The oil of flowers consisted above 1 % concentration hydrocarbons (4.08%). The oil of leaves consisted above 1 % concentration hydrocarbons (1.29%) and others (1.46%). The percentage of monoterpene hydrocarbons, oxygenated monoterpenes and oxygenated sesquiterpenes are under 1%.

Conclusion. *For the first time in Bulgaria new essential oils from flowers and leaves of Salvia aethiopis L. were obtained by hydrodistillation.*

References

- Georgiev E., Stoyanova A. (2006), *A guide for the specialist in aromatic industry*, Plovdiv.
- Baydar H., Baydar N. (2005), The effect of harvest date, fermentation duration and Tween 20 treatment on essential oil content and composition of industrial oil rose (*Rosa damascena* Mill.), *Industrial Crops and Products*, 5, pp. 251-255.
- Başer K., Kürkçüoğlu M., Özek T. (2003), Turkish rose oil Research: Recent Results, *Perfumer and Flavorist Journal*, 3/4, pp. 34-42.

4. Berechet M., Calinescu I., Stelescu M., Manaila E., Craciun G., Purcareanu B., Mihalesku D., Rosca S., Fudulu A., Niculescu-Aron I., Mihai R. (2015), Composition of the essential oil of *Rosa damascena* Mill. cultivated in Romania, *Rev. Chim. (Buharest)*, 12, pp.1986-1991.
5. Gochev V., Wlcek K., Buchbauer G., Stoyanova A., Dobрева A., Schmidt E., Jirovetz L. (2008), Comparative evaluation of antimicrobial activity and composition of rose oils from various geographic origins, in particular Bulgarian rose oil, *Natural Product Communications*, 7, pp. 1063-1068.
6. Jirovetz L., Buchbauer G., Shahabi M. (2002), Comparative investigations of essential oils and their SPME headspace volatiles of *Rosa damascena* from Bulgaria and *Rosa centifolia* from Morocco using GC/FID, GC/MS and olfactometry, *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 5, pp. 111-121.
7. Mostafavi A., Afzali D. (2009), Chemical composition of the essential oils of *Rosa damascena* from two different locations in Iran, *Chemistry of Natural Compounds*, 1, pp. 110-113.
8. Baydar H., Schulz H., Krüger H., Erbas S., Kineci S. (2008), Influences of fermentation time, hydro-distillation time and fractions on essential oil composition of Damask rose (*Rosa damascena* Mill.), *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 3, pp. 224-232.
9. Gochev V., Jirovetz L., Wlcek K., Buchbauer G., Schmidt E., Stoyanova A., Dobрева A. (2009), Chemical composition and antimicrobial activity of historical rose oil from Bulgaria, *Journal of Essential Oil Bearing Plant*, 1, pp. 1-6.
10. Verma R., Padalia R., Chauhan A., Singh A., Yadav A. (2011), Volatile constituents of essential oil and rose water of Damask rose (*Rosa damascena* Mill.) cultivars from North Indian hills, *Natural Products Research*, pp. 1577-1584.
11. Russian Pharmacopoeia. (11th Edition), (1990), Moscow.
12. Balinova A., Diakov G. (1974), On improved apparatus for microdistillation of rose flowers, *Plant Science*, 2, pp. 79-85.
13. ISO 9842:2006. Oil of rose (*Rosa x damascena* Miller). P.12.
14. Baser K.H.C. (1992), Turkish rose oil, *Perfum. and Flavor.*, 17, pp.45-52.
15. Chinou I. (2013), Assessment report on *Rosa gallica* L., *Rosa centifolia* L., *Rosa damascena* Mill., flos, European Medicines Agency, Committee on Herbal Medicinal Products (HMPC).

УДК 637.02

Vasile Nagy,

Dumitru Mnerie, d-r, prof.

Mechanical Engineering Faculty, Politehnica University of Timisoara, Romania

TECHNOLOGIC ASPECTS ABOUT HOG CASINGS CLEANING PROCESS AIMING EDIBLE DESTINATION

Natural casings are characterized by their tenderness and high permeability to both moisture and smoke (Savic & Savic, 2002) and are often considered the golden standard of sausage casings. These casings are made by cleaning and stripping both the mucosa and muscle layers away from the submucosa layer of the animal's small intestine (Bakker, Houben, Koolmees, Bindrich, & Sprehe, 1999; Koolmees et al., 2004).

The development of high added-value products with quality requisites is a challenge for the meat industry. The sausage packaging process and the technological characteristics of hog casings are important to maintain the functional properties, the quality attributes and the safety of sausage goods. The DARIMEX Group mainly aim process animal by-products from pigs, as shown hereunder.

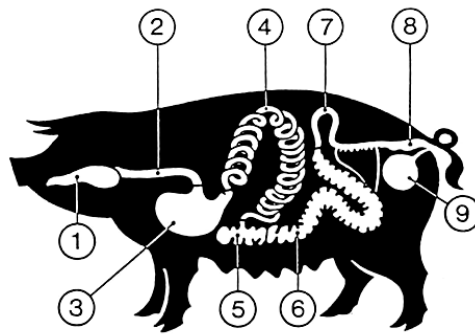


Figure 1 - Internal components of a pig: 1 – Tongue; 2 – Throat; 3 – Stomach; 4 – Casing; 5 – Cap; 6 – Chitterling; 7 – Afterend; 8 – Fatend ; 9 - Bladder

Identifying and prioritizing the conditions that influence the processing of the hog casings. The study was made, covered the process of SC DARIMEX INTERNATIONAL SRL, natural casings processing department. The results will be used to enhance the technological process of processing hog casings good for manufacture of sausages.

The processed casings come from pigs with aged until 1 year, with a weight between 105 kg and 115 kg and belonging to the following breeds: Landrace, Pietrain and Pic.

For the processing of hog casings was used a machine built by Holdijk + HAAMBERG. For this study 120 casings were checked before processing.



Figure 2 - Specific processing plant for hog casings

For using with important performances, the plant for hog casings cleaning must to have the design aspects of different mechanical seals with respect to ease of cleaning, microbial impermeability, sterilisability or pasteurisability. It can serve as a guide for suppliers and users of this important component.

Using EHEDG definitions, mechanical seals are classified according to use in the food industry into three categories: Aseptic, Hygienic equipment Class I, and Hygienic Equipment Class II. Both single and dual mechanical seals fall under the first two categories, which by definition, are subject to more stringent hygienic demands. General design criteria and basic material requirements for food applications are explained. Materials covered include carbon-graphite, ceramics, elastomers and metals. Hygienic implications of seal elements and components are also discussed. Finally, installation requirements are described and illustrated, taking into account the product environment side, the flushing side and the cartridge design.

Conclusions. The study try to identify and prioritizing the factors that influences the processing of the hog casings. Large quantities of natural casings are used in sausage production, affecting quality and cost aspects, natural sausage casings are traditional products that have been used in the production of meat specialties for centuries, a large variety of sausage is produced world-wide using the processed intestines of pigs.

This research was involved in improving the quality of natural casings in particular by eliminating holes to increase the quality of natural casings and eliminating defects, for the best

possible market recovery.

Addressing as an integrated complex system, the recovery of hog casings to the detriment of artificial membranes, can increase the efficiency to traditional feeding experiences, especially those means products healthier and more nutritionally importance. Starting from healthy animal, going through modern technological steps with respect conscious and responsible hygiene conditions can be obtained from pig intestines clean and so important for the conditioning of the sausages.

The qualities of the casings are influenced by intestinal content, the appearance of the lesions depends on the age, nutrition and breed characteristics of animals as well as the method of technological process.

Acknowledgement: *This paper contains results of studies realized in the frame of the doctoral study of PhD student Vasile Nagy with title "Optimization of the technical-functional parameters of line processing hog casings, through integrated approach."*

References

1. Chawla, S.P., Chander, R., Sharma, A., 2006. Safe and self-stable natural casing using hurdle technology. *Food Control* 17 (1), 127–131.
2. Leistner, L. (1999). Combined methods of food preservation. In M.Shafiur Rahman (Ed.), *Handbook of food preservation* (pp. 457–485). New York: Marcel Dekker.
3. Leistner, L. (2000). Basic aspects of food preservation by hurdle technology. *International Journal of Food Microbiology*, 55,181–186.
4. Nakae, S., Oshida, T., Yoon, H., Sakata, R., 2008. Maximum force and breaking strain decrease. *Fleischwirtschaft International* 1, 44-46.
5. Wijnker, J.J., Koop, G., Lipman, L.J.A., 2006. Antimicrobial properties of salt (NaCl) used for the preservation of natural casings. *Food Microbiology* 23, 657-662.
6. <http://insca.org/index.php/en/>
7. <http://www.ensca.eu/index.php?/eng>

YDK 339.13

Jakia Sultana Jothi^{1,3}, M. Burhan Uddin²

¹*Department of Food Processing and Engineering, Chittagong Veterinary and Animal Sciences University (CVASU), Bangladesh*

²*Department of Food Technology and Rural Industries, Bangladesh Agricultural University (BAU), Bangladesh*

³*Department of Biofunctional Science and Technology, Graduate School of Biosphere Science, Hiroshima University, Japan*

COMMERCIAL BRANDS OF BANGLADESHI NOODLES: THE STATUS OF QUALITY AND SAFETY BASED ON PUBLIC ATTITUDE

Introduction. In Asia, noodles are considered as a traditional food and consumed widely. Due to improvement of food technology, noodles are offered different variety and versatility with high nutritional quality. Now-a-days, they persist as a staple of Asian diets and considered as a convenient fast food [1]. The marketing of noodles is increasing by more than 10 percent per year for the last couple of years in Bangladesh due to it's taste, nutrition and easy to prepare within a short time, so it is very convenient for job holders [2,3]. But, adulteration becomes a serious threat to public health, especially in a country like Bangladesh. Today, consumers are very concern about the safety of foods. So, the main goal was to complete a comprehensive baseline survey to know consumer attitude towards quality and status of adulteration in commercial brands of noodles covering the people of different sections of society.

Materials and methods. A comprehensive Baseline Survey was completed covering the people of different sections of society. 1920 questionnaires were distributed among the respondents

from where 951 complete questionnaires were received.

Results and discussion.

Status of Adulteration. This investigation was executed to know the attitudes of general people of Bangladesh. The respondent's opinion about the status of adulteration in commercial brands Bangladeshi noodles is shown in Table 1.

Table 1 - Status of Adulteration in Commercial Brands Noodles

Total respondent (n)	Responses	
	Adulterated	Not-Adulterated
951	812 (85.40%)	139 (14.60%)

From Table 1, 85.40% respondents opined that the commercial brands noodles are adulterated.

Adulterants Used in Noodles. According to the survey results, about six out seven of respondents opined that the commercial noodles are being adulterated with different types of adulterant. The customer response about the type and the level of individual adulterants in noodles has been shown in Table 2.

Public opined that noodles available in the market are adulterated by the use of low grade flour (41.66%), harmful food colors (23.20%), harmful preservatives (11.87%), high moisture (11.80%) and excessive amounts of permitted preservatives (10.04%).

Status of Quality and Safety of Noodles. Different respondent interpreted from different points on quality and safety issue of noodles avail in the market. The present respondent on quality and safety issue of noodles has been shown in Table 2.

From Table 2, 59.96% people believed noodles avail in market are harmful for consumers where 29.56% respondents stated that customer should not eat it. According to the survey results, it was concluded that public thought noodles available in market are unsafe for consumers to eat.

Table 1 - Consumer Response about the Individual Adulterants Present in Noodles

Total respondent (n)	Parameters	Percent Respondent
951	High moisture	11.80
	Excessive amounts of permitted preservatives	10.04
	Harmful food colors	23.20
	Low grade flour	41.66
	Harmful preservatives	11.87
	Others	1.42

Table 2 - Consumer Response about the Status of Quality and Safety of Noodles

Total respondent (n)	Parameters	Percent Respondent
951	Are healthful for the consumers?	3.53
	Are harmful for the consumers?	59.96
	Customer should eat it	6.95
	Customer should not eat it	29.56

Preventive Measures to Control Adulteration in Noodles. The preventive measure need to be undertaken to control adulteration in commercial brands noodles are shown in Table 3.

Table 3 - Consumer Response about the Status of Preventive Measures to Control Adulteration

Total respondent (n)	Parameters	Percent Respondent
951	Enforcing law and imposing punishment	22
	Social motivation of food consumers	20
	Adopting BSTI standard	23
	Strengthening supervision by legal authority	17
	Social motivation of food processor	16
	Others	2

According to the respondents, preventive measure should be “Adopting BSTI standard” (23%), “Enforcing law and imposing punishment” (22%) and “Social motivation of food consumers” (20%). On the other hand 17% people believed that preventive measure should be “Strengthening supervision by legal authority”. “Social motivation of food processor” (16%) is also a preventive measure need to be undertaken to control adulteration in commercial brands noodles.

Conclusions.

The assurance and protection of food quality has always been important to consumers. The need for safe, wholesome and nutritious food, as the desire of consumers, has increased the scientific interest in the comprehensive description of food quality. From this study it is concluded that most of the respondents think that noodles available in market are adulterated with low grade flour mostly which are harmful for consumers. The preventive measures should be adopting BSTI standard, enforcing law and imposing punishment and social motivation of food consumers need to be undertaken to control adulteration in commercial brands noodles.

References

1. Choy A.L. (2011), Enhancing the quality of instant noodles: The impact of low protein wheat flour, ingredients and processing conditions. PhD Thesis, School of Applied Sciences Science, Engineering and Health Portfolio, RMIT University. pp. 9-14.
2. Parvez S. (2009), Noodles Sales Sizzle. The Daily Star, Date: November 25, 2009. p.1.
3. Jothi J.S. and Uddin M. B., (2014), Detection of Heavy Metals in Some Commercial Brands of Noodles, European Academic Research, II(8), pp. 10667- 10679.