

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

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

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

9 вересня 2014 р.
м. Київ, Україна

Ресурсо- та енергоощадні технології виробництва і пакування харчової продукції – основні засади її конкурентоздатності: Матеріали III Міжнародної спеціалізованої науково-практичної конференції. 9 вересня 2014 р., м. Київ. – К. НУХТ, 2014. – 161с.

У матеріалах конференції наведено доповіді за такими напрямками: стан та шляхи ресурсо- й енергозаощадження на підприємствах харчової промисловості; інноваційні та ресурсощадні 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**

**Resource and Energy Saving
Technologies of Production and
Packing of Food Products as the Main
Fundamentals of Their Competitiveness**
Proceedings of the 3rd International Specialized
Scientific and Practical Conference

September 9, 2014
Kyiv, Ukraine

Resource and Energy Saving Technologies of Production and Packing of Food Products as the Main Fundamentals of Their Competitiveness: Proceedings of the 3rd International Specialized Scientific and Practical Conference, September 11, 2014. Kyiv, NUFT, 2013. 161 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

<i>Токарчук С.В., Гавва О.М., Захаревич В.Б., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Модульне проектування машин для пакування в'язко-пластичних харчових продуктів у споживчу тару	9
<i>Гавва О.М., Кривопляс-Володіна Л.О., Волчко А.І., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Аналіз вібраційно-завантажувальних пристроїв машин для пакування дрібно-штучних виробів та шляхи удосконалення їх компоновочних рішень	12
<i>Деренівська А.В., Гавва О.М., Масло М.А., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Визначення силового навантаження на робочі органи механізму формоутворення картонної пачки із плоскоскладеної заготовки в пакувальних машинах	17
<i>Ковальов О.В., Доломакін Ю.Ю., НУХТ, м. Київ, Україна, Федорів В.М., Кам'янець-Подільський коледж харчової промисловості, м. Кам'янець-Подільськ, Україна</i> Визначення раціональних режимів роботи хлібопекарських печей.....	23
<i>Мудрак А.В., Максименко І.Ф., Соколенко А.І., Юхно М.І., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Динаміка перехідних процесів у приводах машин	27
<i>Білак І.М., Чепелюк О.М., Терещенко О.А., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Моделювання процесу відведення осаду з кільцевого каналу тарілчастого сепаратора	30
<i>Чагайда О.А., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Ексергетичний аналіз ежекційних термокомпресорів	32
<i>Кирик И., Василевская С., Могилевский государственный университет продовольствия, Беларусь</i> Аппарат инфракрасного нагрева с верхним и нижним энергоподводом	34
<i>Кирик И.М., Кирик А.В., МГУП, г. Могилев, Республика Беларусь</i> Разработка пароконвектомата и обоснование рациональных параметров выпечки в нем хлебобулочных изделий	35
<i>Гуць В.С., Губеня О.О., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Визначення якості технологічних процесів та технічного рівня обладнання.....	39
<i>Кохан О. О., Дорохович А. М., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Інноваційні технології кондитерських виробів подовженого терміну зберігання	41
<i>Коваль О.В., Бойко О.О., Бут С.А., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Геометрія технологічних апаратів і температурна стабілізація середовищ.....	48
<i>Кохан О.О., Вайсеро О.О., Оболкіна В.І., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Використання гідроколоїдів для створення оригінальної структури та подовження терміну зберігання неглазурованих цукерок на основі цукрової помади	51
<i>Сімахіна Г.О., Миколів Т.І., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Пектиновмісні композиції з нетрадиційної сировини для виробництва оздоровчих харчових продуктів	54
<i>Сімахіна Г.О., Солодко Л.М., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Отримання натуральних барвників із нетрадиційної сировини	56

<i>Сімахіна Г.О., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Інновації у технологіях оздоровчих продуктів	58
<i>Сімахіна Г.О., Халапсіна С.В., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Підбір ефективних кріопротекторів для заморожування плодово-ягідної сировини	60
<i>Бірук О.В., Шейко Т.В., Хомічак Л.М., Інститут продовольчих ресурсів НААН України, м. Київ, Україна</i> Удосконалення способу очищення цукрового сиропу з метою отримання цукру високої якості.....	62
<i>Стрембіцька А. В., Скрипко А. П., Оболкіна В. І., Кияниця С. Г., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Використання нетрадиційної сировини гуміарабіку «Fibregum™», вівсяного та пшеничного солодового борошна під час створення нового асортименту здобного печива.....	64
<i>Гонта І.А., Васильківський К.В., Гіджеліцький В.М., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Перспективи вирощування і переробки спаржі	66
<i>Рябокоть Н.В., Осмак Т.Г., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Адгезивні властивості згущених молочних консервів з цукром і плодово-ягідними наповнювачами в аспекті ресурсозбереження	69
<i>Бессараб О.С., Гаган І.О., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Харчові інгредієнти та БАД з екстракту топінамбуру	70
<i>Москалюк О.Є., Чернюшок О.А., Гащук О.І., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Розширення асортименту м'ясомістких продуктів для геродієтичного харчування	73
<i>Гащук О.І., Москалюк О.Є., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Розширення асортименту м'ясних продуктів оздоровчо-профілактичного призначення для дітей шкільного віку	75
<i>Чепелюк О.О., Шпак М.С., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Використання методу комп'ютерного моделювання при дослідженні процесу замісу рідких опар	77
<i>Удодов С.О., Мерзляк Д.В., Марцинкевич Л.В., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Аналіз енергозощадних способів кип'ятіння пивного суслу	80
<i>Мінорова А.В., Романчук І.О., Крушельницька Н.Л., ІПР НААН України, м. Київ, Україна</i> Дослідження функціонально-технологічних властивостей сухих концентратів сироваткових білків, отриманих методом ультрафільтрації.....	82
<i>Моїсєєва Л.О., Рудакова Т.В., Романчук І.О., ІПР НААН України, м. Київ, Україна</i> Розроблення технології низьколактозних молочних продуктів для дітей різного віку	84
<i>Чорна А.І., Арсениєва Л.Ю., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Захисні покриття для пакування харчових продуктів.....	85
<i>Кобаса І.М., Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, м. Чернівці, Україна</i> Антибактеріальна активність високодисперсного TiO_2	87

<i>Олійник С.І., Ловягін О.М., Гасюк М.В., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Вплив полімерних закупорювальних засобів на якість горілок	89
<i>Олійник С.І., Шевченко І.В., НУХТ, м. Київ, Україна; Ковальчук В.П., ДНУ «УкрНДІспиртбіопрод», м. Київ, Україна</i> Водостійкість скляної тари та стійкість горілок	90
<i>Гуць В.С., Губеня О.О., НУХТ, Київ, Україна</i> Різання багатошарових матеріалів	92
<i>Сокольський О.Л., Мікульонок І.О., Плахотний І.А., НТУУ «КПІ», м. Київ, Україна</i> Двостадійний процес пакування в термоусадну плівку	95
<i>Хохлова Р. А., Лихолай С.В., НТУУ «КПІ», м. Київ, Україна</i> Дослідження природних біополімерів для виготовлення лакофарбових матеріалів, що біорозкладаються.....	98
<i>Морозов А.С., НТУУ «КПІ», Київ, Україна</i> Активация металізованих колоїдних розчинів.....	99
<i>Золотухіна К. І., НТУУ «КПІ», м. Київ, Україна</i> Особливості формування зображення на пакуванні для харчової продукції.....	100
<i>Мнеріє Дмитру, Шамціян Марк, Тіта Овідіу, Телічкун Володимир (Румунія, Росія, Україна)</i> Інформація про термін придатності харчових продуктів на етикетці та її розуміння споживачем.....	102
<i>Зоренко Я.В., НТУУ «КПІ», Київ, Україна</i> Технології підвищення ефективності процесу виготовлення пакування в офсетному друці	108
<i>Скиба В. М., НТУУ «КПІ», м. Київ, Україна</i> Методи компенсації спотворень у формному процесі плоского офсетного друку.....	109
<i>Якимчук М.В., Гавва О.М., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Дослідження шляхів зменшення енерговитрат у пакувальному обладнанні	110
<i>Кошак А.Э., Кошак Ж.В., ГГАУ, г. Гродно, Республіка Беларусь</i> Методика оценки затрат электроэнергии при гранулировании комбикормов.....	113
<i>Литовченко І.М., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Використання комп'ютерних технологій з метою енергозощадження на харчових підприємствах	116
<i>Кочубей-Литвиненко О.В., Рябоконт Н.В., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Ресурсо- та енергозбереження у молочноконсервній галузі	118
<i>Коваль О.В., Максименко І.Д., Юхно М.І., Костюк В.С., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Енергозбереження в технологіях виробництва шампанського.....	119
<i>Криворотько В.М., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Термодинамічні форми енергій в харчовій промисловості	122
<i>Серьогін О.О., Блаженко С.І., Осмак О.О., Рябоконт Н.В., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Дослідження потенціалу рослинної біомаси для паливного балансу країни	125

<i>Серьогін О.О., Блаженко С.І., Осмак О.О., Рябоконт Н.В., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Концепція використання рослинної біомаси як джерела енергії	127
<i>Серьогін О.О., Понікарчук І.А., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Використання твердого біопалива -як спосіб енерго- та ресурсоощадження на підприємствах харчової промисловості України	130
<i>Полежаєв І.О., Киричок П.О., НТУУ«КПІ», м. Київ, Україна, Гавва О.М., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Енергозаощадження під час бігування заготовок тари із картону	132
<i>Теличкун В.І., Теличкун Ю.С., Десик М.Г., Губеня О.О., Кравченко О.І., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Шляхи підвищення ефективності використання енергетичних та матеріальних ресурсів в хлібопекарській промисловості	135
<i>Теличкун Ю.С., Теличкун В.І., Кравченко О.І., Рачок В.В., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Впровадження іноваційних способів виробництва хлібопекарської продукції – шлях до економії енергетичних та матеріальних ресурсів	137
<i>Сарибекова Ю.Г., Куник А.Н., Семешко О.Я., ХНТУ, г. Херсон, Україна</i> Повышение эффективности извлечения жира из шерсти	140
<i>Борисова А.В., Самарский государственный технический университет», г. Самара, Россия</i> Сокращение энергоемких операций при получении плодоовощного пюре.....	141
<i>Цедик О.Д., МГУП, г. Могилев, Республика Беларусь</i> Перспективы использования гибридов кукурузы, выращенной в Беларуси	142
<i>Шамцян М., Колесников Б., Яцко Ю., Бирка А., Гачеу Л., Тица О., Мнерие Д., Цуку Д., Стефанов С., Дамянова С. (Россия, Молдова, Румыния, Болгария)</i> Изучение состояния пищевого этикетирования в России.....	143
<i>Іванов С.В., Пасічний В.М., Олішевський В.В., Маринін А.І., Желуденко Ю.В., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Перспективні елементи активного пакування.....	144
<i>Вербицький С.Б., Черняк О.В., ІПР НААН України, м. Київ, Україна</i> Енергоспоживання машин для тонкого подрібнення м'ясної сировини: сучасний стан та шляхи оптимізації	146
<i>Dumitru Mnerie, Liviu Gaceu, Oana Bianca Oprea, Gabriela Victoria Mnerie, Mark Shamtsian (Romania, Rusia)</i> Web based forms regarding consumer's opinion in food products labelling	148
<i>Ватренко О. В., Одеська національна академія харчових продуктів, м. Одеса, Україна</i> Обґрунтування роботи мембран кришок консервної скляної тари.....	151
<i>Гапонюк І.І., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Управління швидкістю нагрівання шару зерна	154
<i>Гапонюк І.І., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Управління сепаруванням сипких сумішей коефіцієнтом тертя.....	156
<i>Гапонюк І.І., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Управління рушійними потенціалами конвективного зневоднення.....	159

УДК 621.798

Токарчук С.В., к.т.н., доцент,

Гавва О.М., д.т.н., професор

Захаревич В.Б., к.т.н., доцент

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

МОДУЛЬНЕ ПРОЕКТУВАННЯ МАШИН ДЛЯ ПАКУВАННЯ В'ЯЗКО-ПЛАСТИЧНИХ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ У СПОЖИВЧУ ТАРУ

Вступ. Машини для пакування в'язко-пластичних харчових продуктів у споживчу тару - це сучасні та технічно складні системи, до складу яких входять різноманітні за своїм функціональним призначенням модулі, що виконують різні технологічні і допоміжні операції, суміщуючи їх у часі. На рис.1 наведено схему структури машини-автомата для пакування в'язко-пластичних харчових продуктів у споживчу тару [3].



Рисунок 1 - Структура машини для пакування в'язко-пластичних харчових продуктів у споживчу тару

Мета досліджень. Створення машин для пакування в'язко-пластичної продукції потребує розробки загальної методики аналізу та синтезу технологічних і конструктивних схем такого обладнання. Основою такої методики є застосування певного алгоритму вибору структури пакувальної машини та наукове обґрунтування вибору і реалізації критеріїв ефективності. Для пакувального обладнання головними критеріями ефективності є точність виконання технологічних операцій, забезпечення високої продуктивності при максимальному суміщенні виконання операцій і руху робочих органів, ступінь гнучкості і переналагоджені, мінімальні витрати енергії на пакування та мінімальні витрати на виготовлення і

обслуговування машин. Під час проектування необхідно встановити вплив різних факторів на конкретний критерій і на завершальному етапі синтезу створити умови для реалізації максимального значення одного чи кількох критеріїв, а інші критерії повинні бути в межах допустимих значень.

Складність технологічної топології пакування в'язко-пластичних харчових продуктів у споживчу тару, багатовимірність як за кількістю складових елементів, так і за числом виконуваних функцій, створюють певні складності під час розв'язання задач аналізу та синтезу пакувального обладнання [3]. Також актуальною проблемою сьогодення для конструкторів пакувального обладнання є розробка алгоритму вибору оптимальної структури пакувальної машини (ПМ).

Методика досліджень. Складності пов'язані з розв'язання задач аналізу та синтезу можна вирішити, застосувавши модульний принцип проектування, в основу якого покладено топологічний метод аналізу технологічних систем [1]. Модульний принцип проектування дає змогу формальним чином встановлювати функціональний зв'язок між технологічною топологією й кількісними характеристиками функціонування системи у вигляді матеріальних та енергетичних навантажень на елементи технологічної системи. Топологічний метод аналізу технологічних систем базується на аналізі моделей систем та дає змогу значний обсяг інформації про технологічний процес пакування навести у конкретній і наочній формі.

Для розгляду всіх можливих схем технологічного процесу в'язких і пластичних харчових продуктів доречно створити граф технологічного процесу. Такий граф охоплює майже всі можливі основні операції пакування. На основі аналізу послідовностей виконання основних операцій, у разі потреби, виключенням або заміною деяких операцій можна створити необхідну технологічну схему [4].

Поряд із забезпеченням заданої продуктивності, структури пакувальної машини, одним із головних завдань, яке намагаються вирішити під час синтезу даного типу, є мінімізація витрат на його виробництво та експлуатацію. Крім того, однією з головних складових експлуатаційних витрат є споживання обладнанням енергії. Для оцінювання енерговитрат різними функціональними модулями побудовано їх топологічні моделі у вигляді графа зв'язків. Основою його побудови є енергетично-потоківий граф, для побудови якого потрібно звести всі структурні елементи системи до їх енергетичних еквівалентів або до блоків, у яких здійснюється введення, перетворення, розгалуження та розсіювання потоків енергії та маси. Блоки графа показують зв'язки системи із зовнішнім середовищем, а також витрати енергії у складових елементах системи. На основі енергетично-потоківого графа (кодова діаграма) побудовано граф зв'язків, який є основою для подальшої обробки та перетворень. Наступним етапом моделювання є перетворення графа зв'язків до вигляду, який надає можливість одержати розв'язок розробленої моделі. Одним із різновидів таких перетворювань є побудова сигнального графа. Сигнальний граф – це орієнтований граф, що відповідає лінійним або лінеаризованим системам рівнянь математичної моделі технічної системи й відображає причинно-наслідковий зв'язок між елементами системи [3].

Один із способів застосування кінцевого вигляду сигнального графа базується на положенні, що графи – це топологічна форма інтерпретації системи компонентних рівнянь. З отриманого компонентного рівняння стає зрозумілим характер та величина взаємодії масово енергетичні потоків в системі. Використавши отримане рівняння для визначення витрат енергії у функціональних модулях пакувальної машини встановлено, що найбільш енергомісткими функціональними модулями є дозатор та транспортна система.

Для правильної оцінки і вибору оптимальної ПМ з ряду подібних необхідно з'ясувати, які параметри є найбільш важливими і на які слід перш за все звернути увагу при аналізі аналогічного обладнання. Деякі параметри, що впливають на вибір ПМ, мають яскраво виражений пріоритетний характер. Багато параметрів рівнозначні і важко віддати якому-небудь з них перевагу, а є і такі, що в явній або неявній формі протирічають один одному. Одним з шляхів вирішення подібних задач є використання методу функціонально-вартісного аналізу (ФВА).

Для оцінки ПМ для в'язко-пластичних харчових продуктів було означено ряд параметрів [2]: характеристики, пов'язані з пакованою продукцією (різноманітність видів пакованих продуктів, ємкість завантажувального бункера, точність дозування, діапазон дозування, час переналагодження обладнання з одного продукту на інший; технічні характеристики (продуктивність з продуктом, споживана електрична потужність, витрати повітря, тиск повітря, ступінь автоматизації, маса обладнання, габаритні розміри обладнання, матеріал виготовлення обладнання; характеристики, що пов'язані з пакувальним матеріалом та упаковкою (необхідна точність до товщини пакувального матеріалу (плівки), діапазон ширини плівок, різноманітність типів упаковки, різноманітність розмірів упаковки, тип зварювання, діапазон температур зварювання); економіко-організаційні показники (вартість обладнання, економія матеріалу машиною, термін окупності обладнання, кількість обслуговуючого персоналу, вимога до кваліфікації персоналу, умови підписання контракту); додаткові характеристики (зовнішній вигляд обладнання, наявність системи захисту обслуговуючого персоналу під час роботи обладнання, наявність системи управління, наявність системи змащування, наявність додаткового обладнання, запасні комплектуючі).

Рейтингову оцінку запропонованих параметрів проведено із залученням ряду експертів пакувальної індустрії, що мають безпосереднє відношення до досліджуваного обладнання, та з застосуванням методу експертних оцінок [2]. Коефіцієнти значущості в загальній оцінці найбільш важливих складових оптимальної структури машини показано на рис. 2.

Висновки. Проведені дослідження дають змогу стверджувати, що:

- використання системи модульного проектування дає можливість створити параметричні ряди функціональних модулів машин, на основі яких стане можливим створення пакувального обладнання з найоптимальнішими параметрами та показниками;
- складності дослідного та розрахункового характеру які виникають під час розв'язання задач аналізу та синтезу фасувального обладнання можна усунути застосувавши топологічний метод аналізу технологічних систем;
- результати досліджень вказують на те, що саме вдосконалення функціонального модуля дозування в'язко-пластичної продукції як з точки зору енергоспоживання, так і точності дозування є перспективним шляхом розвитку машин даного типу.

Література

1. Васильев А.Л. Модульный принцип формирования техники. – М.: Издательство стандартов, 1989. – 240 с.
2. Вступ до теорії складності дискретних задач / А.В. Панішев; Житомирський держ. технологічний ун-т. - Житомир: ЖДТУ, 2004. – 326 с.
3. Гавва О.М. Пакувальне обладнання: підручник / Гавва О.М., Беспалько А.П., Волчко А.І., Кохан О.О. – Київ: ІАЦ "Упаковка", 2010. – 744 с.
4. Сигорский В.П. Математический аппарат инженера / Изд. 2-е, стереотип. – Киев.: Техника, 1977. – 768 с.

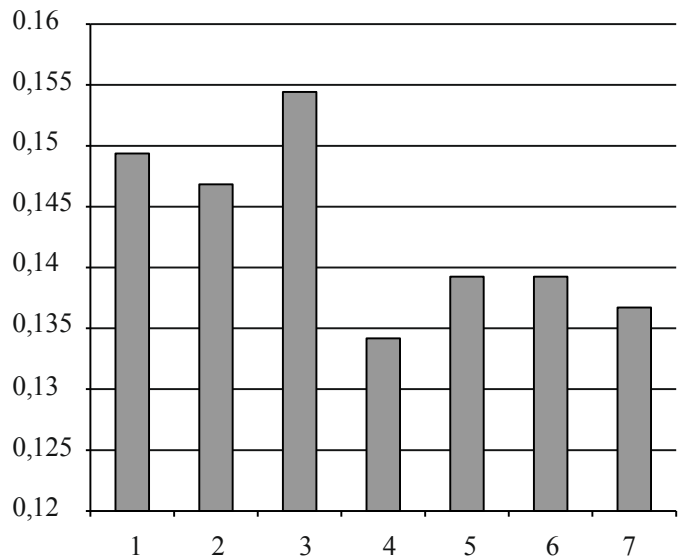


Рисунок 2 - Діаграма ранжування найбільш впливових характеристик: 1) точність дозування; 2) продуктивність з продуктом; 3) термін окупності обладнання; 4) необхідна точність до товщини пакувального матеріалу (плівки); 5) економія матеріалу машиною; 6) наявність системи захисту обслуговуючого персоналу під час роботи обладнання; 7) доступність комплектуючих

УДК 621.313

Гавва О.М., д.т.н., професор

Кривопляс – Володіна Л.О., к.т.н., доцент

Волчко А.І., к.т.н., доцент

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

АНАЛІЗ ВІБРАЦІЙНО-ЗАВАНТАЖУВАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ МАШИН ДЛЯ ПАКУВАННЯ ДРІБНО-ШТУЧНИХ ВИРОБІВ ТА ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ ЇХ КОМПОЗОВАННИХ РІШЕНЬ

Вступ. Автоматизація завантажувальних операцій дрібно-штучної продукції під час роботи пакувальних машин є однією із найбільш складних і актуальних задач з автоматизації технологічних процесів пакування. Складність процесу автоматизації обумовлюється фізико-механічними і реологічними характеристиками продукції, а також забезпеченням спеціальної конструкції завантажувальних систем, які дозволяють попередньо покроково розділити потік продукції перед подачею в упаковку (лунки блістера). Вібруючі завантажувальні пристрої (ВЗП) відрізняються простотою конструкції, універсальністю, надійністю і економічністю. В цих пристроях переміщення дрібно – штучної продукції забезпечується коливаннями бункера або лотка за певним законом, а орієнтування - застосуванням спеціальних контактних і безконтактних методів та засобів. Вібруючі дозволяють виділяти дрібно – штучну продукцію з бункера без захватних органів; зменшує сили тертя між продуктом і поверхнями завантажувального пристрою, що сприяє розвороту і руху їх у бункері; запобігає ушкодженню поверхні і у ряді випадків є єдиною можливим способом автоматизації завантаження; виключає утворення стійких зведень і заторів у бункерах. Це підвищує маневреність і універсальність завантажувальних пристроїв і дозволяє одним і тим же видом вібруючо – інерційного пристрою подавати дрібно – штучний продукт у правильно зорієнтованому напрямку на подальші операції оброблення і пакування. За принципом виконання орієнтації усі існуючі способи поділяються на пасивні і активні. Пасивний спосіб орієнтації полягає в тому, що при неправильному розташуванні продукту видаляється із загального потоку (наприклад, назад у бункер). На позицію захоплення поступають тільки правильно орієнтований дрібно – штучний продукт. При активному способі орієнтація продукції здійснюється примусово.

Основна частина. За характером дії робочих органів на продукт, розрізняють контактний і безконтактний методи орієнтації. Контактний метод полягає в тому, що дрібно – штучному продукту необхідне положення надається шляхом безпосередньої дії орієнтуючого органа. Безконтактний метод орієнтації передбачає безпосередньо відсутність дії на дрібно – штучний орієнтуючого органа (гравітаційним і електромагнітним силовими полями, пневматичними і гідравлічними силами). Орієнтація дрібно – штучної продукції в автоматизованому технологічному процесі може поділятися на різні етапи [3] :

- орієнтація безпосередньо в завантажувальному пристрої;
- орієнтація на вихідній для захоплення позиції;
- орієнтація в процесі міжопераційного транспонування;
- орієнтація в процесі захоплення робочим органом;
- орієнтація при переміщенні продукту робочим органом;
- орієнтація продукту на позиції його оброблення.

Конструктивні рішення пакувальних машин, що містять бункер – живильник і лотки з вібросистемами дозволяють використовувати різні типи приводів, що забезпечує великий діапазон зміни динаміки характерних технологічних процесів [2].

Підсумкова характеристика вібруючо – інерційних систем у вигляді класифікації наведена в таблиці.

Таблиця - Класифікація вібраційно – інерційних систем

Тип машини	Тип привода(режим роботи)	Схема	Зрівноваженість	Коефіцієнт зусилля	Стабільність
1	2	3	4	5	6
Одномасові	Кривошипно – шатунний з жорстким шатуном (над резонансні)		--	-	++
			-	-	+
	Дебалансний (над резонансні)		+	-	+
	Електромагнітний (резонансний)		--	+	--
Двохмасові	Кривошипно – шатунний (резонансний)		+	+	-
			-	+	+
	Дебалансний (резонансний)		+	+	--
	Електромагнітний (резонансний)		++	+	--

1	2	3	4	5	6
Трьохмасові	Кривошипно – шатунний (резонансний)		+	+	-
	Дебалансний (міжрезонансний)		+	+	+
	Електромагнітний (міжрезонансний)		++	+	+

В ході аналізу існуючих конструкцій одномасових машин, були проведені дослідження ВЗП з дебалансним електричним і пневматичним приводом.

Підсумок результатів теоретичного дослідження показує, що на величину середньої швидкості вібропереміщення одиниці продукції істотний вплив мають кінематичні і динамічні параметри. Вплив таких параметрів як амплітуда коливань опорної поверхні A і число коливань опорної поверхні за хвилину n представляє великий інтерес, оскільки в умовах виробництва вони є найбільш зручними для керування.

Залежності середньої V_{cp} швидкості переміщення продукту від n , зображені на рис.1, ці залежності отримані для $A = 10$ мм, $n = 100$ кол/хв.

Залежності середньої V_{cp} швидкості переміщення продукту від A для різних значень кута β нахилу коливань опорної поверхні наведені на рис. 2. Зміна n від 50 до 100 кол/хв призводить до збільшення V_{cp} в середньому в 7,3 рази. Зміна кута β на 1 градус для усіх розглянутих поєднань призводить до зміни V_{cp} в середньому в 1,11 разів. Вплив зміни n при цьому незначний.

На рис. 3 наведені залежності середньої V_{cp} швидкості від A для різних значень кута встановлення пластин на опорній поверхні. Зміна A від 3 до 10 мм призводить до збільшення V_{cp} в середньому в 3,7 разу. Зміна α на 1 градус для найбільшого з досліджених значень $A = 10$ мм призводить до зміни V_{cp} в середньому в 1,05 разу. Це співвідношення збільшується зі зменшенням A і для значення $A = 10$ мм складає - 1,08 разів.

Із залежностей видно, що зменшення кута γ наближає залежність середньої швидкості до лінійної. Зі збільшенням γ відбувається зменшення середньої V_{cp} швидкості. Так, збільшення кута γ на 1 градус призводить до зменшення V_{cp} в середньому на 0,0055 м/с або 5,5 мм/с.

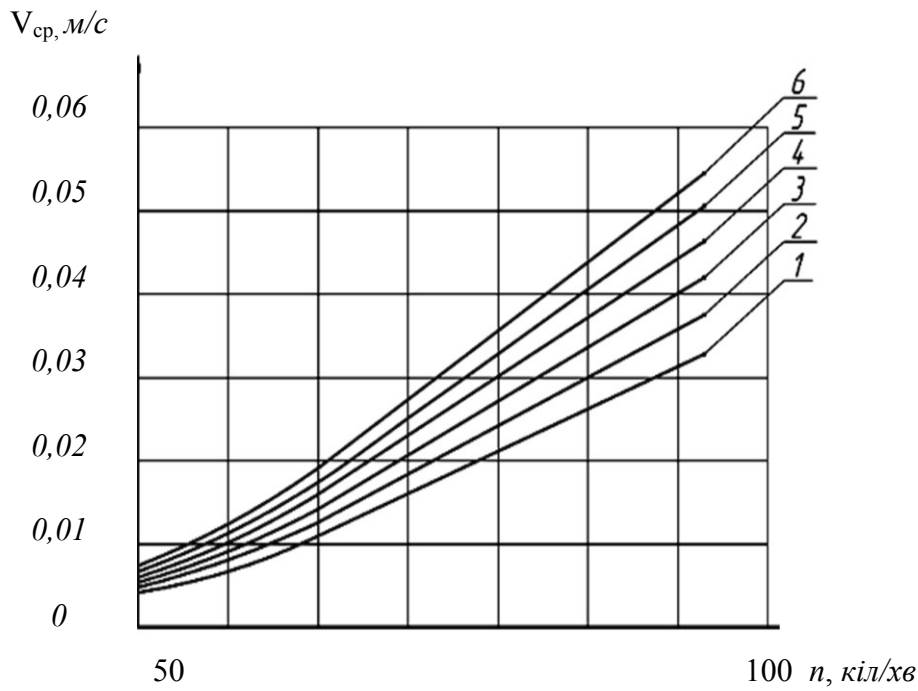


Рисунок 1 - Залежність середньої V_{cp} швидкості переміщення продукції від числа коливань опорної поверхні n в хвилину для різних значень кута нахилу опорної поверхні α і кута розміщення напрямної $\gamma = 8^\circ$:

- 1) $\alpha = 10^\circ$; 2) $\alpha = 15^\circ$; 3) $\alpha = 20^\circ$;
 4) $\alpha = 25^\circ$; 5) $\alpha = 30^\circ$; 6) $\alpha = 35^\circ$

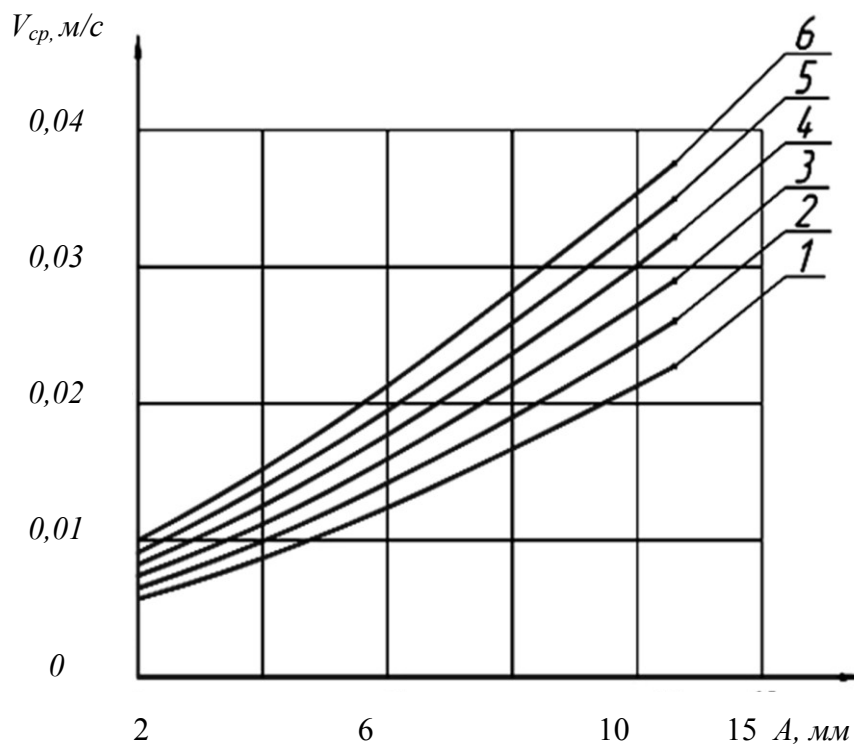


Рисунок 2 – Залежність середньої V_{cp} швидкості переміщення продукції від амплітуди A коливань для різних значень кута β – дії збурюючої сили відносно горизонталі, при $\alpha = 40^\circ$, $\gamma = 8^\circ$:

- 1) $\beta = 4^\circ$; 2) $\beta = 5^\circ$; 3) $\beta = 6^\circ$;
 4) $\beta = 7^\circ$; 5) $\beta = 8^\circ$; 6) $\beta = 9^\circ$

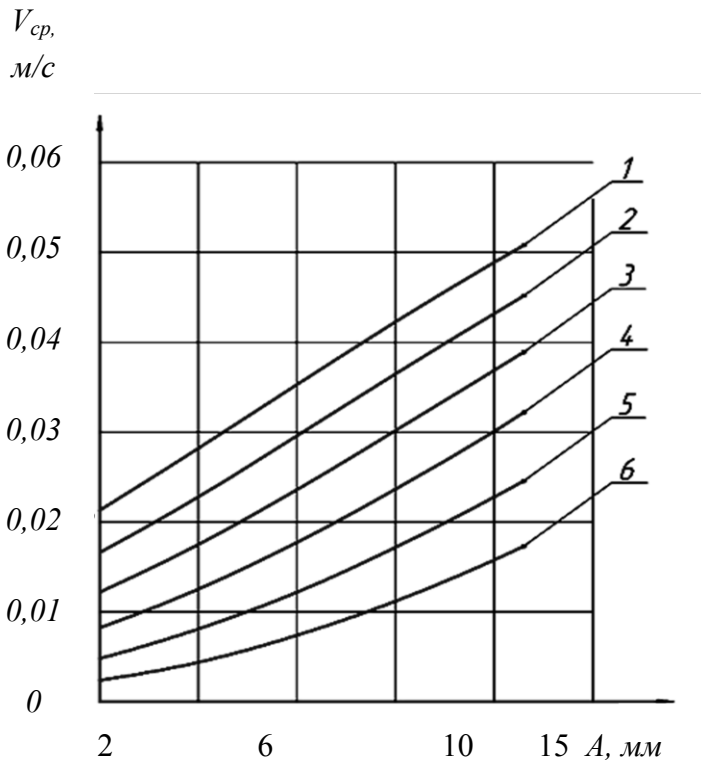


Рисунок 3– Залежність середньої $V_{ср}$ швидкості від амплітуди A коливань для різних значень кута γ встановлення пластин на опорній поверхні до горизонталі при $\alpha = 40^\circ$, $\beta = 7^\circ$:

- 1) $\gamma = 42^\circ$; 2) $\gamma = 43^\circ$; 3) $\gamma = 44^\circ$;
4) $\gamma = 45^\circ$; 5) $\gamma = 46^\circ$; 6) $\gamma = 47^\circ$

вібраційно – інерційного завантажувального лотка, що надасть змогу підвищити продуктивність при умові збереження цілісності продукту.

Література

1. Заплетніков І.Н., Фалько Л.Г., Фалько О.Л. Визначення оптимального кута коливань деки віброадгезійного сепаратора. Тези допов. на наук.- паркт. конф. «Стан і проблеми розвитку торгівлі і харчування в Україні». Харківська держ. акад. технол. та організ. харч. - Харків. 1997, с. 39-40.
2. Allgaier Process Technology (Опто-электронная и рентгеновская система сортировки в вибромашинах) - www.allgaier.de.
3. Прейс, В.В., Усенко, Н.А., Давыдова, Е.В. Автоматические загрузочно-ориентирующие устройства. Ч. 1. Механические бункерные загрузочные устройства. - Тула, Изд-во ТулГУ, 2006. – 125 с.
4. Антипов, С. Т. Системное развитие техники пищевых технологий / С. Т. Антипов, В. А. Панфилов, О. А. Ураков [и др.] ; под ред. акад. РАСХН В. А. Панфилова. — М. : КолосС, 2010. — 762 с.

З отриманих залежностей видно, що найбільший вплив на зміну величини середньої $V_{ср}$ швидкості робить зміна кута γ установки пластин на опорній поверхні, а найменше - зменшення кута α нахилу опорної поверхні до горизонту[1,4].

Висновок. Під час проведення аналізу існуючих конструкцій вібраційно – інерційно завантажувальних пристроїв у пакувальних машинах, зроблені висновки про необхідність розгляду питань пов'язаних із визначення раціональних параметрів коливань механічної системи на початковій стадії проектування машини. Від характеру коливань залежить технічний ефект роботи машини. Зокрема, вібраційний вплив на дрібно – штучну продукцію залежно від характеру дії, може призвести до руйнування зовнішньої поверхні продукту, тому потрібно встановити раціональні параметри роботи

УДК 636.4.3

Деренівська А.В., асп.

Гавва О.М., професор, д.т.н.

Масло М.А., доцент, к.т.н

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

ВИЗНАЧЕННЯ СИЛОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА РОБОЧІ ОРГАНИ МЕХАНІЗМУ ФОРМОУТВОРЕННЯ КАРТОННОЇ ПАЧКИ ІЗ ПЛОСКОСКЛАДЕНОЇ ЗАГОТОВКИ В ПАКУВАЛЬНИХ МАШИНАХ

Вступ. Сьогодні на ринку пакувальних матеріалів з'явилась тенденція до створення і використання існуючих екологічно чистих матеріалів. Тому така упаковка, як картонна пачка стає знову актуальною і повертає втрачені позиції.

Існує три основних способи пакування продукції в картонну пачку:

- 1) з виготовленням пачки безпосередньо з рулону пакувального матеріалу.
- 2) з виготовленням та формоутворенням пачки з попередньо виготовленої висічки;
- 3) з формоутворенням пачки з попередньо виготовленої плоскоскладеної заготовки;

За першим способом працюють пакувальні машини, які безпосередньо виготовляють пачку з рулонного картону. Зараз такі машини майже не використовуються.

Пакувальні машини, що реалізують другий спосіб, мають періодичний принцип дії і, як правило, виконані з роторною та лінійно-роторною компоновкою. Характеризуються досить складною кінематикою, наявністю великої кількості виконавчих механізмів з кулачками, що стримує можливості збільшення продуктивності. Найбільшого поширення вони набули не для картонних пачок, а для коробок типу стакан-кришка.

Пакувальні машини, що реалізують третій спосіб формування пачки, використовують плоскоскладені картонні заготовки склеєні по поздовжньому шву, мають часто безперервний принцип дії. Всі операції по формоутворенню пачки, фасуванню продукції, тощо, виконуються без зупинки транспортної системи, що різко знижує (в порівнянні з обладнанням дискретної дії) динамічні навантаження і забезпечує можливість збільшення продуктивності.

Актуальність теми. Машини для пакування продукції в картонні пачки, виготовлені з плоскоскладених заготовок, набувають все більшого поширення і користуються попитом у виробників харчової та фармацевтичної галузей промисловості. Конструювання та визначення раціональних параметрів таких машин є пріоритетним завданням для проведення досліджень. У процесі формоутворення пачки на її бічні грані та ребра діють статичні і динамічні навантаження з боку робочих органів відповідних механізмів пакувальної машини. Цей спектр навантажень повинен сприяти нормальному протіканню процесу формоутворення за мінімально короткий проміжок часу, для забезпечення максимальної продуктивності пакувальної машини. При цьому величина навантажень на окремі елементи пачки не повинна перевищувати деяких граничних значень, за яких можливе пошкодження пачки, втрата нею заданої форми і розмірів. Вивчення силового навантаження картонної пачки в процесі реалізації операцій пакування розглянуто недостатньо, зокрема при максимальних значеннях кінематичних параметрів робочих органів. Тому, актуальною задачею досліджень на сучасному етапі розвитку пакувальних машин даного типу є дослідження динаміки процесів пакування, зокрема процесів формоутворення картонної пачки, з метою досягнення максимальної продуктивності машин при обмеженні силового навантаження на елементи пачки і забезпечення високої якості пакування.

Матеріали і методи.

Розглянемо характерні конструкції механізмів, які використовуються в пакувальних машинах для формоутворення картонної пачки з плоскоскладеної заготовки.

I тип. На рис.1 показана схема силового навантаження елементів картонної пачки, коли процес формоутворення реалізується способом стискання плоскоскладеної заготовки по

діагоналі і заготовка пачки знаходиться між активним робочим органом, що рухається прямолінійно, і нерухомою площиною.

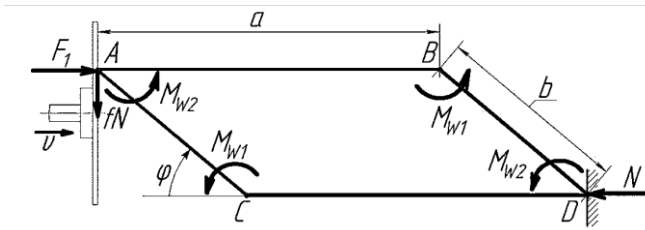


Рисунок 1 – Схема силового навантаження елементів картонної пачки при стисканні плоскоскладеної заготовки по діагоналі

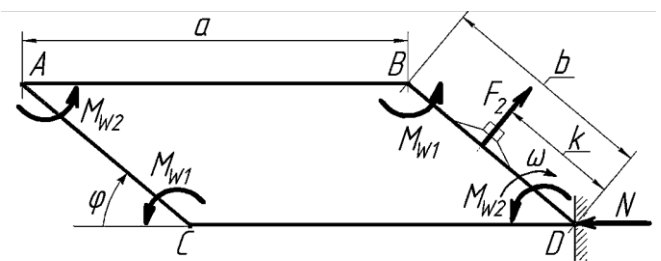


Рисунок 2 – Схема силового навантаження елементів картонної пачки при захопленні передньої грані пачки і рухом захвата по коловій траєкторії

При цьому випадку величина активної сили F_1 , що діє з боку активного робочого органу на елементи картонної пачки, визначається залежністю:

$$F_1 = \frac{2(M_{W1} + M_{W2}) + \dot{v} \cdot b(m_1 \cos \varphi + m_2 \sin \varphi)}{b \cdot \sin \varphi \cdot (1 - f)}, \quad (1)$$

де M_{W1} , M_{W2} - моменти сил опору згинанню заготовки по лінії бігування відповідно з розкритими та складеними гранями; \dot{v} - прискорення з яким рухається активний робочий орган; b - довжина короткої грані пачки; m_1 , m_2 - маси, відповідно, короткої і довгої граней пачки; φ - поточний кут розкриття пачки; f - коефіцієнт тертя ковзання елемента пачки по поверхні активного робочого органу.

Максимальне прискорення \dot{v}_{\max} активного робочого органу при якому ще можлива передача зусиль необхідних для згинання заготовки по лініях бігування B і D :

$$\dot{v}_{\max} = \frac{\pi^2 E \cdot l \cdot \delta^3 b \cdot \sin \varphi - 12a^2 (M_{W1} + M_{W2})}{6a^2 b \cdot (m_1 \cos \varphi + m_2 \sin \varphi)}, \quad (2)$$

де E - модуль пружності картону; l - довжина грані по лінії згину заготовки; δ - товщина картону заготовки; a - довжина грані по лінії прикладання сили з боку активного робочого органу механізму формоутворення.

При перевищенні приведенного прискорення верхня грань AB втрачає поздовжню стійкість і руйнується, що унеможливує подальший процес формоутворення. Таким чином, прискорення \dot{v}_{\max} визначає максимальну швидкість активного робочого органу і встановлює максимальну продуктивність розглянутого способу формоутворення картонної пачки.

Якщо формоутворення картонної пачки із плоскоскладених заготовок здійснювати шляхом захоплення передньої грані заготовки, то елементи пачки не будуть навантажуватись стискаючими зусиллями.

II тип. Процес формоутворення реалізується пневматичним захватом, який захоплює передню коротку грань пачки і переміщується по колу (рис. 2). Кінематичні параметри активних робочих органів у цьому випадку мають значно менші обмеження, а продуктивність механізму формоутворення - вища.

Необхідне зусилля, яке повинен розвивати захват визначається залежністю:

$$F_2 = \frac{2(M_{W1} + M_{W2}) + 2m_1 b^2 \varepsilon + m_2 b^2 \sin \varphi \cdot (\omega^2 \cos \varphi + \varepsilon \sin \varphi)}{k}, \quad (3)$$

де ω – кутова швидкість руху захвата по коловій траєкторії; ε – кутове прискорення захвата; k – координата прикладання рушійної сили з боку захвата до передньої грані заготовки.

У даному випадку найбільш навантаженим елементом заготовки є передня коротка грань, що знаходиться під спектром зовнішніх і внутрішніх навантажень, які викликають деформації згину передньої грані. Величина максимальної деформації грані визначається

залежністю:

$$y_{\max} = \frac{4F_2(b-k)}{3\sqrt{3} \cdot E \cdot l \cdot \delta^3} \cdot \frac{(b^2 - (b-k)^2)^{3/2}}{b} \quad (6)$$

III тип. Пневматичний захват захоплює передню довшу грань пачки і переміщується прямолінійно. Необхідний рушійний момент створюється силовим впливом нерухомої напрямної поверхні на коротку грань заготовки (рис. 3). У процесі розкривання бокова коротка грань заготовки ковзає по напрямній поверхні і точка контакту грані з напрямною зміщується у напрямку від точки A до точки C , тобто плече c моменту сили N зменшується.

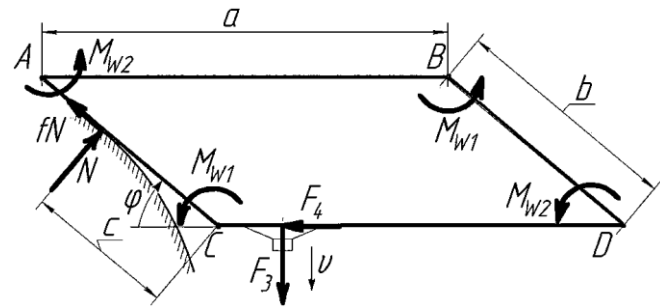


Рисунок 3 – Схема силового навантаження елементів картонної пачки при захопленні передньої грані пачки і прямолінійним рухом захвата

Величина нормальної сили N залежить від величини моментів сил опору і для кожного миттєвого положення заготовки визначається величиною необхідного рушійного моменту, що забезпечує реалізацію процесу формоутворення пачки. Найбільшими значеннями сумарних моментів сил опору характеризується положення заготовки, коли кут φ знаходиться в межах від $25^\circ \dots 35^\circ$, тобто відповідає максимальному значенню моменту M_{W1} .

Для кожного миттєвого положення заготовки значення нормальної сили N визначається залежністю:

$$N = 2 \frac{M_{W1} + M_{W2} + m_1 b^2 \varepsilon_1 + m_2 b^2 \sin \varphi \cdot (\omega_1^2 \cos \varphi + \varepsilon_1 \sin \varphi)}{c} \quad (7)$$

де ω_1 – кутова швидкість повороту короткої грані заготовки; ε_1 – кутове прискорення повороту короткої грані заготовки; c – координата точки контакту короткої грані з напрямною поверхнею.

Величина зусилля прикладеного з боку захвата до передньої грані заготовки для кожного миттєвого положення визначається формулою:

$$F_3 = 2(\cos \varphi + f \sin \varphi) \frac{M_{W1} + M_{W2} + m_1 b^2 \varepsilon_1 + m_2 b^2 \sin \varphi \cdot (\omega_1^2 \cos \varphi + \varepsilon_1 \sin \varphi)}{c} \quad (8)$$

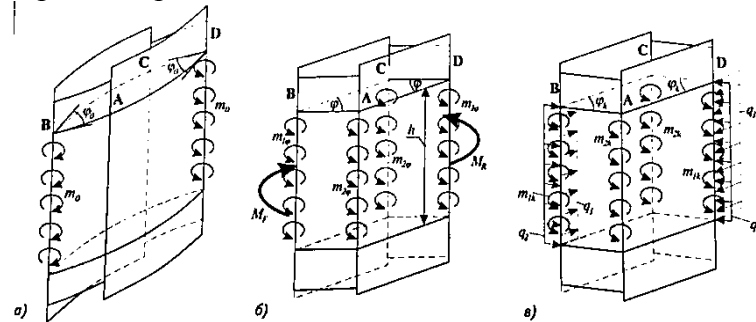
Захват у цьому випадку повинен також мати достатню поперечну жорсткість для компенсації бокового зусилля F_4 з боку заготовки.

Для підвищення надійності роботи такого механізму та сприяння реалізації процесу формоутворення використовують декілька пневматичних захватів розміщених в ряд, які здійснюють простий поступальний рух.

Вивчення силового навантаження на елементи картонної пачки від дії робочих органів механізму формоутворення пачки із плоскоскладеної заготовки не можливо проводити без урахування сил опору деформаціям згину елементів пачки по лініях бігування.

На рис.4. показані окремі етапи процесу формоутворення картонної пачки із плоскоскладених заготовок та силове навантаження при цьому.

У плоскоскладеній заготовці (рис.4, а) після згинання картонної висічки по лініях бігування і проклеювання поздовжнього шва, протилежні ребра В і О перебувають у деформованому стані, лінії А і С лишаються недеформованими. Одразу після згинання за рахунок залишкових напружень у деформованих ребрах відбувається часткова релаксація ліній згину, і під дією остаточних лінійних моментів m_0 у ребрах В і D бокові грані заготовки прогинаються і плоскоскладена заготовка пачки «розкривається». Ступінь розкриття характеризується величиною кута φ_0 . Така властивість заготовок значно полегшує процес подальшого формоутворення картонних пачок.



**Рисунок 4 – Силове навантаження пачки у процесі формоутворення:
а - після виділення одиначної заготовки з масиву; б - при формуванні пачки;
в – після встановлення сформованої пачки у вузол фіксації.**

Однак при зберіганні плоскоскладених заготовок їх релаксаційні характеристики зменшуються, а при тривалому зберіганні взагалі втрачаються ($m_0 = 0$ і $\varphi_0 = 0$). Заготовки злежуються, стають плоскими, площа граней деформується. Це спричиняє певні труднощі при подальшому формоутворенні пачок.

Процес формоутворення картонних пачок із плоскоскладених заготовок за допомогою робочих органів пакувальної машини полягає у деформуванні останніх по лініях бігування. (рис.4, б). При цьому зовнішню силову дію робочих органів спрямовано на подолання моментів сил опору згинанню заготовки по лініях бігування. Тобто активний момент M_F дії робочих органів на заготовку дорівнює сумі моментів сил опору згинанню у всіх чотирьох ребрах і визначається залежністю:

$$M_F = 2(m_{1\varphi} + m_{2\varphi})h, \quad (1)$$

де $m_{1\varphi}$ і $m_{2\varphi}$ — лінійні моменти, що діють, відповідно, у попередньо деформованих і недеформованих ребрах заготовки; h — довжина ребер заготовки.

Величини лінійних моментів $m_{1\varphi}$ і $m_{2\varphi}$ визначаються фізико-механічними характеристиками картону, особливостями бігування і функціонально залежать від кута розкриття φ бокових граней заготовок. Тобто:

$$m_{1\varphi} = \varphi_1(\varphi) \text{ і } m_{2\varphi} = \varphi_2(\varphi) \quad (2)$$

У повністю сформованій пачці кут $\varphi_k = 90^\circ$ (рис. 1, в), і в поздовжніх ребрах пачки діють лінійні моменти m_{1k} і m_{2k} , які компенсуються опорними площинами вузлів фіксації сформованих пачок, що чинить на пачку відповідну силову дію q_1 і q_2 .

Результати і обговорення. Для проведення дослідження процесу формоутворення картонної пачки та подальшого визначення необхідних раціональних параметрів робочих органів пакувальної машини необхідно враховувати моменти сил опору деформаціям згину елементів пачки по лініях бігування. Їх аналітичне визначення супроводжується значними труднощами, спричиненими неоднорідністю картону, похибками бігування, складними внутрішніми деформаціями. Тому раціонально значення моментів сил опору згинанню по лініях бігування у кожному конкретному випадку для певного виду картону визначати експериментально.

Для цього був використаний прилад для визначення опору згину К-416 (рис. 5). Дані експерименту прилад К-416 відображає двома способами: шляхом виміру зусилля, необхідного для згинання зразка на заданий кут, або шляхом виміру і розрахунку жорсткості при згині, яка є еластичною властивістю матеріалу. Пристрій працює наступним чином (рис

б). Зразки Е розміщуються в затискний пристрій В, і мають вигляд (рис. 7) картонного прямокутника шириною $(38,0 \pm 0,2)$ мм і довжиною не менше 70 мм. Зразки були отримані з висічок картонних пачок у машинному і поперечному напрямках в зоні ліній бігування. Після натискання кнопки пуск, затискний пристрій захоплює зразок з одного боку. Опора утримує зразок на місці до початку вимірювання. При вибраній функції автоторкання затискний пристрій повільно обертається до контакту вільного краю зразка з голівкою С тензодатчика D. Потім затискний пристрій повертається на певний кут G, тобто зразок згинається на задану величину кута. Прилад запам'ятовує значення моменту опору (сил опору) згину заготовки в процесі вимірювання. Потім затискний пристрій повертається в початкове положення, розкривається і зразок вивільняється.

Вимірювальна величина може бути повністю описана лише при необмеженій кількості інформації. Таким чином, визначення фізичної величини на практиці майже завжди неповне і вносить внесок в невизначеність, яка може бути, а може і не бути значною, порівняно з необхідною точністю вимірювання. Вимірювання характеризується рядом недоліків, які призводять до похибки вимірювання. Внаслідок цього результат вимірювання відрізняється від вимірюваної величини.

Тому для обробки даних отриманих у процесі проведення дослідження доцільно використовувати метод найменших квадратів, який застосовується для наближеного представлення заданої функції іншими (простішими) функціями. Це один з методів регресійного аналізу для оцінки невідомих величин за результатами вимірів, що містять випадкові помилки.



Рисунок 5 – Прилад для визначення опору згину К-416

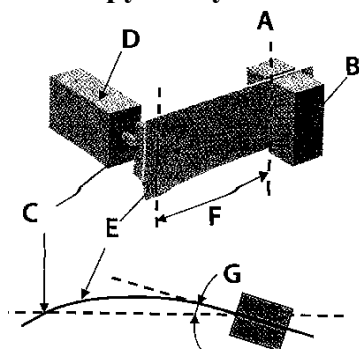


Рисунок 6 – Опір згину і жорсткості при згині: А- поворотна вісь, В- затискний пристрій, С- вимірювальна голівка, D- тензодатчик, Е- зразок, F- плече згину, G- кут згину

Апроксимація отриманих даних виконана у вигляді тригонометричних поліномів, які описують залежність між моментом сил опору ліній бігування і кутом розкриття (рис. 6):

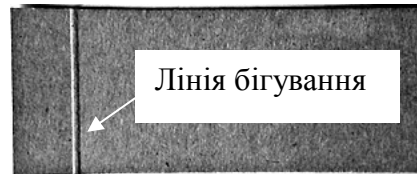


Рисунок 7 – Випробувальний зразок

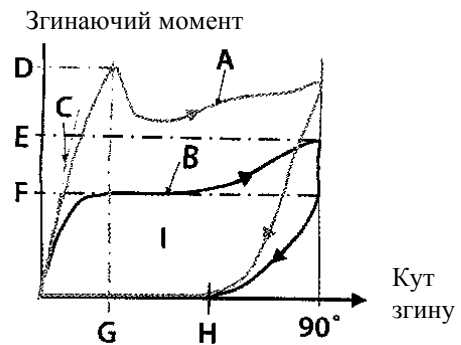


Рисунок 8 – Вимірювання моментів сил опору згину картону з та без ліній бігування: А-зразок без біговки, В- зразок з біговою, С- жорсткість при згин, D- максимальний згинаючий момент (без бігування), Е- згинаючий момент при куті 90° (з біговою), F- згинаючий момент при релаксації (з біговою), G- кут при максимальному згинаючому моменті (без біговки), H- кут при нульовому моменті при зворотньому русі (з біговою), I- робота згину (площа під кривою) з біговою).

- для поздовжнього бігування:

$$M_{оп} = 6,206 \sin(\varphi/16) + 0,516\varphi - 3,644;$$

- для поперечного бігування:

$$M_{оп} = -12,378 \sin(\varphi/32) + 0,693\varphi + 5,976.$$

Ступінь точності підбору апроксимаційних функцій відносно експериментальних даних дорівнює 0,94.

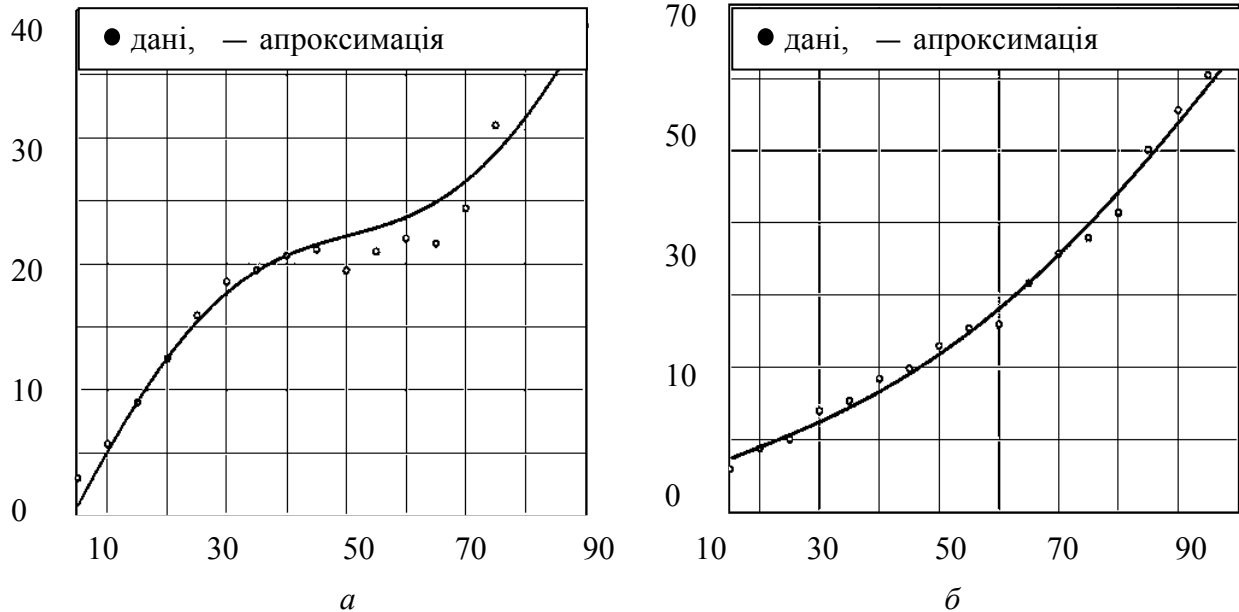


Рисунок 6 – Графік функції з використання тригонометричної апроксимації:
а) для поздовжнього бігування; б) для поперечного бігування

З графіків на рис. 6 (а) видно, що момент сил опору ліній бігування при зміні кута φ від 0° до 40° стрімко зростає. Це пояснюється тим, що початок розкривання заготовки при $\varphi = 0^\circ$ супроводжується пружними деформаціями недеформованих ліній бігування і зі збільшенням кута φ внутрішній опір ліній бігування зростає. Коли значення кута φ знаходиться в діапазоні від 40° до 60° , момент опору є майже сталим, оскільки злам ліній бігування вже відбувся. При значенні кута φ від 60° до 90° відбувається остаточне формоутворення прямокутної форми пачки, тому значення моментів сил опору знову зростає.

Висновки. Певна частина параметрів процесу формоутворення, зокрема, значення моментів сил опору ліній бігування, у кожному конкретному випадку визначаються експериментально. Результати експериментальних досліджень і геометричні та фізико-механічні характеристики заготовок дозволять об'єктивно і точно визначати раціональні параметри робочих органів пакувальних машин у яких реалізується технологічний процес формоутворення картонних пачок із плоскоскладених заготовок. На практиці значення моментів сил опору слід визначати експериментально, оскільки їх аналітичне визначення супроводжується значними труднощами, спричиненими неоднорідністю структури картону, похибками бігування, складними внутрішніми деформаціями тощо. Як правило, точність аналітичних розрахунків у цьому разі значно поступається точності результатів експериментальних досліджень.

Література

1. Шредер В. Л. Упаковка из картона/ В.Л. Шредер, С.Ф. Пилипенко. – К.: ИАЦ «Упаковка» – 2004. – 560 с.
2. Масло М.А. Формоутворення картонних пачок при пакуванні // Упаковка. – 2005. – №4. – с. 42-44.

УДК 664.655.1

Ковальов О.В., к.т.н.

Доломакін Ю.Ю.

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

Федорів В.М., к.т.н.

Кам'янець-Подільський коледж харчової промисловості, м. Кам'янець-Подільськ, Україна

ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ ХЛІБОПЕКАРСЬКИХ ПЕЧЕЙ

Хлібопекарська піч може працювати з різною продуктивністю G , при цьому величина питомої витрати палива $b=f(G)$ буде змінюватися. Раціональна робота печі досягається тоді коли питомі витрати палива досягають мінімального значення. Визначення раціональної продуктивності з точки зору економії теплоти є важливою задачею. У промислових печах однією з основних величин, найбільш чутливою до зміни продуктивності, є температура відпрацьованих газів $t_{від}$, які ідуть із печі у навколишнє середовище. Це у свою чергу пов'язано з значною втратою теплоти з відпрацьованими газами q_2 . Остання величина визначає зміну витрати палива, яке не пов'язане безпосередньо з продуктивністю печі. Тому задача визначення раціональної продуктивності печі зводиться головним чином до встановлення точної або наближеної залежності величини температури відпрацьованих газів від продуктивності.

Нами проведені досліджування роботи печей з рециркуляцією продуктів згоряння – найбільш розповсюдженого типу хлібопекарських печей, при перемінних режимах роботи. У цих печах підвищення продуктивності призводить до збільшення температури відпрацьованих газів, зниження – до зменшення температури відпрацьованих газів.

Збільшення температури відпрацьованих газів, що відбувається з ростом продуктивності печі зумовлюється тим, що підвищення продуктивності викликає відповідну зміну теплового потоку в робочу камеру печі. Ця зміна відбувається в результаті збільшення витрати палива і підвищення початкової температури гріючих газів. При цьому зростання сумарної ентальпії газів визначає збільшення тепловіддачі від них, що приводить до росту відпрацьованих газів.

Мета наших досліджень – установа залежності температури відпрацьованих газів від продуктивності печі і визначення найбільш раціональної продуктивності для печей даного типу.

З метою визначення вхідних шуканих величин і функції відпрацьованих газів від продуктивності для хлібопекарських печей з рециркуляцією продуктів згоряння проведені дослідження, при перемінних режимах, на печі К-ПХМ-25 (рис. 1) Дослідження проводили при випічці хліба “Дарницького” подового масою 0,8 кг у всьому практично доцільному для цієї печі діапазоні змін продуктивності $G = 0,069...0,079$ кг/с, (у відсотках) $G = 100...115$ %, якщо за 100 % прийняте навантаження $G = 0,069$ кг/год. У топці спалювали паливо пічне побутове (ТПБ) ТУ 38.101656-67.

За результатами науково-дослідної роботи, у національному університеті харчових технологій, розроблено конструкторську документацію на тупикову конвеєрну, з каналним обігрівом, хлібопекарську піч марки К-ПХМ-25, яку пропонується встановлювати замість печі ФТЛ-2. Хлібопекарська піч К-ПХМ-25 являє собою металеву блочну конструкцію, з колісковим конвеєром, та каналною системою обігрівання, з примусовою рециркуляцією газів. Піч призначена для випікання пшеничного, житнього та житньо-пшеничного хліба.

Хлібопекарська піч являє собою суцільнометалеву конструкцію, зібрану з окремих модулів, і теплоізолювану зовні (рис. 1) і складається із завантажувально-розвантажувального пристрою, системи парозволоження, корпусу який являє собою цільнометалеву конструкцію, яка зібрана з окремих модулів і теплоізолювана зовні мінеральною ватою. В середині печі розташовано верхній та нижній нагрівні канали, над якими знаходяться відповідно верхній і нижній газоходи, які мають шибер для подачі

гріючих газів. Топково-запальниковий блок складається із топки, камери змішування, муфеля, запальника. Тістові заготовки переміщуються колісковим конвеєром. Подача гріючих газів у газоходи пекарної камери відбувається за допомогою вентилятора рециркуляції.

Принцип роботи печі заснований на подачі гріючих газів, які отримані за рахунок згорання палива у топці, в гріючі канали пекарної камери, в якій підтримується задана температура випікання тістових заготовок відбувається на колісковому конвеєрі, який разом з тістовими заготовками проходить через пекарну камеру. Готові вироби розвантажувальним пристроєм подаються на відповідний транспортер.

Піч має контрольно-вимірювальні прилади для вимірювання та контролю параметрів технологічного режиму (температури в пекарній камері, тиску пари, що надходить на зволоження, тривалості випікання), параметрів процесу горіння палива (тиску газу і рідкого палива, тиску повітря біля пальників, розрідження в топці, температури продуктів згорання в камері змішування, наявності факела та ін.) за вимогами безпеки спалювання газу та рідкого палива).

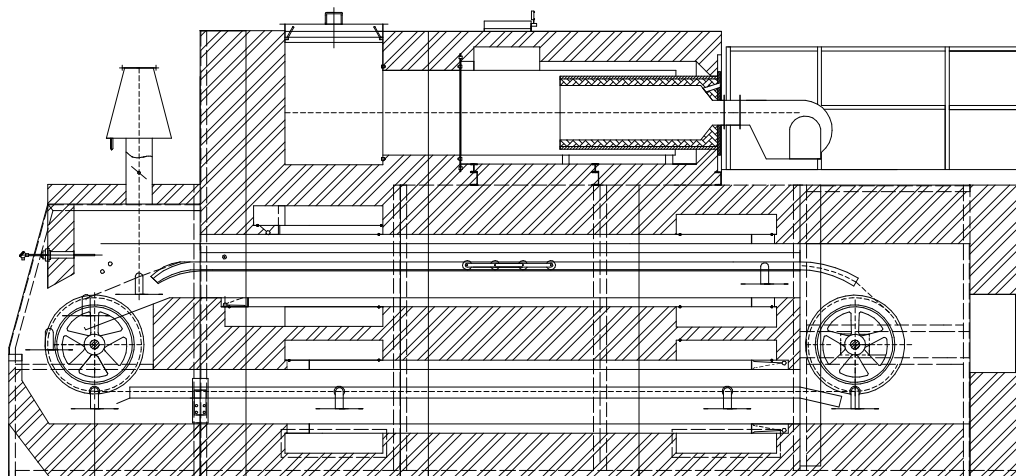


Рисунок 1 - Загальний вигляд хлібопекарської печі К-ПХМ-25

Така будова печі забезпечує високу ступінь заводської готовності, зменшує витрати палива та масу печі.

Науковцями національного університету харчових технологій була досліджена робота даної печі, яку встановлено на Ялтинському хлібокомбінаті КППХП “Кримхліб”.

За час дослідження визначали технологічні параметри напівфабрикатів (закваски, тіста, тістових заготовок): вологість, температуру, тривалість бродіння, тривалість вистоювання та випікання, кислотність. Якість готової продукції оцінювали за фізико-хімічними (вологість, кислотність, пористість) і органолептичними показниками (стану поверхні хліба, структурі пористості, еластичності та пропеченості м’якуша, товщини скоринки).

Для оцінки режиму випікання у печі проведені вимірювання температури середовища пекарної, відносної вологості середовища, температури центра м’якуша хліба і скоринки. Під час дослідження визначали упікання, продуктивність печі, витрати палива, пари і електроенергії. Вимірювання температури тіста-хліба визначали безперервно за допомогою батареї мідь-константових термопар.

Результати дослідження наведені в табл. 1.

На дану піч отримано сертифікат відповідності за № UA 1.003.25949-00 Державного комітету України по стандартизації, метрології та сертифікації та розроблені технічні умови ТУ У 19402247-05-01, які затверджені Державним департаментом з нагляду за охороною праці та Українським центром Державного санепідемнагляду. До Державного підприємства “Інститут промислової власності” подано матеріали на винахід.

В таблиці 2 показано отримані при експериментах зміни температури відпрацьованих газів $t_{від}$ у залежності від продуктивності, і відповідна зміна втрати теплоти з відпрацьованими газами q_z .

Таблиця 1 - Визначення упікання хліба по ширині колиски

№ ко-лиски	Вага тістової заг-ки по ширині колиски, гр							Вага хліба по ширині колиски, гр						
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
4	920	920	925	920	925	920	920	830	825	840	840	840	830	835
12	915	925	920	920	925	920	920	825	830	830	835	830	820	825
22	920	925	915	915	925	915	915	840	835	835	835	840	835	835
№ ко-лиски	Упікання, гр							Упікання, %						
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
4	90	95	85	85	80	90	85	9,7	10,3	9,1	8,6	9,1	9,8	9,2
12	90	95	90	85	95	95	95	9,8	10,2	9,7	9,2	10,2	10,4	10,3
22	80	90	80	80	85	85	80	8,6	9,7	8,7	8,7	9,1	9,2	8,7

Таблиця 2

№ п/п	Продуктивність, кг/с	Температура відпрацьованих газів, °С	Втрати теплоти з відпрацьованими газами, %
1	0,069	302	7,6
2	0,072	318	7,9
3	0,076	322	8,2
4	0,079	340	8,5

З таблиці 1 видно, що залежності температури відпрацьованих газів і втрати теплоти з відпрацьованими газами від продуктивності виявилися лінійними. При цьому середня температура відпрацьованих газів, з урахуванням продуктивності пальника апроксимується розрахунковою залежністю

$$t_{від} = 219 + 1486 G, \text{ } ^\circ\text{C}$$

де G – продуктивність, кг/с.

Лінійну залежність температури відпрацьованих газів від продуктивності печі можна пояснити, проаналізувавши характер зміни основних експериментальних і розрахункових параметрів роботи (див. табл. 3). Параметри в таблиці 2 приведені для наочності тільки для чотирьох характерних режимів, що лежать на границях і в середині досліджуваного діапазону продуктивності.

Таблиця 3

Параметри	Режими обігріву			
	1	2	3	4
Навантаження G , % (кг/с)	100 (0,069)	105 (0,072)	110 (0,076)	115 (0,079)
Витрата палива B , м ³ /год	40,2	44,0	47,5	48,0
Температура робочих газів t_p , °С	530	552	580	595
Об'єм рециркулюючих газів V_{pc} , м ³ /м ³	94	89	81	78
Коефіцієнт витрати повітря в робочих газах α_p	2,9	2,86	2,82	2,8
Коефіцієнт рециркуляції r	2,74	2,59	2,36	2,28
Тепловіддача продуктів згорання ΔI , МДж/м ³	20,4	19,7	19,2	18,7

На підставі даних таблиці 3 були розраховані складові теплого балансу печі. Результати обчислень приведені нижче. Втрати теплоти на нагрівання вентиляційного повітря розраховували при середній продуктивності 107,5 %.

Розрахунок питомої теплоти: кДж/кг

на випікання, $q_1^{n.k}$	438
на перегрів пари, $q_2^{n.k}$	104
на нагрівання вентиляційного повітря, q_3	259
на нагрівання транспортних пристроїв, q_4	80
втрати теплоти в навколишнє середовище, q_5	42

Сумарна тепловіддача $\Sigma Q = 156,2$ кВт.

Ці дані використані при обчисленні тепловіддачі гріючих газів у робочу камеру.

Результати розрахунків у % до теплого потоку в камеру при продуктивності 100 %.

Використовуючи аналітичні й експериментальні співвідношення знайдені витрати палива на холостий хід печі, тобто на роботу печі з нормальними теплотехнічними параметрами (температура в пекарній камері), але без вироблення продукції. Обрахунки витрат палива на холостий хід печі показали, що $V_x = 9,13$ м³/год.

Коефіцієнт холостого ходу печі визначаємо, як відношення витрат палива на холостий хід печі до витрат палива при нормальній (розрахунковій) продуктивності печі.

Коефіцієнт холостого ходу печі складає 0,253 при витраті палива 44,0 м³/т.

Величина витрати палива на холостий хід і коефіцієнт холостого ходу печі можуть бути використані в економічних розрахунках, пов'язаних із плануванням роботи печей і підтримки їх у гарячому резерві.

Висновок. Як видно з таблиці 2 для даної печі, також і в інших хлібопекарських печах аналогічної конструкції, об'єм рециркулюючих газів з ростом навантаження зменшується. Це відбувається внаслідок того, що вентилятор рециркуляції не може змінювати свої характеристики при зміні продуктивності печі. При цьому зміна теплого потоку у робочу камеру визначається зміною температурного напору від гріючих газів. Це приводить до зміни температури гріючих газів разом з продуктивністю печі, що впливає, внаслідок росту температури відпрацьованих газів, на економічність печі. Для зменшення цього впливу необхідно разом з зміною продуктивності (витрат теплоти) змінювати об'єм рециркулюючих газів, зберігаючи кратність рециркуляції.

Література

1. Володарский А.В., Сигал М.Н., Ничиков И.М. Промышленные печи пищевых производств. – К.: Техника, 1986. – 136 с.
2. Михелев А.А., Володарский А. В. Практикум по курсу “Промышленные печи хлебопекарного и кондитерского производства”. М.: Пищевая промышленность, 1974. – 288 с.
3. Михелев А.А. Расчет и проектирование печей хлебопекарного и кондитерского производств / А.А. Михелев, Н.М. Ицкович, М.Н. Сигал, А.В. Володарский. М.: Пищевая промышленность, 1979. – 327 с.

УДК 621.798

Мудрак А.В.

Максименко І.Ф.

Соколенко А.І., д.т.н.

Юхно М.І., к.т.н.

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

ДИНАМІКА ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ У ПРИВОДАХ МАШИН

Перехідні процеси пуску машин супроводжуються динамічними складовими, які можуть в кілька разів перевищувати статичні навантаження. Для навантажувально-розвантажувальних пристроїв, пакетоформувальних, пакеторозформувальних машин, штабелерів тощо перехідні процеси є невід'ємною складовою їх роботи в режимах, близьких до ударного навантаження.

В динаміці машин ударним навантаженням вважають силову взаємодію між ведучою і веденою масами, з'єднаними пружним зв'язком, і за умови, що ведуча маса на протязі часу взаємодії зберігає сталу швидкість.

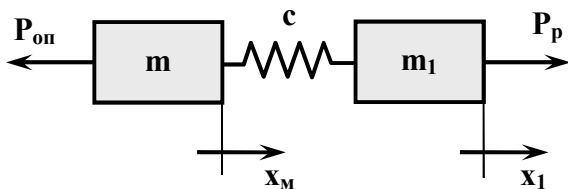


Рисунок 1. Розрахункова схема до двомасової моделі

При цьому для випадку, який приводиться до двомасової моделі (рис. 1) пружне зусилля взаємодії визначається за виразом

$$P_{пр} = P_{оп} + V\sqrt{cm}\sin\sqrt{\frac{c}{m}}t, \quad (1)$$

де $P_{оп}$ – опір переміщенню веденої маси m ; V – швидкість руху ведучої маси m_1 ; c – жорсткість пружного зв'язку; t – час перебігу процесу.

Рушійна сила $P_р$ прикладається до ведучої маси і забезпечує закон руху $x_1 = Vt$. З виразу

(1) видно, що амплітуду динамічних навантажень складають параметри c , m та V , і при цьому останній є найважливішим. Саме у зв'язку з цим для зменшення динамічних навантажень обмежують швидкість V . Проте останнє приводить до зменшення пропускної здатності систем, що потребує пошуків на шляху поєднання інтересів кінематики і динаміки.

Метою цього дослідження є поглиблене вивчення динаміки перехідних процесів і реалізація на цій основі пристроїв для обмеження динамічних складових навантажень.

В роботі [1] започатковано використання кінематичних перетворювачів, за яких виникає можливість ведучій масі надавати різні закони руху в певні періоди часу.

Розглянемо випадок, коли ведуча маса має рівноприскорений закон руху і її прискорення $\ddot{x}_1 = a$. Тоді швидкість руху і величина координати переміщенні відповідно складуть

$$\dot{x}_1 = at; \quad x_1 = \frac{a}{2}t^2.$$

Рівняння руху для системи з двох мас (рис. 1) записуємо у вигляді

$$\begin{cases} x_1 = \frac{a}{2}t^2; \\ m\ddot{x} = c(x_1 - x) - P_{оп}. \end{cases} \quad (2)$$

Здійснивши перетворення системи (2), одержуємо

$$\ddot{x} + \frac{c}{m}x = \frac{ca}{2m}t^2 - \frac{P_{оп}}{m}. \quad (3)$$

Розв'язання рівняння (3) записуємо у формі

$$x = \frac{am}{c} \cos \sqrt{\frac{c}{m}} t + \frac{at^2}{2} - \frac{am}{c} - \frac{P_{оп}}{c}; \quad (4)$$

$$P_{пр} = c(x_1 - x) = c \left(\frac{a}{2} t^2 - \frac{am}{c} \cos \sqrt{\frac{c}{m}} t - \frac{at^2}{2} + \frac{am}{c} + \frac{P_{оп}}{c} \right) = am + P_{оп} - am \cos \sqrt{\frac{c}{m}} t. \quad (5)$$

На відміну від випадку ударної взаємодії (рівняння (1) з умови (5) витікає, що жорсткість системи c не впливає на динаміку складової навантаження. Зробимо попереднє припущення, що причиною цього є сполучення початкової швидкості $\dot{x}_{(п)} = 0$ (бо $\dot{x}_1 = at$) і навантаження пружного елемента, оскільки $x_{(п)} = -P_{оп}/c$.

Для його перевірки приймемо інший закон руху, а саме

$$\dot{x}_1 = V_0 + at; \quad x_1 = V_0 t + \frac{at^2}{2}. \quad (6)$$

Тоді рівняння руху веденої маси

$$m\ddot{x} = c \left(V_0 t + \frac{at^2}{2} - x \right) - P_{оп}; \quad (7)$$

$$x = A \sin \sqrt{\frac{c}{m}} t + B \cos \sqrt{\frac{c}{m}} t + V_0 t + \frac{at^2}{2m} - \frac{am}{c} - \frac{P_{оп}}{m}. \quad (8)$$

При цьому початковим умовам $t_{(п)} = 0; x_{(п)} = -\frac{P_{оп}}{c}$ і $\dot{x}_{(п)} = 0$ відповідають сталі інтегрування

$$A = -V_0 \sqrt{\frac{m}{c}}; \quad B = \frac{am}{c}.$$

Тоді пружне навантаження становить

$$P_{пр} = V_0 \sqrt{mc} \sin \sqrt{\frac{c}{m}} t - am \cos \sqrt{\frac{c}{m}} t + P_{оп} + am. \quad (9)$$

Наявність початкової швидкості V_0 супроводжується появою синусоїдальної динамічної складової з амплітудою $V_0 \sqrt{mc}$, що за формою відповідає випадку ударного навантаження і зробленому припущенню.

З останнього видно, що обидві складові припущення є обов'язковими і такими у своїй сукупності, що нівелюють вплив жорсткості на амплітуду динамічних складових навантажень і екстремуми навантажень взагалі. При цьому залишається вплив жорсткості на частоту власних кругових коливань системи.

Для подальшого аналізу зведемо одержані результати в таблицю.

Порівняльна характеристика впливів кінематичних збурень на динаміку системи

№ п/п	Закон руху ведучої маси, початкові умови і значення параметрів	Розрахункова формула по визначенню $P_{пр}$	$\frac{P_{прmax}}{P_{оп}}$
1	$x_1 = Vt; V = \text{const}; t_{(п)} = 0; x_{(п)} = -P_{оп}/c;$ $\dot{x}_{(п)} = 0; V = 0,2 \text{ м/с}; m = 100 \text{ кг};$ $c = 200000 \text{ Н/м}$	$P_{пр} = P_{оп} + V \sqrt{cm} \sin \sqrt{\frac{c}{m}} t$	$\frac{1875,42}{981} = 1,912$
2	$\dot{x}_1 = at; a = \text{const}; t_{(п)} = 0; x_{(п)} = -P_{оп}/c;$ $\dot{x}_{(п)} = 0; \dot{x}_{(к)} = 0,2 \text{ м/с}; a = 0,2 \text{ м/с}^2;$ $x_{(к)} = 0,2 \text{ м}; t_{(к)} = 2 \text{ с}; m = 100 \text{ кг};$ $c = 200000 \text{ Н/м}$	$P_{пр} = am + P_{оп} - am \cos \sqrt{\frac{c}{m}} t$	$\frac{1000,8}{981} = 1,02$

3	$\dot{x}_1 = V_0 + at; a = \text{const}; V_0 = 0,05 \text{ м/с};$ $t_{(п)} = 0; x_{(п)} = -P_{оп}/c; \dot{x}_{(п)} = 0;$ $\dot{x}_{(к)} = 0,2 \text{ м/с}; a = 0,05 \text{ м/с}^2;$ $x_{(к)} = 0,2 \text{ м}; t_{(к)} = 2 \text{ с}; m = 100 \text{ кг};$ $c = 200000 \text{ Н/м}$	$P_{пр} = V_0 \sqrt{mc} \sin \sqrt{\frac{c}{m}} t -$ $-am \cos \sqrt{\frac{c}{m}} t + P_{оп} + am$	$\frac{1209,7}{981}$ $= 1,233$
4	$\dot{x}_1 = at; a = \text{const} = 0,1 \text{ м/с}^2; t_{(п)} = 0;$ $x_{(п)} = 0; \dot{x}_{(п)} = 0; \dot{x}_{(к)} = 0,2 \text{ м/с};$ $x_{(к)} = 0,2 \text{ м}; t_{(к)} = 2 \text{ с}; m = 100 \text{ кг};$ $c = 200000 \text{ Н/м}$	$P_{пр} = \sqrt{\frac{2aP_{пр}}{c}} \sqrt{mc} \sin \sqrt{\frac{c}{m}} t -$ $-am \cos \sqrt{\frac{c}{m}} t + P_{оп} + am$	$\frac{1131,42}{981}$ $= 1,1533$

Висновки. Абсолютні значення співвідношення $P_{пр\max}/P_{оп}$ відображують не тільки сутність відображених процесів, а в значній мірі і співвідношення кінематичних і динамічних параметрів. Проте, порівняння за стабілізованої маси і кінематичних параметрів все таки дають можливість зробити наступні висновки.

1. Найбільші силові параметри супроводжують ударну взаємодію між ведучою і веденою масами. Для цього випадку існує критичне значення швидкості усталеного руху ведучої маси $V_{кр}$, до досягнення якої в пружному елементі відсутні від'ємні навантаження.

2. Для випадку рівноприскореного руху ведучої маси і за умови навантаження пружного елемента на момент пуску до величини $P_{оп}$ динамічні складові навантажень з числа порівнюваних випадків є найменшими. Від'ємні навантаження при цьому не досягаються взагалі, оскільки сума $am + P_{оп}$ завжди є більшою за амплітуду динамічної складової am .

3. Рівноприскореному руху ведучої маси з початковою швидкістю V_0 відповідають дві змінні динамічні складові навантаження, при цьому амплітуда синусоїдальної складової за своєю структурою повністю відповідає режиму ударного навантаження. За величиною співвідношення динамічного і статичного навантажень цей випадок є проміжним між першими двома.

Допустиме значення складової $[V_0]$ визначене з умови відсутності від'ємних натягів, у цьому випадку визначається за формулою

$$[V_0] \leq V_{0\text{кр}} = \frac{P_{оп} + am + am \cos \sqrt{\frac{c}{m}} t}{\sqrt{mc} \sin \sqrt{\frac{c}{m}} t}.$$

Для визначення екстремального значення $V_{0\text{кр}}$ слід скористатися методом ітерацій. За вибраних значень параметрів у цьому випадку вирішальне значення відіграє початкова швидкість V_0 , а тому її слід максимально обмежувати за рахунок конструктивних особливостей системи.

Література

1. Соколенко А.І., Яровий В.Л., Піддубний В.А. та ін. Моделювання процесів пакування / За ред. проф. Соколенко А.І. / Підручник. – Вінниця: Нова книга, 2004. – 272 с.

УДК 637.022

Білак І.М.

Чепелюк О.М., к.т.н.

Терещенко О.А.

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

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ВІДВЕДЕННЯ ОСАДУ З КІЛЬЦЕВОГО КАНАЛУ ТАРИЛЧАСТОГО СЕПАРАТОРА

Одними з найбільш цінних продуктів є молоко і молочні продукти, які займають важливе місце в харчуванні людини. До їх складу входять добре збалансовані поживні речовини. Розроблені відповідні технологічні процеси переробки молочної сировини із застосуванням сучасного промислового обладнання. Якість напівфабрикатів та готової продукції залежить від сировини, первинної її обробки та подальшої переробки на підприємствах молочної промисловості.

До основного технологічного обладнання, що застосовується при переробці молока, належать тарілчасті сепаратори, які використовуються для очищення молока від домішок, для сепарування молока і одержання вершків, для нормалізації молока, для відокремлення білків і жирів від сироватки при виробництві молочного цукру тощо. Класифікуються сепаратори молочної промисловості за виробничим призначенням, за конструктивними особливостями і ступенем контакту молока з повітрям, за способом виділення з барабана сторонніх домішок і осаду.

Досить широкого розповсюдження на молокопереробних підприємствах набув сепаратор ОСН-С, який, крім функції розділення незбираного молока на вершки і знежирене молоко, виконує функцію сепаратора-очисника (тому в процесі сепарування периферійний простір барабана періодично заповнюється осадом, який потребує вивантаження). В сепараторі вивантаження осаду відбувається під дією відцентрової сили в кільцевий канал, в якому частково він залишається. Тому була поставлена задача вдосконалити систему видалення осаду і забезпечити якісне очищення кільцевого каналу. З цією метою розроблено різні конструкції пристроїв для змивання осаду.

Кількість осаду в кільцевому каналі залежить від виду і кількості форсунок, які встановлюються для його вимивання. При відсутності форсунок осад в каналі рухається лише за рахунок обертового руху, який він отримав в барабані, проте цього недостатньо для очищення каналу. Частково це питання вирішується встановленням форсунок.

В програмному комплексі SolidWorks була розроблена геометрична модель кільцевого каналу для відведення осаду з сепаратора (рис. 1).

З метою визначення доцільності використання запропонованих конструктивних змін промодельовано процес руху осаду і рідини через форсунки в програмному комплексі FlowVision при різних кількостях форсунок (1, 2, 3). На рисунку 2 наведено розподіл концентрації осаду в каналі при встановленні трьох форсунок.

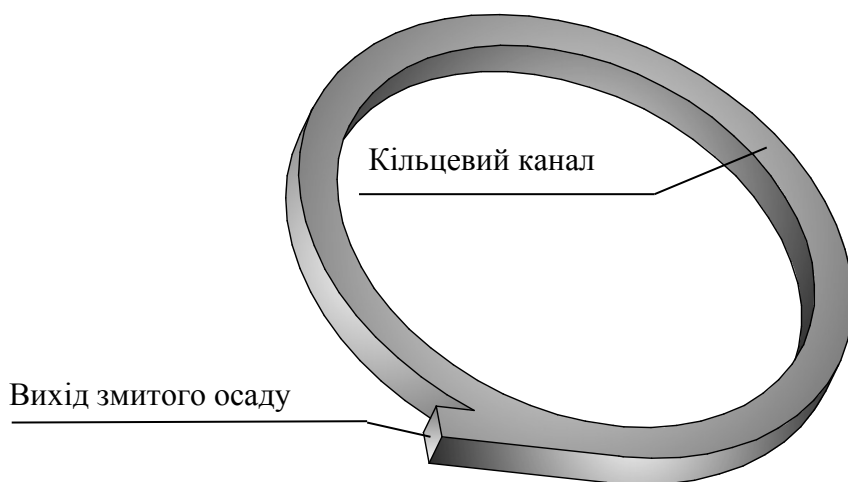


Рисунок 1 - Тривимірна модель кільцевого каналу відведення осаду з сепаратора



Рисунок 2 – Концентрація осаду в каналі при встановленні трьох форсунок

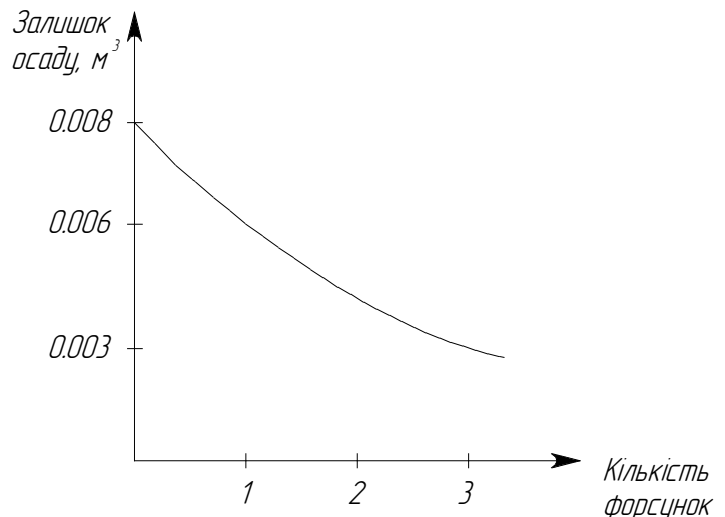


Рисунок 3 - Залежність залишку осаду в каналі від кількості форсунок

В порівнянні з встановленням однієї і двох форсунок найбільш доцільним виявилось встановлення трьох тангенційних форсунок, що підвищить ефективність процесу видалення осаду з сепаратора (рисунок 3).

Висновок. Встановлення однієї форсунки зменшує кількість осаду в каналі на 24%. Ці дані отримані шляхом підрахування кількості осаду в каналі в залежності від щільності його розміщення і геометричних параметрів каналу.

При встановленні трьох форсунок з подачею води в напрямку руху осаду цей показник покращується ще на 52%, що в загальному результаті дає зниження кількості осаду в каналі до прийняттого рівня. В результаті цього сепаратор зможе більше часу працювати без зупинки, що в свою чергу збільшить продуктивність установки, до складу якої він входить.

Література

1. Илюхин, В.В. Монтаж, наладка, диагностика, ремонт и сервис оборудования предприятий молочной промышленности / В.В. Илюхин. – СПб.: ГИОРД, 2006. – 500 с.
2. Калинина, Л.В. Общая технология молока и молочных продуктов / Л.В. Калинина. – М.: ДеЛи, 2012. – 240 с.
3. Востроилов, А.В. Основы переработки молока и экспертиза качества молочных продуктов / А.В. Востроилов. – СПб.: Гиорд, 2010. – 512 с.
4. McCarthy O.J. Plant and Equipment. Centrifuges and Separators: Applications in the Dairy Industry / O.J. McCarthy // Encyclopedia of Dairy Sciences (Second Edition), 2011. – P. 175–183.
5. Плахотний, В. Удосконалення процесу сепарування молока [Текст] / В. Плахотний, В. Добровольський // Харчова і переробна промисловість. – 2004. – № 7(299). – С. 30–31.

ЕКСЕРГЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ЕЖЕКЦІЙНИХ ТЕРМОКОМПРЕСОРИВ

Враховуючи перспективи використання термокомпресорів, як складових теплових насосів, зупинимося детальніше на їх влаштуванні, опису роботи і положеннях, що стосуються їх розрахунків.

Ежекційні термокомпресори. Схему ежекційного термокомпресора наведено на рисунку.

Потік первинної пари, як середовища з більш високим тиском, називається робочим. Він виходить із сопла в приймальну камеру зі значною швидкістю і затягує сюди вторинну пару, яка має менший тиск. Як і у інших струминних апаратах спочатку відбувається перетворення потенціальної або теплової енергії робочого потоку в кінетичну енергію. Кінетична енергія робочого потоку частково передається потоку вторинної пари. За подальшого переміщення в термокомпресорі відбувається вирівнювання швидкостей змішуваних потоків і зворотне перетворення кінетичної енергії змішаного потоку в потенціальну або теплову енергію [1].

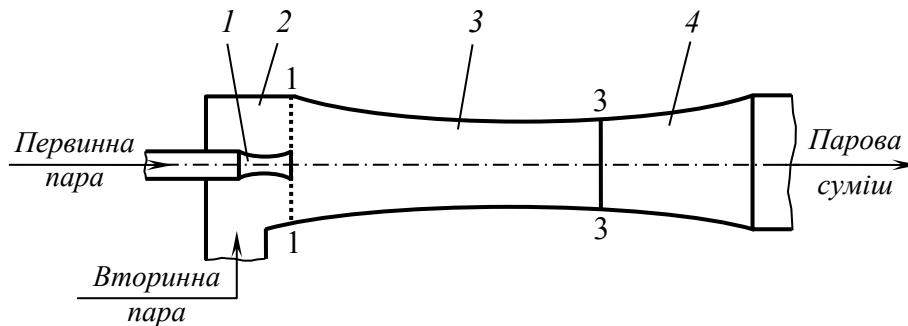


Схема ежекційного термокомпресора: 1 – робоче сопло; 2 – приймальна камера; 3 – камера змішування; 4 – дифузор

Потоки первинної і вторинної пари потрапляють в камеру змішування, здійснюється вирівнювання швидкостей, яке супроводжується підвищенням тиску. Перехід змішаного потоку в дифузор супроводжується подальшим зростанням тиску.

Опис фізичних процесів, наведений раніше, підлягає математичному моделюванню на основі трьох законів:

а) збереження енергії

$$i_{пер.} + u i_{вт.} = (1 + u) i_{сум.}, \quad (1)$$

де $u = m'_{вт.} / m'_{пер.}$ – коефіцієнт ежекції; $m'_{вт.}$ і $m'_{пер.}$ – масові потоки вторинної і первинної пари відповідно, кг/с;

б) збереження маси

$$m'_{сум.} = m'_{пер.} + m'_{вт.}, \quad (2)$$

де $m'_{сум.}$ – масовий потік суміші парових фаз на виході з ежектора, кг/с;

в) збереження імпульсів

$$m'_{пер.} w_{пер.1} + m'_{вт.} w_{вт.1} - (m'_{пер.} + m'_{вт.}) w_{сум.3} = p_{сум.3} f_{сум.3} + \int_{f_3}^{f_1} p df - (p_{пер.1} f_{пер.1} + p_{вт.1} f_{вт.1}), \quad (3)$$

де $w_{пер.1}$, $w_{вт.1}$ та $w_{сум.3}$ – швидкості первинного і вторинного потоків пари у вхідному перерізі камери змішування та потоку суміші у вихідному перерізі цієї камери, м/с; $p_{пер.1}$, $p_{вт.1}$ та $p_{сум.3}$ – статичні тиски первинного і вторинного потоків пари у вхідному перерізі камери змішування і потоку суміші на виході з неї, Па; $f_{пер.1}$, $f_{вт.1}$ та $f_{сум.3}$ – площі перерізів

первинного і вторинного потоків на вході в камеру змішування і потоку суміші на виході з камери, m^2 ; $\int_{f_3}^{f_1} p df$ – інтеграл імпульсу сил на бічну поверхню камери змішування між перерізами 1–1 та 3–3.

Наведені термодинамічні співвідношення стосуються можливостей інтенсивного енергозаощадження, однак подальше удосконалення технологій енергетичних трансформацій потребує більш широкого використання теплотехнічних, технологічних та біохімічних варіацій.

Оцінка придатності до використання вторинних енергетичних ресурсів потребує використання другого закону термодинаміки, у відповідності до якого всі види теплових потоків характеризуються показником якості, тобто здатністю до виконання роботи.

Показник якості різних видів теплоти (ексергія) являє собою максимальну здатність матерії до здійснення роботи в такому процесі, кінцевий стан якого визначається рівновагою з навколишнім середовищем.

Ексергетичний метод використовується з метою оптимізації з енергетичної точки зору технологічних процесів і визначення шляхів їх подальшої термодинамічної досконалості.

Досконалість струминних апаратів-трансформаторів визначається величиною коефіцієнта корисної дії, який є відношенням ексергії, отриманої вторинним потоком пари до ексергії, витраченої потоком первинної пари:

$$\eta = \frac{u(e_{\text{сум.}} - e_{\text{вт.}})}{e_{\text{пер.}} - e_{\text{сум.}}}, \quad (4)$$

де $e_{\text{пер.}}$, $e_{\text{вт.}}$ та $e_{\text{сум.}}$ – питомі ексергії первинного, вторинного потоків і суміші цих потоків.

При цьому питомою ексергією вважається робота, яку можливо отримати за допомогою однієї масової одиниці робочого тіла, наприклад, 1 кг газу або пари, за оберненої її взаємодії з навколишнім середовищем.

Питома ексергія визначається за формулою:

$$e = i_0 - i_{\text{н.с.}} - T_{\text{н.с.}}(s_0 - s_{\text{н.с.}}), \text{ кДж/кг}, \quad (5)$$

де i_0 , s_0 – питома ентальпія і питома ентропія первинної пари в ізоентропно загальмованому стані; $i_{\text{н.с.}}$, $s_{\text{н.с.}}$ – питома ентальпія і питома ентропія первинної пари в стані рівноваги з навколишнім середовищем; $T_{\text{н.с.}}$ – температура навколишнього середовища; надалі приймемо $T_{\text{н.с.}} = 293 \text{ К}$.

З врахуванням умов (4) та (5) маємо:
$$\eta = \frac{u[i_{\text{сум.}} - i_{\text{вт.}} - T_{\text{н.с.}}(s'_{\text{сум.}} - s_{\text{вт.}})]}{i_{\text{пер.}} - i_{\text{сум.}} - T_{\text{н.с.}}(s'_{\text{пер.}} - s_{\text{сум.}})}, \quad (6)$$

де $i_{\text{пер.}}$, $i_{\text{вт.}}$ та $i_{\text{сум.}}$ – питомі ентальпії первинного, вторинного і стиснутого потоків у загальному стані; $s_{\text{пер.}}$, $s_{\text{вт.}}$ та $s_{\text{сум.}}$ – питомі ентропії цих потоків у загальному стані.

Висновок. Вторинні енергетичні ресурси харчових виробництв частіше представлені тепловою енергією рідинних середовищ або вторинною парою. За використання вторинних енергетичних ресурсів парових або газових фаз рекуперативний теплообмін за фізичними можливостями може доповнюватися регенерацією і доведенням термодинамічних параметрів до значень, які дозволяють вилучати із систем або обмежувати дію енергетичних першоджерел. Регенерація вторинної пари дозволяє в процесах її наступної конденсації повертати в середовища потенціал теплоти пароутворення.

Література

Енергетичні трансформації і енергозбереження в харчових технологіях: Монографія / А.І.Соколенко, А.А.Мазаракі, В.А.Піддубний та ін. – К.: Фенікс, 2012. – 484 с.

АППАРАТ ИНФРАКРАСНОГО НАГРЕВА С ВЕРХНИМ И НИЖНИМ ЭНЕРГОПОДВОДОМ

Введение. Одним из основных вопросов, решаемых при проектировании инфракрасных установок, является выбор параметров рационального расположения излучателей в рабочей камере. От решения его зависят эффективность и продолжительность процесса термообработки, качество готовых изделий, габариты установки [2]. Способ размещения излучателей определяется конструкцией установки.

Материалы и методы. Конструкция аппарата инфракрасного (ИК) нагрева с верхним и нижним энергоподводом должна обеспечить равномерный обогрев кулинарных изделий со всех сторон, чтобы получить изделия высокого качества. Схема исследуемого аппарата инфракрасного нагрева представлена на рисунке 1.

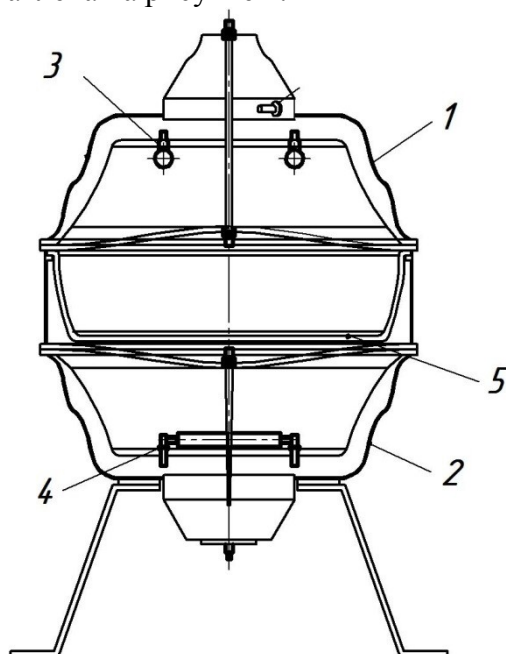


Рисунок 1 – Схема аппарата инфракрасного нагрева с верхним и нижним энергоподводом:

- 1 – верхний корпус ИК-аппарата;
- 2 – нижний корпус ИК-аппарата;
- 3, 4 – ИК-излучатели;
- 5 – емкость для продукта

Исследуемый ИК-аппарат представляет собой емкость из нержавеющей стали и состоит из верхней и нижней крышки, в которые встроены галогеновые кварцевые излучатели, отражающий теплоизолирующий экран и защитный экран из термостойкого стекла. Для продукта имеется специальная емкость из термостойкого стекла и решетка. С помощью кварцевых излучателей можно создавать высокие плотности энергии до 60 кВт/м².

Результаты. В данной работе проводились исследования процесса теплообмена в изделиях из мясного фарша в аппарате инфракрасного нагрева с верхним и нижним энергоподводом при различном его напряжении.

Экспериментальные исследования показали, что вторую стадию процесса нагревания изделий из мяного фарша в форме шара (тефтели, фрикадельки) можно рассматривать как

регулярный режим нагревания тел в классической теории нестационарной теплопроводности.

Выводы. Результаты проведенных исследований позволили получить уравнения, описывающие процесс прогрева изделий из мясного фарша в форме шара массой 50-100 г. при различном напряжении аппарата [1].

Таблица 1 – Результаты обработки экспериментальных данных

Напряжение аппарата, В	Расчетная формула
140	$\theta = 2,46 \cdot e^{-8,6 \cdot F_0}$
160	$\theta = 2,36 \cdot e^{-9,2 \cdot F_0}$
190	$\theta = 2,68 \cdot e^{-10,4 \cdot F_0}$
210	$\theta = 3,17 \cdot e^{-12,11 \cdot F_0}$

Регулярный режим нагревания изделий из мясного фарша в форме шара в исследуемом аппарате наступает при $F_0 \geq 0,2$ из-за способности ИК-лучей проникать на некоторую глубину в изделия, при этом поток энергии инфракрасного излучения обеспечивает образование объемного теплового эффекта в поверхностном слое, тем самым осуществляется объемный способ нагрева изделия.

Наличие верхних и нижних излучателей в данном аппарате позволяет осуществлять тепловую обработку изделий со всех сторон и получить кулинарные изделия высокого качества, а также уменьшить продолжительность тепловой обработки и снизить энергоемкость теплового процесса.

Литература

1. Кирик, И., Василевская, С., Кирик, А. Исследование процесса инфракрасного нагрева в тепловом аппарате с верхним и нижним энергоподводом / И. Кирик, С. Василевская, А. Кирик // *Ukrainian Food Journal*. – 2013. – Vol. 2 – Issue 4. – с. 562-569
2. Плаксин, Ю. М. Основы теории инфракрасного нагрева / Ю. М. Плаксин, В. В. Филатов и др. Монография: под общ. ред. Филатова В. В. – М.: МГУПП. – 2007. – 168 с.

УДК 621.365:641.5.35; 641.521:641.542.6

Кирик И.М., к.т.н.

Кирик А.В., к.т.н.

Могилевский государственный университет продовольствия (МГУП), г. Могилев, Республика Беларусь

РАЗРАБОТКА ПАРОКОНВЕКТОМАТА И ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВЫПЕЧКИ В НЕМ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

В настоящее время на потребительском рынке хлебобулочных изделий наблюдается тенденция падения спроса на сорта хлеба массового производства, в связи с чем хлебопекарные предприятия вынуждены искать пути сохранения объемов производства. Делается это за счет расширения ассортимента выпускаемой продукции, в первую очередь мелкоштучных изделий, выпускаемых в сравнительно небольших количествах.

Для реализации поставленных задач необходимо использование пароконвекционных аппаратов: экономичных, мобильных, малогабаритных. Мобильность и гибкость небольших хлебопекарных и кондитерских производств, оснащенных современным технологическим оборудованием, позволяют оперативно изменять вырабатываемый ассортимент продукции, ориентируясь на вкусы потребителей, что и предопределяет их эффективную работу и позволяет занимать свою нишу на рынке.

Вместе с тем проектирование тепловых аппаратов для выпечки начинается с обоснования продолжительности выпечки. Предлагаемые на данный момент подходы к аналитическому определению продолжительности выпечки нуждаются в развитии и совершенствовании, так как от этого параметра зависят и качество получаемой продукции и энергетические затраты на процесс.

Следует отметить, что, так как на потребительском рынке Республики Беларусь пароконвекционные аппараты представлены зарубежными фирмами, и такое оборудование в республике не производилось, то его разработка и постройка на серийное производство являлись важными и актуальными задачами, направленными на решение вопросов импортозамещения.

Пароконвектоматы являются самыми популярными автоматизированными, многофункциональными аппаратами для объектов общепита, используемые для тепловой обработки пищевых продуктов в паровоздушной среде. Данный эффект достигается за счет интенсивного вентилирования греющего воздуха и использования регулируемой системы увлажнения. Принудительная конвекция теплоносителя позволяет выравнивать температурное поле в рабочей камере и создавать одинаковые условия нагрева в любой ее зоне, максимально загрузив камеру продуктом, а также ускорять нагрев продуктов и автоматизировать процесс. Увлажнение греющей среды создает оптимальные условия массообмена, уменьшающие потери массы. Пароконвекционные аппараты позволяют производить до 80 % от общего числа всех возможных операций тепловой обработки, и тем самым заменяют 40 % теплового оборудования и их применение на объектах общественного питания позволит получить значительный экономический эффект.

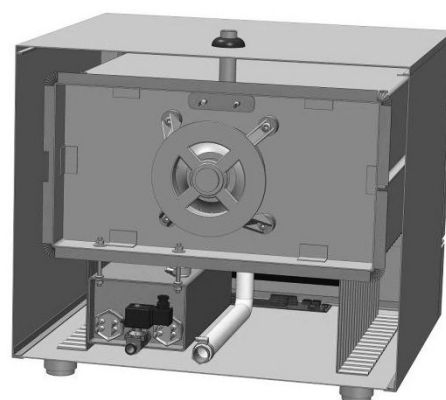
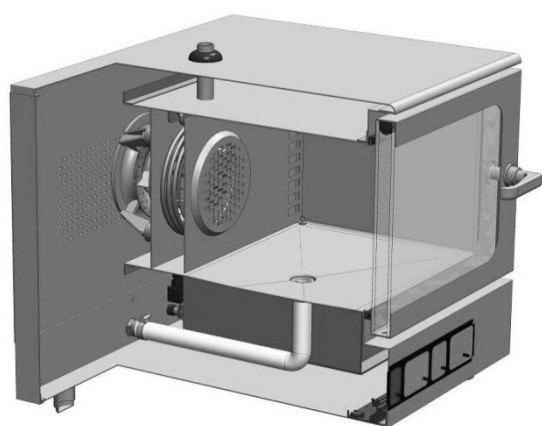
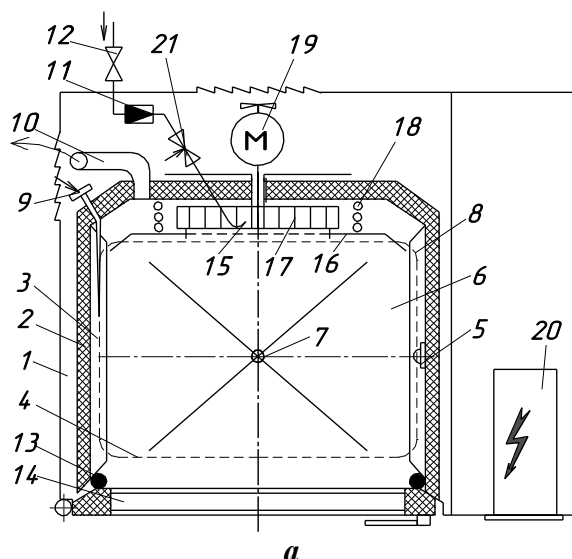
Пар в камере пароконвектомата может образовываться с помощью двух различных систем. **В бойлерной системе** нагревание воды происходит в парогенераторе, расположенном во внутренней части пароконвектомата. В инжекторной системе **пар образуется непосредственно в рабочей камере**. В таких аппаратах вода подается через трубку к центру вращающейся турбины, которая диспергирует вихревым потоком воду на мельчайшие частицы, которые испаряются на кругообразных ТЭНах и наполняют паром рабочую камеру.

На рисунке 1, *а* представлена схема разработанного пароконвекционного аппарата инжекторного способа пароувлажнения (патент на полезную модель №6333 ВУ А 21В1/00).

На рисунке 1, *б* представлен общий вид пароконвекционного аппарата АПК-0,85, внедренного в серийное производство на ОАО «Гомельторгмаш» в двух конструктивных исполнениях – с механическим и электронным блоком управления.

На рисунке 1, *в* представлен общий вид пароконвектомата бойлерного способа пароувлажнения, работа над внедрением которого в серийное производство ведется в настоящее время.

Качество получаемых хлебобулочных изделий и расход энергии на процесс выпечки зависят от оптимальной ее продолжительности, которая обусловлена многими факторами: массой и формой изделия, свойств теста, из которого выпекается изделие, интенсивностью тепловой обработки и способом выпечки. Окончание процесса выпечки объективно устанавливается по значению температуры в центре выпекаемой тестовой заготовки (далее ВТЗ), которая не должна превышать 96...98 °С. Известно, что процесс выпечки делится на два периода: I – период переменного объема и II – период постоянного объема выпекаемой тестовой заготовки. В первом периоде выпечки происходит интенсивный внешний тепло- и массообмен, в результате которого осуществляется прогрев ВТЗ. Замедление и прекращение прироста объема ВТЗ вызывается образованием на ее поверхности корки, а под коркой – все утолщающегося слоя мякиша. Второй период выпечки наступает с момента образования корки, когда температура ее поверхности достигает 105...115 °С, при этом температура в центре ВТЗ составляет 40...45 °С.



б

Рисунок 1 – Пароконвекционный аппарат для объектов общественного питания:

а – схема аппарата инжекторного пароувлажнения: 1 – корпус аппарата; 2 – тепловая изоляция; 3 – направляющая для гастроемкостей; 4 – место установки гастроемкости; 5 – лампочка освещения; 6 – днище; 7 – отверстие для удаления конденсата; 8 – направляющая для гастроемкостей; 9 – патрубок с клапаном для ввода свежего воздуха; 10 – патрубок для отвода теплоносителя; 11 – редукционный клапан; 12 – вентиль подачи воды; 13 – уплотнитель дверцы; 14 – дверца; 15 – патрубок подачи воды в турбину; 16 – шторка с направляющими потока теплоносителя; 17 – турбина вентилятора; 18 – ТЭНы; 19 – электродвигатель; 20 – блок управления; 21 – клапан электромагнитный; **б** – общий вид пароконвектомата АПК-0,85; **в** – общий вид аппарата бойлерного способа пароувлажнения.

Для определения продолжительности первого периода выпечки ВТЗ τ_1 (с), при котором на ее поверхности образуется корка с температурой t , решалось уравнение (1) методом простых итераций, применяя MATLAB:

$$t(0, \tau) = t_c [1 - e^{aH^2\tau} \operatorname{erfc}(H\sqrt{a\tau})] \quad (1)$$

где t – температура поверхности ВТЗ при выпечке, °С; t_c – температура теплоносителя, °С; a – коэффициент температуропроводности, м²/с; τ – время выпечки, с; $H = \alpha/\lambda$ – относительный коэффициент теплообмена, м⁻¹; α – коэффициент теплоотдачи, Вт/м²·°С; λ – коэффициент теплопроводности, Вт/м·°С; erfc – функция ошибок Гаусса.

Численное значение коэффициента теплоотдачи α от греющей паровоздушной среды к поверхности ВТЗ, входящего в данную формулу, определялось по классической методике,

используя теорию подобия, применяя полученный нами поправочный коэффициент ε_φ , учитывающий влажность теплоносителя:

$$\varepsilon_\varphi = 0,019\varphi^{1,584} \quad (2)$$

где φ – относительная влажность воздуха, %.

Для определения продолжительности τ_2 (с) второго периода выпечки ВТЗ в форме шарового сегмента с соотношением диаметра к начальной высоте $D/h_n \approx 5:1$, при котором температура в ее центре достигает величины 96...98 °С, решалось уравнение, полученное нами при изучении процесса нестационарной теплопроводности в ВТЗ:

$$\tau_2 = -\frac{(\ln \Theta - 2,91) \cdot l^2}{8,98 \cdot a}, \quad (3)$$

где Θ – безразмерная температура; l – характерный геометрический размер ВТЗ, м, равный половине высоты изделия после расстойки h_n .

Продолжительность процесса выпечки тестовых заготовок τ (с) определяется сложением полученных в результате расчетов значений τ_1 и τ_2 и может быть использована при определении проектной производительности хлебопекарного оборудования.

Помимо представленных результатов разработаны и применяются на ряде объектов общепита Республики Беларусь рецептуры и технологические карты по производству кулинарной продукции и мучных изделий с применением пароконвекционной обработки.

Выводы. Проведенные исследования и их практическое внедрение позволяют констатировать следующие результаты:

– исследовано влияние состава паровоздушной среды на коэффициент конвективной теплоотдачи в пароконвекционной аппаратуре и предложено расчетное выражение для поправочного коэффициента к коэффициенту конвективной теплоотдачи от сухого воздуха в зависимости от относительной влажности теплоносителя в технологическом диапазоне параметров (относительная влажность 13 % ... 65 %; температура 160 °С ... 210 °С);

– исследован процесс теплопроводности в теле выпекаемой тестовой заготовки и определена зависимость безразмерной температуры выпекаемой тестовой заготовки в форме шарового сегмента с отношением диаметра к начальной высоте изделия (после расстойки) как 5:1 от числа Фурье при регулярном режиме нестационарной теплопроводности, позволяющая определять необходимое время до достижения заданной температуры в центре заготовки;

– разработан и внедрен в серийное производство пароконвекционный аппарат, а также рецептуры и технологические карты по производству кулинарной продукции и мучных изделий с применением пароконвекционной обработки.

Литература

Кирик, И.М. Процесс выпечки подовых хлебобулочных изделий в пароконвекционном аппарате / И.М. Кирик, А.А. Смоляк, А.В. Кирик // Вестник Могилевского государственного университета продовольствия / Научно методический журнал. – 2013. – № 2(15). – С. 76 – 83.

УДК 65.018

Гуць В.С., професор, д.т.н.

Губеня О.О., доцент, к.т.н.

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

ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТА ТЕХНІЧНОГО РІВНЯ ОБЛАДНАННЯ

Вступ. Для визначення ефективності роботи технологічного обладнання, термінів проведення планово-профілактичного обслуговування, визначення якості технологічних процесів не існує науково обґрунтованих методів. Часто не враховуються якісні параметри процесів при їх оптимізації.

Пропонується оцінювати і прогнозувати ефективність роботи технологічного обладнання і якість процесів на підставі порівняння показників якості кінцевого продукту.

Матеріали та методи. Дослідження проведені на прикладі машини для упаковки таблеток або ампул у блістери. Використано існуючі методи експертного аналізу і розроблені нами методи оцінки якості процесу та технічного рівня обладнання. Порядок досліджень: визначення показників якості продукції, оцінка їх зміни в часі, побудова пелюсткових діаграм якісних показників, обчислення площ окремих ділянок діаграм і графіків їх зміни в часі, визначення раціональних міжремонтних циклів роботи обладнання.

Результати та обговорення. Експерти оцінюють стан деяких параметрів якості продукту. Вони можуть вимірюватимуться у реальних одиницях (мм, Н, м² і ін.), в балах або частках одиниці. Кожна оцінка переводиться в безрозмірне значення. Максимальний бал якості кожного параметра дорівнює одиниці, мінімальний наближається до нуля. У нашому прикладі (рис. 1, 2) обрано такі показники якості блістерної упаковки:

- 1 - форма комірок блістера
- 2 - якість вирубки і поверхні зрізу блістера
- 3 - руйнування продукту в комірках
- 4 - точність дозування клею
- 5 - форма блістера
- 6 - чіткість маркування.

Приклади діаграм якості для початкового, проміжного і кінцевого, критичного періоду роботи машини, показані на рис. 1. Зміна технічного рівня машини (сумарна площа багатокутника пелюсткової діаграми) у часі показана на малюнку 2.

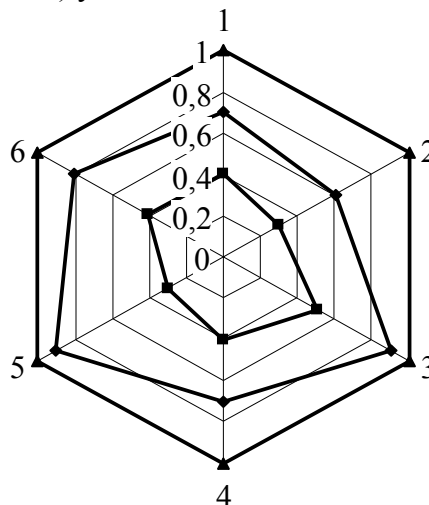


Рисунок 1 - Зміна параметрів якості (1-6) за часом

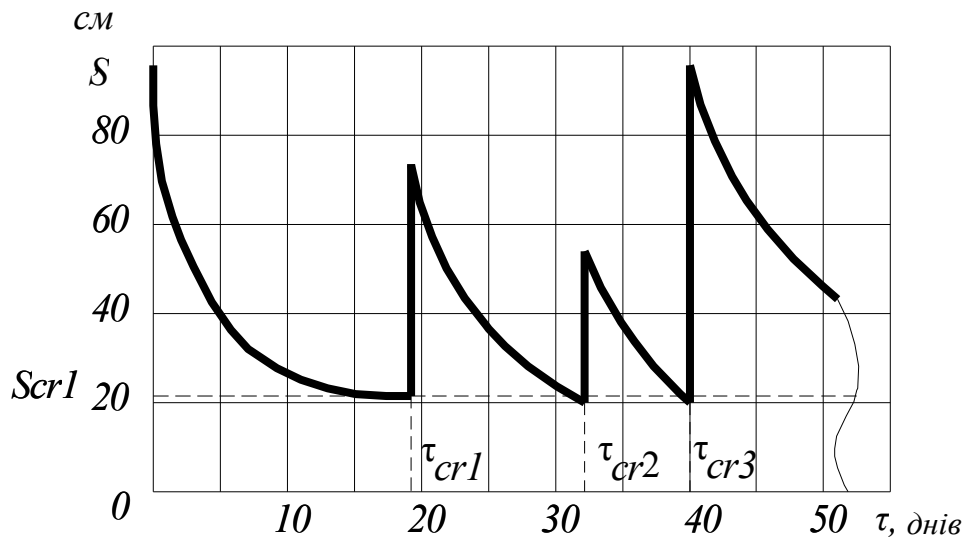


Рисунок 2 - Зміна сумарного показника якості (площі багатокутника на пелюстковій діаграмі) за часом

Максимальний показник якості приймається рівним одиниці. При досягненні мінімально допустимого показника якості обладнання необхідно проводити його середній ремонт. Показник якості готової продукції при цьому підвищується, але залишається нижче початкового рівня.

При досягненні мінімального (критичного) міжремонтних циклу необхідно проводити капітальний ремонт обладнання.

Представлену методику раціонально застосовувати як для оцінки технічного рівня обладнання, так і вибору раціональних умов та режимів проведення технологічних процесів.

Наприклад, для визначення раціональної швидкості ножа при різанні хлібопекарської продукції [3, 4] доцільно встановити параметри якості нарізаного хліба (форма зрізу, наявність пластичних деформації, кількість крихт, відривання м'якуша від скоринки та інші показники). Змінюючи швидкість ножа та подачі продукту, визначаємо комплексний показник якості процесу різання. Це дозволяє врахувати не тільки показники енергоефективності процесу, його продуктивності, а і якісні показники.

Для комплексного аналізу та порівняння роботи обладнання доцільно врахувати зміну в часі комплексного показника, який враховує такі окремі показники: функціональна точність, економічність в експлуатації, рівень безпеки, автоматизація, патентно-правовий захист, витрати по експлуатації [1].

Висновок. Запропонований метод оцінки якості дозволяє обґрунтовано оцінювати зміну як окремих параметрів якості процесу, так і комплексних показників якості роботи обладнання і його технічного стану, прогнозувати ці параметри і раціонально вибирати періоди міжремонтного циклу.

Література

1. Viktor Goots, Oleksii Gubenia (2013), Rheodynamical simulation of mechanical systems, *The Second North and East European Congresson Food: Book of Abstracts*, NUFT, Kyiv, p. 45.
2. Goots V., Gubenia O., Lukianenko B. (2013), Modeling of cutting of multilayer materials, *Journal of food and packaging Science, Technique and Technologies*, 2(2), pp. 294-299
3. Guts V., Gubenia O., Stefanov S., Hadjiiski W.. Modelling of food product cutting. 10th International conference "Research and development in mechanical industry – 2010", Donji Milanovac, Serbia, 10-16 September 2010. Volume 2. – P.1100-1105.
4. Guts V., Gubenia O. (2010), Modelling of cutting of food products, *EcoAgroTourism*, 1, pp. 67-71

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ ПОДОВЖЕНОГО ТЕРМІНУ ЗБЕРІГАННЯ

Кондитерський ринок України протягом останніх років стабільно розвивається - в кількісному та якісному значенні. Це свідчить, в першу чергу, про те, що у виробництво впроваджуються нові високопродуктивні види обладнання, застосовуються новітні технології виробництва як традиційних так і нових кондитерських виробів, і по друге, на вітчизняну продукцію є великий попит серед населення як в Україні, так і за її межами. Кондитерська галузь України була та залишається досить привабливою як для вітчизняного так і для іноземного капіталу. Для того щоб зберегти та примножити здобутки кондитерської галузі необхідно випускати конкурентоспроможну продукцію, а для цього необхідно забезпечити виконання наступних вимог.

Основні чинники, що визначають конкурентоспроможність кондитерських виробів:

- висока якість готової продукції;
- співвідношення якість – ціна;
- просування нового виду продукції на ринок;
- збільшення термінів зберігання готової продукції.

Якість харчових продуктів формується в процесі виробництва та залежить від якості сировини, технології переробки, роботи технологічного устаткування, якості пакувальних матеріалів, якості транспортування, зберігання і реалізації продукції, залежить також від якості нормативно-технічної документації (рецептур, ДСТУ, ТУ, ОСТ та ін.).

Враховуючи, те що близько 80% собівартості кондитерських виробів залежить від вартості сировини, необхідно знижувати втрати сировини та напівфабрикатів на всіх технологічних фазах виробництва, починаючи з підготовки сировини та закінчуючи пакуванням готового виробу, а для цього необхідно розробляти та впроваджувати енерго- та ресурсозберігаючі технології, сучасне високопродуктивне обладнання, що дозволить отримувати вироби високої якості за помірну ціну.

На теперішній час виготовляти високоякісну продукцію, щоб отримувати стабільні прибутки замало. Дуже важливо вміти презентувати нові види виробів, знайти свого споживача та зайняти певну нішу на ринку солодкої продукції, як в Україні так і за її межами. Великий асортимент кондитерських виробів змушує виробничника шукати нові засоби привернення уваги споживача до своєї продукції, серед яких можна виділити використання нових добавок, яскраве і оригінальне пакування продукції, різноманітні маркетингові прийоми просування продукції (реклама, презентації та ін.). Але всі ці засоби будуть неефективні, якщо готова продукція буде уступати за якістю продукції конкурентів.

Також, окремою складовою якості слід виділили термін зберігання готових виробів. Він є суттєвим показником, який обумовлює конкурентоспроможність готової продукції, особливо якщо вона імпортується в інші країни.

В залежності від терміну зберігання, кондитерську продукцію поділяють на 2 групи [1]:

- **швидкопсувна кондитерська продукція** – кондитерська продукція, що має термін зберігання до 5 діб включно (торти і тістечка);
- **нешвидкопсувна кондитерська продукція** – кондитерська продукція, термін придатності до споживання якої перевищує 5 діб.

Під час зберігання в кондитерських виробках відбуваються фізичні, хімічні, мікробіологічні процеси, які погіршують якісні показники готової продукції. І якщо для деяких видів кондитерських виробів (шоколаду, шоколадних цукерок) погіршення якості відбувається протягом року, то для деяких це погіршення відбувається протягом місяця

(неглазуровані помадні цукерки, збивні вироби типу маршмелоу, сирцеві пряники), навіть діб (цукерки “Вершкова помадка”, молочні цукерки типу “Корівка”, торти, тістечка та ін.). Тому, на нашу думку, збільшувати термін зберігання необхідно саме для таких видів кондитерських виробів, які швидко втрачають свої якісні характеристики. На рис. 1 наведені основні шляхи збільшення терміну зберігання кондитерських виробів.

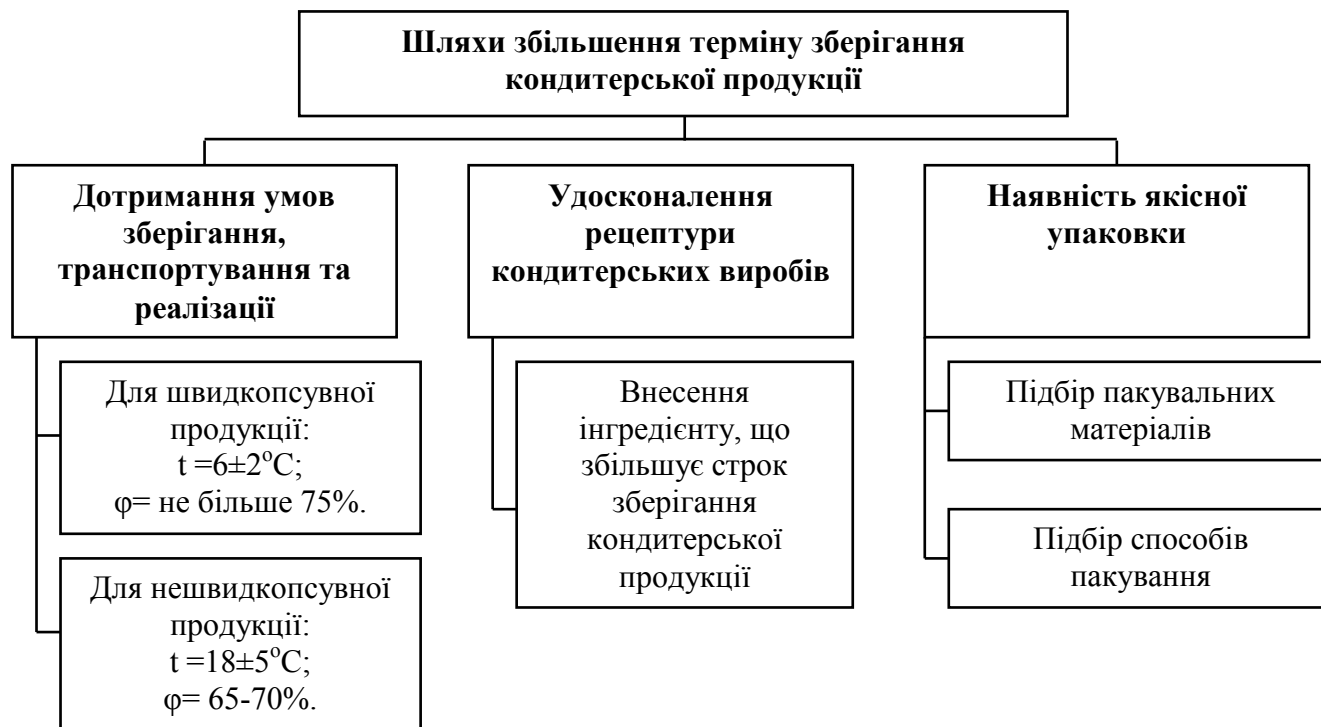


Рисунок 1 - Шляхи збільшення терміну зберігання кондитерської продукції

Безумовно, з метою подовження термінів зберігання, слід комплексно підходити до цієї проблеми і використовувати одночасно всі способи (шляхи). Але, якщо з першим все зрозуміло, то для вибору необхідного рецептурного інгредієнту та підбору якісної упаковки слід встановити домінуючий процес, що буде протікати в продукції під час її зберігання.

При зберіганні кондитерських виробів змінюються значення органолептичних, фізико-хімічних, мікробіологічних показників. Безумовно, головним критерієм оцінки якості кондитерських виробів є органолептичні показники, зміну яких обумовлено складними фізичними, хімічними, біохімічними, мікробіологічними процесами, що відбуваються при зберіганні. Однак потрібно з безлічі процесів, що відбуваються при зберіганні вибрати один, головний, домінуючий який і буде визначати гарантійний термін зберігання.

Домінуючий фактор – головний, домінуючий процес, що відбувається під час зберігання продукції.

Тому для встановлення терміну зберігання і можливості його подовження необхідно знати механізм дії головного домінуючого фактора і знаходити шляхи його керування.

Асортимент кондитерської продукції дуже різноманітний і технологія кожної групи істотно відрізняється по якості використовуваної сировини, устаткування, технологічних процесів. Однак, гарантійний термін зберігання різних груп кондитерських виробів у багатьох випадках залежить від домінуючого фактора (рис. 2).

Наприклад, технологія печива, технологія шоколаду, пралінових цукерок, халви істотно відрізняється, а домінуючий фактор, що визначає гарантійний термін зберігання, у них однаковий. Це стан ліпідного комплексу. Інший приклад, технології пряників, молочних і помадних цукерок, мармеладу не має нічого спільного, а домінуючий фактор, що визначає їх

термін зберігання однаковий – це їх десорбційна здатність, від якої залежить процес черствіння виробів протягом зберігання. Зберігання якості таких різних кондитерських груп як карамель, вафельні листи залежить від однакового якісного показника – їх сорбційної здатності, здатності поглинати воду з навколишнього середовища [2].

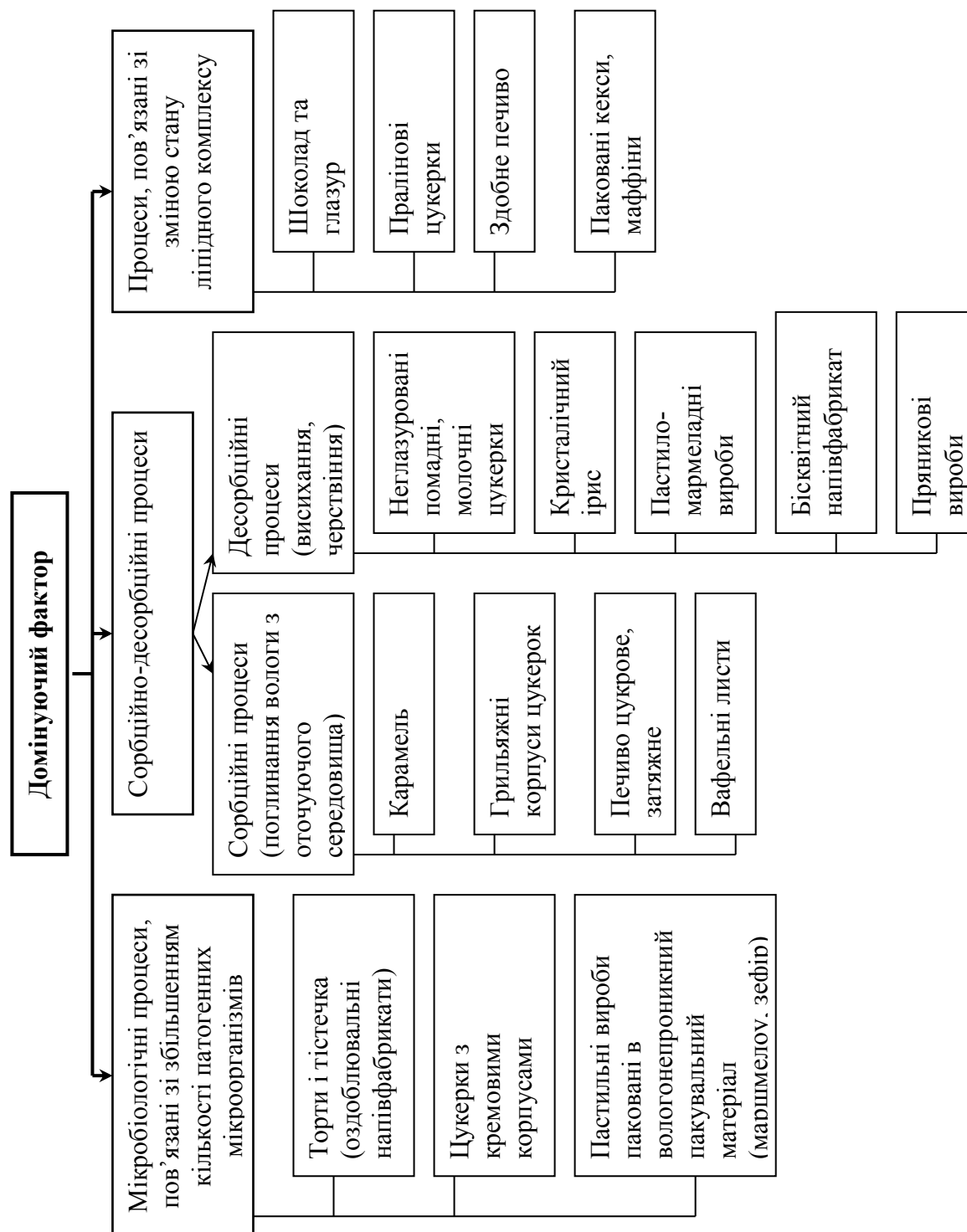


Рисунок 2 - Класифікація кондитерської продукції в залежності від домінуючого фактору в процесі зберігання

Розглянемо детальніше кожен домінуючий фактор та способи впливу на нього, а відповідно і на термін зберігання виробів.

Група кондитерських виробів, у яких домінуючим фактором, що визначає їхній термін зберігання, є мікробіологічні процеси (цукерки з кремовими корпусами, торти і тістечка,

різні фруктово-ягідні, кремові, збивні начинки). Швидкість зміни показників якості (мікробіологічних та низки фізико-хімічних) в процесі зберігання залежить не тільки від кількісного вмісту вологи, але і від її стану – доступності для розвитку мікроорганізмів, а також для проходження низки процесів та прогнозується показником, який називається активність води. Чим вище значення цього показника, тим більше видів мікроорганізмів може розвиватися в таких умовах. Але відомі деякі види плісневих грибів та осмофільних дріжджів, які здатні розвиватися при значеннях $a_w=0,62$. Саме тому вміст грибів та дріжджів відноситься до мікробіологічних показників, які визначають стабільність виробу при зберіганні [3,5]. В процесі життєдіяльності мікроорганізми споживають речовини продукту і виділяють сполуки власного обміну, з неприємним запахом, частина з яких отруйна. Найбільш небезпечними є бактерії золотистого стафілококу. Під час життєдіяльності стафілокок продукує ентеротоксин (отруту), який може стати причиною харчового отруєння.

Для запобігання розвитку мікроорганізмів у процесі зберігання кондитерських виробів дозволяється використання консервантів.

Шляхи подовження терміну зберігання кондитерської продукції, домінуючим фактором для якої є мікробіологічні процеси псування:

1. Внесення в рецептуру:

Консервантів хімічної природи:

- сорбінової кислоти та її солей (E200, E201, E202, E203);
- бензольної кислоти та її солей (E210, E211, E212, E213);

Натуральних речовин, що містять в своєму складі природний консервант:

- продукти переробки горобини, журавлини, брусниці, що крім консервуючого ефекту володіють радіопротекторними властивостями, та надають виробам привабливого забарвлення та аромату[7];
- продукти реакції Майяра, особливо меланоїдини кави та карамелізованого солоду;

2. Герметичне пакування виробів:

- пакування способом «флоу-пак»;
- вакуумне пакування;
- пакування в модифікованому газовому середовищі (пригнічується розвиток аеробних мікроорганізмів).

Є данні про те, що хімічні консерванти можуть викликати алергічні захворювання, а комбінація бензоату натрія (E211) з барвником тартразином (E102) здійснює негативний вплив на поведінку та інтелект дітей. Вступаючи в реакцію з аскорбіною кислотою бензоат натрія може утворювати бензол, який є сильним канцерогеном.

Тому, враховуючи що основними споживачами солодкої продукції є діти, слід віддавати перевагу натуральним джерелам консервуючих речовин.

Сорбційні і десорбційні процеси, що відбуваються при збереженні визначених груп кондитерських виробів відіграють домінуючу роль при встановленні гарантійного терміну зберігання. При збереженні одних кондитерських виробів сорбція відіграє позитивну роль, при збереженні інших негативну, теж саме відноситься і до десорбції води.

Сорбційні і десорбційні процеси залежать від багатьох факторів:

- від хімічного складу сировини, що входить у рецептуру тих або інших виробів;
- від фізико-хімічних і структурно-механічних властивостей готової продукції;
- від відносної вологості повітря і температури навколишнього середовища;
- від рівноважної вологості виробу.

Високі гігроскопічні властивості мають карамель і вироби, що містять карамельну масу (цукерки з грильяжними корпусами тощо). Рівноважна відносна вологість повітря для їх зберігання знаходиться в межах 30-45 % за температури $(18 \pm 2)^\circ\text{C}$.

Якщо зберігати печиво не упакованим при високій відносній вологості повітря, то воно буде вологу поглинати, а при низькій – втрачати. Навіть при відносній вологості повітря 75% рівноважна вологість печива в залежності від складу складає 8,5-9,5%, а відповідно до

рецептури масова частка вологи печива складає 6-7%. Отже, непаковане печиво навіть при збереженні в складських приміщеннях з відносною вологістю повітря 70-75% буде поступово поглинати вологу і втрачати крихкість.

Шляхи подовження терміну зберігання кондитерської продукції для якої домінуючим фактором в процесі зберігання є сорбційні процеси:

- нанесення на поверхню виробу захисних покриттів (глазурування, обсипання какао-порошком, цукром, глянсування поверхні);
- герметичне пакування виробів в вологонепроникний пакувальний матеріал з високими бар'єрними властивостями.

Прикладом такого пакування є пакування виробів способом «флоу-пак» (три шовний пакет з одним повздовжнім і двома поперечними швами) в багат шарові матеріали на основі поліпропілену.

Якщо для одних виробів сорбція вологи відіграє негативну роль при встановленні термінів зберігання, то для інших, таких як пряникові вироби, помадні, молочні цукерки, мармелад – позитивно. Для цих виробів процес десорбції вологи в часі зберігання відіграє негативну роль.

Шляхи подовження терміну зберігання борошняних кондитерських виробів для яких домінуючим фактором в процесі зберігання є десорбційні процеси:

- виготовлення БКВ на напівфабрикаті - заварці (заварні пряникові вироби);(це сприяє частковій клейстеризації крохмалю та накопиченню в продукті продуктів гідролізу крохмалю, що гальмує процес ретроградації крохмалю)
- внесення до рецептури виробів гігроскопічних речовин (фруктози, ксиліту, сорбіту);
- внесення до рецептури виробів вологоутримуючих компонентів (гідроколоїдів, продуктів з рослинної сировини, що багаті пектинами та клітковиною);
- внесення до рецептури виробів емульгаторів;
- нанесення на поверхню виробу захисних покриттів (глазурування кондитерською та цукровою глазур'ю, нанесення захисних покриттів на основі модифікованих крохмалів тощо);

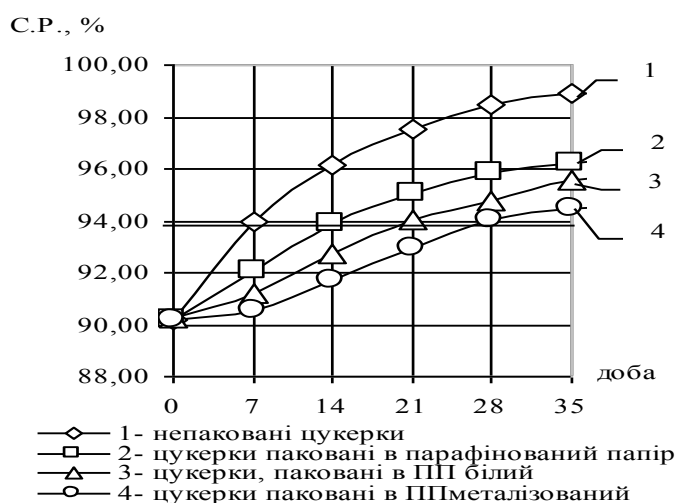


Рисунок 3 - Зміна масової частки сухих речовин під час зберігання пакованих і не пакованих помадних цукерок в різні пакувальні матеріали

У даний час випуск неглазурованих помадних, молочних цукерок значно відстає від випуску глазуrowаних цукерок. Головною причиною такого відставання, імовірно, є швидке черствіння неглазуrowаних цукерок під час зберігання. Безумовно, необхідно ліквідувати недолік у технології даної групи кондитерських виробів і збільшити їхній випуск. Кондитерські вироби, глазуrowані кондитерською і жировою глазур'ю, це не та продукція, яку можна рекомендувати дітям. Неглазуrowані помадні і молочні цукерки рекомендуються вживати усім групах населення, особливо дітям і людям похилого віку.

Шляхи подовження терміну зберігання неглазуrowаних помадних, молочних цукерок, кристалічного ірису:

- використання раціональних пакувальних матеріалів;

- внесення до рецептури виробів гігроскопічних, інвертуючих та вологоутримуючих речовин.

Вплив різних пакувальних матеріалів на процес черствіння неглазурованих помадних цукерок наведений на рис. 3. Встановлено[7], що структура виробів стає грубокристалічною при досягненні значень масової частки сухих речовин 94%. З рисунку 3 бачимо, що найбільше гальмує процес черствіння виробів пакувальний матеріал – ПП металізований. Але одного впливу пакувальних матеріалів не достатньо, що зацікавити виробників виготовляти даний вид кондитерської продукції, тому слід до рецептури цукерок вводити інгредієнти, які б гальмували інтенсивне видалення вологи з поверхні цукерок.

Наступним розберемо можливість продовження гарантійних термінів зберігання кондитерських виробів, у яких домінуючим фактором є стан ліпідного комплексу. Стан ліпідного комплексу залежить від здатності жирів окислятися. Жири окислюються до різного ступеню. Якщо глибина окислювання невелика, то змінюються органолептичні показники (смак, запах) - це харчове псування жиру. При глибокому окислюванні змінюються фізичні і хімічні властивості жирів [2,8].

Згіркнення жирів супроводжується процесами руйнування компонентів харчових продуктів, які легко окислюються. Це вітаміни, особливо А і Е, пігменти, деякі ароматичні речовини. Якщо в кондитерських výroбах міститься жир і водорозчинні вітаміни, то останні інактивуються прогірклим жиром. Особливо це відноситься до вітамінів групи В і біотину (вітамін Н).

При зберіганні кондитерських виробів, що містять значну кількість жиру, крім хімічного окислювання, може бути біохімічне окиснення, що здійснюється під дією ферментів ліпази і ліпооксидази.

Фактори, що сприяють і прискорюють процес окиснення жирів:

- жирнокислотний склад жиру – зі збільшенням ступеня ненасиченості швидкість окиснення зростає;
- висока температура, при зберіганні кондитерських виробів;
- дія світла (особливо ультрафіолетових променів);
- дія перекисів, що утворюються при окисненні жирів, ферментів ліпази і ліпооксигенази, різних каталізаторів (особливо металів – міді, заліза, марганцю).

Необхідно так побудувати виробництво і зберігання кондитерських виробів, щоб звести до мінімуму дію цих негативних факторів.

Шляхи подовження терміну зберігання кондитерських виробів, для яких домінуючим фактором є зміна стану ліпідного комплексу:

- зберігання виробів при низькій температурі;
- використання герметичного пакування з непрозорих пакувальних матеріалів (упаковка з металізованих полімерних матеріалів);
- зниження вмісту кисню в готових продуктах (пакування виробів у вакуумну упаковку чи упаковку з МГС);
- використання антиоксидантів, синергістів антиоксидантів.

Як антиоксиданти жирів використовують **природні і синтетичні** антиоксиданти. Необхідно завжди пам'ятати, що споживачами кондитерських виробів є діти, тому виробництво кондитерської продукції потрібно по можливості уникати використання синтетичних антиоксидантів і використовувати природні антиоксиданти.

Активність антиоксидантів зростає в присутності їх синергістів, зокрема, лимонної, аскорбінової кислот, фосфоліпідів, наприклад лецитину.

Дія антиоксидантів у хімічному відношенні зводиться до того, що вони окисляються швидше чим жири, вступаючи у взаємодію з вільними радикалами.

Сповільнити процес окиснення можна за рахунок пакування. У табл. 1 [8] показана зміна значення перекисного числа (% йоду) при зберіганні здобного печива «Рамуне» у різних видах пакування. Досліди показали, що при зберіганні печива «Рамуне» у коробах з

гофрокартону критичне значення перекисного числа досягає практично через 1 місяць зберігання, а при зберіганні в пакованні з металізованого поліпропілену тільки через 3 місяці.

Таблиця 1- Зміна перекисних чисел (% йоду) печива «Рамуне» при зберіганні в різних видах пакувальних матеріалів

Назва матеріалу	Термін зберігання, місяці				
	0	1	2	3	4
Поліпропілен	0,035	0,057	0,070	0,084	-
Металізований поліпропілен	0,035	0,054	0,068	0,082	0,092
Тришаровий матеріал	0,035	0,041	0,059	0,068	0,082
Короб з гофрокартону	0,035	0,078	0,110	-	-

Висновки. Одним з основних складових конкурентоспроможності кондитерських виробів, окрім високої якості, є термін зберігання. До продовження термінів зберігання кондитерських виробів необхідно підходити з великою обережністю і відповідальністю. Терміни зберігання повинні бути науково обґрунтовані і практично достовірні. Необхідно завжди пам'ятати, що найкращі якісні показники мають кондитерські вироби щойно виготовлені.

Література

1. Продукція кондитерського виробництва. Терміни та визначення понять : ДСТУ 2633:2007: 2009 Введ. в дію 01.01.2009. – К.: Держспоживстандарт України, 2009. – 47 с.
2. Зубченко, А. В. Влияние физико-химических процессов на качество кондитерских изделий / А. В. Зубченко. — М. : Агропромиздат, 1999. — 296 с.
3. Нечаев, А. П. Пищевые добавки: Учебник / А. П. Нечаев, А. А. Кочеткова, А. Н. Зайцева. — М. : Колос, Колос-Прес, 2002. — 256 с
4. Сирохман, І. В. Товарознавство пакувальних матеріалів і тари: Підруч. / І. В. Сирохман, В. М. Завгородня. — 2-ге вид. — К. : Центр навч літ., 2009. — 616 с.
5. Сирохман, І. В. Товарознавство цукру, меду, кондитерських виробів: Підруч. / І. В. Сирохман, Т. М. Лозова; М-во освіти і науки України, Львівська комерц. акад. — 2-е вид., переробл. і доп. — К. : ЦУЛ, 2008. — 616 с.
6. Сивній, І. І. Використання пюре з журавлини під час приготування оздоблювальних напівфабрикатів з подовженим терміном зберігання / І. І. Сивній, Н. В. Олексієнко, В. І. Оболкіна // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. – 2012. – № 10 (95). – С. 6–8.
7. Гавва, О. О. Шляхи подовження терміну зберігання неглазурованих помадних та молочних цукерок / О. О. Гавва, А. М. Дорохович // Наукові праці НУХТ. - 2008. - № 25. - С. 65-68.
8. Дорохович, А. М. Класифікація борошняних кондитерських виробів за домінуючими чинниками, що визначають терміни їх зберігання / А. М. Дорохович, Н. В. Олексієнко // Наукові праці Українського державного університету харчових технологій. – 2000. – № 6. – С. 65 – 67.

УДК 664.08

Коваль О.В.

Бойко О.О.

Бут С.А., к.т.н.

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

ГЕОМЕТРИЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ АПАРАТІВ І ТЕМПЕРАТУРНА СТАБІЛІЗАЦІЯ СЕРЕДОВИЩ

Звичайні бродильні чани і лагерні танки мають певні обмеження за розмірами. Необхідність в більшій економічності виробництв потребувала використання більш містких технологічних апаратів для процесів бродіння і дозрівання пива. Результатом цього було створення циліндро-конічних бродильних і лагерних танків.

Циліндро-конічні танки виготовляються з верхньою частиною у формі циліндра і з нижньою – у формі конуса. Така форма дає можливість повністю відокремлювати від пива осівші дріжджі. Також спрощуються спорожнення і миття танку.

У перших спробах ЦКТ конструювалися з довільними розмірами до 40 м у висоту і більше ніж 10 м у діаметрі. Проте на основі практичних і експериментальних даних було зроблено висновок про те, що у випадках охолодження середовищ через сорочки такі співвідношення розмірів не найкращі. У зв'язку з сучасними даними відношення діаметра танка до висоти суслу у ньому може змінюватися від співвідношення 1:1 до 5:1. В ЦКТ з охолодженням через сорочку відношення $d:H$ має певний вплив на гомогенність пива, що особливо помітно на тих стадіях процесу, за яких утворюється відносно мало CO_2 [1].

Вади великорозмірних ЦКТ:

- якщо ЦКТ має великий об'єм, то заповнення його довге і перше варіння встигає забродити;
- якщо останнє варіння перекачується без дріжджів, то ця частина довго стоїть незабродженою через обмежене перемішування;
- – у великих танках довготривалі операції спорожнення, миття, дезинфекції;
- значні питомі теплові навантаження.

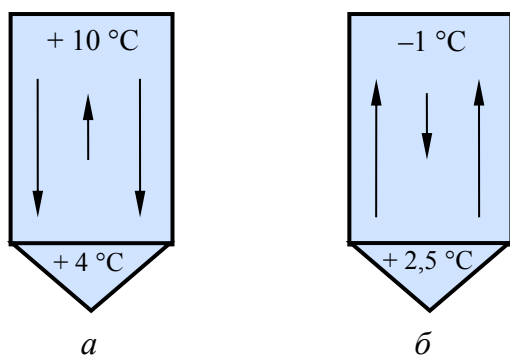


Рисунок 1 - Конвективні потоки за бродіння (а) та за холодного витримування (б)

Охолодження ЦКТ. У середньому під час зброджування пива з середньою початковою екстрактивністю виділяється 4300...4600 кДж на 1 гл суслу.

Холодоносій охолоджують на 3...4°C нижче від необхідної температури. Як холодоносій використовують етиленгліколь або розчин NaCl з температурою замерзання $t_{зам} = -5...-15^{\circ}C$.

Температурне розшарування пива є причиною утворення конвективних потоків і зміни їхніх напрямків (рис. 1) [1].

У зв'язку з цим до числа задач цього дослідження віднесено наступне:

- визначити раціональні геометричні параметри бродильних апаратів у формі ЦКТ;
- дослідити обмеження і фактори стабілізації температур середовищ;
- одержати математичні моделі динаміки осмотичних тисків;

Визначення геометричних параметрів технологічних апаратів для зброджування середовищ. До числа головних вимог технологічних апаратів відноситься відповідність їх місткості продуктивності системи, надійність підтримання номінальних температурних параметрів, швидкості зброджування середовищ, обмеженому піноутворенню тощо. Вибір геометрії апарата, окрім того, орієнтується на деякі особливості та додаткові запити. Так до

числа важливих може відноситися вимога мінімізації витрат матеріалу на виготовлення апарата. Знайдемо математичне співвідношення між поверхнею апарата S і його об'ємом V для циліндричного апарата:

$$S_{\text{ц}} = \pi d h + \frac{\pi d^2}{4} \quad (1) \quad V_{\text{ц}} = \frac{\pi d^2}{4} h, \quad (2)$$

де d і h – відповідно діаметр і висота апарата.

Якщо прийняти умову мінімізації його поверхні $h = d$, то ввівши цю умову у рівняння (1) і (2), запишемо:

$$S_{\text{ц}} = \pi d^2 + \frac{\pi d^2}{2} = 1,5 \pi d^2 \quad (3) \quad V_{\text{ц}} = \frac{\pi d^3}{4}, \quad (4)$$

Звідси витікає очікуваний висновок про те, що поверхня апарата пропорційна квадрату його розміру, а об'єм – кубу цього ж розміру. Визначимо їх співвідношення у формі:

$$S_{\text{ц}}/V_{\text{ц}} = 6/d. \quad (5)$$

Питома площа поверхні (площа поверхні віднесена до об'єму) різко зменшується за формулою гіперболи, що відображується нижченаведеним співвідношенням:

d	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	5,0
$S_{\text{ц}}/V_{\text{ц}}$	30,0	15,0	10,0	7,5	6,0	4,0	3,0	2,4	2,0	1,2

З останнього витікає, що значне нарощування геометричного параметра d вешті-решт може привести до неможливості стабілізації температури середовища, якщо поверхня устаткована сорочкою нагрівання або охолодження. Аналогічна ситуація мала місце у спробах створення великогабаритних бродильних апаратів, у тому числі і ЦКТ, коли питома площа охолодження виявлялася недостатньою для досягнення енергетичних балансів потенціалів бродіння і тепловідведення.

Ця частина міркувань стосується геометрії апаратів у зв'язку з тим, що умова по визначенню площі поверхні охолодження $F \geq 0,939 \frac{dM_{\text{ц}}}{dt} \cdot \frac{1}{k\Delta t}$ повинна охоплювати діапазон можливих змін у зв'язку з відмінностями параметрів впливів. Додатковим впливом на систему щодо її не лінійності є зміна гідродинамічних режимів.

Утворювані газорідні циркуляційні контури частіше носять хаотичний характер, що також приводить до порушень теплової циркуляції.

Таким чином, гідродинамічні режими в технологічних апаратах з охолодженням середовищ визначаються двома причинами. Перша з них стосується охолоджувального контуру, в якому опускні потоки утворюються на поверхнях охолодження. Друга причина стосується утворення контурів за участю газової фази.

У другому ж випадку рушійним фактором є присутність диспергованої газової фази і притому значення має швидкість утворення останньої, що у свою чергу залежить від швидкості зброджування цукрів. Певного рівня узагальнення в останньому випадку може бути представлено утримувальною здатністю середовища по газовій фазі.

Несталість значення Δt пов'язана з тим, що зі збільшенням значення h температура в циркуляційній частині рідинної фази зменшується.

Останнє має бути повноцінною реакцією системи на зміну утримувальної здатності її по газовій фазі. Відомо, що величина утримувальної здатності пов'язана з синтезом CO_2 , який відбувається у всякій обраній точці просторової системи координат.

Перехід до етапу, на якому відбувається утворення газової фази на всій висоті середовища означає важливий наслідок щодо умови, яку ми визначили у формі $u = u(h) \neq \text{const}$, оскільки спливання бульбашок з нижче розташованого об'єму середовища доповнює вище розташовані частини.

З цієї частини аналізу фізичних явищ, які відбуваються в системі з самозароджуваною і дисперговою фазою стає очевидним підтвердження оцінки про важливість впливів

геометричних параметрів технологічних апаратів.

Першопочатковим параметром технологічного апарата є його робочий об'єм, якому відповідає номінальний об'єм середовища. позначимо цей показник як V_p , що має доповнюватися об'ємом газової фази V_r у надрідинному просторі. Тоді повний об'єм апарата складає $V = V_p + V_r$. Разом з тим рідинний об'єм складається з циліндричної і конічної частин:

$$V_p = V_{p.ц.} + V_{p.к.}$$

Цим записам відповідають співвідношення:

$$V_{p.ц.} = \frac{\pi d^2}{4} h; \quad (6) \quad V_{p.к.} = \frac{\pi d^2}{12} h_k; \quad (7)$$

Відповідно площі робочих поверхонь, з яких складається загальна поверхня теплообміну:

$$S_{p.ц.} = \pi d h; \quad (8) \quad S_{p.к.} = \pi r \ell \sqrt{\frac{d^2}{4} + h_k^2}. \quad (9)$$

Тоді загальна поверхня, на якій відбувається теплообмін:

$$S_{зар.} = S_{p.ц.} + S_{p.к.} = \pi d h + \pi \frac{d}{2} \sqrt{\frac{d^2}{4} + h_k^2}. \quad (10)$$

В подальшій частині пошуків геометричних параметрів необхідно стабілізувати висоту конічної частини через обрану величину кута α (рис. 2).

$$h_k = d \operatorname{tg} \alpha / 2. \quad (11)$$

Узагальнимо співвідношення між величинами h_k і d позначкою k_{h_k} : $h_k = k_{h_k} d$. (12)

Тоді умова (10) переписується:

$$S_{зар.} = \pi d h + \pi \frac{d}{2} \sqrt{\frac{d^2}{4} + k_{h_k}^2 d^2}. \quad (13)$$

В останній залежності невідомою залишається висота циліндричної частини h . Для знаходження цього параметра скористаємося умовами (6) і (7) та запишемо вираз по визначенню загального об'єму:

$$V_{зар.} = \frac{\pi d^2}{4} h + \pi \frac{d^2}{12} h_k. \quad (14)$$

Звідси визначаємо:

$$h = \frac{V_{зар.} - \pi \frac{d^2}{12} h_k}{4/\pi d^2}. \quad (15)$$

Присутність мікробіологічної складової в середовищах означає необхідність обмеження різниці температур на поверхні теплопередачі. У зв'язку з цим зростає роль цього показника, питома величина якого визначається залежністю у формі:

$$\frac{S_{зар.}}{V_{рід.}} = \frac{\pi d h + \pi \frac{d}{2} \sqrt{\frac{d^2}{4} + k_{h_k}^2 d^2}}{\pi d^2 h / 4 + \pi d^2 h_k / 12} = \frac{12 \left(h + 0,5 \sqrt{\frac{d^2}{4} + k_{h_k}^2 d^2} \right)}{3 d h + d h_k}. \quad (16)$$

Висновок. Розташування поверхні охолодження на бічній циліндричній частині і на конічній частинах приводить до того, що у конусному об'ємі культуральне середовище завдяки законам циркуляції буде найбільш охолодженим, що протидіє активному масообміну в об'ємі апарата. Ліквідація цього недоліку може досягатися влаштуванням примусового циркуляційного контуру.

Література

1. Енергетичні трансформації і енергозбереження в харчових технологіях: Монографія / А.І.Соколенко, А.А.Мазаракі, В.А.Піддубний, О.Ю.Шевченко та ін. – К.: 2012. – 484 с.

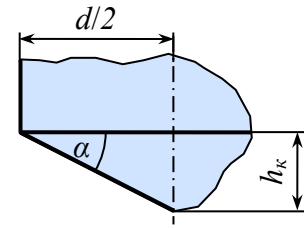


Рисунок 2 – Схема до визначення кута α і висоти h_k конічного об'єму

УДК 664.14

Кохан О.О., к.т.н.

Вайсеро О.О., асп.

Оболкіна В.І., д.т.н.

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

ВИКОРИСТАННЯ ГІДРОКОЛОЇДІВ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ОРИГІНАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ ТА ПОДОВЖЕННЯ ТЕРМІНУ ЗБЕРІГАННЯ НЕГЛАЗУРОВАНИХ ЦУКЕРОК НА ОСНОВІ ЦУКРОВОЇ ПОМАДИ

Протягом останніх років ринок кондитерських виробів стабільно розвивається: зростають обсяги виробництва продукції та розширюється її асортимент. Цьому сприяють новітні технології як традиційних, так і нових кондитерських виробів, а також впровадження на виробництвах високопродуктивного технологічного обладнання. Все це обумовлює зростання попиту на кондитерські вироби як у споживачів в Україні, так і за її межами. В умовах ринкової економіки для забезпечення попиту споживачів та стабільного збуту кондитерських виробів необхідними умовами є підвищення їх якості, органолептичних показників, що формують споживчі властивості, та подовжений гарантійний термін зберігання. Випуск вітчизняної конкурентоспроможної продукції, як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках, потребує відповідності її якості міжнародним стандартам (ISO, НАССР). Термін зберігання є важливим показником, що обумовлює конкурентоспроможність продукції, особливо це стосується експортних поставок.

Проте, проблема подовження терміну зберігання саме неглазурованих цукерок залишається актуальною і потребує пошуку раціональних способів гальмування процесу висихання виробів. Невеликий термін зберігання неглазурованих помадних цукерок призвів до того, що цей вид продукції майже не виробляється вітчизняними кондитерськими підприємствами, навіть, незважаючи на те, що неглазуровані цукерки рекомендовані споживачам різного віку, особливо малюкам та людям похилого віку, так як мають цінний хімічний склад, високі органолептичні показники та низьку собівартість. Співвідношення ціна – якість робить їх найбільш доступними для широких верств населення, у тому числі малозабезпечених. Тому збільшення терміну зберігання і збереження показників якості неглазурованих помадних цукерок є актуальною і важливою задачею.

Основними шляхами збільшення терміну зберігання неглазурованих цукерок є введення в рецептуру цукерок речовин, які б гальмували видалення вологи з корпусів цукерок та застосування якісної упаковки [1].

Проаналізувавши ті процеси і явища, що відбуваються під час утворення структури виробів та протягом їх зберігання, розглянувши теоретичні основи висихання помадних цукерок, а також можливі шляхи збільшення терміну зберігання цих виробів, ми прийшли к висновку о доцільності використання вологоутримуючих речовин в рецептурі неглазурованих помадних цукерок [1,2]. Застосування гідроколоїдів дасть можливість отримувати вироби оригінальної структури та подовженого терміну зберігання, що зробить нову продукцію популярною і конкурентоспроможною.

Останнім часом розширився асортимент харчових добавок, які мають істотний вплив на органолептичні та структурно-механічні властивості продуктів. У технологіях цукристих кондитерських виробів найбільш широко використовуються гідроколоїди з метою отримання оригінальної структури продукту, поліпшення необхідних функціональних властивостей, збільшення терміну зберігання.

Гідроколоїди завдяки своїй здатності зв'язувати воду можуть регулювати активність води у харчових продуктах, тобто виконувати функцію вологоутримуючих агентів, охороняючи продукти від висихання, запобігати процесу росту мікроорганізмів, що загалом сприяє збільшенню терміну придатності харчових продуктів [3,4].

Однак, для процесу формування цукеркових мас методом відливання в крохмальні форми, велике значення має в'язкість цукеркових мас, їх поверхневий натяг. На вказані

характеристики цукеркових мас, безумовно, впливатимуть досліджувані нами гідрофільні колоїди. Для визначення впливу та доцільності їх використання при виробництві цукерок з метою затримання черствіння в процесі зберігання виробів потрібно визначити параметри фізичних властивостей розчинів цих гідроколоїдів.

На нашу думку, найбільш перспективними гідроколоїдами при виробництві неглазурованих цукерок, які формуються методом відливання, є гідроколоїди, в'язкість яких несуттєво збільшується в процесі гідратації та під дією температури.

Отже, основним завданням було дослідити властивості досліджуваних гідроколоїдів з метою встановлення можливості їх використання при виробництві неглазурованих помадних цукерок.

В якості об'єктів дослідження використовували високометоксильовані пектини («Андре пектин») типу APC 105, отриманий шляхом екстракції цитрусової шкірки і стандартизований сахарозою зі ступенем етерифікації 58% і пектин типу APA 167B, отриманий шляхом екстракції яблучних вичавок з додаванням буферних солей і стандартизований сахарозою зі ступенем етерифікації 62%; гуміарабік ІНСТАНТГАМ (INSTANTGUM) АВ, ВА; геланову камедь.

Гуміарабік являє собою сильно розгалужений високомолекулярний полісахарид арабіногалактан, який утворює малов'язкі водні розчини [5].

Найважливішою властивістю пектинів є лінійна структура їх молекул, що складається із залишків α -D-полігалактуронової кислоти, зв'язаних по 1,4 - зв'язках [5].

Геланова камедь є позаклітинним аніонним полісахаридом, який продукується бактеріями *Sphingomonas elodea* при аеробній ферментації. Молекула гелана лінійна і складається з мономерів β -D-глюкопіраноз, β -D- глюкуронопіранозіла і α -L-рамнопіранозіла в молярному відношенні 2:1:1 [5].

Для створення оптимальних поєднань та співвідношень гідроколоїдів проводили дослідження в'язкості модельних розчинів гідроколоїдів та їх сумішей з концентрацією 1 % за допомогою капілярного віскозиметра ВПЖ-4 при різних технологічних умовах.

У таблиці 1 наведено дані досліджень впливу тривалості гідратації при температурі 20°C на зміну динамічної в'язкості 1 % розчинів пектину, гуміарабіку, геланової камеді. Було встановлено, що найбільша в'язкість та її підвищення з часом відбувалося у розчинах геланової камеді, що ймовірно пов'язано з більшою лабільністю структури його макромолекул.

Також було встановлено, що найменшу початкову динамічну в'язкість при 20 °C мав гуміарабік, що можна пояснити його сильнорозгалуженою полісахаридною структурою, що призводить до утворення розчинів з низькою в'язкістю.

Одними з важливіших технологічних процесів приготування помадних цукеркових мас є приготування цукрово-паточкового сиропу, що перед-

бачає уварювання при високих температурах, а також стадія охолодження і збивання цукеркового сиропу з метою отримання напівфабрикату цукрової помади. Тому, були проведені дослідження зміни динамічної в'язкості 1 % розчинів гідроколоїдів та їх сумішей залежно від температури при нагріванні та охолодженні. Результати досліджень представлені

Таблиця 1- Зміна динамічної в'язкості 1 % розчинів гідроколоїдів при їх гідратації

Назва гідроколоїдів	Динамічна в'язкість, η , мПа·с					
	Тривалість гідратації при температурі 20°C, с·60					
	0	15	30	60	120	180
Гуміарабік АВ	1,16	1,21	3,20	3,49	4,07	4,82
Гуміарабік ВА	1,12	1,14	3,24	3,54	3,83	4,13
Пектин яблучний	5,53	6,40	6,69	6,72	6,89	7,82
Пектин цитрусовий	5,59	5,89	6,18	6,47	6,62	6,77
Геланова камедь	10,11	10,22	11,3	12,11	13,32	20,31

на рисунку 1. Аналіз даних показав, що при нагріванні розчину гуміарабіку до 30 – 40 °С в'язкість збільшувалась, при подальшому нагріванні до 90 °С – зменшувалась. Це ймовірно зумовлено процесом набухання гуміарабіку при 30 – 40 °С, а при подальшому нагріванні в'язкість зменшувалась внаслідок його поступового розчинення.

При дослідженні комбінованих 1% розчинів гідроколоїдів (при дозуванні компонентів 1:1) спостерігали наступні результати. В'язкість розчину пектин-гуміарабік при нагріванні збільшувалась, а при охолодженні зменшувалась, при чому вона була меншою, порівняно з розчином пектину.

У розчинах геланова камедь-гуміарабік динамічна в'язкість при нагріванні зменшувалась, при охолодженні підвищувалась, але вона була істотно меншою, при порівнянні з розчином геланової камеді. Також слід відмітити, що з додаванням гуміарабіка до геланової камеді підвищувалась розчинність останньої.

Висновки. Таким чином, за результатами досліджень зроблено висновок, що при виробництві неглазурованих помадних цукерок, які формуються відливанням перспективним є комбінація гідроколоїдів геланова камедь – гуміарабік. Такий висновок зроблений завдяки тому, що при поєднанні цих гідроколоїдів несуттєво збільшується в'язкість у процесі гідратації та під впливом температури, що є важливим на стадії отримання помади та формування виробів.

збільшується в'язкість у процесі гідратації та під впливом температури, що є важливим на стадії отримання помади та формування виробів.

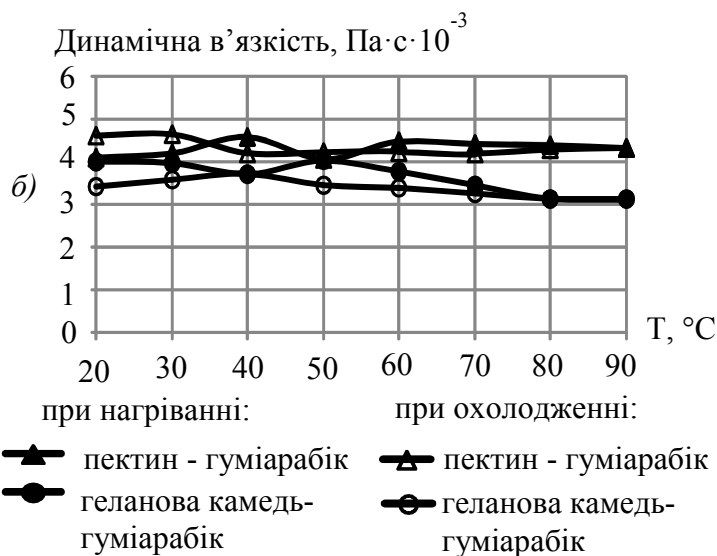
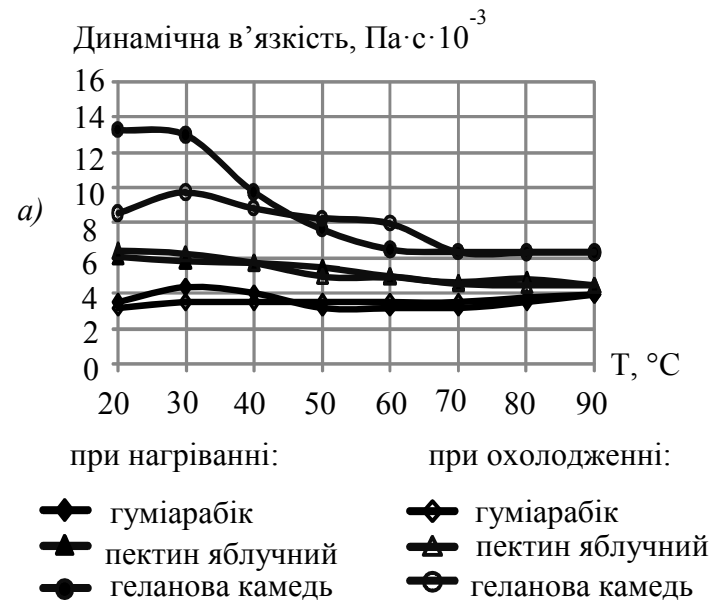


Рисунок 1 – Зміна динамічної в'язкості 1 % розчинів гідроколоїдів та їх сумішей залежно від температури при нагріванні та охолодженні

Література

1. Гавва, О. О. Шляхи подовження терміну зберігання неглазурованих помадних та молочних цукерок / О. О.Гавва, А. М. Дорохович// Наукові праці НУХТ.- 2008.- № 25.- С. 65-68.
2. Зубченко, А. В. Влияние физико-химических процессов на качество кондитерских изделий / А. В. Зубченко. — М. : Агропромиздат, 1999. — 296 с.
3. Нечаев, А. П. Пищевые добавки: Учебник / А. П. Нечаев, А. А. Кочеткова, А. Н. Зайцева. — М. : Колос, Колос-Прес, 2002. — 256 с
4. Феннема, О.Р. Химия пищевых продуктов / Ш. Дамодаран, К.Л. Паркин, О.Р. Феннема; пер. с англ. – СПб.: Профессия, 2012. – 1040 с.
5. Филлипс Г.О. Справочник по гидроколлоидам / Г.О. Филлипс, П.А. Вильямс; пер. с англ. А.А. Кочетковой, Л.А. Сарафановой. – СПб.: ГИОРД, 2006. – 536 с.

УДК 664.663

Сімахіна Г.О., проф., д. т. н.

Миколів Т.І., асист.

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

ПЕКТИНОВМІСНІ КОМПОЗИЦІЇ З НЕТРАДИЦІЙНОЇ СИРОВИНИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ОЗДОРОВЧИХ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Завданням сучасної харчової промисловості, наукових співробітників та практиків галузі є розроблення, виробництво й використання нового покоління харчових продуктів, які носять назву «оздоровчих», «функціональних», «оптимальних», «спеціальних» тощо. Вони відзначаються високою біологічною та фізіологічною активністю, необхідною для реалізації механізмів ферментативного каталізу і обміну речовин, підтримання гомеостазу та біохімічного забезпечення усіх життєвих функцій організму людини.

Праці вітчизняних і зарубіжних учених, світова практика свідчать про те, що щоденне вживання харчових продуктів із достатньою кількістю пектинових речовин та інших харчових волокон сприятливо впливає на роботу серцево-судинної й травної систем, розумову діяльність, запобігає втомі. Введення пектинових речовин у раціон харчування знижує ризик захворювання на діабет, ожиріння, атеросклероз, тромбоз судин тощо. «Дієта, багата на харчові волокна, робить людей розумнішими, щасливішими та енергійнішими», – такого висновку дійшли дослідники з університету Кардіффа (Уельс).

Ще одна перевага харчових волокон полягає в тому, що вони обмежують токсичний вплив радіонуклідів, важких металів, хімічних добавок і барвників, наявних у воді, харчових продуктах та повітрі. Гастроентерологи твердять, що деякі види харчових волокон скорочують ризик виникнення раку травного тракту. Вживання харчових волокон знижує також рівень глюкози у крові й тим самим сприяє меншому надходженню в кров інсуліну – гормону, який стимулює жирові відкладення в організмі.

В умовах нинішньої екологічної ситуації на тлі постійного іонізуючого випромінювання поєднуються ефекти онкогенних чинників: джерела гепатотоксичних нітросполук, поліциклічні ароматичні вуглеводні промислових викидів і вихлопів автомобільного транспорту, різноманітні забруднювачі харчових продуктів, які накопичуються в сільськогосподарській сировині при використанні гербіцидів, пестицидів та інших отрутохімікатів. Тому в населення України різко підвищується небезпека виникнення злоякісних новоутворень та інших хвороб.

В силу цих причин пектин та пектиновмісні сполуки мають бути віднесені до обов'язкових незамінних компонентів харчових продуктів оздоровчого, профілактичного та лікувального призначення.

Більш того, в організмі людини пектин виступає синергістом вітамінів, посилюючи їхню активність. Пектинові речовини також позитивно впливають на різні процеси в організмі людини: сприяють засвоєнню вуглеводів, знижують вміст ліпідів, стимулюють життєдіяльність кишкової мікрофлори [1].

Тому метою цієї роботи є добір і дослідження найбагатших джерел пектинових речовин, зокрема й з нетрадиційної сировини.

На відміну від пектиновмісних добавок або харчових продуктів, вживання чистого пектину має бути обмежено – його профілактична доза для людей, які контактують із важкими металами, не перевищує 2...4 г на добу, а в умовах радіоактивного забруднення – 15...16 г. Неконтрольоване тривале вживання чистого пектину як із профілактичною, так і з лікувальною метою може призвести до серйозних порушень сольового обміну, де мінералізації організму, розладу діяльності серцево-судинної системи, залоз внутрішньої секреції тощо, оскільки пектинові речовини не мають селективної дії. При введенні в організм вони однаково активно зв'язують у малорозчинні комплекси як сторонні сполуки, так і життєво необхідні елементи.

Тому найбільш придатною та фізіологічно допустимою формою постачання організму пектиновими речовинами є їх надходження у вигляді природних пектиновмісних комплексів і композицій, які включаються до складу харчових продуктів. З цієї точки зору великого значення набувають різноманітні біологічно активні добавки з різних видів рослинної сировини, які є концентратами як пектинових речовин, так і інших необхідних для організму людини біокомпонентів (наприклад, щоб забезпечити організм дорослої людини необхідною кількістю пектинів, на добу потрібно майже 5 кг свіжих яблук; така ж кількість пектину міститься в 6...8 г сухого пектиновмісного порошку).

У виробництві харчових продуктів профілактичного та лікувального призначення на сьогодні виокремлено кілька основних напрямів. Перший характеризується отриманням традиційних пектиновмісних продуктів (мармелад, желе, соки, напої тощо). Недоліком у цьому разі є обмеження кількості введеного пектину, який виконує водночас технологічні функції загущувача, желеутворювача, стабілізатора. Другий напрям включає отримання порошкоподібних і таблетованих добавок із різних видів рослинної пектиновмісної сировини, яка дає можливість повністю усунути недоліки першого напрямку. Саме цей напрям найбільш перспективний і на сьогодні входить до кола наукових інтересів співробітників Національного університету харчових технологій [2].

Деякі розробки в цьому річці спрямовано на вирішення проблем отримання пектиновмісних харчових добавок із побічних продуктів бурякоцукрового, плодоовочевого, зернових та інших видів виробництва.

Результати експериментальних досліджень показали, що жом коренеплодів цукрового та столового буряку містить до 20% пектинових речовин, моркви – 6...15%, гарбуза – от 3 до 17%. В насінневих плодах найбільша кількість пектину міститься в яблуках (6...18%), горобині (9...11%), грушах (3...8%). Найбільш розповсюджені з субтропічних плодів – цитрусові (лимоні, апельсини, мандарини, грейпфрути) – практично не відрізняються між собою за вмістом пектину, який становить 9...14%. Перспективним джерелом для отримання пектиновмісних композицій є також ягоди. Кількість пектинових речовин у смородині чорній становить 5...11%, у смородині червоній – 4...13%, в агрусі – 5...8%. А у стеблах і кошиках соняшника міститься від 20 до 35% пектинових речовин.

Істотним джерелом пектинових речовин служать і зернові культури, передусім овес, ячмінь, рис.

Висновок. Асортимент харчових продуктів із пектиновими речовинами сьогодні ще доволі незначний. Це пояснюється дефіцитом вітчизняного пектину в харчовій промисловості. Виробники таких продуктів працюють із пектинами імпортованими. Зважаючи на надзвичайно важливу роль пектиновмісних продуктів у раціоні харчування населення України, дане питання має стати одним із пріоритетних завдань харчової промисловості й вирішуватися на державному рівні, щоб забезпечити здоров'я нації, особливо дітей та молоді. Наукові співробітники кафедри технології оздоровчих продуктів Національного університету харчових технологій мають необхідний досвід, сучасний рівень знань техніки й технологій, велику кількість експериментальних розробок нових функціональних харчових продуктів і біодобавок до їжі, в тому числі з оптимальним вмістом пектинових речовин та харчових волокон. Тому за належного держбюджетного фінансування вони можуть реалізувати свої ідеї в виробництві й значною мірою вирішити зазначені проблеми, які стосуються як кожної людини зокрема, так і нації в цілому.

Література

1. Потиевский, Э. П. Питание пектином как важный фактор в комплексе лечебно-профилактических мероприятий / Э. П. Потиевский // Материалы 4-й Межд. научно-технич. конференции «Пища. Экология. Человек». – М., 2001. – С. 32.
2. Федоренченко, Л. О. Технологія природних харчових сорбентів / Л. О. Федоренченко, Г. О. Сімахіна. – К. : НУХТ, 2006. – 105 с.

ОТРИМАННЯ НАТУРАЛЬНИХ БАРВНИКІВ ІЗ НЕТРАДИЦІЙНОЇ СИРОВИНИ

Зміни смаків споживачів, демографічна ситуація й технологічний прогрес у харчовій промисловості привели до росту ринку барвників. Найбільш значний він у сегменті барвників натурального походження завдяки успіхам у сфері поліпшення їхньої стабільності, а також тому, що виробники змушені враховувати швидко поширювану думку споживачів, що «натуральне і є найкращим».

За прогнозами, у майбутньому найбільше зростання буде й надалі спостерігатися на ринку барвників натурального походження, щорічний приріст становитиме 5...10 %. Синтетичним барвникам також пророкують зростання, але більш скромне – 3...5 %.

Природні барвники здавна є невід'ємною частиною звичайного раціону людини, а отже, вживаються без шкоди для здоров'я вже протягом багатьох поколінь. Більш того, багато натуральних барвників є біологічно активними речовинами. Жовті і жовтогарячі каротиноїди, зокрема β -каротин, є антиоксидантами, вони сприятливо впливають на зір, допомагають боротися з коронарними хворобами серця і сповільнювати процеси старіння. Недавні дослідження показали, що β -каротин, який в організмі людини здатний трансформуватися у вітамін А, може також справляти пряму стимулюючу дію на імунну систему, допомагаючи боротися з онкологічними й інфекційними захворюваннями [1].

Тому метою цієї роботи є розширення спектру природних джерел барвників за рахунок введення до нього нетрадиційної сировини.

Більшість натуральних барвників є нешкідливими для людини, тому що адаптація її організму до природних харчових компонентів відбувалася в ході еволюції. Усі натуральні барвники можуть використовуватися в інноваційних технологіях для забарвлення харчових продуктів і підвищення їхньої біологічної цінності.

Однак можливість використання тих чи інших натуральних барвників у харчовій промисловості визначена не лише природою барвних пігментів, а й стабільністю до фізичних і хімічних впливів; до дії кислот і лугів, кисню повітря, температури, до мікробіологічного псування. Зміна забарвлення харчових продуктів у процесі технологічного оброблення знижує їхню харчову та біологічну цінність, оскільки з'являються нові речовини, що справляють негативний вплив на показники якості продукту. Так, при тепловому обробленні відбуваються зміни в складі каротиноїдів, хлорофілів, антоціанів, фенольних сполук.

Основним постачальником сировини для отримання натуральних харчових барвників може бути консервна та фармацевтична промисловість, у процесі діяльності яких утворюється значна кількість рослинних відходів. Разом з тим, слід пам'ятати, що деякі з них можуть виявитись шкідливими для здоров'я людини, – наприклад, барвні речовини з листя чорниць і брусниць подразнюють слизові оболонки, деякі трави містять токсичні пігменти тощо.

Однак усіх цих небажаних компонентів немає у плодоовочевій сировині, яка широко використовується у харчуванні. З нашої точки зору, дешевим і досить розповсюдженим джерелом каротинових та хлорофільних барвників може бути зелена маса буряків – як цукрових, так і столових [2].

Для отримання харчових барвників використано суху рослинну сировину – лист чаю та зелене листя буряків.

Для такої сировини необхідні спеціальні умови екстрагування. Вони визначаються передусім тим, що при екстрагуванні необхідно створити максимально сприятливі умови для подолання перешкод масопереносу; в даному випадку – дифузії молекул води всередину кожної клітини; вилучення з неї водо- або спирторозчинних речовин.

При роботі з рослинною сировиною, переважно в сухому вигляді, найбільший опір проникненню води у клітину чинить мембрана, яка у сухій сировині втрачає характер напівпроникної оболонки. Тому її необхідно зруйнувати, аби дати можливість активним речовинам переходити у розчин.

Цьому сприяє подрібнення матеріалу. При подрібненні досягається кілька ефектів – збільшується поверхня дотику рідкої та твердої фаз; зменшується шлях дифузії речовин з глибини пор до поверхні твердої фази; руйнуються стінки клітини і мембрани клітин, що відкриває вихід розчинним речовинам у екстрагент.

Стадія замочування та набрякання досить тривала, що пояснюється невеликими швидкостями процесів. Для обраних матеріалів вона становила 2...4 год. Більш того, встановлено, що тривалість стадії замочування є різною для різних рослинних матеріалів. Так, для чаю вона становила 3,5...4,0 год., а для листа буряку – майже вдвічі менше.

Це пояснюється різною структурою листу чаю і листу буряку. Обидва вони являють собою капілярно-пористі системи. Поряд із цим, лист буряку вирізняється більш пористою структурою. Пори у ньому мають вигляд довгих звивистих каналців, значно більших, ніж у листі чаю.

На підставі результатів теоретичних та експериментальних досліджень запропоновано принципову технологічну схему отримання барвників із листа чаю і буряків.

Екстрагування водно- та спирторозчинних речовин проводили у режимі замкнутого періодичного процесу в апараті з механічним перемішуванням. Сировина й екстрагенти протягом 4...6 год. перебувають у тісному контакті за рахунок перемішування. В цьому разі концентрація екстрактивних речовин у рослинній сировині безперервно зменшується, а в розчиннику зростає і наближається, залежно від екстрагента, до значень 12...16 % сухих речовин, набираючи рівноважного стану.

Відомо, що замкнуті нестационарні процеси, які відбуваються при перемішуванні, недостатньо ефективні, однак для виробництва невеликих обсягів барвників вони цілком виправдані.

Барвники, отримані з листа чаю та зеленої маси буряку, являють собою сироподібну рідину з вмістом сухих речовин до 60%, забарвлену в інтенсивний зелений колір, із характерним смаком, без стороннього присмаку та запаху. Органолептичні показники отриманих барвників цілком придатні для надання певного забарвлення різним харчовим продуктам будь-якої консистенції: плодово-ягідним киселям, желе, муси, кукурудзяним паличкам, драже, карамелям, безалкогольним напоям тощо.

Дозування барвників при додаванні до певних харчових продуктів має варіюватись у кожному конкретному випадку. Виходячи з літературних даних, для забарвлення киселів барвники додають із розрахунку 0,05...0,07% до маси виробу; при забарвленні мусів – 0,08...1,0%; напоїв – 1,0...1,5 %.

Висновки. Досить перспективним джерелом для отримання натуральних барвників є нетрадиційна сировина – зелена маса рослин, наприклад листа буряків, моркви тощо.

На кафедрі технології оздоровчих продуктів НУХТ розроблено принципову технологічну схему отримання барвників із листа чаю та зеленої маси буряків з використанням у якості стабілізаторів лимонної кислоти, кверцетину або їх суміші. Добавки-стабілізатори дають можливість підвищити термостійкість барвників і зберегти їх високу біологічну цінність. Запропонована та аналогічні технології досить прості, не вимагають складного обладнання, доцільні з економічної точки зору і мають широкі експортні можливості.

Література

1. Бриттон, М.Г. Биохимия природных пигментов / М.Г. Бриттон ; пер. с англ. – М. : ЭКСМО-Пресс, 2006. – 422 с.
2. Українець, А. І. Технологія оздоровчих харчових продуктів / А. І. Українець, Г. О. Сімахіна. – К. : НУХТ, 2009. – 310 с.

ІННОВАЦІЇ У ТЕХНОЛОГІЯХ ОЗДОРОВЧИХ ПРОДУКТІВ

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 в діяльності підприємств, що насамперед потребує вирішення проблем своєчасного впровадження новацій у виробництво [1].

Особливо важливою є реалізація цього процесу в харчовій промисловості, яка потребує впровадження новостворених або вдосконалених інноваційних технологій і випуску на їхній основі харчових продуктів з новими споживчими та функціональними властивостями.

Саме на таких технологіях та нових продуктах ґрунтується можливість вирішення пріоритетного на сьогодні завдання – створення в Україні індустрії оздоровчих продуктів для забезпечення ними усього населення з метою поліпшення стану здоров'я споживачів, підвищення якості їхнього життя, збереження генофонду нації.

Тому метою цієї роботи є аналіз світових тенденцій становлення і формування інноваційних технологій у галузі оздоровчих продуктів та перспективи їхнього розвитку в Україні.

Простий аналіз тенденцій розвитку світового ринку свідчить про те, що щорічно асортимент традиційних харчових продуктів збільшується всього на 2...3%, а продуктів для оздоровчого харчування – на 40...50%. На жаль, в цьому напрямі ми значно відстали від Америки, Японії, Західної Європи. І саме завдяки розробленню і широкому використанню інноваційних технологій у харчовій промисловості Україна має шанс ліквідувати це відставання.

«Інновації у харчовій промисловості» – настільки нове для України поняття, що досі не має відповідного визначення. Тому на основі законодавчих документів у даній статті пропонується таке формулювання: «Інноваційне харчове підприємство (ІХП) – це модель організації сучасного виробництва, орієнтована на розроблення та реалізацію інноваційної харчової продукції і яка поєднує в собі принципи ринкової економіки та державного регулювання цією найважливішою сферою життєдіяльності суспільства» [5].

Проблема організації і діяльності ІХП досить складна. Однак цим шляхом іде зараз увесь світ. За останні десятиліття споживачі, розуміючи взаємозв'язок між харчуванням і здоров'ям, приділяють велику увагу саме продуктам для здоров'я. Поширення відомостей щодо здорового харчування для попередження і розвитку хвороб зумовили появу та стрімкий зріст ринку оздоровчих харчових продуктів (функціональних), які у галузі харчових технологій представляють інноваційну продукцію. Згідно зі статистикою, цей ринок зростає зі швидкістю, яка набагато перевищує темпи росту ринку звичайних продуктів. І якщо в 1997 р. обсяг оздоровчої продукції становив 38,9 млрд. дол. США, то в 2012 р. він зріс до 165,6 млрд. дол. США [6].

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 у 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%.

На основі аналізу світового досвіду у розв'язанні даного питання пропонується наступний алгоритм організації інноваційного підприємства у галузі виробництва оздоровчих продуктів, який орієнтує на вирішення ряду взаємопов'язаних проблем технологічного, організаційного та економічного характеру.

Основними з них є такі:

- створення нових технологій харчової продукції на основі традиційної і нетрадиційної сировини;
- організація сервісу у забезпеченні новою продукцією споживачів (обслуговування, доставка тощо), у тому числі проведення роз'яснювальної роботи з доцільності використання оздоровчих продуктів;
- ціноутворення (при мінімальному співвідношенні якість : ціна) для забезпечення оздоровчою продукцією усіх верств населення, у тому числі малозабезпечених;
- потужна маркетингова служба;
- стимулювання збуту нової продукції за допомогою дієвої реклами;
- контроль сировини і продукції по всьому ланцюжку її виробництва, а також у мережах реалізації;
- моніторинг інноваційної діяльності підприємства, систематичний збір інформації про випуск і реалізацію продукції, оброблення і аналіз даних про стан інноваційних процесів на підприємстві, практичні результати діяльності підприємства у здійсненні пріоритетних напрямів створення інноваційної продукції;
- оцінка конкурентного потенціалу нової продукції, соціального та економічного ефекту від її реалізації.

Вирішення усіх зазначених питань дає можливість організувати діяльність інноваційного харчового підприємства на високому рівні з випуском оздоровчої продукції, конкурентоспроможної як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках. Це є особливо актуальним у зв'язку зі вступом України до Євросоюзу.

Кафедра технології оздоровчих продуктів НУХТ орієнтує випускників на створення нового покоління харчових продуктів і впровадження інновацій у виробництво оздоровчих продуктів на будь-якій харчовій основі – зерновій, молочній, олієжировій, у виробництві напоїв. На сьогодні на кафедрі розроблено і захищено патентами України понад 30 різних видів нових харчових продуктів, що повністю відповідають основним принципам харчування ХХІ століття: ефективність, якість, безпека.

Висновок. Необхідність інноваційного шляху розвитку харчової промисловості в сучасних умовах є незаперечною. Особливо це стосується індустрії оздоровчих продуктів як основного і визначального компонента стану життя кожного громадянина, оскільки на сьогодні доведеним є безпосередній зв'язок між структурою і якістю харчування та станом здоров'я людини. Співробітники та студенти кафедри технології оздоровчих продуктів успішно працюють у вирішенні цього пріоритетного для України завдання.

Література

1. Закон України «Про інноваційну діяльність» зі змінами, внесеними згідно з Законами України в 1991-2005 рр. // Голос України. – 2006. – 21 листопада. – С. 2-3.
2. Збірник законодавчих і нормативних документів з науково-технічної, інноваційної діяльності та трансферу технологій. – К. : УкрІНТЕІ, 2006. – 284 с. – (Офіц. вид.)
3. Полумбрик, М. О. Вуглеводи в харчових продуктах і здоров'я людини / М. О. Полумбрик. – К. : Академперіодика, 2011. – 487 с.

ПІДБІР ЕФЕКТИВНИХ КРІОПРОТЕКТОРІВ ДЛЯ ЗАМОРОЖУВАННЯ ПЛОДОВО-ЯГІДНОЇ СИРОВИНИ

У комплексі досліджень із розроблення нової технології свіжозамороженої плодово-ягідної продукції на першому етапі стоїть сортовідбір сировини.

Із проведених нами досліджень з'ясовано, що при виборі рекомендованих сортів необхідно враховувати їхню придатність до промислового заморожування (високий вміст сухих речовин, цукрів, аскорбінової кислоти, біофлавоноїдів, пектинових речовин, органолептичні показники, харчова та біологічна цінність, фармакологічний вплив) [1].

Ми запропонували також у якості одного із критеріїв оцінки плодово-ягідної сировини визначення вмісту антиаліментарного ферменту аскорбатоксидази для запобігання створенню композицій плодово-ягідної продукції з високим вмістом одночасно аскорбінової кислоти та аскорбатоксидази.

На наступному етапі роботи визначено основні біохімічні показники обраної для досліджень сировини; кількісні і якісні зміни цих показників в процесі заморожування, тривалого зберігання та дефростації.

Отримані результати дають можливість диференційовано підійти до обраної плодово-ягідної сировини, а саме: відібрати **першу групу** біологічних об'єктів, які можна заморожувати і отримувати високоякісну продукцію без використання кріопротекторів; **другу групу** складають плодово-ягідні матеріали, заморожування яких із використанням кріопротекторів забезпечує необхідний ступінь кріорезистентності рослинних тканин при низькотемпературних впливах; виявилася і **третя група** матеріалів, при заморожуванні яких важко досягти необхідного рівня холодової адаптації тканин навіть при використанні кріопротекторів, тому такі сорти рекомендовано до консервування іншими традиційними методами.

Одним із основних етапів розроблення нової технології є підбір та апробація кріопротекторів (натуральних і синтетичних) на ґрунті аналізу їх ефективності при заморожуванні клітин та тканин у кріомедицині, кріобіології тощо, і адаптація певних закономірностей, отриманих у цих галузях знань, до умов харчових середовищ і харчових технологій.

Кріопротекторами називають сполуки, які здатні запобігати розвиткові ушкоджень біологічних об'єктів при їх заморожуванні і подальшому відігріванні [2]. До ефективних кріопротекторів відносять сполуки, які належать до різних класів хімічних речовин: спиртів, амідів, оксидів, штучних полімерів, вуглеводів, амінокислот, органічних кислот, білків, органічних та неорганічних солей [3]. Представники кожного із зазначених класів сполук досліджено нами у якості кріопротекторів при заморожуванні плодово-ягідної сировини.

Загальними властивостями кріопротекторів є наявність у їхній структурі полярних молекул, здатних взаємодіяти як із молекулами води, металами, солями, так і з компонентами мембран і біополімерами.

Важливою властивістю кріопротекторів є також їхня здатність впливати на процеси кристалізації, сприяючи формуванню дрібнокристалічного льоду, котрому не властиві сильні поля напруг [4]. Зміна структури льоду під дією кріопротекторів знижує ступінь механічного впливу на цитоплазматичні структури та мембрани.

Неодмінною вимогою до кріопротекторів є їхня здатність швидко проникати в клітину і легко видалятися з неї – для того, щоб зменшити осмотичні ефекти при заморожуванні та відмиванні кріопротектора [5].

Результати проведених нами досліджень показали, що в присутності кріопротектора виморожування фракції води з кріозахисного середовища перебігає в широкій температурній зоні й завершується при концентрації невимерзлої води до 20...30%. При збільшенні вихідного (до заморожування) вмісту кріопротектора у середовищі зв'язування солей та інших речовин збільшується, що перешкоджає їх концентруванню до критичних, згубних для клітини величин. Отже, у присутності кріопротекторів солі або зовсім не концентруються до ушкоджуючих меж, або ж ці межі досягаються в зоні температур, при яких ушкодження розвиваються повільно.

Таким чином, обрані для досліджень кріопротектори охоплюють основні класи органічних і мінеральних сполук, кріозахисну дію яких при заморожуванні клітин і тканин людини і тварин було досліджено відомими зарубіжними і вітчизняними вченими, починаючи з 50-х років минулого століття (A. Carrow, J. Lovelock, J. Dobbler, J. Rostan, K. Polge, Au. Smith, D. Bishop, D. Robson, M. Whither, М. Максимов, А. Бернштейн, О. Білоус, В. Грищенко, М. Пушкар).

J. Lovelock (1954 p.) запропонував класифікувати відомі на той час кріопротектори на непроникаючі (екзоцелюлярні), проникаючі (ендоцелюлярні) та змішаного типу.

Непроникаючі протектори діють ззовні клітин, утворюючи навколо плазматичної мембрани своєрідну оболонку і сприяючи, таким чином, формуванню дрібнокристалічного льоду.

Проникаючі кріопротектори викликають зв'язування частини поза- і внутрішньоклітинної фракції вільної води, внаслідок чого її кристалізація сповільнюється, а концентрація електролітів поза і всередині клітини знижується. У зв'язку з цим проникаючі кріопротектори називають **пасиваторами** процесу ініціювання кристалоутворення.

Із обраних нами для досліджень кріопротекторів до проникаючих відносяться: гліцерин, сорбіт, етанол, ДМСО, гліцин, солі. До непроникаючих відносяться гідроксиетилкрохмаль та інші полімерні сполуки.

Такий широкий спектр досліджуваних кріопротекторів дасть можливість оцінити вплив кожного із них і рекомендувати для розроблюваної холодової технології найбільш ефективні.

Слід зазначити, що серед достатньо великої кількості різноманітних хімічних сполук – кріопротекторів на практиці в медицині найчастіше використовують гліцерин, 1,2-пропандіол, ДМСО, диметилацетамід. Етиленгліколь, хоча і є активним кріопротектором, добре проникає в клітини, однак він токсичний на клітинному рівні.

Висновок. Для вибору кріопротекторів у процесах заморожування плодово-ягідної сировини слід враховувати основні вимоги до кріопротекторів, оскільки йдеться про безпеку харчових продуктів для споживача. Кріопротектори мають бути нетоксичними, добре розчинятись у воді та розчинах електролітів, знижувати кількість вимороженої води при кожній даній температурі і повністю запобігати кристалізації води з евтектичної суміші «кріопротектор – вода».

Література

1. Ильина, С. И. Двенадцать месяцев здоровья / С. И. Ильина. – К. : Логос, 2000. – 320 с.
2. Пушкар, Н. С. Низкотемпературная кристаллизация в биологических системах / Н. С. Пушкар, А. М. Белоус и др. – К. : Наук. думка, 1997. – 238 с.
3. Кріопротектори / под ред. Н. С. Пушкар, М. А. Шраго, А. М. Белоуса и др. – К. : Наук. думка, 1990. – 201 с.
4. Мейс, Дж. Достижения в криогенном охлаждении и замораживании пищевых продуктов / Дж. Мейс // Food Sci. and Technol. Today. – 1987. – №2. – Р. 79-83.
5. Физико-технические основы холодильной обработки пищевых продуктов / под ред. Э.И. Каухчешвили. – 3-е изд. – М. : Агропромиздат, 2003. – 256 с.

УДК 664.1

Бірук О.В.,

Шейко Т.В., к.т.н.

Хомічак Л.М., д.т.н., проф., член-кор. НААН України.

Інститут продовольчих ресурсів НААН України, м. Київ, Україна

УДОСКОНАЛЕННЯ СПОСОБУ ОЧИЩЕННЯ ЦУКРОВОГО СИРОПУ З МЕТОЮ ОТРИМАННЯ ЦУКРУ ВИСОКОЇ ЯКОСТІ

На сьогоднішній день актуальним є питання експорту вітчизняного цукру в інші країни. Цукор для реалізації за кордоном повинен мати показники якості, що відповідають високим вимогам країн Європейської спільноти. Поряд з цим все більше вітчизняних споживачів цукру (виробники слабоалкогольних і безалкогольних напоїв, ігристих вин, продуктів для дитячого харчування, тощо) надають перевагу білому цукру I і II категорій відповідно до ДСТУ 4623:2006 «Цукор білий. Технічні умови», а також підвищують вимоги до критеріїв якості білого цукру, що не входить до чинного державного стандарту, а саме: каламутність, тест на флок-потенціал, піноутворююча здатність, вміст нерозчинних речовин, блиск кристалів та ряд інших показників.

Наряду з цим цукровим заводам України часто доводиться переробляти сировину низької якості, що призводить до зниження якості цукрового сиропу, а саме підвищеної кількості нецукрів, з низькою термостійкістю, підвищеною кольоровістю та вмістом солей кальцію. Що в подальшому призводить не лише до одержання некондиційного цукру, але і суттєво знижує швидкість кристалізації цукрози і тим самим подовшує термічний вплив на утфелі.

Також актуальною проблемою у бурякоцукровому виробництві є утворення «пластівців», які проявляються у підкислених цукрових розчинах за $\text{pH}=3,5\text{--}4$. Процес формування пластівців у цукрових розчинах триває від кількох днів до тижнів. На їх появу найбільшою мірою впливають сапоніни – сполуки тритерпенового ряду. Велика поверхнева активність останніх призводить до включення їх у кристали цукру.

Тому, з метою забезпечення конкурентоспроможності вітчизняного цукру слід довести його показники до рівня, який відповідає I та II категоріям якості згідно з вимогами ДСТУ 4623:2006.

Авторами запропоновано вирішити проблему підвищення якості цукрових сиропів шляхом застосування рідкого катіонного коагулянту SUPERFLOK-LT, який необхідно вносити безпосередньо у цукровий сироп після випарної установки перед його фільтруванням. Із проведених досліджень було визначено оптимальні витрати коагулянту та час оброблення цукрового сиропу.

Результати цих досліджень представлені на рис.1 та рис.2.

Кольоровість од.

опт. густ

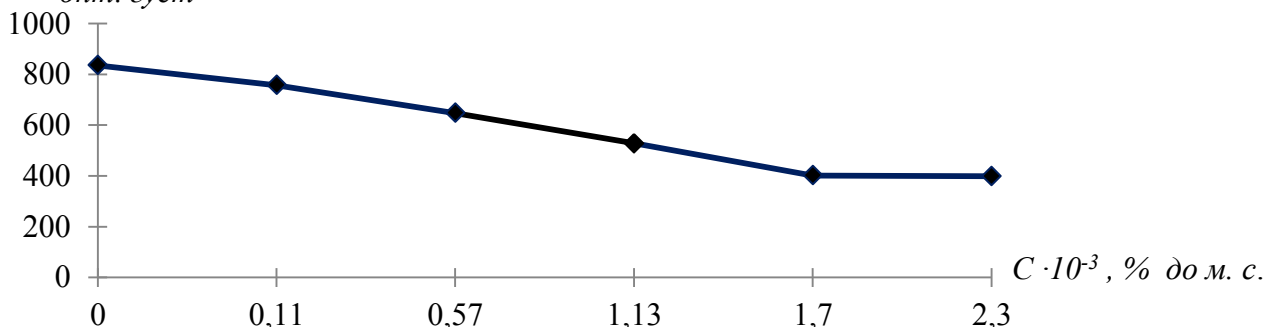


Рисунок 1 – Залежність кольоровості цукрового сиропу від кількості доданого коагулянту

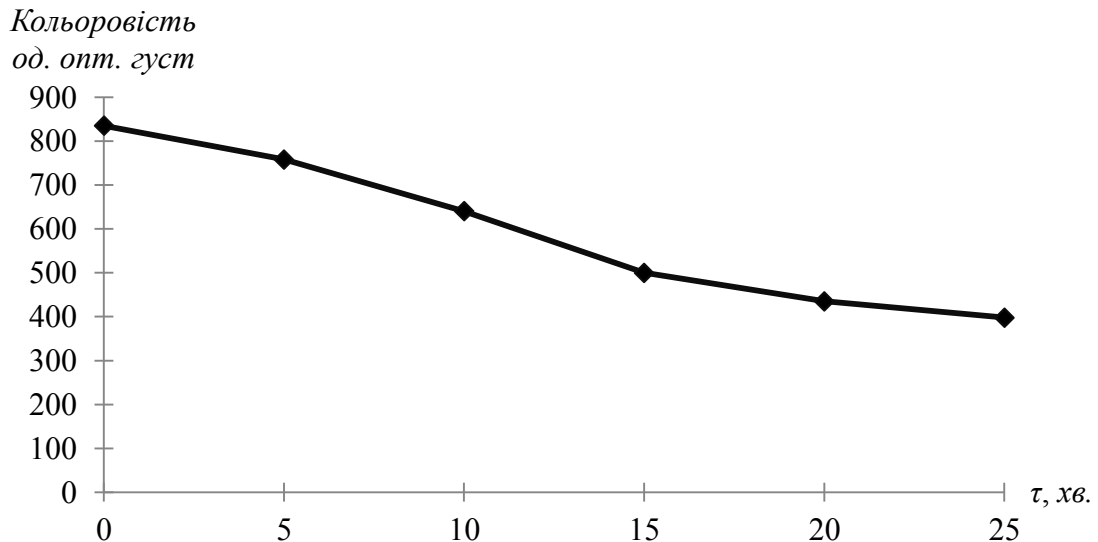


Рисунок 2 – Залежність кольоровості цукрового сиропу від тривалості оброблення його коагулянтном.

Фільтрування обробленого коагулянтном сиропу бажано проводити через намівний шар з додаткових фільтрувальних реагентів, наприклад з целюлози. Це гарний фільтруючий матеріал органічного походження, який за рахунок різноманітності зарядів реакційно спроможних груп забезпечує додаткове очищення та знебарвлення цукрового сиропу на 12...15%.

В результаті використання катіонного коагулянту SUPERFLOK-LT для додаткового очищення цукрового сиропу та удосконалення процесу його фільтрування за рахунок використання целюлози марки ALPACEL GM12 можна досягти зниження кольоровості від 835,5 до 398,5 од. опт. густини, підвищивши при цьому категорію цукру по ряду показників та в подальшому запобігти утворенню «пластівців» у підкислених розчинах.

Висновок. Отже враховуючи позитивний результат при використанні рідкого катіонного поліелектроліту SUPERFLOK-LT та целюлози для фільтрування даний спосіб можна рекомендувати для доочищення цукрових сиропів на цукрових заводах з метою отримання цукру високої категорії.

Література

1. Скорик К.Д. Якість цукру: вимоги, контроль, менеджмент: Навч. Посібник. / Скорик К.Д.// - К.: «Сталь», - 2009. – 99с.
2. Скорик К.Д. Вплив порушень технологічних режимів виробництва на якість цукру / Скорик К.Д.// Цукор України. – 2014. №4. – с.29-33.
3. Спосіб очищення цукрового сиропу.: патент на корисну модель №44142 Бюл. №18 від 25.09.2009 / Т.В. Шейко, Л.М. Мельник, А.Н. Савич, С.В. Василенко // К.: НУХТ. – 2009.
4. Штангеева Н.І. Удосконалення очищення густих напівпродуктів цукрового виробництва з застосуванням вітчизняної целюлози / Н.І.Штангеева, О.М.Молодницька, Л.С.Клименко // Наукові праці НУХТ. – 2012.- №48. – с. 113-119.
5. Чернявская Л.И. Сахар. Методы определения показателей качества / Л.И. Чернявская, В.П. Адамович, Ю.А. Зотова. Монография. – Киев: Фитосоциоцентр, 2007. – 268с.

УДК 664.683

Стрембіцька А. В.

Скрипко А. П.

Оболкіна В. І., професор, д. т. н.

Кияниця С. Г., доцент, к. т. н.

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

ВИКОРИСТАННЯ НЕТРАДИЦІЙНОЇ СИРОВИНИ ГУМІАРАБІКУ «FIBREGUM™», ВІВСЯНОГО ТА ПШЕНИЧНОГО СОЛОДОВОГО БОРОШНА ПІД ЧАС СТВОРЕННЯ НОВОГО АСОРТИМЕНТУ ЗДОБНОГО ПЕЧИВА

Вступ. Одним з пріоритетних напрямків під час створення нових технологій кондитерських виробів з підвищеною цінністю є використання нових видів нетрадиційної сировини. До рослинної сировини з підвищеним вмістом біологічно активних речовин відносяться продукти переробки солоду злакових культур. У пророщеному зерні міститься весь набір інгредієнтів, необхідних для раціонального харчування: низькомолекулярні білки, амінокислоти, вуглеводи, які легко засвоюються, клітковина з підвищеними вмістом харчового волокна, поліненасичені жирні кислоти, мінеральні речовини, вітаміни, поліфенольні з'єднання [1].

Вченими Національного університету харчових технологій розроблені режими, які дозволяють отримати ферментативні та неферментативні солоди різних злакових культур. Розроблені технології забезпечують підвищений вміст вітамінів, мінеральних речовин, рослинних ферментів і фітогормонів. Солоди різних злакових культур (пшениці, вівса, кукурудзи, ячменю) містять у різному співвідношенні біологічні активні речовини. Вівсяний солод має набагато більше амінокислот, порівняно з іншими солодами злакових культур, які є регуляторами обмінних процесів в організмі людини [1, 2].

Тому на основі вище перерахованих переваг для наукових досліджень під час розроблення нового асортименту здобного печива використовували вівсяне та пшеничне солодове борошно.

Матеріали і методи. В якості об'єктів дослідження використовували вівсяне та пшеничне солодове борошно та додатковий структуроутворювач – гуміарабік «Fibregum™» у різних співвідношеннях.

Дослідження проводилися з використанням стандартних методів аналізу.

Вуглеводи визначали методом хроматографії з використанням хроматографічного паперу Filtak №1, надходження розчинника – висхідне. Вміст амінокислот визначали на амінокислотному аналізаторі Т 339. Жирнокислотний склад вівсяного солодового борошна з голозерного вівса визначали за допомогою газорідної хроматографії. Визначали ферментативну активність вівсяного солоду, а також кількість редуруючих цукрів. Досліджували вплив вівсяного солодового борошна на кількість і якість клейковини за допомогою приладу ІДК – 3. Вплив вівсяного солодового борошна на процес утворення тіста визначали на фаринографі Брабендера. Зміни структурно-механічних властивостей тіста для здобного печива з вівсяним та пшеничним солодовим борошном проводили на “Структурометрі”.

Результати та обговорення. 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

солодощення 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. На підставі досліджень встановлено, що час оцукрення вівсяного солодового борошна складає 15 хв., це свідчить про те, що у солоді містяться дуже в активному стані амілолітичні ферменти. Було визначено, що кількість цукрів у вівсяному солодовому борошні складає до 10,5 %, з них фруктози – 2,8 %, глюкози – 3,5 %, мальтози – 1,2 %, сахарози – 3,0 %.

Таким чином додавання вівсяного солодового борошна має сприяти зменшенню цукру у рецептурах здобного печива.

З метою визначення оптимального дозування вівсяного та пшеничного солодового борошна під час створення нового асортименту здобного печива проводилися дослідження впливу на структурно-механічні властивості 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.

На реологічні властивості тіста впливає температура замісу, крім того структура здобного печива залежить від процесів, які відбуваються під час його термооброблення. Тому були проведені дослідження впливу вівсяного солоду на в'язкість борошняної суспензії при її нагріванні, які проводилися на амілографі Брабендера ASG. Результати досліджень показали, що внесення солодового борошна суттєво змінює максимальну в'язкість борошняної суспензії, початкову температуру та час клейстеризації крохмалю.

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 властивостями 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.

Оцінку органолептичних показників якості печива здійснювали за наступними диференційними показниками: смак, запах, форма, стан поверхні, вид у розломі. Методом експертних оцінок встановили, що при внесенні борошна з вівсяного солоду до рецептурного складу у розмірі 30%, печиво мало найкращі показники. Нова технологія захищена патентом України [3].

Висновок. Результати проведених експериментальних досліджень показали доцільність використання вівсяного та пшеничного солодового борошна для покращення органолептичних показників здобного печива та підвищення його біологічної цінності. Додавання борошна з вівсяного солоду до пшеничного борошна дозволить у рецептурах здобного печива зменшити кількість цукру та жиру відповідно на 15% та 10%, яке зумовлює зменшення його калорійності та поліпшенню органолептичних властивостей.

Література

1. Ємельянова Н.О. Технологія солодових екстрактів, концентратів квасного суслу і квасу / Н.О. Ємельянової - К.: УДУХТ. – 1994. – 151 с.
2. Оболкіна В.І. Вплив борошна пророщених злаків на якість і подовження терміну зберігання заварних пряників/ В.Оболкіна, Г.Своєволіна, А.Дорохович, Н. Ємельянова, Т. Королек // Харчова і переробна промисловість. - 2005.-№12.-С.22-23.
3. Пат. 72044 Україна, МПК А 21D 13/08(2006.01). Печиво вівсяне / Оболкіна В.І., Скрипко А.П., Кияниця С.Г., Тарадай Т.М., Ємельянова Н.О., Ковбаса В.М.; заявник і патентовласник Національний університет харчових технологій. – заявл. 07.12.2011; опубл. 10.08.2012, Бюл. № 15.

ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОЩУВАННЯ І ПЕРЕРОБКИ СПАРЖІ

Овочі та фрукти відносяться до важливих складових в харчуванні людини, оскільки містять у собі значну кількість смакових, поживних та ароматичних речовин і є постачальниками вітамінів С, Р, Е, групи В, провітаміну А, каротину, мікро- і мікроелементів.

Світова практика знайома з 240 видами овочів, однак в Україні споживається всього біля 40 видів. Проте оригінальним доповненням до столу українців пропонується спаржа.

Спаржа (лат. *Asparagus*) – рід рослин родина спаржеві – один з ранніх овочів відкритого ґрунту, делікатесний продукт харчування та цінний лікувальний засіб. У стародавньому Єгипті культивували чудо-продукт з огляду на кулінарні і лікувальні властивості, а у стародавній Греції спаржа була культовою рослиною, що використовувалася в шлюбних ритуалах [1–3]. У Німеччині вважають, що у період цвітіння спаржі світ стає чарівним.

Існує два види спаржі – зелена і біла. Біла росте під землею і вважається делікатесом, а зелена зростає на грядці. Гурмани стверджують, що спаржа є делікатесом, який потрібно встигнути спробувати, оскільки її сезон триває менше 2-х місяців.

Метою дослідження визначено аналіз і узагальнення властивостей та перспектив використання і поширення спаржі.

Залежно від зафарблення розрізняють три групи сортів спаржі: *спаржа зеленоголова*, *спаржа червоноголова* і *спаржа білоголова*. Ця весняно-літня насичена вологою рослина є делікатесом, що задовольняє не лише смак, а і змучені авітамінозом людські організми. В спаржі присутні білок, вуглеводи, величезна кількість вітамінів, кальцій, залізо, калій, а також амінокислоти природного походження аспарагін, каротин і сапонін. Спаржа малокалорійна, зате насичена мінеральними речовинами рослина.

Лікувальні властивості спаржі обумовлені присутністю в ній значної кількості аспарагіну, який сприяє поліпшенню роботи серця, розширює судини кровообігу і знижує кров'яний тиск, поліпшує роботу нирок. Вміщені в ній речовини сприяють видаленню з організму людини хлоридів, фосфатів, сечовини, що важливо за таких хвороб, як подагра, сечовокислий діатез, гострий і хронічний нефрит, запалення сечового міхура і сечовивідних шляхів. У Болгарії спаржею лікують порушення обміну речовин (у тому числі, цукровий діабет), аденому, передміхурову залозу, обмеження материнського молока.

Вегетаріанська дієта з акцентом на спаржу допомагає позбавитися від зайвої ваги, целюліту, забезпечити максимум чистоти шкірним покривам, а волосся –здорове сяння. Останнє досягається за рахунок значного вмісту у спаржі фолієвої кислоти – унікального вітаміну молодості. Комплекс корисних речовин доповнюється алкалоїдом аспарагіну, сірчанокислим кальцієм, калієм, магнієм – які є корисними у створенні кремів, гелів, масок.

Однак, не зважаючи на відмічені особливості, спаржа все-таки кулінарний делікатес. Свіжа спаржа майже не потребує обробки, окрім знімання ножом тонкого верхнього шару. Рослини зв'язують в пук і, оскільки нижня частина вариться довше верхньої, то процес організують з вертикальною орієнтацією пука. Під час варіння додають тільки сіль, цукор і вершкове масло. Готують із спаржі супи, гарніри, десерти. Проте гурмани споживають її виключно свіжою та нерозділеною і бажано зібраною в день споживання. Остання особливість рівно як і терміни досягання спаржі (кінець квітня і середина червня), означають складну проблему для спеціалістів, які займаються проблемами переробки і стабілізації якісних показників. Ця складність витікає з високого вологовмісту рослини. Хімічний склад спаржі залежить від умов її вирощування. Так вуглеводи присутні в кількості

2,8...3,9 %, клітковина складає 0,8...1,1 %, протеїни – 1,5...1,7 г, а також вітаміни (в мг %): С – 40; каротин – 2,0...2,2; РР – 0,7; В₁ – 0,08; В₂ – 0,09; В₆ – 0,1. Сумарна кількість сухих речовин складає 6,3...10,8 %.

Відомо, що біохімічний склад спаржі не залежить від віку рослини, але значно змінюється в залежності від сортових особливостей, способу та терміну зберігання пагонів. Згідно дослідженнями [4] високий вміст цукрів присутній в основі пагонів (4,1 %), а найменший – у верхівці (1,74 %).

Оцінюючи загальні можливості з точки зору інтересів подовження термінів зберігання овочевої продукції слід зазначити, що пагони спаржі мають високий рівень мікробіологічної вразливості. До такого висновку спонукає показник вологовмісту на рівні 92 %. За відсутності даних про виміри показника активності води для спаржі варто звернутися до відомих співвідношень щодо фруктів, у яких за значень $W = 92...95$ % активність води складає величину 0,98. Нагадаємо, що активність води означає відношення парціального тиску пари води над клітинним соком спаржі до парціального тиску над чистим розчинником, роль якого виконує вода:

$$a_w = P_0/P. \quad (1)$$

Окрім активності води до колігативних властивостей рідинних середовищ і клітинного соку спаржі відносяться осмотичні тиски і температурні депресії. Осмотичні зв'язки мають найсильніші прояви у розчинах. Природа такого зв'язку відображається законом Рауля (осмотичним зв'язком утримується волога набухання і структурна волога). Їй відповідає мала енергія зв'язку, тому вона з матеріалом зв'язана не так міцно, як адсорбційна волога. Внутрішньоклітинна волога, у якій розчинені низькомолекулярні сполуки, утримується осмотичними силами. Якщо волога потрапляє всередину клітинок гелю при його утворенні, то вона називається структурною. До цієї групи віднесена волога, що міститься в клітинах рослинних тканин.

Фізико-механічний зв'язок має волога, що перебуває в капілярах матеріалу і на його поверхні. Волога на поверхні тіла називається вологою змочування. Волога змочування і волога мікрокапілярів, середній радіус яких перевищує 10^{-3} см має слабкий зв'язок з матеріалом і може бути видалена механічним способом (віджиманням). Така волога називається вільною.

Разом з тим волога мікрокапілярів, радіус яких менше за 10^{-3} см, заповнює будь-які мікропори не лише за контактування з ними, а й завдяки сорбції із вологого повітря. Якщо парціальний тиск пари біля поверхні матеріалу більший за тиск у навколишньому повітрі, то буде здійснюватися випаровування, а якщо менший, то матеріал буде зволожуватись. При рівних тисках досягається стан рівноважної вологості і остання є функцією парціального тиску водяної пари при заданій температурі. Змінюючи парціальний тиск пари при незмінній температурі можна визначити значення рівноважної вологості і одержати ізотерму сорбції вологи. Разом з тим практично встановлено, що для більшості матеріалів рівноважна вологість не залежить від температури, а лише від відносної вологості повітря та його термодинамічних параметрів, у тому числі і від тисків.

При відомих перевагах вакуумної обробки продукції і, особливо, зберігання її при низьких тисках виникла необхідність у їх машинній реалізації. Ці технології стосуються передусім забезпечення людського організму вітамінами та мікроелементами. Соки та пюре з фруктів, ягід і овочів є неоціненним джерелом вітамінів. Разом з цим, вони забезпечують енергетичний фонд харчового раціону за рахунок легкозасвоюваних вуглеводів – глюкози і фруктози, збагачують комплексом мінеральних солей і мікроелементів, органічними кислотами, харчовими волокнами, пектином, фітонцидами.

Згідно із сучасними медико-біологічними та санітарно-гігієнічними вимогами, продукція повинна мати такі характеристики: відсутність шкідливих, непотрібних або несмачних добавок; максимально можливе збереження корисних речовин, особливо вітамінів групи С, а також мікроелементів; збереження природного кольору, запаху і смаку; збільшення терміну

придатності; поліпшений дизайн.

Дотримання цих вимог залежить як від досконалості технології виробництва продукції, так і від організації підготовки тари, фасування та пакування продукції. Очевидно, що для одержання і зберігання в упаковках тисків, нижчих за атмосферний, тара повинна бути жорсткою і протидіяти зовнішньому тиску. Цій умові потенціально відповідають зразки скляного посуду, в якому після фасування утворюється підкришковий об'єм повітря. У процесі зберігання продукції кисень повітря активізує біохімічні реакції в продукції, руйнуючи вітаміни, особливо вітаміни групи С та інші лабільні компоненти середовища.

Зважаючи на вищезазначене, бажано до початку фасування продукції здійснити вакуумування банок або пляшок. Такі процеси достатньо вдосконалені в технологіях фасування пива, газованих напоїв, шампанського тощо. Тара, генерована і підготовлена, виконує подвійну роль, пов'язану з тепловою обробкою повітря, стерилізацією банок і кришок і, нарешті, вакуумування.

Термостійкість мікроорганізмів у вологому середовищі помітно нижча, ніж у сухому повітрі або у перегрітій парі. При цьому показник термостійкості в залежності від вологості продукту для різних видів мікроорганізмів різник. На термостійкість також впливає активність води a_w . Саме тому зміна активної вологості продукції за рахунок додавання цукру, солі й інших хімічних компонентів і тим самим зниження a_w не тільки продукту, а і клітин приводить до зниження летальних ефектів.

На стійкість мікроорганізмів щодо різних фізичних (у тому числі і термічних) факторів впливають не лише рН і a_w , але і концентрація іонів органічних кислот, вуглеводів, білків, жирів тощо.

Таким чином, стійкість мікроорганізмів щодо різних факторів впливів є функцією спадковості, фізіологічного стану клітин або спор, у тому числі і комбінацій факторів впливів.

Вибір методів обробки тари і пакувальних матеріалів, як правило, ґрунтується на тому, що рівень досягнення летальних ефектів стосується всієї популяції мікроорганізмів. Однак досвід оцінки подібних явищ вказує на присутність їх гетерогенних властивостей. Останнє на рівні гіпотези знаходить своє відображення в математичних моделях, що ґрунтуються на реакціях 1-го порядку у формі рівняння Арреніуса:

$$K = A \exp(-E_{\text{акт}}/RT),$$

де K – константа швидкості загибелі, функція наслідкових властивостей, фізіологічного стану мікроорганізмів, умов і температур нагрівання; A – передекспоненціальний множник, с; $E_{\text{акт}}$ – енергія активації, кал/моль; R – газова стала; T – абсолютна температура.

Інший і розповсюджений підхід стосується використання кривих виживання, які представляються у формі графічної залежності кількості живих мікроорганізмів від часу за нагрівання. Рівняння кривої виживання має вигляд:

$$N_t = N_0 \exp(-Kt),$$

де N_t і N_0 – відповідно кількості клітин, що вижили, та їх початкової кількості.

Висновки. 1. Спаржа, як одна з малокалорійних рослин і одночасно високонасичених вітамінами, може суттєво доповнити раціон харчування за умови розробки технологій подовженого зберігання продуктів її переробки. 2. Інформація про спроби розробки технологій стабілізації спаржі або продуктів її переробки в літературних джерелах відсутня. 3. До числа перспективних напрямків стабілізації продукції переробки спаржі відносяться вакуумні технології, поєднані з осмомолекулярною дифузиею.

Література

1. Гиренко М.М., Шилова С.Н. Род *Asparagus L.* – спаржа // Культурная флора СССР: Листовые овощные растения. – Л.: Агропромиздат, 1988. – Т. XII. – С. 6–29.
2. Болотских А.С. Овощи Украины. – Харьков: Орбита, 2001. – С. 996–1015.
3. Стрижаченко Л.М. Спаржа // Картофель и овощи. – 2000. – № 3. – С. 13–14.
4. Culpepper C.W., Moon H.H. Changes in composition and rate of growth along the developing stem of asparagus // Plant physiology. – 1999. – Vol.14, № 4. – P. 684, 696.

АДГЕЗИВНІ ВЛАСТИВОСТІ ЗГУЩЕНИХ МОЛОЧНИХ КОНСЕРВІВ З ЦУКРОМ І ПЛОДОВО-ЯГІДНИМИ НАПОВНЮВАЧАМИ В АСПЕКТІ РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ

Адгезія – це складний комплекс фізико-хімічних явищ. Цей термін використовується для визначення процесу прилипання різних за структурою речовин при їх поверхневому контакті, в результаті якої утворюється так званий «адгезійний зв'язок».

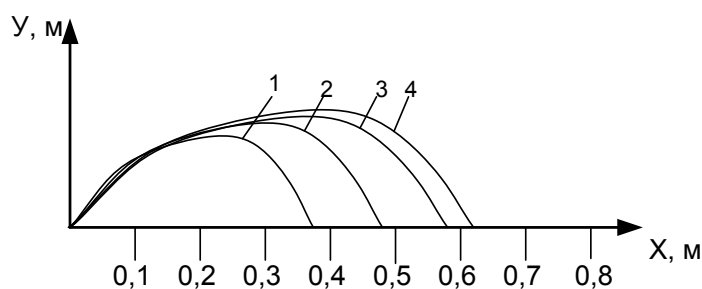
Показники адгезії є дуже важливими і значущими у виробництві згущених молочних консервів з цукром і наповнювачами. Адже від їх значення залежить кількісний вихід готового продукту з вакуум-випарних установок, кристалізаторів-охолоджувачів та об'єм продукту після його вилучення з таро-пакувальних матеріалів.

На формування адгезійного зв'язку згущених молочних консервів з цукром і плодово-ягідними сиропами значний вплив мають реологічні властивості адгезиву, чистота поверхні та її топографія, тривалість контакту адгезиву і субстрату, тиск при взаємодії, температура, швидкість відриву.

На першому етапі експериментальних досліджень нами було визначено траєкторію руху дослідних зразків згущених молочних консервів з цукром і плодово-ягідними наповнювачами, а також відстань, на яку відокремлюється продукт від робочого органу при ударі (рис 1.).

Встановлено, що найменшу відстань, на яку відокремлюється продукт має зразок молока згущеного з цукром (контроль), найбільшу – молоко згушене з цукром і плодово-ягідними наповнювачами вишні та смородини. На основі отриманих даних траєкторії руху зразків було здійснено розрахунок показників міцності адгезії.

Висновок. Проаналізувавши отримані дані, можна зробити висновок про доцільність використання згущеного молока з цукром та згущеного молока з цукром і наповнювачем шипшини у кондитерській промисловості, зразки яких мають найкращі показники міцності адгезії. Для раціонального підбору пакувальних матеріалів та технологічного обладнання найкраще впроваджувати у виробництво продукти з низьким показником міцності адгезії, а саме згушені молочні консерви з цукром і наповнювачем смородини.



- 1 – ЗМК з цукром (контроль)
- 2 – ЗМК з цукром і сиропом шипшини
- 3 – ЗМК з цукром і сиропом вишні
- 4 – ЗМК з цукром і сиропом смородини

Рисунок 1 - Траєкторія руху лабораторних зразків

Література

1. Гуць В.С. Адгезія харчових продуктів в процесах харчування / О.А. Коваль // Упаковка. –2006. – №2. – с. 39–43.
2. Зимон А.Д. Адгезия пищевых масс. – М.: Агропромиздат, 1985. – 272 с.
3. Гуць В.С., Коваль О.А. Експериментально-аналітичний метод визначення адгезії харчових продуктів. Наукові праці національного університету харчових технологій. – К.: НУХТ, 2006. – С. 122.

УДК 663.18

Бессараб О.С., к.т.н., професор

Гаган І.О., аспірант

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

ХАРЧОВІ ІНГРЕДІЄНТИ ТА БАД З ЕКСТРАКТУ ТОПІНАМБУРУ

Потреба [1] у створенні дієтичних продуктів з високим вмістом інуліну і фруктанів, що засвоюються організмом людини без участі інсуліну, викликана зростаючим рівнем небезпечних ендокринообмінних захворювань (цукровий діабет, атеросклероз тощо) та вкрай обмеженим асортиментом таких оздоровчих продуктів на вітчизняному ринку.

Топінамбур (*Helianthus tuberosus* L.) – одне з небагатьох природних джерел інуліну, [1] продукти з якого відіграють важливу роль в нормалізації обмінних процесів. Тому розроблення технологій дієтичних продуктів на основі топінамбура для життєзабезпечення хворих з порушеннями обміну речовин і профілактичного харчування є актуальною і соціально важливою задачею.

Одним із напрямів промислової переробки топінамбура для тривалого зберігання може стати виробництво порошку із висушеної стружки з максимальним збереженням вуглеводного комплексу і природної біологічної активності вихідної сировини.

Дослідження хімічних, фізико-хімічних і структурних перетворень, що відбуваються в процесі конвективного сушіння топінамбура з урахуванням специфіки складу і структури досліджуваної сировини обґрунтовано [2] вибір конвективного способу сушіння стружки топінамбура, як найбільш поширеного способу, що відкриває перспективу широкого впровадження технології в масове виробництво. Вивчений характер хімічних, фізико-хімічних і структурних перетворень біоорганічного комплексу топінамбура в процесі теплового конвективного сушіння.

На підставі досліджень впливу температури сушіння на азотисті речовини і амінокислотний склад топінамбура встановлено, що кількість загального азоту в процесі сушіння майже не змінюється, але співвідношення окремих його форм змінюється істотно в напрямку переходу з білкової в небілкову форму внаслідок теплової денатурації і гідролітичного розщеплення білків і пептидів (рис. 2). Зростання кількості небілкового азоту спостерігається в температурному інтервалі від 35 до 95 °С. Збільшення температури сушіння понад 95 °С призводить до одночасного зменшення кількості білкових і небілкових азотистих сполук, що може бути пов'язано з витрачанням низькомолекулярних продуктів гідролізу білків у реакціях Майяра, утворенням летких азотвмісних продуктів або новоутворенням речовин колоїдного характеру. Дослідженнями залежності вмісту пектинових речовин і співвідношення їх окремих фракцій від температури сушіння стружки топінамбура було встановлено, що під час сушіння відбувається поступовий гідроліз протопектину топінамбура і його перехід у водорозчинну форму. Деструктивна дія тепла на протопектин особливо посилюється з підвищенням температури сушіння понад 95 °С. При цьому можливі не лише структурні, але й істотні якісні зміни пектинових молекул (деметоксилювання, руйнування внутрішньо- та міжмолекулярних водневих зв'язків тощо).

Дослідження кінетики набухання і визначення констант швидкості набухання показали, що найвища регідратаційна здатність була властива порошку із стружки топінамбура, висушеної при температурі 85 °С. Збільшення температури сушіння стружки до 100 і, тим більше, до 115 °С погіршувало регідратаційну здатність порошку та призводило до істотного зменшення констант швидкості набухання, що може свідчити про ущільнення та деформацію структури рослинної тканини та незворотні зміни в комплексі біополімерів топінамбура.

Досліджені гігроскопічні властивості порошку із стружки топінамбура за ізотермами сорбції-десорбції водяної пари і розраховані деякі параметри цього процесу (табл. 1). На підставі отриманих даних було зроблено ряд практичних висновків. Встановлено, що сушіння стружки топінамбура при температурі 100...115 °С веде до значного зниження

гідрофільності одержаного з неї порошку внаслідок деформації капілярно-пористої структури та зменшення об'єму мікропор рослинної тканини. Визначено, що порошок із топінамбура має високу гігроскопічність, тому процеси його одержання слід проводити в умовах відносної вологості повітря не вище 80 %, а зберігання можливе лише в герметичній тарі.

Таблиця 1 – Параметри процесу сорбції-десорбції вологи порошком із стружки топінамбура

Температура сушіння стружки, °С	Параметри сорбції-десорбції		
	Максимальна вологість порошку, %	Об'єм мікропор, см ³ /г	Характеристична енергія адсорбції, кДж/моль
35	35,0	0,068	7,58
55	35,0	0,072	7,73
75	35,0	0,072	7,67
95	32,0	0,070	7,59
115	20,0	0,066	7,51

Аналіз характеру поглинання і видалення вологи показав, що перший період сушіння стружки топінамбура, коли з матеріалу видаляється переважно вільна слабо зв'язана волога, можна проводити в більш жорстких температурних умовах. По закінченні цього періоду, коли починає видалятися волога гігроскопічного стану, температура вище 95 °С неприпустима, бо призводить до глибоких змін як в хімічному складі, так і в капілярно-пористій структурі рослинної тканини.

Методом диференційно-термічного [3] аналізу досліджено термостійкість і характер зв'язку вологи в тканині бульб і порошках із стружки топінамбура. Встановлено, що температурний інтервал внутрішньомолекулярної дегідратації в моносахаридних кільцях порошку знаходиться в межах 150...198 °С. Подальше нагрівання викликає екзотермічне руйнування порошку: тління з відщепленням і спалахуванням летких продуктів термолізу. В цілому порошок із топінамбура характеризується значною термостійкістю і може використовуватись як добавка в складі харчових продуктів, що підлягають термообробці.

Методом електронної мікроскопії досліджені структурні зміни тканини топінамбура під час сушіння. Порівняння клітинної структури тканини топінамбура в залежності від температурного режиму сушіння стружки показало, що найбільш сприятливим для збереження структури даного виду сировини виявилось сушіння при помірній температурі 85 °С. Це дозволило одержати продукт із задовільною розрихленою рівномірною пористою структурою. В результаті висушена стружка і порошок із неї мали високу регідратаційну здатність і відновлюваність при оводненні.

Для характеристики впливу температурного режиму сушіння на хімічний склад і перетворення біокомпонентів топінамбура був використаний метод лазерної спектроскопії комбінаційного розсіювання. З його допомогою було встановлено, що із збільшенням температури сушіння стружки до 95 °С і вище в хімічному складі топінамбура відбуваються принципові зміни в напрямку деполімеризації високомолекулярних вуглеводів, термічної дегідратації та інтенсивного окислення складових біоорганічного комплексу. Подальше підвищення температури сушіння призводило до поглиблення цих негативних процесів.

Таким чином на підставі зіставлення і узагальнення результатів проведених досліджень зроблено висновок, що температура сушіння стружки топінамбура в умовах постійного температурного режиму для одержання якісного продукту не повинна перевищувати величини 80...90 °С, яку для даного виду сировини можна вважати максимально допустимою критичною температурою.

Дослідження кінетичних [4] закономірностей конвективного сушіння стружки топінамбура обґрунтовано величину кінцевої вологості стружки топінамбура 6,5 %, яка повинна забезпечувати її високу мікробіологічну стабільність, стійкість до ферментативних і неферментативних хімічних змін, оптимальні для здійснення наступного подрібнення в порошок структурно-механічні властивості.

Визначення впливу температури і швидкості руху сушильного агента в діапазоні 35...115 °С і 1,0...2,0 м/с на кінетику видалення вологи показало, що період постійної швидкості сушіння становить 13...22 % від загальної тривалості сушіння і закінчується при досягненні матеріалом першого критичного вологовмісту, який знаходиться в межах 130...180 %. Застосування теплоносія з температурою 40...60 °С не дозволяє або ускладнює висушування стружки до низької (6,5 %) кінцевої вологості. Підвищення температури сушильного агента значно інтенсифікує процес, що позначається в зростанні максимальної швидкості і скороченні тривалості сушіння, але збільшення температури сушильного агента до 100...115 °С призводить до побуріння і підгоряння сировини внаслідок глибоких змін в її хімічному складі.

Висновки. Таким чином, враховуючи вищесказане на основі теоретичних, експериментальних і виробничих досліджень, здійснених для вирішення поставленої в роботі наукової мети, розроблено технологію нового дієтичного продукту харчування – високовуглеводного порошку біологічно активної дії із стружки топінамбура, призначеного для безпосереднього споживання, а також використання як добавки в складі інших харчових продуктів з метою надання їм дієтичних властивостей.

Проведено комплексне дослідження характеру хімічних, фізико-хімічних і структурних змін біоорганічного комплексу топінамбура в залежності від температурного режиму конвективного сушіння. Встановлені умови процесу, що призводять до принципових незворотних змін хімічного складу топінамбура в напрямку термічної дегідратації та інтенсивного окислення його складових, на підставі чого визначені межі максимально допустимої критичної температури сушіння, яка для даного виду сировини становить 80...90 °С.

Література

1. Проданчук М.Г., Подрушняк А.С., Данік Л.М. Проблеми безпечності біологічно активних добавок // Проблеми харчування. — 2004. — № 2. — С.4-9; 2.
2. Тутельян В.А. Стратегия разработки, применения и оценки эффективности БАД // Вопросы питания 1996. — № 6; Гичев Ю.Ю., Гичев Ю.П. Руководство по биологически активным пищевым добавкам. — М., 2001.
3. Сипало Л.О., Бобрівник Л.Д., Бодров В.С., Ремесло Н.В., Сидорченко О.І. Кінетичні та технологічні характеристики процесу конвективного сушіння інуліновмісної сировини – топінамбура // Харчова промисловість / Міжвідомчий тематичний науковий збірник. – К.: УДУХТ. – 1998. – Вип.43-44. – С. 82-88.
4. Горбатюк Л.О., Бобрівник Л.Д., Бодров В.С., Ремесло Н.В., Сидорченко О.І. Гігроскопічні властивості порошку з топінамбура // Харчова промисловість / Міжвідомчий тематичний науковий збірник. – К.: УДУХТ. – 2000. – Вип. 45. – С. 169-172.
5. Горбатюк Л.О., Бобрівник Л.Д., Ремесло Н.В., Сидорченко О.І. Зміна комплексу речовин колоїдної дисперсності топінамбура в процесі конвективного сушіння // Харчова промисловість / Міжвідомчий тематичний науковий журнал. – К.: УДУХТ. – 2001. - № 1 (46). – С.36-38.

УДК 637.5

Москалюк О.Є.

Чернюшок О.А.

Гащук О.І., к.т.н.

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

РОЗШИРЕННЯ АСОРТИМЕНТУ М'ЯСОМІСТКИХ ПРОДУКТІВ ДЛЯ ГЕРОДІЄТИЧНОГО ХАРЧУВАННЯ

Звичайний харчовий раціон, навіть за умови його відповідності нормам, не завжди забезпечує організм людини необхідною кількістю нутрієнтів. Для здоров'я, особливо в літньому віці, необхідна не тільки повноцінність харчування, але і його профілактична функція. Серед харчових речовин, здатних активно впливати на здоров'я людини, знижувати або запобігати впливу на організм шкідливих чинників навколишнього середовища важлива роль належить вітамінам, мінеральним речовинам, харчовим волокнам [1].

Розроблення та виготовлення спеціальних продуктів включає в себе комплексні дослідження м'ясної сировини і рослинних компонентів, моделювання рецептур та технологічних процесів виробництва високоякісних продуктів, а також вирішення питання збереження їх основних властивостей до моменту споживання. Використання функціональних інгредієнтів забезпечує покращення збалансованості харчування [2].

Для вирішення проблеми профілактичного харчування літніх людей ми запропонували виробництво паштетів з м'яса і субпродуктів із птиці та використанням компонентів, які містять біологічно-активні речовини, вибір яких обумовлено добовою потребою людського організму у вітамінах, мінеральних речовинах, харчових волокнах.

При розробці рецептур паштетів геродієтичного призначення були використані окрім сировини тваринного походження рослинні компоненти, такі як культивовані гриби гливи, зернобобова культура нут, лляна олія та відвар із шипшини.

М'ясо птиці засвоюється на 94-96%, жирова тканина (5,2%) характеризується великою кількістю поліненасичених жирних кислот. Печінка птиці містить залізовміщуючі білки – ферин і феритин, які служать джерелом заліза для синтезу гемоглобіну. Також вона багата азотистими екстрактивними речовинами, вітамінами і мінеральними речовинами. Особливо велику кількість містить холіну, біотину, вітаміну А (50 мг%), С (25-40 мг%), ніацину, та включає всі вітаміни групи В. З урахуванням хімічного складу печінка широко використовується в лікувальному харчуванні при анемії, променевої хворобі, загальному ослабленні і зниженій кровотвірній здатності організму.

Нут є джерелом лецитину, холіну, магнію та селену, який є компонентом життєво необхідного ферменту глутатіонпероксидази – важливої складової системи антиоксидантного захисту організму людини, незамінних жирних кислот: лінолевої (43,3%) і олеїнової (21,8%), які впливають на холестероловий обмін та профілактику атеросклерозу.

Гриби гливи мають унікальний збалансований склад усіх біологічно цінних харчових компонентів: білків, жирів, вуглеводів, вітамінів, мікроелементів. Біологічно-активні речовини грибів нормалізують апетит, підвищують імунітет, знижують рівень холестерину низької щільності, зменшують ризик інфаркту та попереджають появу атеросклерозу, впливають на розвиток пам'яті та активізують розумову діяльність людини. Гриби наділені радіопротекторними властивостями.

Відвар шипшини багатий на вітаміни С, К, РР, групи В, а також калій, марганець, мідь, залізо, фосфор, яблучну, лимонну кислоти, пектин, каротин, антиоксиданти.

Для визначення оптимальної кількості запропонованих інгредієнтів, були проведені дослідження їх впливу на органолептичні і функціонально-технологічні показники модельних полікомпонентних систем.

Органолептичні показники займають одне з важливих місць у комплексі показників, що визначають якість харчових продуктів і їх результати, як правило є вирішальними і

кінцевими при визначенні якості продукту. За результатами проведеної дегустації модельних рецептур паштетів встановлено, що найвищі загальної оцінки отримали зразки з кількістю грибів глива звичайна –10%, нут – 15% та відвару шипшини, який додавали взамін води – 20%.

У процесі старіння в організмі людини відбувається ряд процесів: змінам піддаються нервова система, жувальний апарат, видільна і травна система. З віком у людини знижується рівень енерговитрат на всі види діяльності, в тому числі і на функції внутрішніх органів. Для людей літнього і похилого віку енергетична цінність добового раціону повинна складати від 1900 до 2300 ккал. У результаті змін, що відбуваються в старіючому організмі, співвідношення білків, жирів і вуглеводів, що надходять з їжею, у літніх людей повинно становити 1:0,8:3,5, на відміну від загальноприйнятого 1:1,2:4 для людей молодших груп [3].

М'ясні продукти з підвищеним вмістом вітаміну В₁₂ наділені оздоровчо – профілактичною функцією, адже ціанокобаламін (вітамін В₁₂) сприяє підвищенню неспецифічної стійкості організму до бактеріальних інфекцій, має імуномодулюючу дію, засновану на впливі на обмін нуклеїнових кислот і білків. Дефіцит вітаміну В₁₂ проявляється макроцитарною гіперхромною анемією з характерними змінами кісткового мозку, неврологічною симптоматикою в результаті множинних уражень спинного мозку. Дослідження вітамінного складу розроблених паштетів з грибною сировиною та відваром шипшини, яке було проведене у лабораторії Інституту Біохімії НАН ім. О.В.Палладіна показало, що вміст В₁₂ становить – 32,0±0,3 мкг/100 г, у порівнянні з контролем – 24,5±0,2 мкг / 100 г. Встановлено, що добова потреба вітаміну В₁₂ для літніх людей складає 2,4 мкг на добу. Враховуючи механізм засвоєння цього вітаміну організмом людини розроблені паштети можна рекомендувати для вживання.

Висновки. Розроблено паштети для геродієтичного харчування, збагачені амінокислотами, вітамінами та мікроелементами: селеном, гемовим залізом, магнієм, дефіцит яких відіграє визначальну роль у виникненні і розвитку «вікових» захворювань. Розробка інноваційних рецептур паштетів дозволяє розширити асортимент геродієтичних продуктів, збагатити добовий раціон корисними нутрієнтами і харчовими волокнами, які відповідають фізіологічним потребам організму та сприяють збереженню здоров'я, працездатності і активного творчого довголіття людини.

Література

1. Захарова Л. М. Здоровое питание как основа реабилитации / Л. М. Захарова, С. И. Хорунжина, И. Н. Пушмина // Реабилитолог в XXI веке: материалы всерос. науч.-практ. конф. – г. Москва, 11 -12 декабря 2007 г. - М., 2007. - С. 87.
2. Електронний ресурс. Мелёшкина Л.Е. Изучение функционально-технологических свойств фаршей при разработке рецептур паштетов геродиетического назначения. Мелёшкина Л.Е., Смарыгина Е.А. / Ползуновский вестник № 3/2 2011. Режим доступа: www.elib.altstu.ru/elib/books/Files.
3. Електронний ресурс. И.Н. Пушмина. Научные принципы формирования качества пищевых продуктов для геродиетического питания. / Сибирский вестник специального образования № 4(8) 2012. Режим доступа: www.sibsedu.kspu.ru.

УДК 637.5

Гащук О.І., к.т.н.

Москалюк О.Є.

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

РОЗШИРЕННЯ АСОРТИМЕНТУ М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ ОЗДОРОВЧО-ПРОФІЛАКТИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ДЛЯ ДІТЕЙ ШКІЛЬНОГО ВІКУ

Харчування школярів потребує особливої уваги тому, що сучасне навчання у школі вимагає високого розумового та фізичного навантаження та й супроводжується значними енерговитратами. За останніми даними ВООЗ, здоров'я дитини на 15 % залежить від організації медичної служби, на 25 % — від генетичних особливостей і на 60 % — від збалансованого харчування [1]. Харчування сильно впливає на все, що відбувається в житті та формуванні організму дитини. Це не тільки належний розвиток системи травлення, шлункового тракту, а й нервової, кістково-м'язової системи та й узагалі всіх життєво важливих органів. Правильний раціон впливає на працездатність дитини, а відтак і на рівень засвоєння корисної інформації [2].

Одним з перспективних напрямів виготовлення м'ясних продуктів призначених для харчування дітей шкільного віку є виробу з м'яса птиці. Куряче м'ясо - смачний, поживний, і в той же час низькокалорійний продукт, легко засвоюється організмом людини. М'ясо птиці характеризується високими смаковими якостями, що пов'язано як з морфологічними особливостями м'язової тканини, так і з його фізичними властивостями – ніжністю і соковитістю. Воно є джерелом високоякісних, легкозасвоюваних білків (19-22%), амінокислот, вітамінів, мінеральних речовин, які є незамінним матеріалом для формування і функціонування організму. Відповідно до останніх досліджень вчених саме м'ясо птиці забезпечує повноцінний баланс білка в організмі серед основної маси населення східноєвропейських країн, тому необхідність регулярного вживання курячого м'яса стає ще більш очевидною. Жир м'яса птиці має більше ненасичених жирних кислот, які не синтезуються організмом в достатній кількості, проте відіграють важливу роль в харчуванні людини. Наявність у м'ясній сировині біологічно активних речовин широкого спектру фізіологічної дії, таких як біоактивні пептиди, мінеральні речовини (цинк, залізо, селен), вітаміни, жирні кислоти, харчові волокна й інші визначає її функціональні властивості: поліпшення загального статусу організму, стимулювання активності ферментів системи детоксикації й антиоксидантного захисту, підвищення імунного потенціалу і резистентності.

Створення нових м'ясопродуктів оздоровчо-профілактичного призначення передбачає комбінування тваринної з сировиною рослинного походження. Це дозволяє отримувати продукти з високим вмістом повноцінних білків, збагачених вітамінами, мінеральними, баластними речовинами та іншими сполуками, необхідними для нормального функціонування організму дитини. Раціональність комбінування тваринної і рослинної сировини підтверджується чисельними дослідженнями.

За результатами аналізу рослинної сировини нами було запропоновано рецептури сосисок, в яких здійснена часткова заміна м'ясної сировини на рослину, зокрема пасту з грибів гливи, пюре з топінамбуру і капусти броколі, а також з відваром лікарських трав (березові бруньки, спориш звичайний, кропива) взамін води.

Для визначення оптимального рівня заміни м'яса на рослинну сировину нами були проведені дослідження її впливу на якість модельних комбінованих фаршів. За результатами органолептичної оцінки, яка є вирішальною і переважно кінцевою при визначенні якості продукту, виявили, що при розробленні рецептур сосисок необхідно вносити рослинну сировину у кількості: паста з грибів гливи – 10%, пюре з капусти броколі – 10%, пюре з топінамбуру – 12%, та 15% відвару лікарських трав, які додаємо до фаршу на етапі перемішування. Досліджувані зразки відзначалися високими смаковими якостями, хорошою соковитістю, мали приємний смак і аромат, консистенція однорідна, ніжна, щільна.

Збільшення кількості рослинної сировини приводить до погіршення органолептичних показників.

При проектуванні нових видів м'ясних виробів перш за все враховується той факт, що їжа є джерелом не тільки енергії, але й пластичних речовин, які необхідні для побудови і відновлення білкових структур організму, а також вітамінів і мінеральних солей, без яких неможливі нормальні обмінні процеси.

Направлене комбінування вихідних рецептурних інгредієнтів дозволяє збагатити м'ясопродукти нетрадиційними нутрієнтами, харчовими волокнами, які сприяють регуляції холестеринового обміну, сорбції і виведенню із організму токсичних речовин.

Нами був досліджений хімічний склад розроблених сосисок з рослинною сировиною, який дає можливість охарактеризувати харчову цінність м'ясопродуктів. Результати досліджень представлені в таблиці 1.

Таблиця – Хімічний склад сосисок для харчування дітей шкільного віку

Зразок	Вміст, %					Енергетична цінність, ккал
	Білку	Вологи	Жиру	Золи	Вуглеводів	
Контроль	22,60±0,1	64,8±0,1	11,20±0,1	0,4±0,1	1,30±0,1	196,4
Сосиски з броколі	22,40±0,1	62,24±0,2	9,20±0,25	2,3±0,1	3,80±0,1	187,6
Сосиски з топінамбуром	21,40±0,1	64,76±0,2	9,50±0,1	1,9±0,1	2,44±0,1	180,7
Сосиски з грибами	23,50±0,1	63,97±0,1	9,80±0,17	0,8±0,1	1,93±0,1	189,9
Сосиски з відваром лікарських трав	22,70±0,1	63,78±0,3	11,60±0,1	0,9±0,1	1,02±0,1	199,3

За результатами досліджень встановлено, що розроблені м'ясопродукти мають високий вміст білків. Зниження вмісту жирів корелюється з часткою заміни на рослинну сировину. Також спостерігається збільшення вмісту вуглеводів, що характерно для комбінованих фаршів.

Висновки. Розроблено рецептури м'ясомістких сосисок оздоровчо-профілактичного призначення для харчування дітей шкільного віку, які збагачені амінокислотами, харчовими волокнами, вітамінами, мікроелементами: селеном, кремнієм, калієм, кальцієм, йодом, залізом, що відіграють визначальну роль у розвитку та формуванні організму дитини. Рецептурні компоненти (капуста броколі, гриби гливи, топінамбур і відвари лікарських трав) у розроблених сосисок не є продуктами кожного дня харчування школярів, тому запропоновані м'ясопродукти дозволять збагатити і урізноманітнити раціон дітей шкільного віку необхідними нутрієнтами. Раціональне та збалансоване харчування буде сприяти покращенню роботи системи травлення, шлункового тракту, та розвитку всіх життєво важливих органів.

Література

1. Електронний ресурс. Шкуро В.В., Парац А.М. Особливості харчування дітей молодшого шкільного віку у навчальних закладах різного типу. Режим доступу: www.base.dnsgb.com.ua/files/journal/Dovkillja-ta.../DtaZd2007-4_26-30.pdf.
2. Електронний ресурс. Подрушняк А.Є., Шкуро В.В., Гончарук Є.В., Турта Н.І. Гігієнічні вимоги до продуктів, призначених для харчування дитячого населення України. Режим доступу: www.medved.kiev.ua/arh_nutr/art.../n05_4_5.htm.

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ ПРОЦЕСУ ЗАМІСУ РІДКИХ ОПАР

Вступ. Наведено результати моделювання процесу змішування компонентів під час приготування рідких опар, який здійснюється з використанням енергії потоків повітря і води під тиском. Визначено раціональні значення швидкостей подачі компонентів, досліджено дисипацію енергії в апараті.

Актуальність теми. При розробці нових технологій і обладнання доцільно створювати відповідні математичні моделі і використовувати можливості обчислювальної техніки. Розрахунки, проведені з їх допомогою, забезпечують скорочення витрат часу і матеріальних ресурсів, які були б потрібні для проведення експериментів на фізичній моделі. В той же час отримані результати слід порівнювати з даними фізичного моделювання і при необхідності вносити корективи до математичної моделі, оскільки всі особливості реальних процесів, що відбуваються у таких складних системах як харчові продукти і напівфабрикати, врахувати неможливо.

Матеріали і методи. Основою способу приготування опар, що розглядається, є зволоження пиловидних часточок борошна, які перебувають у завислому стані, струменем рідини під тиском. Об'єкт досліджень – процес змішування компонентів під час приготування рідких опар, предмет досліджень – режими замісу. Дослідження виконано методом математичного моделювання з використанням програмного комплексу FlowVision, який заснований на кінцево-об'ємному методі вирішення рівнянь гідродинаміки й використовує прямокутну адаптивну сітку з локальним подрібненням. При цьому виконується дискретизація записаних в інтегродиференційній формі законів збереження маси, імпульсу, енергії по поверхні контрольного об'єму.

Результати і обговорення. Серед традиційних двофазних способів приготування пшеничного тіста на сьогодні найчастіше в якості першої фази використовують густі опари. Схеми з використанням рідких опар не знайшли широкого впровадження у промисловості України через ряд притаманних їм недоліків [1]. В Європі запатентовано і впроваджено у виробництво агрегати для приготування рідких опар, суттєвою особливістю яких є перехід від традиційних місильних органів тістомісильних машин до використання енергії стисненого повітря і води під тиском [2]. Однак вартість такого устаткування неприйнятна для хлібопекарських підприємств України, тому існує потреба розробити аналогічні вітчизняні конструкції і обґрунтувати раціональні режими їх роботи.

Геометрична модель установки для приготування рідкої опари (рис.1) створена в програмі Компас – 3D V14.

Борошно в камеру змішування подається зверху ємності і завдяки подачі повітря переходить в

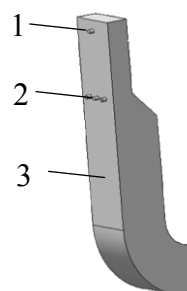


Рисунок 1 - Геометрична модель установки для приготування рідкої опари :

- 1 - патрубок для подачі повітря;
- 2 - патрубок для подачі рідких компонентів;
- 3 - камера змішування

завислий стан. Через патрубки для подачі рідких компонентів 2 подаються під тиском вода і рідкі дріжджі. Замішана опара відводиться з нижньої частини ємності.

В якості крайових умов задано структурно-механічні властивості борошна і рідких компонентів, швидкість їх подачі, характеристика потоків початкової сировини і кінцевого продукту – опари – на вході і виході з ємності відповідно та шорсткість поверхні стінок ємності.

При моделюванні процесу приготування рідких опар в якості керованих факторів, які впливають на отримання якісного напівфабрикату, розглянуто швидкості подачі борошна та рідких компонентів, які змінювались в межах 2 – 8 м/с і 41,5 – 83,5 м/с відповідно.

В результаті моделювання проаналізовано зміну концентрації початкової речовини – борошна – по об'єму ємності (це є основним показником якості замісу опари при математичному моделюванні) (рис.2, 3) з метою визначення раціональних значень швидкостей подачі початкових компонентів і дисипацію енергії в апараті.

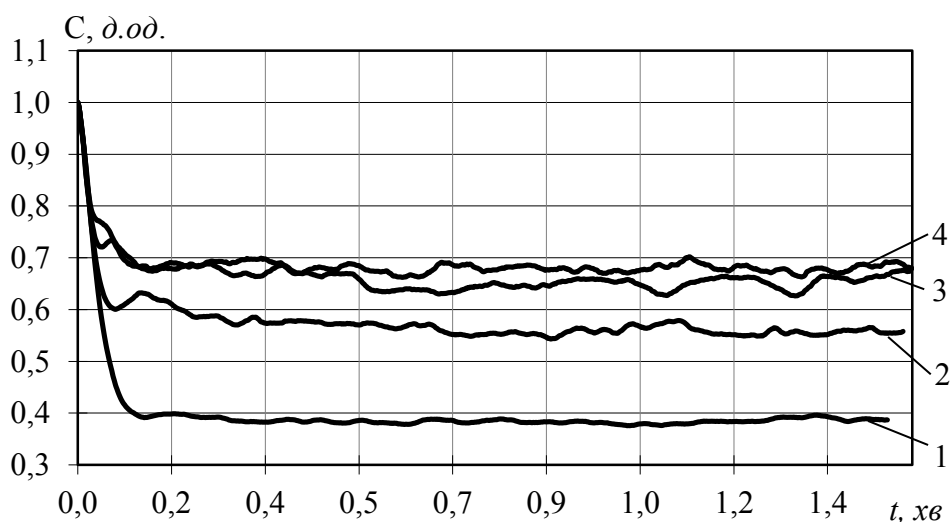


Рисунок 2 - Зміна концентрації борошна в часі при швидкостях його подачі:
1 – 2 м/с; 2 – 4 м/с; 3 – 6 м/с; 4 – 8 м/с.

Як видно з рис.2, варіювання швидкості подачі борошна суттєво впливає на його концентрацію в кінцевому продукті – опарі. Найбільш прийнятним варіантом швидкості подачі борошна є 2 м/с (див. рис.2 крива1), при якій два компоненти – борошно і рідина – найбільш повно (на 60%) змішані, утворивши новий продукт. Збільшення швидкості подачі сипких компонентів до 4 м/с і вище призводить до наявності від 55 до 70 % часточок сипких компонентів, які не провзаємодіяли з рідиною, внаслідок чого якість отриманого напівфабрикату буде гіршою.

Слід відмітити, що в усіх розглянутих випадках досягнення усталеного значення концентрації сипких компонентів спостерігається за 0,1 – 0,2 хв (6 – 12 с).

Результати дослідів, проведених для з'ясування впливу швидкості подачі рідких компонентів на хід процесу (рис.3) свідчать, що швидкості подачі рідини 41,5 і 55 м/с (див. рис. 3. криві 1, 2) забезпечують майже однаковий результат і помітно відрізняються з-поміж інших результатів, оскільки за них концентрація сипких компонентів, які не провзаємодіяли з рідиною, в кінцевому продукті буде найменшою.

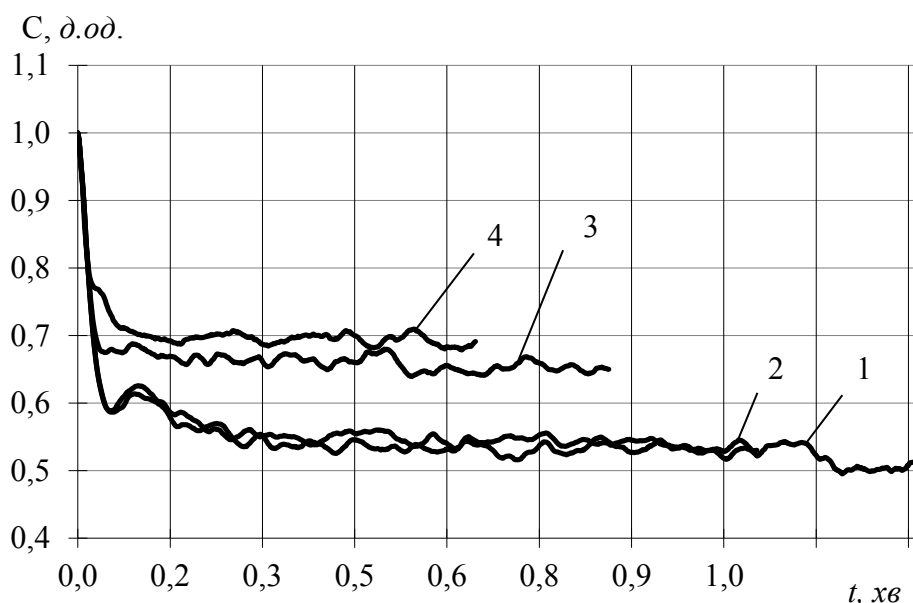


Рисунок 3 - Зміна концентрації сипких компонентів в часі при швидкостях подачі води: 1 – 41,5 м/с; 2 – 55 м/с; 3 – 69,5 м/с; 4 – 83,5 м/с

Для визначення оптимальних значень швидкостей подачі компонентів використано метод повного факторного експерименту. В якості цільової функції обрано концентрацію борошна C (доля од.), яке не провзаємодіяло з рідиною. В якості керованих параметрів розглянуто швидкості подачі борошна v_b і рідких компонентів v_p , причому за їх основний рівень прийнято найкращі результати, отримані при проведенні попередніх обчислювальних експериментів: $v_{b0}=2$ м/с і $v_{p0}=55$ м/с. При перевірці статистичної значущості коефіцієнтів рівняння регресії встановлено, що всі коефіцієнти при керованих факторах є незначущими. Це свідчить, що величини, прийняті за основний рівень, є оптимальними значеннями керованих факторів.

На рис. 4 наведено кращі з отриманих результатів розподілу концентрації початкових компонентів в кінцевому продукті, отримані при швидкості подачі борошна 2 м/с і швидкості подачі рідини 55 м/с.

Висновки. Функції, які повинна виконувати установка, насамперед полягають в рівномірному розподілі складових (борошна, дріжджів, води) і створенні сприятливих умов для утворення структури опари. Для досягнення необхідного результату – гомогенної опари – в розглянутій конструкції апарата швидкість подачі борошна повинна становити 2 м/с, швидкість подачі рідини – 55 м/с.

Література

1. Ауэрман Л.Я. Технология хлебопекарного производства / Л.Я. Ауэрман. – СПб.: Профессия, 2002. – 416 с.
2. Електронний ресурс. Опис агрегату «РапідДжет» // Сайт фірми «Diosna». – Режим доступу: http://www.diosna.de/data/media/documents/pr_image.pdf

УДК 663.44-048.78

Удодов С.О., к.т.н., доцент

Мерзляк Д.В.

Марцинкевич Л.В.

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

АНАЛІЗ ЕНЕРГОЗАОЩАДНИХ СПОСОБІВ КИП'ЯТІННЯ ПИВНОГО СУСЛА

Пивоварна галузь харчової промисловості, як і всі інші галузі, зосереджує свою увагу на скороченні витрат енергії в виробництві або пошуку альтернативних джерел енергії. Безумовно в пивоварінні основна частина енергії витрачається на варильне відділення де найбільш енергоємним є процес кип'ятіння сусла з хмелем. Отримане в процесі фільтрування сусло кип'ятять впродовж 1 – 2 год. з додаванням хмелю[1].

При кип'ятінні сусла в нього переходять гіркі та ароматичні речовини хмелю, одночасно коагулюють білки.

Цей процес проводять в сусловарильних апаратах, в яких створюють всі умови для його інтенсифікації. Кінцевим продуктом після стадії кип'ятіння є гаряче охмелене сусло.

При цьому відбувається ряд наступних важливих процесів [1]:

• Розчинення і перетворення компонентів хмелю та виникнення і коагуляція конгломератів білкових та дубильних речовин;

- Випарювання води;
- Стерилізація сусла;
- Руйнування всіх ферментів;
- Підвищення кольору сусла;
- Підвищення кислотності сусла;
- Виникнення редуційних речовин;
- Зміна вмісту в суслі диметилсульфіду (ДМС) та інших летючих речовин;
- Видалення летючих компонентів;
- Зниження рН сусла.

Отже високотехнологічне сучасне обладнання для проведення процесу кип'ятіння сусла повинно не тільки забезпечувати якісне виконання всіх передбачених технологічних параметрів, а ще й споживати якомога менше енергії.

З метою встановлення найефективнішої конструкції сусловарильного апарату, яка б забезпечувала якість пивного сусла та зменшення енерговитрат на підігрів та кип'ятіння, були досліджені різні способи виконання даного процесу. Проведено аналіз різних відомих технічних рішень, серед яких система тонко-плівкового кип'ятіння (Merlin), щадного кип'ятіння (SchoKo та SchoKolino), система кип'ятіння сусла при низькому надлишковому тиску з накопичувачем енергії та без нього та система кип'ятіння з використанням внутрішнього кип'ятильника [2,3].

В програмі «Компас 3D» створені моделі робочих об'ємів апаратів відповідно до їх геометричних параметрів, проведено моделювання процесу з використанням різних систем кип'ятіння сусла в програмному комплексі Flow Vision.

В обраній моделі «Нестислива рідина» будуть вирішуватись рівняння Нав'є-Стокса:

$$\frac{\partial V}{\partial t} + \nabla(V * V) = -\frac{\nabla P}{\rho} + \frac{1}{\rho} \nabla((\mu + \mu_t)(\nabla V + (\nabla V)^T)) + S, \quad (1)$$

де джерело S дорівнює:

$$S = \left(1 - \frac{\rho_{hyd}}{\rho}\right) g + B + \frac{R}{\rho}, \quad (2)$$

та рівняння енергії:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \nabla(Vh) = \frac{1}{\rho} \nabla \left(\left(\frac{\lambda}{C_p} + \frac{\mu_t}{Pr_t} \right) \nabla h \right) + \frac{Q}{\rho}. \quad (3)$$



Рисунок 1 – Схема розподілення потоку сусла і температури при використанні системи тонко-плівкового кип'ятіння

В результаті проведеного моделювання отримано відповідні дані та схеми розподілення теплових потоків при нагріванні та кип'ятінні сусла (рис.1). При тонко-плівковому кип'ятінні сусло прогривається в більшості рівномірно без утворення зон перегріву.

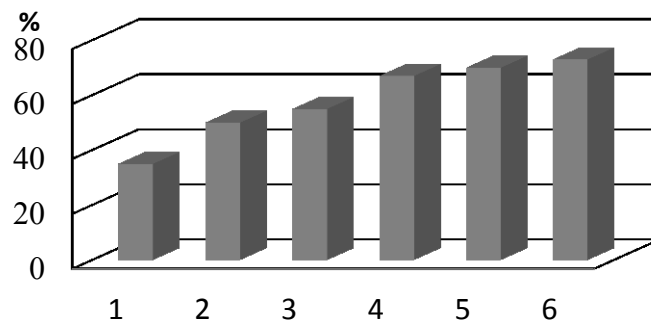


Рисунок 2 – Залежність різних способів кип'ятіння сусла від відсоткової економії енергії:
 1- система кип'ятіння з використанням внутрішнього кип'ятильника;
 2- кип'ятіння сусла при низькому надлишковому тиску без накопичувача енергії;
 3- система щадного кип'ятіння SchoKolino;
 4- система щадного кип'ятіння SchoKo;
 5- кип'ятіння сусла при низькому надлишковому тиску з накопичувачем енергії;
 6- система тонко-плівкового кип'ятіння;

Відповідно до проведеного аналізу систем кип'ятіння сусла та отриманих результатів після дослідження їх моделей побудовано залежність різних систем від відсоткової економії енергії (рис.2). З чого можна зазначити, що найменше споживання енергії на проведення процесу витрачається з використанням системи тонко-плівкового кип'ятіння сусла.

Висновок. Проведений аналіз та отримані дані дослідних моделей дають можливість зробити висновок, що найменш енергоємною являється технологія тонко-плівкового кип'ятіння сусла. Економія енергії складає близько 73%, що значною мірою зменшує собівартість готового продукту

Література

1. В.Кунце. Технология солода и пива. – СПб.: Профессия, 2001.
2. Kaspar Schulz, Schulz. Brewhouse Technology, apparatebauanstalt KG D-96052, Bamberg/www.kaspar-schulz.de/
3. Patent 008064 WO, PCT/EP2008/000792, Wort boiling method and corresponding devise/ Markus Hertel, Karl Sommer, № 2006/008064 A1, Pub. Date: Jan.26, 2006

УДК 637.142.2 : 542.816

Мінорова А.В., к.т.н.

Романчук І.О., к.т.н.

Крушельницька Н.Л.

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

ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СУХИХ КОНЦЕНТРАТІВ СИРОВАТКОВИХ БІЛКІВ, ОТРИМАНИХ МЕТОДОМ УЛЬТРАФІЛЬТРАЦІЇ

За допомогою мембранних методів обробки молочної сироватки, зокрема ультрафільтрації, та наступного сушіння можна отримати концентрати сироваткових білків з вмістом білка від 30 % до 80%, які мають високу харчову та біологічну цінність [1]. Концентрати можна використовувати як повноцінну заміну сухого знежиреного молока та сухої сироватки в рецептурах багатьох харчових продуктів з метою підвищення не тільки харчової та біологічної цінності, але й покращення функціонально-технологічних властивостей нових видів продуктів.

В йогуртах білковий концентрат протидіє синерезису і при цьому виявляє стабілізуючу дію на консистенцію продукту [2]. Білкові концентрати є перспективною сировиною для використання в технологіях продуктів з піноподібною структурою для покращення консистенції, зокрема під час виробництва морозива та коктейлів [3]. Під час виробництва хлібобулочних виробів додавання концентрату сироваткових білків в тісто позитивно впливає на його вологоутримуючу здатність і стійкість. Встановлено, що реологічні властивості тіста залежать від дози внесення концентрату і ступеня денатурації білків [4].

Концентрати сироваткових білків (КСБ-УФ) з вмістом білка 30-50 % можуть застосовуватися для заміни сухого знежиреного молока і покращення адсорбції жиру та води в різноманітних харчових продуктах із м'яса. Вони володіють високими вологозв'язуючими властивостями і, як наслідок, запобігають втраті жиру та вологи у виробках з подрібненого м'яса та фаршу [4].

Функціонально-технологічні властивості сухих молочних порошкоподібних продуктів характеризуються великою різноманітністю і залежать від низки факторів. Серед них в першу чергу потрібно відмітити склад і структуру продукту, які переважно визначають його властивості [5].

Метою роботи було дослідження функціонально-технологічних властивостей сухих концентратів сироваткових білків (КСБ-УФ) з різним вмістом білка.

На промисловій ультрафільтраційній установці вироблено ряд дослідних партій КСБ-УФ із підсирної сироватки з вмістом білка 30 %, 35 %, 60 % та 70 %. Концентрати висушено способом розпилювального сушіння. Контролем слугувала сироватка молочна підсирна суха, яка була отримана за традиційною технологією на цьому ж підприємстві.

Визначено функціонально-технологічні властивості свіжовироблених КСБ-УФ з вмістом білка 30 %, 35 %, 60 % та 70 %, зокрема піноутворюючу, вологоутримуючу, жирутримуючу та емульгуючу здатність. Отримані дані наведено в таблиці 1.

Встановлено, що піноутворююча та вологоутримуюча здатність концентратів сироваткових білків залежить від вмісту білка в сухому продукті. Як свідчать дані табл.1, найвищі показники відмічено для концентратів з масовою часткою білка 60 % та 70 %. Це особливо важливо враховувати під час виробництва харчових продуктів з додаванням в якості наповнювача концентрату сироваткових білків, оскільки внесення КСБ-УФ в продукти в кількості 5-10 % може частково зменшити дозу стабілізатора.

Таблиця 1 - Функціонально-технологічні властивості КСБ-УФ.

Назва продукту	Піно-утворююча здатність, %	Вологоутримуюча здатність, %	Жироутримуюча здатність, %	Емульгуюча здатність, %
Сироватка підсирна суха (контроль)	4,3±0,2	14,66±0,1	79,0±0,2	29,0±0,1
КСБ-30	10,9±0,1	29,58±0,02	150,5±0,1	32,0±0,1
КСБ-35	17,6±0,2	35,54±0,01	156,0±0,2	38,0±0,2
КСБ-60	60,0±0,2	62,50±0,01	163,9±0,1	47,0±0,1
КСБ-70	93,3±0,1	63,51±0,02	172,0±0,2	54,0±0,2

Під час виробництва харчових продуктів з використанням сухих концентратів сироваткових білків, особливо в м'ясній промисловості, жирутримуюча та емульгуюча здатність є однією з важливих функціонально-технологічних властивостей. Вказані властивості в свою чергу обумовлені фізико-хімічними характеристиками складових компонентів (білок, вуглеводи та ін.), особливо здатністю білка концентратів емульгувати та утримувати жири.

Встановлено, що найвищі показники жирутримуючої та емульгуючої здатності має КСБ-УФ з вмістом білка 60 % та 70 % (табл.1) Тобто, під час виробництва харчових продуктів, особливо в м'ясній та кондитерській промисловостях, можна рекомендувати використовувати КСБ-УФ з вмістом білка 60 %, 70 %.

Висновки

1. Досліджено функціонально-технологічні властивості сухих концентратів сироваткових білків з різним вмістом білка, отриманих методом ультрафільтрації.
2. Встановлено, що здатність КСБ-УФ до участі у поверхневих явищах (піноутворююча, вологоутримуюча, жирутримуюча та емульгуюча властивості) залежить в першу чергу від вмісту білка. Серед досліджуваних зразків найвищі показники характерні для КСБ-УФ з масовою часткою білка 60 % та 70%.

Література

1. Остроумов Л. А., Гаврилов Г.Б. Состав и свойства ультрафильтрационных концентратов сывороточных белков // Хранение и переработка сельхозсырья.- 2006. - №5.- С.48-49.
2. Остроумов Л. А., Леоненко Ю.В. и др. Использование сывороточных белков в продуктах питания // Молочная промышленность.- 2008. - №11.- С.76-77.
3. Просеков А.Ю., Иванова С.А., Сметанин В.С. Молочно-белковые концентраты с пенообразной структурой // Молочная промышленность.- 2011.- №5.- С.64-65.
4. Фриеденталь М.К. Применение белковых концентратов из подсырной сыворотки // Молочная промышленность.- 1987. - №3.- С.22-24.
5. Липатов Н.Н., Тарасов К.И. Восстановленное молоко.–М.Агропромиздат, 1985. - 256с.

УДК 637.144

Моїсєєва Л.О., аспірант

Рудакова Т.В., к.т.н.

Романчук І.О., к.т.н.

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

РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ НИЗЬКОЛАКТОЗНИХ МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ ДЛЯ ДІТЕЙ РІЗНОГО ВІКУ

Дослідження багатьох авторів [1-3] вказують на значну розповсюдженість дисбіотичних змін кишкової мікрофлори, навіть у здорових дітей раннього віку. У зв'язку з цим значний інтерес представляє традиційний для нашої країни спосіб корекції порушень мікрофлори кишечника за рахунок використання у раціонах харчування дітей кисломолочних продуктів. Встановлено, що кисломолочні продукти мають пробіотичні властивості здатні стимулювати розвиток корисних мікроорганізмів у кишечнику та пригнічувати патогенну мікрофлору, а також стимулювати імунну відповідь організму. Проблема лактазної недостатності для існує через те, що в цей віковий період молочні продукти складають значну частину в раціоні їх харчування, а на першому році життя є основним продуктом. Для зниження вмісту лактози у молочних продуктах застосовують ультрафільтрацію молока, гідроліз різними способами (термічний, кислотний, з використанням електрохімічних активних водних розчинів та іонообмінних смол, ферментативний тощо).

Нами було досліджено динаміку гідролізу лактози в молочній суміші з підвищеним вмістом сухих речовин, у тому числі за рахунок використання сухого молока та згущеної демінералізованої сироватки. Підібрано фермент β-галактозидазу і встановлено тривалість ферментації молочної суміші за різних умов внесення ферменту та закваски. Для підвищення вмісту білка та сухих знежирених речовин готового продукту до молочної суміші доцільно застосовувати гідролізовану згущену демінералізовану сироватку або концентрат сироваткових білків (вміст білку 80 %), або суху демінералізовану сироватку (зі ступенем демінералізації 90 %). Фасування продукту передбачено в асептичну, герметичну упаковку, що гарантує максимальну безпеку та збереження поживної цінності продукту на всіх етапах обігу протягом усього строку придатності до споживання. Визначено органолептичні, фізико-хімічні, мікробіологічні показники низьколактозних кисломолочних продуктів для дітей різного віку.

Висновок. На підставі проведених досліджень розроблено технологічну схему виробництва низьколактозних молочних продуктів з підвищеним вмістом молочних білків для дітей різного віку.

Література

1. Лактазная недостаточность [Текст]/ Хавкин А.И., Жигарева Н.С. // Гастроэнтерол. – 2009. – № 1. – с. 78–82.
2. Lactose intolerance in infants, children and adolescents/ Heyman M.B. // Pediatrics. – 2006. – Vol. 118 (3). – p. 1279–1286.
3. Лактазная недостаточность у детей раннего возраста [Текст]/ Корниенко Е.А., Митрофанова Н.И., Ларченкова Л.В. // Вопр. совр. педиатрии. – 2006. – Т. 5. – № 4. – с. 70-76.

ЗАХИСНІ ПОКРИТТЯ ДЛЯ ПАКУВАННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Вступ. Упаковка відіграє важливу роль в збереженні якості харчових продуктів, забезпеченні їх біологічної безпеки і застереженні від зовнішніх впливів. Сьогодні, особлива увага приділяється створенню принципово нових пакувальних матеріалів – нетоксичних, здатних забезпечити ефективний захист продуктів від мікробних пошкоджень і попередити їх всихання в процесі виробництва та зберігання. В зв'язку з цим вчені всього світу звертають увагу на створення і розширення асортименту їстівних пакувальних матеріалів, що споживаються разом з харчовими продуктами, які не забруднюють навколишнє середовище.

Актуальність теми. Новим досягненням у галузі функціональних пакувальних матеріалів є створення так званих їстівних пакувань, що формуються на харчових продуктах у вигляді оболонки та покриттів, видаляти які перед вживанням продукту не обов'язково. Захисні покриття забезпечують більш надійний захист продукту харчування (у порівнянні з упаковкою в полімерну плівку) від окислювального та мікробіологічного псування за рахунок відсутності прошарку повітря між продуктом та плівкою, що роблять технологію упаковки більш сучасною та раціональною.

Матеріали та методи. В якості основи для отримання їстівних плівок і покриттів використовують різноманітні природні компоненти, що мають полімерну структуру, наприклад білки тваринного і рослинного походження, полісахариди, ліпіди та ін. В склад захисних плівок і покриттів на їх основі вводять різноманітні добавки, переважно, пластифікатори, жирні кислоти, консерванти, антиоксиданти, бактеріоцини та ін. Таке пакування, володіє більш високими захисними та експлуатаційними характеристиками, сприяють тривалому зберіганню корисних властивостей та мікробної стабільності упакованого в них продукту. На сьогодні, відомі їстівні покриття з колагену, соєвого білку, желатина, крохмалю, ефірів целюлози, які застосовуються для упаковки таких харчових продуктів, як м'ясо, сухі сніданки, кондитерські вироби, овочі, фрукти та ін. Аналіз світових тенденцій свідчить про пріоритетне використання в складі їстівних покриттів біополімерів, що володіють високою сорбційною здатністю, що зумовлює їх позитивний фізіологічний вплив на організм людини [1].

Плівки з підвищеною міцністю з потрібною композицією «хітозан/ мікроцелюлозне волокно/ желатин», здатні розкладатися мікроорганізмами при захороненні в землю та застосовуються для виготовлення упаковки. Фірма Research Development (Японія) освоїла нову технологію отримання біорозкладної плівки, молекулярною основою якої є макромолекули хітозану, що виділяється із панцирів крабів, креветок, молюсків, а також целюлоза і крохмаль. Всі три компоненти змішують з оцтовою кислотою при нагріванні і отримують розчин, з якого поливом отримують плівку, яка розчиняється в ґрунті або морській воді за декілька місяців. Природні білки і желатин також приваблюють розробників біорозкладних полімерних матеріалів. Для загортання вологої їжі та виготовлення коробок для харчових продуктів створена плівка на основі цеїну - гідрофобного протеїну. Метакрильований желатин також використовують для отримання упаковки для харчових продуктів. Для створення термопластичних біорозкладних композицій запропоновано застосовувати інші види білка: казеїна, похідні серіна, кератиновмісні натуральні продукти. Напрямо по застосуванню природних полімерів – полісахаридів, білків для виготовлення біорозкладних пластиків – цікаво перш за все тим, що ресурси вихідної сировини постійно відновлюються і практично необмежені. Створюються композиції, що містять, крім високомолекулярної основи, органічні наповнювачі (крохмаль, целюлоза, амілоза,

амілопектин, декстрин та ін.), які є поживним середовищем для мікроорганізмів. Найбільш дешевим методом отримання подібних композицій є змішування компонентів [2].

Найбільш широко з природних полімерів використовується крохмаль. Для отримання руйнуючої бактеріями водорозчинної плівки з суміші крохмалю і пектину в склад композиції вводять пластифікатори гліцерин і поліоксіетиленгліколь. Із збільшенням вмісту крохмалю збільшується хрупкість плівок. З метою зниження собівартості біорозкладних матеріалів побутового призначення рекомендується використовувати неочищений крохмаль, змішаний з полівініловим спиртом, тальком та іншими добавками [3].

Результати та обговорення. Основним джерелом для промислового виробництва крохмалю є картопля, пшениця, кукурудза та інші злакові культури. Макромолекула крохмалю є складною речовиною, яка складається з двох полісахаридів різних за будовою і властивостями – амілози (20-30%) і амілопектину (70-80%) від маси крохмалю. Обидва полімери побудовані з однакових глюкозних залишків, але амілоза має лінійну будову, а амілопектин – розгалужену.

У рослинах крохмаль присутній у вигляді гранул, діаметр яких коливається від 2 до 100 мкм. Структура надмолекулярних утворень складна та чинить суттєвий вплив на фізичні та технологічні властивості крохмалю. В чистому вигляді крохмаль не є плівкоутворюючою речовиною, тому його переробка на стандартному технологічному обладнанні (екструдерах та ін.) можлива тільки разом з пластифікаторами. Оскільки крохмаль є типовим гідрофільним полімером, він може містити до 30-40% зв'язаної вологи. Дана властивість дозволяє використовувати воду як один з найбільш доступних пластифікаторів крохмалю. В результаті відбуваються значні зміни фізичних та механічних властивостей крохмалю. Завдяки введенню спеціальних домішок – ароматизаторів, барвників в полімерну оболонку – можна регулювати смако-ароматичні властивості харчового продукту у їстівному покритті.

Крім того, здатність його утримувати різноманітні сполуки дозволяє збагачувати продукти харчування мінеральними речовинами, вітамінами, комплексами мікроелементів, компенсуючи дефіцит необхідних людині компонентів харчування. Ще одним методом, що дозволяє отримати матеріали на основі крохмалю, є його хімічна модифікація, що містить в собі проведення полімер-аналогічних перетворень (частіше за все шляхом етерифікації гідроксильних груп) або веденням в макромолекулу полісахариду фрагментів іншої хімічної природи [4].

Висновок. Аналіз досліджень по розробленню біорозкладних пакувальних матеріалів свідчить про успіхи в цій сфері. Кількість патентів про біоматеріали за кордоном неухильно зростає, що без сумніву є надійною перспективою. У харчових виробництвах Європи їстівні покриття використовуються більш двох століть. Велику зацікавленість представляють бактерицидні пакувальні матеріали для захисту харчових продуктів від несприятливої дії патогенної мікрофлори та токсичних продуктів їх життєдіяльності. У плівках на їх основі продукти набувають стерильності у результаті того, що під дією введених добавок на поверхні продукту відбувається знищення мікроорганізмів та шкідливих бактерій.

Література

1. Нагула М.Н., Кузнецова Л.С. Защитные покрытия на основе биополимеров для пищевой индустрии / М.Н. Нагула, Л.С. Кузнецова // Пищевая промышленность. – 2009. – № 6. – С. 22-24.
2. Власов С.В., Ольхов А.А. Биоразлагаемые полимерные материалы / С.В. Власов, А.А. Ольхов // Пищевая промышленность. – 2006. – № 10. – С. 28-33.
3. Фомин В.А., Гузеев В.В. Биоразлагаемые полимеры, состояние и перспективы использования // Пластические массы. – 2001. – № 2. – С. 42-46.
4. Третьяков А.О. Биоразлагаемые упаковочные материалы / А.О. Третьяков // Упаковка. – 2004. – № 5. – С. 14-16.

АНТИБАКТЕРІАЛЬНА АКТИВНІСТЬ ВИСОКОДИСПЕРСНОГО TiO₂

Забезпечення антибактеріального захисту об'єктів життєдіяльності людини у зв'язку з екологічною ситуацією, що склалася у світі на даний час є актуальною проблемою, яку потрібно негайно вирішувати. Незважаючи на швидкий прогрес у створенні лікарських препаратів і розвитку фармацевтичних технологій, інфекційні захворювання, викликані бактеріями, залишаються однією з найбільших проблем охорони здоров'я в усьому світі, вражаючи мільйони людей щорічно [1]. Велике число інфекційних захворювань можна попередити. Тому науковцями проводиться пошук сучасних технологічних рішень, здатних розв'язати проблему антибактеріального захисту.

Відомо багато хімічних сполук, які характеризуються бактерицидними властивостями, а саме: озон, калій перманганат, гідроген пероксид, принцип дії яких ґрунтується на окисненні структурних протеїнів і ферментів, а також іонів металів, які проявляють „олігодинамічні” властивості. У порядку послаблення дії на мікроби їх можна розташувати в ряд: $Ag^+ > Hg^{2+} > Cd^{2+} > Cu^{2+} > Au^{3+} > Ni^{2+} > Zn^{2+}$ [2].

Аналіз літературних даних показує, що значне зацікавлення викликають розробки, засновані на використанні нанотехнологій, оскільки фізико-хімічні та біологічні властивості наночастинок суттєво відрізняються від їх макроаналогів [3].

В останній час, з метою одержання композиційних матеріалів, які володіють антибактеріальними властивостями, запропоновано використання наночастинок TiO₂. Такі композиційні матеріали можуть бути використанні для створення антибактеріальної кераміки, лакофарбових покриттів і упакування, які володіють антибактеріальними властивостями, тощо.

Відомо, що фізико-хімічні властивості, в тому числі й антибактеріальна активність, діоксиду титану може значно відрізнятися залежно від умов його синтезу, присутності неконтрольованих або спеціально доданих домішок (допантів), ступеня розвиненості поверхні, кристалічних утворень, наявності дефектів структури, їх природи та кількості.

У даній роботі проведено дослідження антибактеріальної активності високодисперсних зразків діоксиду титану, отриманих високотемпературним гідролізом парів тетраклориду титану в повітряно-водневому полум'ї при температурі 700–1100 °С. Використовували зразки, які містять анатазну та рутильну модифікації з площею питомої поверхні, що дорівнює 50 м²/г.

Дослідження антибактеріальної активності TiO₂ проводили дифузійним методом (метод дисків) відповідно до Стандарту ISO 27447:2009 (E).

Використовували культури, які створені зі стандартних штамів Американської колекції типових культур (ATCC) видів *Staphylococcus aureus* (золотистий стафілокок) та *Escherichia coli* (кишкова паличка). Як контрольний дослід використано паперовий диск, просочений антибіотиком – новобіоцином.

Аналіз отриманих результатів з визначення антибактеріальної активності показує, що зразки суспензій, які містять 0,1–10,0 мас. % високодисперсного діоксиду титану, виявляють антибактеріальну дію як по відношенню до бактерій *Escherichia coli*, так і до *Staphylococcus aureus* (рис. 1, 2). Установлено, що зона інгібування навколо зразків відрізняється залежно від виду бактерії та концентрації TiO₂. На агарових підкладках, засіяних бактеріями виду *Escherichia coli*, спостерігається більш суттєвий ефект антибактеріальної дії діоксиду титану, порівняно з таким для бактерій *Staphylococcus aureus*. Установлено суцільне знешкодження колоній мікроорганізмів кишкової палички (рис. 1), в той час, як зона ураження бактерій золотистого стафілококу – менша (рис. 2). Показано, що в обох випадках ефект антибактеріальної дії збільшується зі зростанням концентрації TiO₂.

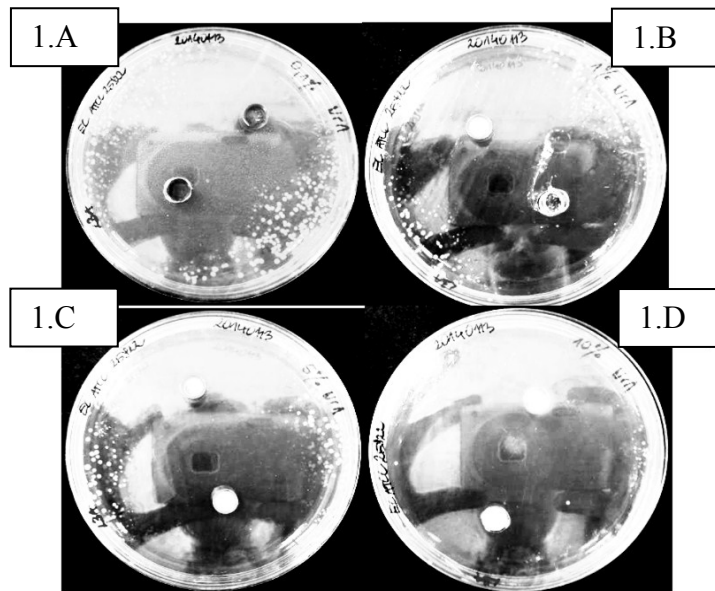


Рисунок 1 – Чутливість бактерій *Escherichia coli* до високодисперсного TiO_2 , залежно від його концентрації (%): 1.A – 0,1; 1.B – 1,0; 1.C – 5,0 і 1D – 10

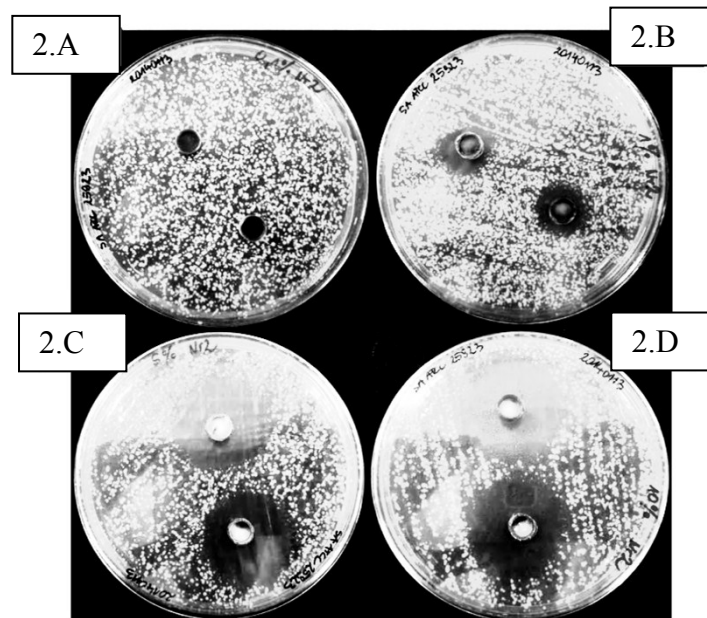


Рисунок 2 – Чутливість бактерій *Staphylococcus aureus* до високодисперсного TiO_2 , залежно від його концентрації (%): 2.A – 0,1; 2.B – 1,0; 2.C – 5,0 і 2D – 10

Висновок. Установлена антибактеріальна активність діоксиду титану по відношенню до грам-негативних (*Escherichia coli*) та грам-позитивних (*Staphylococcus aureus*) бактерій.

З огляду на суттєвий ефект антибактеріальної дії, високодисперсний TiO_2 можна рекомендувати для виробництва пакування харчової продукції.

Література

1. Global trends in emerging infectious diseases / K.E. Jones, N.G. Patel, M.A. Levy [et. al.] // Nature. – 2008. – V.451, №7171. – P.990–993.
2. Vob E., Störch C. Evaluation of bacterial growth on various materials /The 20th International Enameller Congress, Istanbul-Turkey, 15-19 May. – 2005. – P.194–210.
3. Pelgrift R.Y. Nanotechnology as a therapeutic tool to combat microbial resistance / R.Y. Pelgrift, A.J. Fridman // Adv. Drug Deliv. Rev. – 2013. – V.65, №13-14. – P.1803–1815.

ВПЛИВ ПОЛІМЕРНИХ ЗАКУПОРЮВАЛЬНИХ ЗАСОБІВ НА ЯКІСТЬ ГОРІЛОК

У лікero-горілчаному виробництві для закупорювання готової продукції використовують гуали - полімерні ковпачки (ПК) з різними типами дозаторів, якість яких контролюють в основному за зовнішнім виглядом та геометричними розмірами. Однак, полімерні складові ковпачка мають специфічний запах (від помірною "пластмасового" до різко відчутного хімічного – запаху будівельного клею, лінолеуму, розчинника, бензину), джерелами якого можуть бути: зовнішня частина, яку виготовляють з полістиролу або його сополімерів; внутрішня частина, яку, в основному, виготовляють з поліетилену; зовнішнє лаковане та фарбоване покриття.

Водно-спиртові суміші (ВСС) добре поглинають запах ПК через повітря та під час безпосереднього контактування. При зберіганні за температури вище ніж 20-25 °С підвищується інтенсивність процесів випаровування всередині пляшки та виділення летких компонентів полімерного матеріалу, тому важливим є накопичення стороннього запаху за час зберігання продукції.

Сьогодні лікero-горілчані підприємства при контролі якості ПК використовують довготривалий метод органолептичного аналізу, який передбачає визначення інтенсивності запаху витяжки, отриманої шляхом витримки пляшок з ВСС міцністю 40% протягом 12 діб при безпосередньому контакті із внутрішніми деталями ПК. Тому, актуальним є впровадження у виробництво розробленої удосконаленої методики контролювання якості ПК, яка включає: підготовку еталонів (зразків порівняння) – ПК, доброякісних за органолептичними властивостями; відбір середніх проб від партії ПК та їх термостатування за температури 50 °С для переходу летких компонентів полімерного матеріалу у 40 % ВСС; контролювання отриманих абсортивів за: запахом, тестом на окислюваність, оптичною густиною у порівнянні з еталонними зразками ковпачків.

Для досліджень використовували ПК типу "гуала" виробництва КНР та України (10 партій) та ВСС міцністю 40 % згідно з ДСТУ4256:2003, приготувану зі спирту етилового ректифікованого сорту "Люкс" без стороннього запаху та смаку. Застосовували шкалу інтенсивності запаху, бали: 0 – сторонній запах відсутній, 1 –слабкий запах пластику, 2 – змішаний запах пластику та розчинника, 3 – відчутний запах розчинника.

В склянку місткістю 100 см³ наливали по 100 см³ ВСС, накривали ПК та ставили в склянку місткістю 1 дм³ з притертою склянкою пробкою; витримували протягом 24 годин за температури (50 ± 2) °С, отриману витяжку охолоджували до температури (20 ± 2) °С.

Встановлено, що отримані абсортиви 4 партій ПК мали середній бал – 1,0; інших 6 – від 1,7 до 3,0 (запахи: хімічний, розчинника, лаку). Окиснюваність абсортивів з середньою бальною оцінкою 1,0 була кращою на 3–5 хв., в порівнянні з адсортивами з нижчою дегустаційною оцінкою. При визначанні оптичної густини спектрометричним методом оптимальною довжиною світлової хвилі є 230–300 нм та кварцева кювета 50 мм показано, що за вищої інтенсивності стороннього запаху більше летких сторонніх речовин переходить у абсортив та більше його оптична густина.

Висновок. Запропоновано прискорений метод випробування полімерних закупорювальних засобів за підвищеної температури з моделюванням поглинання горілкою летких інгредієнтів під час зберігання, що дає змогу підвищити достовірність та об'єктивність оцінки якості за рахунок використання інструментальних методів аналізу.

Література

Ловягін О.М. Фізико-хімічні методи оцінки якості полімерних закупорювальних засобів для лікero-горілчаних напоїв/ О.М.Ловягін, Л.О.Шевченко, І.В.Скуратова, В.П.Ковальчук // Наукові праці НУХТ. – 2009. – № 29. – С. 57 – 60.

УДК 666.1:621.798:663.5

Олійник С.І., к.т.н.,

Шевченко І.В.

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

Ковальчук В.П., к.т.н., ст.н.с.

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

ВОДОСТІЙКІСТЬ СКЛЯНОЇ ТАРИ ТА СТІЙКІСТЬ ГОРІЛОК

Згідно з ДСТУ 4256:2003 горілки, горілки особливі та лікєро-горілчані напої розливають в пляшки скляні згідно з ДСТУ ГОСТ 10117.1-2003 та іншими чинними нормативними документами. На лікєро-горілчаних підприємствах при входному контролі обов'язково перевіряють якість скляної тари на відповідність вимогам наведено вище стандарту за основними показниками: формою, основними розмірами, повною та номінальною місткістю за рівнем заповнення, зовнішнім виглядом (наявність припливів скла, скляних ниток всередині, просічок, сколів, гострих швів, пухирців та інших включень), наявності потертостей та незмивних забруднень, показники водостійкості та хімічної корозії. [1-3]

Визначання показника водостійкості здійснюють методом вилужування внутрішньої скляної поверхні під впливом води. Контролювання хімічної корозії пляшок здійснюють із застосуванням метиленового блакитного хлор гідрату, при цьому пляшки не повинні мати синього забарвлення внутрішньої частини поверхні.

Відповідно до вимог ДСТУ ГОСТ 10117.1-2003 склад скла пляшок повинен відповідати вимогам ОСТ 21-51 або допускається інший склад, дозволений до застосування Міністерством охорони здоров'я України для контакту з харчовими рідинами.

Виробники лікєро-горілчаної продукції на сьогодні не мають змоги самостійно встановлювати склад скла та нанесення додаткового покриття на внутрішню поверхню пляшки і наскільки ці фактори є хімічно стійкими під час контактування з водно-спиртовою сумішшю (ВСС).

Останнім часом спостерігається тенденція постачання на лікєро-горілчані підприємства пляшок, які відповідають вимогам за показником – хімічна корозія та з граничними значеннями водостійкості -. При цьому значення показника водостійкості коливаються в межах, см³, для пляшок місткістю: від 50 до 100 см³ – 0,35-0,43 (норма – не більше 0,45); від 200 до 1000 см³ – 0,3-0,34 (норма – не більше 0,35).

Під час зберігання (після 2-6 місяців) спостерігається поява в горілках осаду та зважених включень різної природи та форми: блискучих ниток типу скляної вати або сріблястих голок, білих аморфних рихлих дрібних та крупних часток, тонких подовжених або круглих волокон), рудувато-біло-сріблястих включень, плівок тощо.

Ці включення не зникають при підвищенні температури та перевертанні пляшки з напоєм. Властивості цих включень є різними за природою, тому є актуальною задачею дослідження зміни показників водостійкості та хімічної корозії під час зберігання в різних умовах та впливу якості скляної тари та стійкості лікєро-горілчаної продукції.

Утворення осадів і включень у готовій продукції є результатом вилужування елементів склад під час взаємодії з хімічно-активною ВСС. Скло можна розглядати як концентрований розчин складників та простих силікатів, алюмінатів, боратів. Під впливом на скло ВСС відбувається гідратація та гідроліз силікатів, перехід в розчин лугів, які утворюються при гідролізі та присутні на поверхні скла у вільному стані. Цей процес вилужування поверхні скла агресивною ВСС супроводжується відстоюванням тонких пластівців, що складаються в основному з кремнієвої кислоти. [1-3]

Для досліджень було взято нові скляні пляшки місткістю 0,5 дм³ згідно з ДСТУ 10117.1-2003 з різною водостійкістю, які раніше не використовували. На початку тестування

водостійкість пляшок становила від 0,2 до 0,35 см³, показник – хімічна корозія відповідав вимогам чинного стандарту.

Дослідження проводили за розробленою методикою та ДСТУ 7397:2013. Безпосередньо перед заливом ВСС пляшки споліскували підготовленою водою згідно з СОУ 15.9-37-237:2005. ВСС готували на підготовленій воді, що відповідає вимогам СОУ 15.9-37-237:2005. Дослідження катіонно-аніонного складу води, ВСС та осаду здійснювали згідно з СОУ 15.9-37-238:2005, ДСТУ 4801:2007, ДСТУ 4932:2008, ДСТУ 7133:2009.

Після закінчення терміну зберігання та зливу ВСС досліджувані пляшки перевіряли за показником – хімічна корозія. Встановлено, що стійкість ВСС зменшується зі збільшенням показника водостійкості, змінюється катіонно-аніонний склад ВСС, утворюється осад з наявністю в ньому: діоксиду кремнію, натрію, кальцію, алюмінію (табл. 1).

Таблиця 1 – Залежність стійкості ВСС від водостійкості скляної тари

Показник, одиниця виміру	Водостійкість, см ³ - об'єм розчину соляної кислоти концентрацією с(НСІ)=0,01 моль/дм ³ , витрачений на титрування 50 см ³ водної витяжки					
	0,2	0,25	0,29-0,3	0,32-0,3	0,34	0,35
Стійкість, міс.	48-52	36	27	20-24	22	18
Хімічна корозія	відсутня	відсутня	відсутня	ледь помітне поодинокі плямисте блакитне забарвлення	ледь помітне плямисте блакитне забарвлення	помітне плямисте блакитне забарвлення
Зовнішній вигляд ВСС	прозора без осаду і сторонніх домішок рідина	прозора без осаду і сторонніх домішок рідина	прозора без осаду і сторонніх домішок рідина	поява ледь помітних часток сріблясто-голчастої форми	помітне формування часток та осаду	частки сріблясто голчастої та білої аморфної форми
Приріст, мг/дм ³ :						
- кальцію	0,2	0,5	1,5	1,8-2,2	2,5	3
- натрію	1,5	2,8	3,5	4,0-4,7	5,0-5,3	5,5
- кремнію	3,0	5,0	7,0	10,0	14,0	18,0
- алюмінію	0,06	0,1	0,14	0,17	0,2	0,22

Встановлено, що для розливу горілок і горілок особливих необхідно використовувати скляні пляшки з водостійкістю не вищою ніж 0,3 см³ розчину соляної кислоти. При цьому забезпечується встановлений ДСТУ 4256:2003 строк зберігання готової продукції – 24 місяці. При зменшенні значення показника водостійкості до 0,2 см³ розчину соляної кислоти строк зберігання збільшується до 2 разів.

Висновки. Для розливу лікєро-горілочаної продукції та забезпечення її якості та стійкості необхідно застосовувати скляні пляшки з водостійкістю не вищою 0,3 см³ розчину соляної кислоти, що зберігаються в закритих опалювальних складах. А перед розливом готової продукції обов'язково контролювати показники водостійкості та хімічної корозії тари.

Література

1. Ловягін О. Оцінка якості пляшок / О. Ловягін, Л.Шевченко, В. Ковальчук // Харчова і переробна промисловість. – 2004. – №12. – С. 19-21
2. Матвеева А.Т. Безопасность стеклянной упаковки /А.Т. Матвеева// Производство спирта и ликероводочных изделий. – 2009. – №4. – С. 28-29
3. Макеева А.Н. К вопросу взаимодействия стекла бутылок с водками / А.Н. Макеева, С.С.Морозова, Г.И.Ющенко // Производство спирта и ликероводочных изделий. – 2009. – №5. – С. 20-21

РІЗАННЯ БАГАТОШАРОВИХ МАТЕРІАЛІВ

Вступ. В харчовій та фармацевтичній промисловості різанням обробляються багато багатошарових матеріалів. Це стебла та листя рослин, овочі з міцною оболонкою, хліб зі скоринкою, м'ясо з жилами та кісткою [1]. Пакувальні матеріали теж можуть бути багатошарові, наприклад, полімерні плівки, гофрований картон, ПЕТ - пляшки, пакети для напоїв [2]. В таких матеріалах тонкий міцний шар міцно зв'язаний з менш міцною основою.

Різнання багатошарових матеріалів порівняно з однорідними суттєво відрізняється. Зусилля та якість різання залежать від орієнтації продукту відносно напрямку руху ножа.

Мета досліджень – встановити закономірності та раціональні способи різання багатошарових матеріалів.

Матеріали і методи. Матеріали для досліджень:

- М'ясо (яловичина) з жилистим прошарком, температура +5° С, різання поперек тканин.
- Модельний матеріал – шар пінопласту 10 мм з наклеєною ПВХ плівкою.
- Блістерна упаковка для таблеток із шарів ПВХ та алюмінієвої фольги.

Математична модель різання багатошарового матеріалу отримана на основі диференціальних рівнянь другого порядку руху леза в продукті [3,4,5].

Зусилля різання багатошарових матеріалів визначено двома способами. 1 – різання з постійною швидкістю леза. Фіксувалося зусилля різання при заглибленні леза в продукт. 2 – зусилля різання визначалося на експериментальній установці маятникового типу [5], в широких межах змінюючи швидкість леза та запас кінетичної енергії різального механізму.

Результати та обговорення.

1. *Математичне моделювання руху леза в багатошаровому продукті.* Необхідно на основі диференціальних рівнянь руху леза визначити зусилля різання.

На лезо, яке рухається в продукті, діють зусилля різання F_r , тертя G , інерції P_i , та миттєве зусилля F_m , яке виникає при наближенні леза до оболонки.

Рівняння руху леза:

$$F_r + G + P_i + F_m = 0 \quad (1)$$

$$G = C + k_1 V = C + k_1 \frac{dy}{dt} \quad (2)$$

де C, k_1 – коефіцієнти, які характеризують тертя; V - швидкість леза; t – час різання.

$$P_i = ma = \frac{m d^2 y(t)}{dt^2} \quad (3)$$

де a – прискорення леза, m - маса рухомих частин різального механізму.

Залежно від структури оболонки (вкраплення) та його розташування миттєве зусилля F_m може змінюватись за різними законами.

Підставивши значення зусиль в рівняння (1), врахувавши початкові умови $t=0 \Rightarrow x(0)=0, V(0) = V_0$, а також характер зміни миттєвого зусилля F_m , отримуємо розв'язок рівняння – переміщення леза та його швидкість в залежності від часу різання, та зусилля різання в залежності від швидкості леза.

Наприклад, якщо миттєве зусилля змінюється за законом:

$$F_m = Be^{-bt} \quad (4)'$$

то розв'язок рівняння (1) (переміщення леза):

$$y(t) = \frac{m(1 - e^{-\frac{\mu_1 t}{m}})(V_0 \mu_1 + C + F_p)}{\mu_1^2} + \frac{\mu_1 (B(1 - e^{(bt)}) + bt(C + F_p)) - mb(bt(C + F_p) + B(1 - e^{-\frac{\mu_1 t}{m}}))}{(mb - \mu_1) \mu_1 b} \quad (5)$$

Диференціюючи рівняння (5), визначаємо швидкість леза:

$$V(t) = \frac{e^{-\frac{\mu_1 t}{m}} (V_0 \mu_1 + C + F_p)}{\mu_1} + \frac{\mu_1 (B b e^{-bt} + b(C + F_p)) - m b (b(C + F_p) + \frac{B \mu_1 e^{-\frac{\mu_1 t}{m}}}{m})}{(m b - \mu_1) \mu_1 b} \quad (6)$$

З рівняння (6) визначаємо зусилля різання:

$$F_p = \frac{V \mu_1 m b - V \mu_1^2 - e^{-\frac{\mu_1 t}{m}} V_0 \mu_1 m b + e^{-\frac{\mu_1 t}{m}} V_0 \mu_1^2 - e^{-\frac{\mu_1 t}{m}} m b C + e^{-\frac{\mu_1 t}{m}} \mu_1 C_p - \mu_1 B e^{-bt} - \mu_1 C + C b m + B \mu_1 e^{-\frac{\mu_1 t}{m}}}{e^{-\frac{\mu_1 t}{m}} m b - e^{-\frac{\mu_1 t}{m}} \mu_1 + \mu_1 - m b} \quad (7)$$

Миттєве зусилля може змінюватись за іншими законами [2, 6], наприклад,

$$F_M = A e^{-B(\ln t)^2}, \quad (8)$$

або

$$F_M = k e^{-(t-a)^n}, \quad (9)$$

де k – коефіцієнт, який характеризує опір різання оболонки або вкраплення, a – коефіцієнт, який визначає розташування вкраплення в продукті [2].

Через складність вирішення диференціального рівняння руху леза (1) за умов (8) і (9) доцільно користуватись комп'ютерними методами символічної математики [3, 4, 5].

Отримані закономірності пояснюються так. При різанні лезо деформує продукт, на бокові поверхні леза діє питоме навантаження, між продуктом та боковими поверхнями леза виникає зусилля тертя. Оболонка чинить опір деформуванню шарів продукту, які до неї прилягають, тому питоме навантаження на поверхню леза та зусилля тертя збільшується. За рахунок збільшення зусилля тертя збільшується загальний опір руху леза в продукті (рис. 1).

2. Експериментальне дослідження різання багатошарових продуктів.

Зміна зусилля різання при наявності оболонки підтверджена експериментально. Прошарок розміщався на вході або виході леза з продукту. Зусилля різання окремо жилистого прошарку дуже мале, і не фіксувалось приладами. Але, зусилля різання м'яса зростає при розміщенні прошарку на виході леза з продукту (рис. 2).

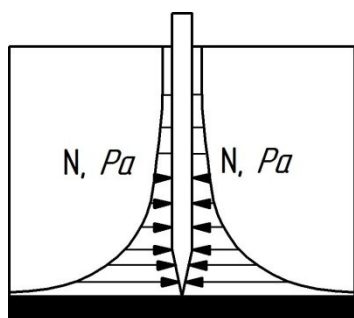
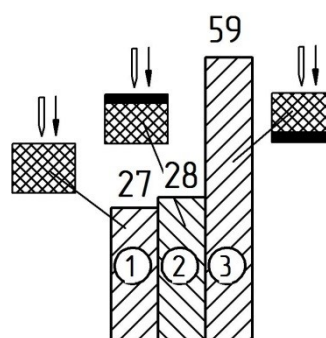


Рисунок 1 - Зміна питомого навантаження на бічну поверхню леза при наближенні до оболонки



Питоме зусилля різання, кН/м

Рисунок 2 - Залежність зусилля різання м'яса від розміщення жилистого шару:

1 – без жилистого шару; 2 – шар на вході леза в продукт; 3 – на виході.

При різанні пінопласту з наклеєною полімерною плівкою зусилля різання при наближенні леза до плівки збільшується в 8 раз (рис. 3).

Аналогічні залежності діють в широкому діапазоні швидкостей леза (рис. 4).

При різанні (вирубіванні) блістерної упаковки, за умови розміщення тонкої алюмінієвої плівки на вході леза в продукт, зусилля різання (вирубівання) зменшується в 2-4 рази в порівнянні з випадком, коли оболонка розміщена на виході леза [6].

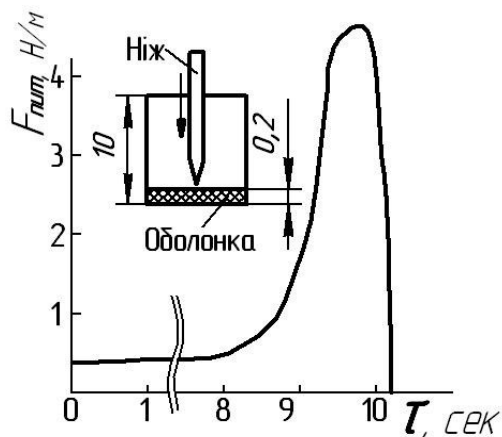


Рисунок 3 - Зміна питомого зусилля модельного матеріалу (пінопласту) при наближенні леза до оболонки.
Швидкість леза – 0,5 мм/с

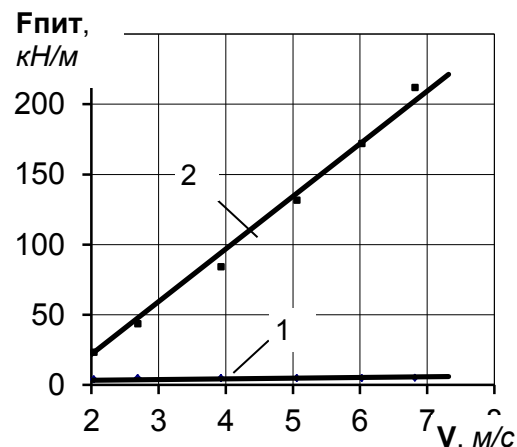


Рисунок 4 - Вплив швидкості леза на зусилля різання модельного матеріалу.
Розміщення оболонки:
1 – на вході леза; 2 – на виході леза

Зусилля різання м'яса з прошарками жил та кістками можна знизити, якщо спочатку розрізати жилисту оболонку та кістки. Зусилля різання тонкої оболонки на порядок нижче, ніж основного шару продукту, проте оболонка, яка з'єднана з продуктом, суттєво впливає на умови різання та енергозатрати.

Висновки. Різання матеріалів з однорідною структурою та матеріалів з оболонкою відбувається за різними закономірностями.

Математична модель руху леза в багатошаровому продукті враховує значення збільшення опору руху леза при його наближенні до оболонки або вкраплення.

Розміщення оболонки відносно руху леза суттєво впливає на зусилля різання.

Рекомендується спочатку розрізати тонку міцну оболонку, а потім інший, однорідний об'єм продукту. Виконанні цієї умови знижує зусилля різання, підвищує якість зрізу і термін роботи різального інструменту.

Література

- Gubenia O., Guts V. (2010), Modeling of cutting of food products, *EcoAgroTourism*, 1, pp. 67-71.
- Гуць В.С., Губеня О.О. (2012), Різання багатошарових пакувальних матеріалів, *Упаковка*, №1, с. 52-55.
- Viktor Guts, Oleksiy Gubenia, Stefan Stefanov, Wilhelm Hadjiiski (2010), Modelling of food product cutting, *10th International conference "Research and development in mechanical industry – 2010"*, Donji Milanovac, Serbia, 10-16 september 2010, Vol. 2, pp. 1100-1105.
- Гуць В. С., Губеня А. А. (2009), Методика определения усилия резания пищевых продуктов, *Вестник Могилёвского государственного университета продовольствия*, 2, с. 102-107.
- Гуць В. С., Губеня О.О. (2007), *Модельювання процесу різання харчових продуктів*, Товари і ринки, 2, с. 107-114.
- Гуць В.С., Литовченко И.Н., Сенин А.Н., Губеня О.О. (2012), Особенности резания многослойных материалов, *XV Международная научно-практическая конференция «Современные технологии сельскохозяйственного производства». Материалы конференции*, Ч. 2, Гродно, с. 277-278.
- Кривошей В.Н. (2014), Этикетка: бумажная или полимерная. Что выбрать?, *Упаковка*, 2, с. 10-13.
- Шредер В.Л., Кривошей В.Н. (2014), Многослойные плёнки, ... и многое другое, *Упаковка*, 2, с. 19-25.

УДК 621.789

Сокольський О.Л., доц., к.т.н.

Мікульонок І.О., проф., д.т.н.

Плахотний І.А., магістр

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

ДВОСТАДІЙНИЙ ПРОЦЕС ПАКУВАННЯ В ТЕРМОУСАДНУ ПЛІВКУ

Термоусадними називають полімерні плівки, здатні скорочуватися під впливом температури, що перевищує температуру розм'якшення полімеру. Різні полімери мають різні властивості під час усідання, серед яких найбільш важливими є ступінь усідання (коефіцієнт усідання) та напруження під час усідання. Коефіцієнт усідання визначає кратність зменшення лінійних розмірів термоусадної плівки, завдяки чому вона отримує здатність щільно облягати продукцію, що підлягає пакуванню, відтворюючи її зовнішні контури.

Процес пакування виробів в термоусадну плівку складається з двох етапів [1]:

- формування упаковки шляхом варювання її в термоусадну плівку;
- усадка плівки за допомогою її обдування гарячим повітрям, яке здійснюють за допомогою термокамери або термотунелю.

Авторами були проведені експериментальні дослідження поперечного та повздовжнього коефіцієнтів термоусідання зразків полімерної плівки з поліпропілена (ПП) марки ВІРАН GT300 (Україна) залежно від температури процесу.

Для дослідів були обрані робочі температури – 165, 170 і 175 °С. Після визначення коефіцієнтів усідання в поперечному $K_{ус\ pop}$ і в повздовжньому $K_{ус\ пов}$ напрямках було досліджено залежності поперечних і поздовжніх коефіцієнтів усадки від температури.

На основі експериментальних даних побудовано графіки залежності усідання поліпропіленової плівки за різних значень температури (рис. 1) і часу (рис. 2).

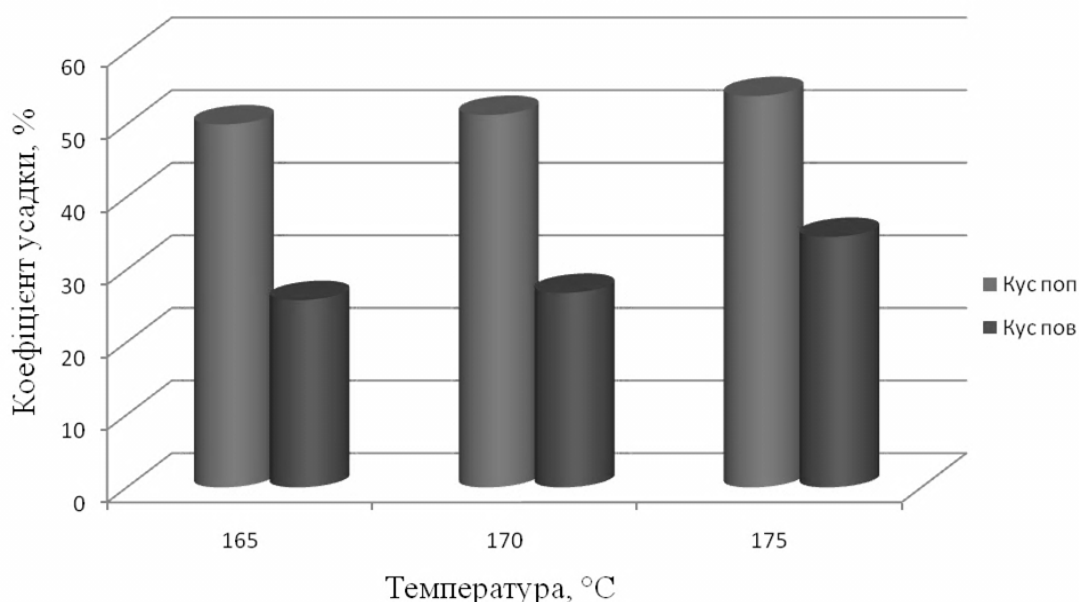


Рисунок 1 – Графіки залежності коефіцієнта усідання від температури:

$K_{ус\ поп}$ – коефіцієнт усідання в поперечному напрямку плівки;

$K_{ус\ пов}$ – коефіцієнт усідання в повздовжньому напрямку плівки

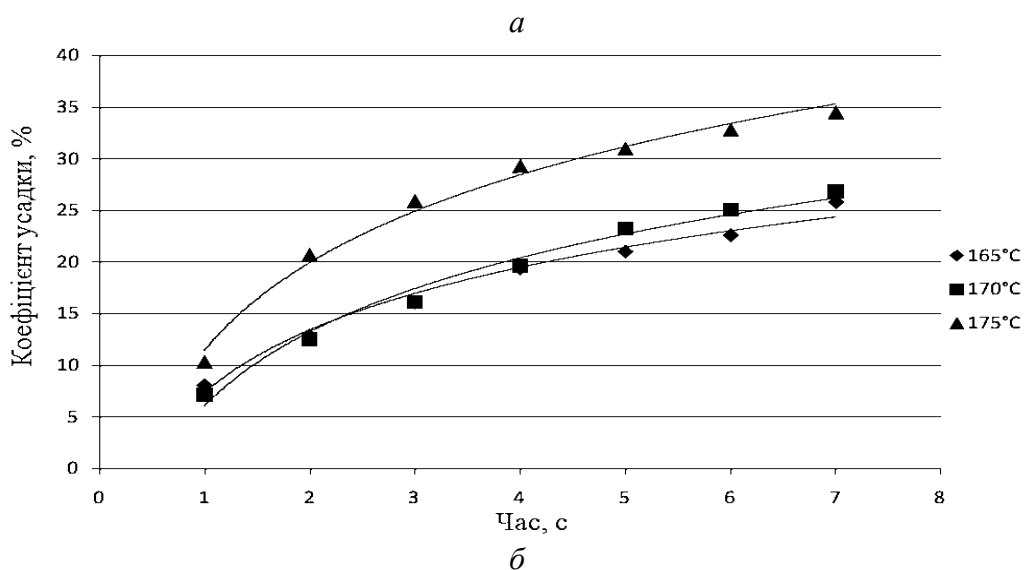
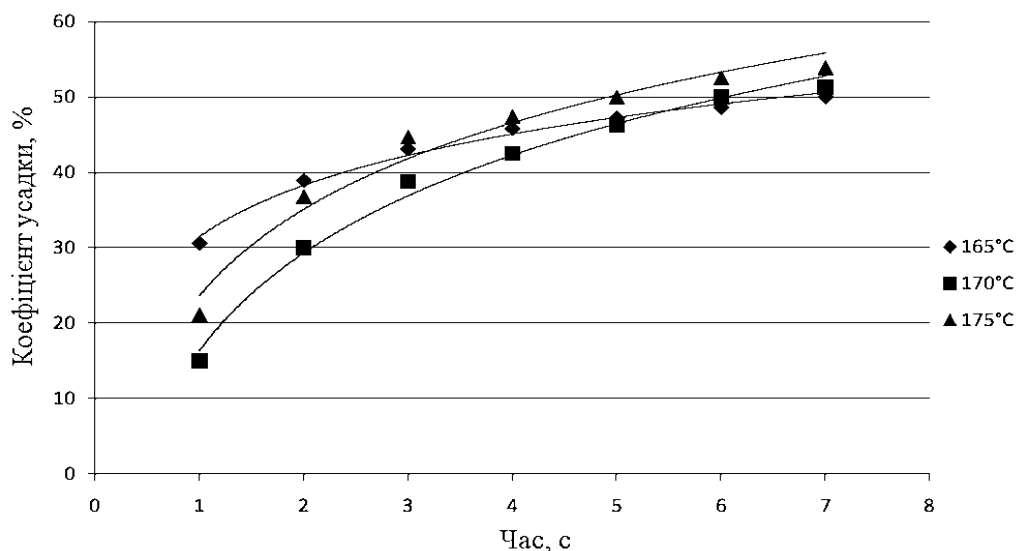


Рисунок 2 – Графіки залежностей коефіцієнта усадки від часу: а – поперечний напрямок плівки; б – повздовжній напрямок плівки

За отриманими експериментальними даними можна зробити висновок, що за умови вільного усідання плівки з поліпропілену коефіцієнт усідання збільшується зі збільшенням робочої температури. Найбільший коефіцієнт усідання був отриманий за температури 175 °С, що зумовлене тим, що під час збільшення робочої температури й відсутності обмежувальних поверхонь плівка розігрівається до більшої температури, що підвищує рухливість молекулярних структур плівки і дає змогу більшою мірою повернутись з лінійно орієнтованої структури макромолекул полімеру до попередньої, термодинамічно доцільнішої, глобулярної структури.

Проте з моменту контакту плівки з поверхнею продукції остання піддається дії зусиль, що виникають у плівці під час усідання (наприклад, для поліпропілену напруження усідання становить 2–4 МПа), внаслідок чого в місцях, де контакт відбувається занадто рано, продукція може деформуватися або втратити товарний вигляд, а плівка занадто стоншується, аж до ймовірності її розривів. Для мінімізації таких недоліків авторами запропоновано проведення процесу термоусідання у дві стадії [2]. На першій стадії, яка має здійснюватись досить швидко (не більш 1–2 с), здійснюється усідання плівки на оправку, яка відтворює форму пакованої продукції, але має дещо більший розмір. Для запобігання подальшої релаксації напружень в плівці та збереження в ній потенціалу для подальшого усідання цю стадію бажано закінчувати інтенсивним охолодженням. Після цього оправка видаляється. На

другій стадії здійснюють власне пакування усіданням на упакованій продукції, яка вставляється в попередньо сформовану на попередній стадії плівкову заготовку. Таким чином, товщина плівки стає більш рівномірною без небезпеки розривів, а продукція не піддається зайвим навантаженням і зберігає свою форму.

Були проведені експериментальні дослідження поперечного та повздовжнього коефіцієнтів термоусідання зразків тієї самої полімерної плівки залежно від температури процесу в ході пропонованого двостадійного процесу термоусідання (рис. 3).

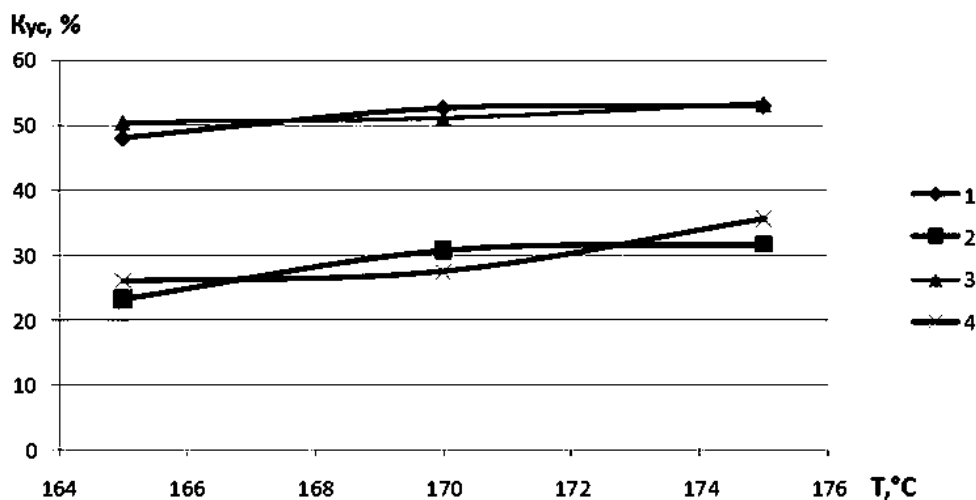


Рисунок 3 – Залежності коефіцієнта усідання від температури для двостадійного та одностадійного процесів усідання:

- 1, 2 – поперечна й повздовжня усадка за двостадійного усідання, відповідно;
3, 4 – поперечна й повздовжня усадка за одностадійного усідання, відповідно

У ході експериментів виявлено, що загальні коефіцієнти усідання за двостадійного усідання несуттєво відрізняються від аналогічних значень за одностадійного процесу.

Покрокова усадка здійснювалася за дві стадії, а саме: під час першої стадії плівка перебувала в термоусадній камері 2 с, а під час наступної стадії усідання – 5 с. Під час експерименту була помічена залежність, що за часу першої стадії усідання, що перевищує 2 с, релаксація плівки встигає реалізуватися майже повністю, і подальша усадка є несуттєвою. Після закінчення процесів термоусідання визначали коефіцієнт усідання після першої стадії усідання та загальний в поперечному й в повздовжньому напрямках, досліджено залежності поперечних і поздовжніх коефіцієнтів усідання від температури.

Найбільш раціональним з точки зору технологічного процесу режимом термоусідання виявляється такий, за якого час обох стадій буде однаковим. Тоді в термоусадній камері одночасно здійснюється перша стадія для однієї одиниці продукції, і друга стадія – для другої. Таким чином, загальний час процесу пакування не збільшується.

Висновок. Загальний ступінь усідання для двостадійного процесу залишається майже такий самий, як для одностадійного усідання. Запропонований спосіб упаковки виробів у термоусадну плівку забезпечує одержання більш рівнотовщинної упаковки, що сприяє поліпшенню збережаності упакованого об'єкта.

Література

1. Гавва О. М. Пакувальне обладнання / О. М. Гавва, А. П. Беспалько, А. І. Волчко, О. О. Кохан. – К. : ІАЦ «Упаковка», 2010. – 583 с.
2. Заявка № u2014 03610 Україна, МПК В29С 61/02. Спосіб упаковування в термоусадну полімерну плівку / О. Л. Сокольський, І. О. Мікульонок, І. А. Плахотний; заявники – вони же. – № u2014 03610 ; заявл. 08.04.2014.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИРОДНИХ БІОПОЛІМЕРІВ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ЛАКОФАРБОВИХ МАТЕРІАЛІВ, ЩО БІОРОЗКЛАДАЮТЬСЯ

Якісний друк на широкому асортименті пакувальних матеріалів переважно здійснюється на машинах флексографічного друку. Проте, однією із актуальних проблем пакувальної індустрії є безпечність друкарських фарб по відношенню до запакованих продуктів, зокрема, харчових, та їх екологічність. Є чимало закордонних фірм, які займаються виготовленням друкарських фарб для пакувальної галузі на основі синтезованих та поновлювальних природних полімерів, що здатні до біорозкладання, проте відсутні вітчизняні розробки таких матеріалів. Тому актуальним питанням є пошук та дослідження властивостей і характеристик природних біорозкладних полімерів, які можна використовувати для виробництва вітчизняних флексографічних друкарських фарб та лаків, що здатні до розкладання в природних умовах, із сировини вітчизняного виробництва.

У відповідних умовах до технології використання готувалися водні розчини широкого асортименту природних полімерів, що виробляються на базі вітчизняної поновлювальної сировини, зокрема такі: казеїну, картопляного крохмалю, крохмалю кукурудзяного модифікованого (ККС), пшеничного білку, що були взяті у сухому стані; та окремо досліджено кукурудзяний крохмаль у вигляді пасти (ККП). Для флексографічного друку технологічно необхідним рівнем рН друкарських фарб та лаків є значення 8,2-8,5, а в'язкість має бути в межах 18-24 с за ВЗ-4. Саме тому проведені дослідження зміни в'язкості розчинів дослідних зразків природних біополімерів від температури, концентрації плівкоутворювачів, впливу концентрації нейтралізуючої речовини на рН розчинів, були поставлені на досягнення цих вимог.

Так, основними недоліками водного розчину казеїну є його нестабільність у часі – на поверхні формується густа плівка, а на дні рихлий осад, та коричневий колір, що може змінювати колір та відтінок фарби.

Збільшення концентрації сухого картопляного крохмалю в розчині призводило до згущення розчинів, що унеможливило визначати в'язкість, однак з часом в'язкість розчину знижувалася до 16 с й відслідковувалося розшарування окремих гелеподібних згустків та води. При зниженні концентрації крохмалю понад 10%, формуються ще більш нестабільні розчини.

Після розчинення кукурудзяного крохмалю ККС при концентрації сухої речовини в межах 2,6-5% розчин структурувався в масі з утворенням водяних прошарків. Було встановлено, що з часом (понад десять діб) в'язкість розчину ККС зменшується з 38 с до 12 с за ВЗ-4. Таким чином встановлені мала концентрація кукурудзяного крохмалю, що забезпечує в'язкість до 40 с, розшарування та нестабільність розчину не дають можливості застосування його при виготовленні лакофарбових матеріалів, що біорозкладаються.

Водорозчинна паста ККП відрізняється концентрацією сухого крохмалю, вмістом багатомолекулярного спирту, консерванту та антисептика. Встановлено, що максимально наближені результати до встановлених вимог дає саме розчин кукурудзяного крохмалю ККП при вмісті його у вихідній рецептурі 48-50%, що формує в'язкість розчину до 30 с при температурі до 25°C. Технологічно необхідний рівень рН розчину, який відповідає вимогам до лакофарби, від 8,2 до 8,5 може бути досягнуто за умов введення триетаноламіну в кількості 460-500 мг на 100 г розчину.

Висновок. Подальші дослідження по відпрацюванню оптимальних параметрів водних розчинів природних полімерів для виготовлення лакофарбових матеріалів, що біорозкладаються, буде продовжено на основі пасти кукурудзяного крохмалю ККП.

Література

1. Степанець А. І., Хохлова Р.А. Тенденції розвитку безпечних флексографічних фарб для друкування на пакуваннях // Упаковка. – 2012, №3. – С. 58-62.
2. Хохлова Р.А., Вальков Є. С. Властивості природних плівкотвірних речовин для виготовлення лаків та фарб, що біорозкладаються // Технологія і техніка друкарства : зб. наук. праць. – 2014. – № 1. – С. 95–102.

АКТИВАЦІЯ МЕТАЛІЗОВАНИХ КОЛОЇДНИХ РОЗЧИНІВ

Одним з найефективніших способів декорування виробів на сьогодні є металізація. Завдяки неймовірно яскравим ефектам, які можна отримати за допомогою різних комбінацій металізації, цей метод ефективно використовується при виготовленні різних виробів рекламної поліграфії, етикеток і упаковки, зокрема для харчової промисловості. На сьогодні існує три методи виготовлення металевих пігментів: метод вакуумної металізації, традиційний метод (механічне подрібнення), переробка металевих відходів. Впровадження металевих пігментів із стружкових відходів відкриває новий етап в еволюції виробництва – більш безпечний з точки зору екології.

Незадовільний рівень технологічних властивостей таких порошків обумовлен наявністю засміченості сторонніми компонентами, які утворились на поверхні стружкового елемента ще на стадії обробки різанням. Була поставлена задача підвищення характеристик порошку поліграфічного призначення, а також суттєвого зменшення вмісту шкідливих домішок у вигляді мастильно-охолоджуючої рідини та надлишку фізично-адсорбованого кисню за рахунок обробки вихідного матеріалу ультразвуковими коливаннями [1-2].

Механізм акустичної кавітації пов'язують з дією на частинки сил гідродинамічної природи – сили Бернуллі та сили Б'єркнеса. Проте вирази для цих сил отримані для випадку гідродинамічної дії частинок в однорідному стаціонарному потоці ідеальної нестисливої рідини, у той же час, як при поширенні звукової хвилі течія рідини суттєво неоднорідна і нестационарна.

При вивченні гідродинамічної взаємодії частинок у рідині можливі різні постановки задачі. Це пов'язано з можливими спрощеннями рівнянь гідродинаміки, які є нелінійними в частині змінних величин. В деяких літературних джерелах, проаналізовано взаємодію частинок у потоці в'язкої нестисливої рідини при малих числах Рейнольдса [3-4]. Рівняння руху рідини при цьому суттєво спрощується і стає лінійним рівнянням Стокса. Рух частинок в металізованій колоїдній системі визначається в основному дією інерційних сил, які виникають на початку викривлення ліній потоку рідини, що обтікає поверхню дисперсних частинок.

Поглинута у дефектних зонах кристалічної ґратки стружкових частинок енергія ультразвукової хвилі витрачається на зняття локальних напружень, розблокування дислокацій, збільшення їх рухомості, що забезпечує більш інтенсивний хід очищення металевих пігментів.

Висновки. Проведені дослідження підтвердили ефективність застосування інтенсивної ультразвукової обробки для прискорення процесу очищення від небажаних домішок вихідного матеріалу. Доречно використання такої активації і для металізованих фарб поліграфічного призначення з метою їх прискореної гомогенізації.

Література

1. Патент на корисну модель № 82769 від 12.08.2013р. Спосіб виготовлення порошку поліграфічного призначення. Морозов А.С., Івасенко М.В. Бюл. №15.
2. Морозов А.С. Обробка металізованих колоїдних систем / А.С. Морозов, М.В. Івасенко, О.В. Шаховая // Технологія і техніка друкарства. -2013. - №1. - С.45-51.
3. Bernal I.D. Geometrical approach to the structure of liquids / I.D. Bernal // I. Appl. Phys. Lett. - 2000. - Vol. 44. №9. - P. 874-876.
4. Морозов А.С. Теоретичні засади стабілізації та структуроутворення металізованих колоїдних розчинів поліграфічного призначення / А.С. Морозов // Технологический аудит и резервы производства. -2012. - №3/1(5). - С.7-8.

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ЗОБРАЖЕННЯ НА ПАКОВАННІ ДЛЯ ХАРЧОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

Виготовлення паковальної продукції, зокрема нанесення зображення на матеріал, є одним з найперспективніших напрямків розвитку поліграфічної індустрії. Правильний підбір фарби до задрукованого матеріалу є одним з основних факторів стабільного процесу друкування та отримання якісних відбитків. Автоматизація та комп'ютеризація друкарського обладнання, інтенсифікація закріплення фарб на відбитках, контроль великої кількості операцій сприяли стандартизації плоского офсетного способу друку, який є найпоширенішим при формуванні зображення на пакованні.

У процесі формування зображення та отримання якісних відбитків на пакованні, зокрема для харчової промисловості, мають суттєве значення: реологічні характеристики друкарських фарб, які впливають на якість формування поверхні фарбового шару; вплив концентрації добавок, введених у фарбу на стабільність водно-фарбового балансу у офсетному друці; вплив морфології задрукованого матеріалу на формування фарбового шару на відбитку; закономірності впливу факторів друкарського контакту на стабільність колірних властивостей відбитків [1-4].

Проведення досліджень із застосуванням сучасних друкарських фарб та розроблених експериментальних їх зразків, коригування їх композиційного складу та застосування спеціалізованих методик контролю і математичного аналізу дає змогу встановити закономірності взаємодії і взаємовпливу параметрів їх перенесення та закріплення на відбитках для стабілізації процесу друкування на матеріалах для пакування, а також забезпечення рівномірності нанесення, однорідності поверхні відбитка, оперативного інструментального контролю якості фарбоперенесення і фарбосприйняття, стабільності колірних характеристик у системі технологічного середовища друкарського контакту.

Друкарський контакт можна розглядати як відновлювальну систему, тобто будь-який параметр системи можна відновити регулюванням факторів впливу на нього [5]. Характеристикою надійності отримання якісного відбитка на пакованні для харчової продукції, можна вважати рівномірність нанесення фарби на задрукований матеріал, тобто стабільність оптичної густини та інтенсивності фарби по всій площі відбитка. Зазвичай, не унормоване значення оптичної густини на відбитку можна отримати на початку (клапан) та у кінці (хвіст) аркуша.

Відповідно, показник нормованої оптичної густини на відбитку можна відновлювати шляхом регулювання в'язкості та цільових добавок до композиційного складу фарби та підбору фарби до задрукованого матеріалу.

Використовуючі кількісні показники точності і надійності технологічного процесу, можна записати:

$$S_T = \frac{N \sum t_i}{N_{D_{\text{неунорм}}^{\text{відб.}}}} \quad (1)$$

де S_T — характеристика надійності системи, $N_{D_{\text{неунорм}}^{\text{відб.}}}$ — кількість відбитків з неунормованим значенням оптичної густини за час t_i , t_i — час друкування одного відбитка.

Регулюючи фактори впливу на технологічне середовище та визначаючи показник точності і надійності технологічного процесу, можна встановити оптимальне співвідношення факторів для отримання якісних показників відбитків.

На основі виробничих випробувань було розраховано коефіцієнт надійності системи технологічного середовища друкарського контакту, значення якого для стандартного процесу репродукування офсетним способом складає $S_T=0...10$ %. Однак, регулюючи складники технологічного середовища, можна збільшити цей показник до 80 %, тим самим підвищити стабільність процесу і забезпечити головну його мету – унормоване кольоровідтворення на пакованні для харчової продукції.

На підставі проведених досліджень і отриманих результатів, методами планування експерименту проведено аналітичне і емпіричне дослідження офсетного друкарського процесу, яке враховує одночасний вплив декількох факторів та зміни їх у широкому діапазоні на результат друкування на матеріалах для пакування [6]. З багатьох факторів, які впливають на технологічний процес, були обрані: x_1 – в'язкість друкарської фарби, x_2 – мікронерівності поверхні задруковуваного матеріалу, x_3 – товщина шару фарби на формі, x_4 – кількість зволожувального розчину, доданої до фарби.

Показники якості відбитків: u_1, u_2 – середні оптичні густини плашок, які знаходяться на різних ділянках відбитка, зокрема клапана і хвоста, u_3 – середньоквадратичне відхилення оптичної густини.

В результаті проведених аналітичних та емпіричних досліджень отримані математичні моделі залежності u_1 - u_3 від x_1 - x_4 в широкому діапазоні значень факторів. Залежність оптичної густини плашок від факторів описується поліномом другого ступеня:

$$Y(x_1, x_2, x_3, x_4) = 1,14 - 0,2 x_1^2 - 0,14 x_1^2 x_2^2 - 0,18 x_3^2 x_4 - 0,18 x_2^2, \quad (2)$$

Тож, на якість відбитка впливає найбільше в'язкість фарби (x_1), її поєднання з мікронерівностями поверхні (x_1, x_2), товщина шару фарби на формі у поєднанні з всотувальною здатністю фарби до зволожувального розчину (x_3, x_4). Таким чином, формування відбитка зі стабільними колірними характеристиками описується рівнянням (2), що визначає засоби управління друкарським процесом. Регулювання в'язкості фарби можливе під час друкування для забезпечення її взаємодії з контактувальними поверхнями.

Висновок. Тож, дослідження властивостей компонентів технологічного середовища, зокрема, фарб та параметрів їх застосування для відтворення інформації з унормованими колірними характеристиками на матеріалах для пакування показали ефективність підходу формування моделей для прогнозування і керування технологічним процесом формування зображення на пакованні.

Література

1. Величко О. М. Опрацювання інформаційного потоку взаємодією елементів друкарського контакту / Олена Величко: Монографія. — К.: ВПЦ «Київський університет», 2005. — 264 с.
2. Величко О., Зоренко Я., Скиба В. Відтворення тонового градієнта засобами репродукування / О. Величко, Я. Зоренко, В. Скиба : Монографія. — К.: ВПЦ «Київський університет», 2011. — 240 с.
3. Якуцевич С. Оцінка якості відбитків аркушевого офсетного друку / С. Якуцевич // Друкарство. — 2006. — № 6. — С. 14-16.
4. Kunschert K. Measurment and Control of Optical Brightness Using Inline sensor Technology / Klaus Kunschert, Heinz Ziegler, Helmut Leyerer // Przeglad papierniczy. — 2011 — № 9. — С. 569-572.
5. Батюшко А. Л. Точность и надежность технологических процес сов в полиграфии / А. Л. Батюшко. — М.: Книга, 1975. —100 с.
6. Томашевський В.М. Моделювання систем / В. М. Томашевський. — К.: Видавнича група BVH, 2007. —352 с.

УДК 664:339.5

Мнеріє Думітру, д-р, професор

Потітехнічний університет Тімішоари, Румунія.

Шамцяні Марк, канд. техн. наук, доцент

Санкт-Петербурзький державний технологічний інститут (технічний університет), Росія.

Тіта Овідіу, д-р, професор

Університет «Лучіан Блага», м. Сібіу, Румунія

Телічкун Володимир, канд. техн. наук, професор

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

ІНФОРМАЦІЯ ПРО ТЕРМІН ПРИДАТНОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ НА ЕТИКЕТЦІ ТА ЇЇ РОЗУМІННЯ СПОЖИВАЧЕМ

Вступ. Одна з основних функцій упаковки - інформаційна. Вона дає споживачу необхідну інформацію щодо продукту, його складу, домішок, терміну та умов зберігання, виробника, інструкції щодо використання та інших важливих даних [1].

В Європейських країнах в даний час правила маркування регламентуються окремими технічними регламентами.

Умови щодо зазначення на упаковці (етикетці) дати виготовлення, терміну зберігання, кінцевої дати споживання у вказаних вище регламентах суттєво відрізняються.

Для безперешкодного експорту продукції виробник має враховувати особливості вимог щодо маркування в різних державах.

Споживачі та виробники продукції різним чином сприймають та оцінюють інформацію про термін придатності. Для зацікавлення споживача виробнику варто прислухатись до його побажань.

В даний час група науковців з 11 університетів Болгарії, Румунії, Росії, Молдови та України працює над Міжнародним науковим проектом 7-ї рамкової програми досліджень та технологічного розвитку ЄС «Маркування харчової продукції в країнах чорноморського регіону (NUTRILAB)». Одними з головних завдань є аналіз розуміння споживачем інформації на етикетування, підвищення споживчої культури населення, а також гармонізація законодавств щодо етикетування в державах Чорноморського регіону [3].

В даному дослідженні проведено аналіз технічних регламентів щодо терміну придатності харчових продуктів, проаналізовано розуміння цієї інформації українським споживачем, та надані рекомендації виробнику щодо врахування уподобань споживача.

Матеріали та методи. Аналіз законодавств щодо маркування проведено на основі технічних регламентів:

1. Європейський Союз. Регламент (ЕУ) №1169/2011 Європейського Парламенту і Ради від 25.10.2011 про надання споживачам інформації про харчову продукцію.

2. Митний Союз (Росія, Беларусь, Казахстан). Технічний регламент Митного Союзу ТР ТС 022/2011 «Харчова продукція в частині її маркування» від 9.12.2011.

3. Україна. Технічний регламент щодо правил маркування харчових продуктів і N 183/18921 від 11.02.2011р.

Аналіз розуміння споживачем інформації на упаковці (етикетці) та його побажання проведено на основі опитування різних груп населення. Всього опитано 150 чоловік, із них:

Фахівці (як споживачі) в галузі харчового виробництва та харчування – 50 (студенти, працівники підприємств харчової промисловості, викладачі та науковці).

Виробники (інженери та керівники підприємств) харчової продукції – 40.

Споживачі, які не є фахівцями з харчового виробництва та харчування – 60.

Всі учасники опитування – мешканці міста Києва.

Респонденти відповідали на питання: «Який, на Вашу думку, раціональний спосіб представлення на маркуванні часових характеристик зберігання харчової продукції (вибрати з таблиці 1)».

Дані дослідження на можуть представляти думку більшості населення, і проводились лише з метою попередньої оцінки розуміння та сприйняття споживачем елементів маркування.

Результати та обговорення.

Аналіз технічних регламентів щодо маркування в частині терміну придатності харчових продуктів.

Регламент Європейського Парламенту і Ради від 25.10.2011 про надання споживачам інформації про харчову продукцію **дає визначення**, що "Термін завершення мінімального терміну зберігання харчового продукту" означає дату, до настання якої харчовий продукт зберігає свої властивості за умови належного зберігання (стаття 2, пункт г).

Обов'язковою інформацією в маркуванні є дата завершення мінімального терміну зберігання або дата "вжити до" (стаття 9, пункт 1(f)).

Для продуктів, які з мікробіологічної точки зору є такими, що швидко псуються, і тому після завершення короткого періоду часу представляють небезпеку здоров'ю людини, замість дати завершення мінімального терміну зберігання повинна вказуватися дата «вжити до», після якої такі харчові продукти вважаються небезпечними (стаття 24, пункт 1).

Відповідна дата має виражатися наступними способами (стаття 24, пункт 2).

1. Дата завершення мінімального терміну:

а) Даті передуює фраза:

- "Найкраще вжити до ...", якщо дата вказує на конкретний день,

- "Найкраще вжити до завершення ..." в інших випадках,

б) Фраза, про яку йдеться в пункті (а), супроводжується:

- власне датою або

- посиланням на місце, де дата вказується на етикетці.

с) Дата складається з дня, місяця та, можливо, року у зазначеному порядку і в незашифрованій формі.

Якщо харчовий продукт зберігається не більше 3 місяців, у даті достатньо вказати день і місяць;

Якщо харчовий продукт зберігається більше 3 місяців, але менше 18 місяців, у даті достатньо вказати місяць і рік;

Якщо харчовий продукт зберігається понад 18 місяців, у даті достатньо вказати рік;

д) Зазначення дати завершення мінімального терміну зберігання не вимагається для таких продуктів:

свіжі фрукти та овочів включно з картоплею, які не очищені від шкіри, не порізані, і не оброблені іншим аналогічним чином (цей виняток не поширюється на пророщене насіння та інші аналогічні продукти, наприклад, паростки бобових),

вина, лікери, ігристі та ароматизовані вина, вироблені з фруктів, винограду та виноградного сула,

напої, що містять 10 і більше відсоткових об'ємних часток спирту;

випічка та печиво, які споживаються протягом 24 годин з моменту випікання;

оцет, харчова сіль, цукор у твердому стані;

кондитерські вироби, які складаються виключно з ароматизованих або підфарбованих цукрів;

- жувальна гумка.

2. Дата «вжити до»:

а) даті передуює фраза «вжити до ...»;

б) Фраза «вжити до ...», супроводжується власне датою або посиланням на дату, вказану на етикетці.

с) Дата складається з дня, місяця та, можливо, року у зазначеному порядку і в незашифрованій формі;

д) Дата "вжити до" зазначається на кожній окремо упакованій порції.

3. Дата заморожування або дата першого заморожування зазначається таким чином:

а) їй передує фраза «заморожено»;

б) Фраза «заморожено» супроводжується власне датою або посиланням на місце, де дата вказується на етикетці.

с) Дата складається з дня, місяця та, можливо, року у зазначеному порядку і в незашифрованій формі

Технічний регламент Митного Союзу «Харчова продукція в частині її маркування» передбачає обов'язкове позначення в маркуванні дати виготовлення продукції (пункт 4.6) та її терміну придатності (пункт 4.7). Залежно від терміну придатності позначення дати виготовлення здійснюється з використанням наступних слів.

1. Якщо термін придатності до 72 годин, даті передує фраза «Дата изготовления», і вказуються година, число та місяць.

2. Якщо термін придатності понад 72 годин, після фрази «Дата изготовления» вказуються число, місяць, рік.

3. Якщо термін придатності понад 3 місяці, після фрази «Дата изготовления» вказуються місяць і рік.

4. Для цукру даті передує фраза «Год изготовления» і вказується лише рік.

Після слів «Дата изготовления» вказується дата виготовлення харчової продукції або місце нанесення цієї дати на упаковці.

Слова «Дата изготовления» можуть замінюватись словами «Дата производства» або іншими аналогічним за змістом словами.

Слід звернути увагу, що в Митному Союзі діють Технічні регламенти на окремі види харчової продукції, які передбачають інші поняття, що визначають дату закінчення технологічного процесу їх виготовлення. Наприклад, замість слів «дата изготовления» може бути вказане дата розливу напоїв, дата сортування яєць, рік врожаю сільськогосподарських культур, рік збирання дикорослих фруктів, горіхів, продукції бджільництва.

Термін придатності харчової продукції здійснюється з використанням наступних слів:

1. «Годен до» та годиною, числом, місяцем за терміну придатності до 72 годин.

2. «Годен до» та числом, місяцем за терміну придатності від 72 годин до 3 місяців.

3. «Годен до конца» та місяцем, роком або «годен до» та числом, місяцем, роком за терміну понад 3 місяці.

Допускається вказувати слово «Годен» та кількість діб, місяців або років, а за терміну зберігання до 72 годин після слова «Годен» вказується кількість годин.

Після слів «Годен до», «Годен», «Годен до конца» вказується або термін зберігання або його місце нанесення на упаковці.

4. Для продуктів з необмеженим строком зберігання маркування доповнюється написом «Срок годности не ограничен при соблюдении условий хранения».

5. Слова «Годен до», «Годен», «Годен до конца» можуть бути замінені словами «Срок годности», «Употребить до» або аналогічними за змістом.

Технічний регламент України щодо правил маркування харчових продуктів передбачає вказувати інформацію про часові характеристики придатності харчового продукту у його маркуванні одним із таких способів (розділ 23 Регламенту):

1. Кінцева дата споживання;

2. Дата виробництва та термін придатності.

Дата виробництва та кінцева дата споживання складається з позначення години, дня, місяця і року (дня, місяця і року або місяця і року) у хронологічній послідовності, між якими проставляються розділові знаки (крапка, коса риска тощо) або робиться інтервал.

Кінцеву дату споживання позначають словами "Вжити до (дата)" або "Придатний до (дата)". При цьому зазначається або безпосередньо дата, або посилання на місце в маркуванні, де вона зазначена.

Для позначення дати вказують:

день, якщо термін придатності не перевищує 72 години;

день і місяць, термін придатності не перевищує 3 місяці;

місяць та рік, термін придатності понад 3 місяці;

Термін придатності харчового продукту позначають словами "термін придатності (годин, діб, місяців або років)" або "придатний (годин, діб, місяців або років)".

У харчових продуктах, що з погляду мікробіології є швидкопсувними, мінімальний термін придатності замінюється кінцевою датою споживання.

Зазначення інформації про часові характеристики придатності харчового продукту у його маркуванні не обов'язкове для свіжих фруктів, ягід і овочів, картоплі, які не очищені від шкірки, не нарізані або не оброблені жодним способом (за винятком зародків насіння і стручкових плодів), оцту, кухонної солі, окрім йодованої; цукру у твердій формі; безалкогольних напоїв фруктових соків, фруктових нектарів в окремих місткостях ємністю більше ніж 5 л, які постачаються виключно закладам ресторанного господарства; хлібобулочних або кондитерських виробів, які виходячи з характеру їхньої начинки звичайно споживаються протягом 24-х годин після виготовлення; кондитерських виробів, що складаються майже цілком з ароматизованого цукру та цукру, обробленого за допомогою барвників, які постачаються виключно закладам ресторанного господарства; жувальних гумок; м'якого морозива, яке виготовляється в закладах ресторанного господарства і одразу ж реалізується.

Таблиця 1 - Приклади допустимого позначення терміну придатності в маркуванні в країнах ЄС, Митного Союзу та Україні

Продукт та термін його придатності	Обов'язкові вимоги до маркування		
	ЄС	МС	Україна
Хліб, 48 годин	Вжити до 13.06.13	Дата изготовления 15-00, 13.06.13 Годен до 15-00, 15.06.13 або Дата изготовления 15-00, 13.06.13 Годен 48 часов	Вжити до 15.06.13 або Дата виробництва – 15-00, 13.06.13 Термін придатності – 48 години
Майонез, 2 місяці	Найкраще вжити до 13.08.13	Дата изготовления 13.06.13 Годен до 13.08.13 або Дата изготовления 13.06.13 Годен 2 місяца	Вжити до 15.06.13 або Дата виробництва – 13.06.13 Термін придатності – 2 місяці
Цукерки, 6 місяців	Найкраще вжити до 11.2013	Дата изготовления 06.2013 Годен до 11.2013 або Дата изготовления 06.13 Годен 6 месяцев	Вжити до 11.13 або Дата виробництва – 06.13 Термін придатності – 6 місяців

Аналіз регламентів в частині позначення терміну придатності харчових продуктів.

Основні розбіжності в вимогах щодо позначення часових характеристик харчових продуктів полягають в наступному.

Законодавство ЄС передбачає лише позначення кінцевої дати споживання продукту. Позначення дати виробництва та терміну придатності не є обов'язковим.

Законодавство Митного союзу є найбільш жорстким в частині позначення терміну придатності. Технічних регламент Митного Союзу передбачає обов'язкове позначення дати виробництва продукту та кінцевої дати споживання або терміну придатності.

Українське законодавство передбачає два допустимих способи позначення часових характеристик придатності продукту:

1. Кінцева дата споживання;
2. Дата виробництва та термін придатності.

Вимоги Технічного регламенту України щодо правил маркування харчових продуктів в частині позначення терміну придатності харчових продуктів відповідають вимогам ЄС щодо маркування, і не відповідає вимогам Митного Союзу.

Для експортування української продукції до країн Митного Союзу однією із умов є позначення дати виробництва харчового продукту. З метою забезпечення вимог ЄС доцільно також вказати кінцевий термін споживання («Вжити до» або «Найкраще вжити»).

Звернемо увагу на інформаційну функцію маркування. На нашу думку, споживач має право на повну інформацію про продукт, зокрема, про дату його виготовлення. Лише такий спосіб маркування забезпечує право споживача на повну інформацію про продукт [5].

В той же час позначення дати виробництва продукції не є вигідним для виробника та закладів торгівлі.

Жодний з регламентів не забороняє позначати на маркуванні дату виробництва харчової продукції. Виконання цієї вимоги залежить лише від відкритості та чесності виробника.

Розуміння споживачем маркування харчових продуктів в частині їх терміну придатності. Результати опитування споживачів на питання «Який, на Вашу думку, раціональний спосіб представлення на маркуванні часових характеристик зберігання харчової продукції (вибрати з таблиці 1)». Назва та країна-розробник регламенту в таблиці не вказувалась.

60 % опитуваних як раціональний вибрали варіант, в якому зазначається дата виробництва продукту та його кінцева дата зберігання або термін придатності. 35 % вказали за необхідне вказувати лише кінцеву дату споживання.

Слід зауважити, що найбільша кількість респондентів, які не вважають за необхідне позначати дату виробництва продукції, становили керівники та висококваліфіковані спеціалісти підприємств харчової промисловості. Із загальної їх кількості 80 % вибрали спосіб маркування з лише кінцевою датою споживання.

Найбільше прихильників (90 %) обов'язкового позначати дати виробництва та кінцевого терміну зберігання було серед фахівців в галузі харчового виробництва та харчування.

Споживачі, які не є фахівцями з харчового виробництва та харчування, як раціональний спосіб вибрали позначення дати виробництва та кінцевої дати споживання (56%) та лише кінцеву дату споживання (12%)

Більшість респондентів звернули увагу, що недопустимим є позначення лише кінцевої дати споживання для таких продуктів, як хліб та молочні продукти, особливо в сучасних умовах, коли заклади торгівлі не завжди дотримуються умов зберігання.

Зазначимо, що споживач зазвичай за датою виробництва оцінює органолептичні показники продукту, включаючи смак. А Технічні регламенти не передбачають опис смакових властивостей.

Висновки. Вимоги регламентів ЄС, Митного Союзу та України щодо маркування харчових продуктів в частині позначення термінів придатності значно відрізняються. Маркування, виконане згідно українського законодавства, не порушує вимог ЄС, проте не відповідає вимогам регламенту Митного Союзу.

Споживачі в більшості підтримують обов'язкове позначення на маркуванні дати виробництва продукції, так як це забезпечує право споживача на повну та достовірну інформацію про продукт.

Дослідження виконані в рамках Міжнародного наукового проекту 7-ї Рамкової програми досліджень та технологічного розвитку “NUTritional LABELing Study in Black Sea Region Countries (NUTRILAB)” FP7-PEOPLE-2012-IRSES № 318946 – NUTRILAB.

Література

1. Стефан Стефанов, Йорданка Стефанова, Станка Дамянова, Настя Василева, Юлія Теличкун, Владимир Теличкун, Алексей Губеня (2013), Проблеми при реалізовані на інформаційна функція на упаковці, *University of Ruse “Angel Kanchev” Proceedings*, Vol.52, Book 10.2, pp. 146-149.
2. Alin-Florin Totorean, Vlad Florin Vinatu, Oleksii Gubenia, Andreea Nicoara (2013), Comparison study between romanian and ukrainian labeling of food products. Social, nutritional and medical considerations, *Abstract book of the International Conference ‘Integrated systems for agri-food production - sisteme integrate de producție SIPA 2013’*. September 26 - 29, 2013, p.16.
3. (2013), Міжнародний проект «Nutritional labeling study in Black Sea region countries», *Ukrainian Food Journal*, Vol. 2, Is. 2, p. 304.
4. Стефан Стефанов, Станка Дамянова, Владимир Теличкун (2013), Исследование маркировки пищевых продуктов в странах Черноморского региона, *Инновационное развитие малых городов России: научный, технологический и образовательный потенциал: материалы Международной научно-практической конференции (г. Мелеуз, 31 октября 2013 г.)*, С. 158-160.
5. Маланчук Т. В. (2011) Державний контроль та нагляд за безпекою харчових продуктів, *Правовий вісник Української академії банківської справи*, 2(5), с. 45–49.
6. Telychkun V., Gubenia O., Telychkun Y. (2013), Labelling of foodstuffs in Ukraine, *The Second North and East European Congress on Food (NEEFood-2013): Book of Abstracts*. - 26-29 May 2013, p. 44.

ТЕХНОЛОГІЇ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ПАКОВАННЯ В ОФСЕТНОМУ ДРУЦІ

Вступ. Сучасне високоякісне пакування для різноманітної харчової продукції, що друкується із використанням, як тріадних фарб, так і пантонних фарб, потребує впровадження новітніх технологій, які дозволяють спростити і підвищити ефективність та економічність технологічного процесу. Тож застосування технологічних процесів калібрування і профілювання дозволяють значно розширити функціональні можливості виробничого обладнання, зменшити трудомісткість та значно скоротити кількість неякісних тиражних аркушів на етапі друкування високоякісних пакувань.

Актуальність теми. Технологічні процеси калібрування і профілювання складників комп'ютеризованої видавничої системи (КВС) в додрукарських процесах поліграфічного виробництва офсетного друку є необхідним засобом для забезпечення прогнозованого і стабільного кольоровідтворення оригінал-макетів пакування. Одним із головних складників КВС, що найбільше впливає на якість обробки оригіналу є монітор, від якості якого залежить у першу чергу точність візуального сприйняття кольірних і градаційних характеристик цифрового зображення пакування, а отже і коректність застосування подальших заходів щодо процесів тоно- і кольорокорекції для запобігання зайвої трудомісткості та викривлення надмірної кількості витратних матеріалів. Тож, дослідження режимів, методів та засобів калібрування моніторів є актуальним і на часі.

Матеріали та методи. В ході проведеного дослідження було застосовано стандартні монітори, що застосовуються для додрукарської обробки ілюстраційних оригінал-макетів, а саме LCD-монітори Samsung R530, Samsung SyncMaster 2043, LG Flatron L 194WS, LG Flatron W1942S, Asus VW202SR та CRT-монітор Sony Multiscan 520GS Trinitron. Калібрування та профілювання досліджуваних моніторів проводилося за допомогою пристроя «Spyder 2» від компанії Datacolor та відповідного програмного забезпечення – «Spyder2PRO». Статистична обробка результатів дослідження за критерієм Стюдента для підтвердження достовірності експериментальних даних здійснювалася за допомогою програмного забезпечення MS Excel 2003; побудова графічної інтерпретації результатів дослідження – Mathworks MatLab 2008.

Результати та обговорення. Для дослідження були обрані раціональні параметри калібрування: колірна температура 6500K; гама 2,2; максимальна яскравість монітора 80–120 кд/м²; контраст в діапазоні 50–90%. Порівняння колірного охоплення ($S_{c.g.}$, %) моніторів було здійснено за розрахунком площі трикутника утвореного трьома точками за координатами системи СІЕ хуУ, що дозволило визначити здатність моніторів відтворювати всю палітру кольорів для друку високоякісного пакування. Також, було побудовано та проаналізовано динаміку стабільності кольоровідтворення моніторів впродовж двох тижнів для встановлення ефективного періоду роботи моніторів.

Висновок. На підставі проведеного дослідження встановлено характер впливу основних режимів функціонування моніторів на якість кольоровідтворення оригінал-макету пакування, що полягає у тому, що зі зростанням колірного охоплення виникає ймовірність незначного підвищення нерівномірності яскравості на екрані монітору. Визначено оптимальний період у межах 3-4 днів для здійснення калібрування для конкретного класу моніторів із забезпеченням стабільного кольоровідтворення на рівні $\Delta E < 1$. Запропоновано перелік рекомендацій для стабілізації процесу додрукарської обробки оригінал-макетів пакування для конкретного типу моніторів на основі відповідності його колірної температури, колірного охоплення та рівномірності яскравості, щодо встановленим стандартами вимогам.

Література

Зоренко Я.В. Параметри відеосистеми КВС для процесу калібрування / Я.В. Зоренко, Д.О. Сак // Технологія і техніка друкарства. — К.: ВПІ НТУУ «КПІ». — 2014. — No1(43). — С.21–29

МЕТОДИ КОМПЕНСАЦІЇ СПОТВОРЕНЬ У ФОРМНОМУ ПРОЦЕСІ ПЛОСКОГО ОФСЕТНОГО ДРУКУ

Зміна репродукційно-графічних характеристик оригіналу є закономірною та пов'язані зі втратою градаційної передачі при перетворенні зображення на різних етапах його опрацювання, що мають місце при виготовленні друкарської форми. Тож визначення таких спотворень та розроблення можливих шляхів їх компенсації є важливою науковою задачею, що дозволить стабілізувати формні процеси та мінімізувати кількість технологічних відходів у процесі виготовленні катронного пакування.

Суттєвих змін текстово-ілюстраційна інформація зазнає ще на стадіях її перетворення та обробки у растровому процесорі СтР-системи. Такі спотворення можуть виражаються у неточності передачі кольорів та можливому зменшенні роздільної здатності зображення. Також було виявлено градаційні спотворення безпосередньо на стадії виготовлення друкарських форм, що є результатом впливу закономірної стохастичності процесів експонування та проявлення друкарських форм.

На підставі проведеного аналізу були встановлені параметри процесу експонування, що мають безпосередній вплив на якість відтворення елементів друкарських форм, а саме: конструкційні особливості СтР-пристрою; тип пластин; тип растрування (FM- чи AM-растр); лініатура та кут нахилу растру; форма растрової точки; роздільна здатність.

Також було встановлено, що крім процесу експонування, суттєвий вплив мають параметри процесу проявлення друкарської форми, а особливо температура та швидкість проявлення.

Для ефективного визначення величин спотворень та відповідних компенсаційних значень у формному процесі плоского офсетного друку було розроблено сучасну тест-шкалу, що складається із шести основних елементів, а саме: елементи растрового зображення полутонів з різною площею растрової точки $S_{\text{відн}}$, % від 10 до 100% з кроком 10%; елементи растрового зображення в світлих частинах зображення (6 полів растрової точки 0,5 та 5%) і глибоких тінях зображення (6 полів з розміром растрових точки 95 та 99,5%); поля з мікролініями різної товщини (0,0125-2,5 мм) в негативі та позитиві; елементи шахової структури; ділянки з ліній товщиною 0,05 та 0,1 мм із кутами нахилу 0, 90 та 45°; текст різними шрифтами (з засічками та без) різного розміру кеглю (1-12п.) в позитиві та негативі.

Висновок. На підставі проведеного аналізу була розроблена концепція компенсації репродукційно-графічних спотворень елементів друкарської форми, що полягає у визначенні величини закономірних спотворень елементів тест-шкали для кожної із стадій її виготовлення (кольороподілення, експонування та проявлення) та заданні відповідних компенсаційних величин до вихідного файлу.

Також розроблено детальний алгоритм контролю якості сучасних формних процесів. Застосування якого дозволить якісно проводити процеси виготовлення друкарських форм, так як даний алгоритм включає весь необхідний комплекс заходів з контролю якості та поетапно відображає послідовність їх виконання.

Література

1. Величко О. Відтворення тонового градієнту засобами репродукування: монографія / О. Величко, Я. Зоренко, В. Скиба / За заг. ред. О. М. Величко. — К.: ВПЦ «Київський університет», 2011. — 240 с.
2. Скиба В. М. Друкувальні властивості офсетних форм / В. М. Скиба // Технологія і техніка друкарства. — Київ: НТУУ «КПІ» ВПІ, 2011. — № 4 (34). — С.21-26.
3. Скиба В. М. Вплив підготовки поверхні пробільних елементів на їх тиражну якість / В. М. Скиба, Т. Г. Осипова // Наукові записки. — Львів: УАД, 2011. — № 3 (36). — С.298-302.

ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ ЗМЕНШЕННЯ ЕНЕРГОВИТРАТ У ПАКУВАЛЬНОМУ ОБЛАДНАННІ

Вступ. Нове покоління пакувального обладнання тільки починає розвиватись і потребує осмислення теорії його побудови, розробки новітніх конструкцій матеріалів і енергоощадних компоновочних рішень. Такий підхід дає можливість зменшити витрати на виготовлення та експлуатацію пакувального обладнання і в кінцевому значенні на зменшення собівартості продукції.

З іншого боку сьогодення пакувальної індустрії характеризується стрімким розвитком нових видів упаковки, виготовлених із новітніх пакувальних матеріалів. Поряд із цим досить часто виникає завдання зменшення собівартості упаковки в порівнянні з продукцією, що пакується в таку упаковку.

Актуальність теми. Експерти ринку пакувальної індустрії стверджують, що біля 50% собівартості упаковки складають енерговитрати на її виготовлення. І ця цифра в подальшому буде збільшуватись у зв'язку з нестабільністю енергетичного ринку. На основі аналізу енергетичних потоків встановлено, що розподілення енергетичних витрат у пакувальному обладнанні можна умовно поділити на три основні напрямки.

Перший напрямок - споживання енергії на виконання основних операцій пакування та виготовлення упаковки. Другий напрямок - споживання енергії на виконання допоміжних операцій процесів виготовлення упаковок. Третій [1], найбільш розгалужений напрямок - споживання енергії при забезпеченні комутативних систем живлення обладнання. Результатами експериментальних досліджень встановлено, що саме в системах живлення спостерігаються найбільші втрати енергії. У пакувальному обладнанні як і в інших технічних системах енергоживлення поділяють на електричне, пневматичне та комбіноване.

Поряд із цим, результатами конструктивних виконань пакувального обладнання встановлено той факт, що при його розробці та експлуатації не завжди обгрунтовано враховують втрату стисненого повітря із пневмосистеми.

Матеріали та методи. Результати експериментальних досліджень щодо втрат повітря із пневматичної системи наведені в таблиці. Незавжди порахувати суму втрачених коштів, так наприклад через отвір 3мм становить до 100 євро за місяць.

Визначення і облік втрат повітря під час роботи обладнання є складною технічною задачею. Проведені дослідження направлені на розробку

методики вибору оптимальної схеми технологічного процесу пакування, відповідної структури обладнання та системи подачі стисненого повітря з урахуванням мінімізації критерію енерговитрат.

Для розгляду можливих схем технологічного процесу пакування найзручніше користуватися графом процесу. Для вирішення поставленої задачі застосовано топологічний метод аналізу технологічних систем [2]. Оцінювання енерговитрат обладнання відбувалося шляхом синтезу типових структурних схем виконання процесу пакування з розробленням кодових діаграм, які передбачали зведення всіх структурних елементів системи до їх енергетичних еквівалентів або до таких умовних блоків, в яких здійснюється введення,

*Таблиця – Показники втрат повітря
через отвори негерметичності в трубопроводі*

Діаметр отвору, мм	Втрати тиску при 0,6 МПа, л/с	Втрати енергії, кВт
1	1,3	0,3
2	11,1	3,1
3	31	8,3

перетворення, розгалуження й розсіювання потоків енергії та маси [2]. Блоки енергетичних витрат представлені на діаграмі показують витрати енергії у функціональних модулях пакувального обладнання та відповідні їх зв'язки з зовнішнім середовищем, які здійснюються через блоки приводів механізмів та дисипації енергії у виконавчих механізмах та робочих органах.

Результати та обговорення. Числовим прикладом дослідження даної методики є порівняльний аналіз двох груп обладнання для групового пакування пакованих одиниць. Перша група обладнання забезпечує переміщення групової упаковки пакувальних одиниць або сформованих структурних елементів без відриву від несучих поверхонь робочих органів. До другої групи відносять обладнання в якому процес формування групової упаковки відбувається з відривом пакувальних одиниць або структурних елементів від несучих поверхонь робочих органів. Енергетично-потоківі граfi витрат енергії кожної групи наведені на рис. 1.

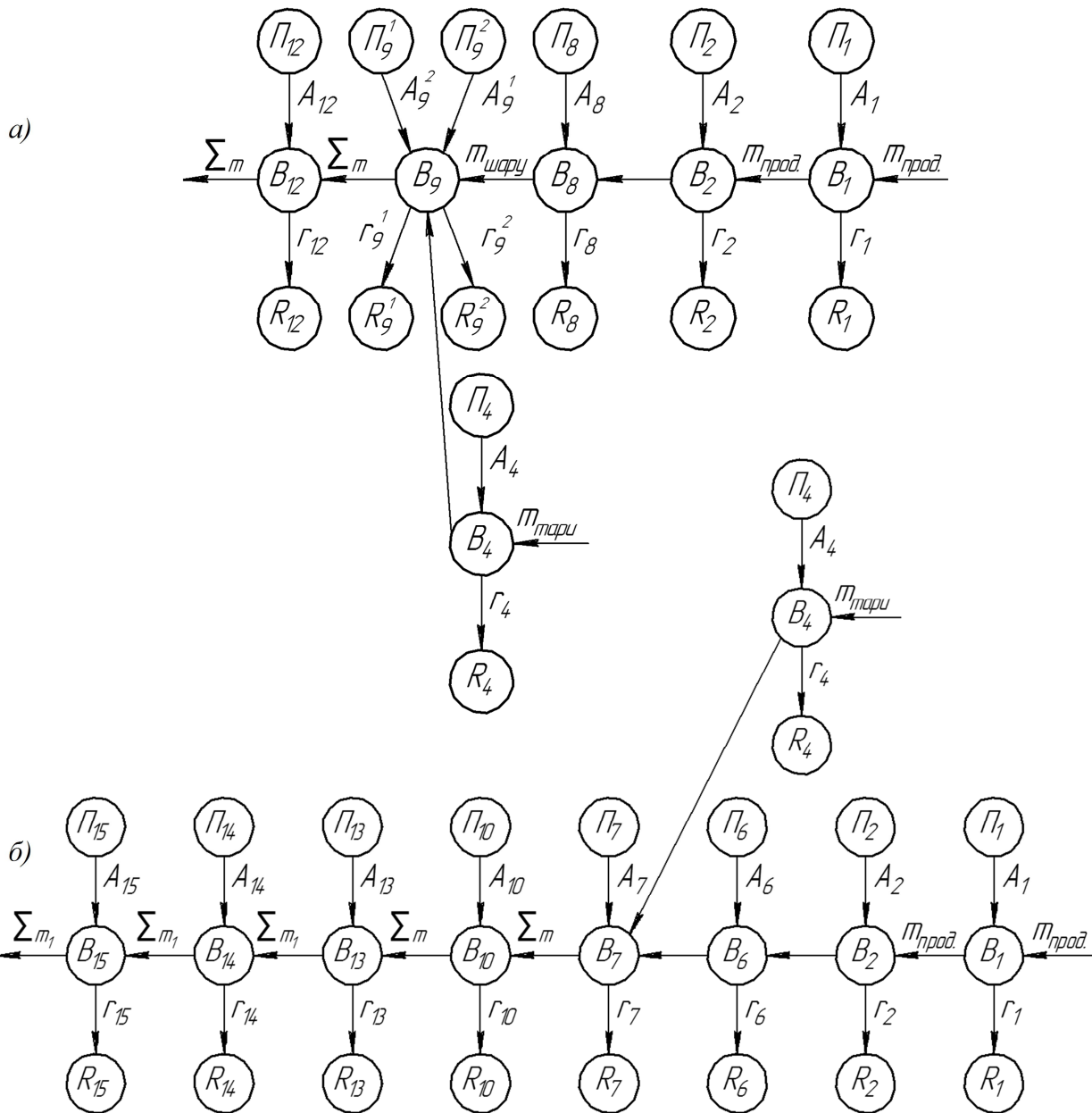


Рисунок 1 - Енергетично-потоківий граfi обладнання формування групової упаковки: а) першої групи; б) другої групи; B_i- споживачі енергії; П_i- джерела енергії; R_i – стоки енергії; m_i – маса пакованої одиниці або структурного елемента групової упаковки.

Результати числових розрахунків таких графів наведено у вигляді гістограм (рис.2)

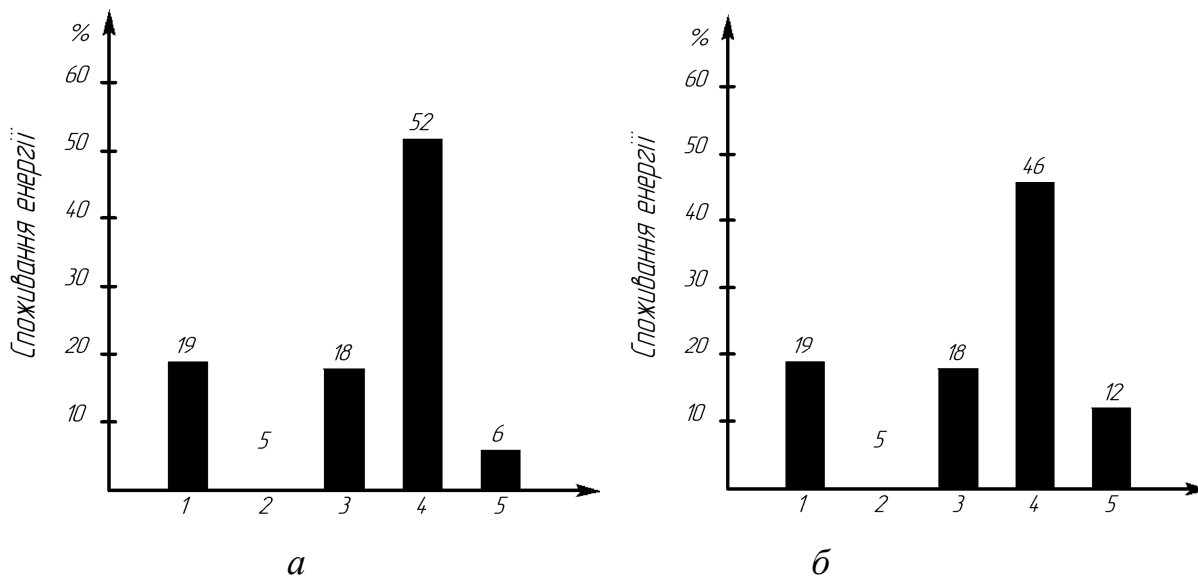


Рисунок 2 - Співвідношення витрат енергії в основних функціональних модулях обладнання для групової упаковки:

а) перша група: 1- механізм подачі споживчої упаковки по магістральному конвеєрі з функцією орієнтування; 2 – механізм формування структурного елементу групової упаковки; 3 – механізм формування та подачі пустої транспортної тари; 4 – механізм формування групової упаковки шляхом зіштовхування; 5 – механізм подачі заповненої транспортної тари в зону скріплення;

б) друга група: 1- механізм подачі споживчої упаковки по магістральному конвеєрі з функцією орієнтування; 2 – механізм формування структурного елементу групової упаковки; 3 – механізм формування та подачі пустої транспортної тари; 4 – механізм формування групової упаковки шляхом укладання; 5 – механізм подачі заповненої транспортної тари в зону скріплення

Висновок. Таким чином проведені дослідження витрат енергії в обладнанні для групового пакування показали, що найбільшими її споживачами є механізми зіштовхування, підйому та переміщення. Величина витрат енергії в даних механізмах здебільшого залежить від виду привода. Правильний підбір якого суттєво може мінімізувати собівартість енергетичних витрат.

Адекватність отриманих результатів підтверджено визначенням витрат стисненого повітря в реально діючому пакувальному обладнанні при різних режимах його роботи і видах приводів. Результати проведеного аналізу дають можливість стверджувати, що першим можливим кроком щодо заощадження енергетичних витрат в пакувальному обладнанні є визначення показників використання стисненого повітря під час роботи його механізмів і пристроїв.

Література

1. Гавва О.М., Беспалько А.П., Воячко А.І., Кохан О.О. Пакувальне обладнання: Підручник. — К.: ІАЦ «Упаковка», 2010. — 746 с.
2. Рвачев В.В. Технологические расчеты оборудования пищевых производств : Учебное пособие. - Одесский ин- т пищ . промышленности , 1996 . - 35 с .

УДК 664.71.05

Кошак А.Э., к.т.н.

Кошак Ж.В., к.т.н.

Гродненский государственный аграрный университет (ГГАУ), г. Гродно, Республика Беларусь

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЗАТРАТ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПРИ ГРАНУЛИРОВАНИИ КОМБИКОРМОВ

Для всесторонней оценки затрат электроэнергии при гранулировании комбикормов необходимо иметь универсальный набор оценочных коэффициентов, проанализировав которые можно получить полную картину эффективности процесса с точки зрения энергоемкости. В настоящее время для оценки затрат электроэнергии используется ряд показателей, а именно коэффициент использования, коэффициент мощности, полная, активная, реактивная мощности [1]. Однако полная, активная и реактивная мощности, а также коэффициент мощности могут оцениваться по разному и зависеть от ряда факторов, например свойств гранулируемого комбикорма.

Коэффициент использования [1] мощности учитывает процент использования установленной мощности электродвигателя и определяется по формуле

$$K_{\text{ИСП}} = \frac{P_{\text{АКТРАБ}} \cdot \text{КПД}_{\text{ЭЛ}}}{P_{\text{НОМ}}},$$

где $K_{\text{ИСП}}$ – коэффициент использования мощности электродвигателя;

$\text{КПД}_{\text{ЭЛ}}$ – паспортный коэффициент полезного действия электродвигателя;

$P_{\text{АКТРАБ}}$ – активная мощность, потребляемая электродвигателем под нагрузкой, кВт;

$P_{\text{НОМ}}$ – паспортная мощность электродвигателя, кВт.

Для универсальной и всесторонней оценки затрат электроэнергии в процессе гранулирования были разработаны коэффициенты: коэффициент удельной установленной мощности, коэффициент эффективности работы оборудования, коэффициент потерь и коэффициент затрат мощности.

Коэффициент удельной установленной мощности характеризует затраты мощности в единицу времени на производство или перемещение единицы продукции и определяется по формуле

$$K_{\text{уд}} = \frac{P_{\text{НОМ}}}{Q_{\text{ОБ ПАС}}},$$

где $K_{\text{уд}}$ – коэффициент удельной установленной мощности, кВт·ч/т;

$P_{\text{НОМ}}$ – паспортная мощность электродвигателя, кВт;

$Q_{\text{ОБ ПАС}}$ – паспортная производительность оборудования, т/ч.

Критерий эффективности работы оборудования характеризует отношение затрачиваемой полезной мощности на обработку продукта к подводимой мощности из сети и рассчитывается по формуле

$$K_{\text{ОБ}} = \frac{P_{\text{АКТРАБ}} \cdot \text{КПД}_{\text{РАБ}} - P_{\text{АКТХХ}} \cdot \text{КПД}_{\text{ХХ}}}{P_{\text{АКТРАБ}}},$$

где $K_{\text{ОБ}}$ – коэффициент эффективной работы оборудования;

$P_{\text{АКТРАБ}}$ – активная мощность, потребляемая электродвигателем под нагрузкой, кВт;

$\text{КПД}_{\text{РАБ}}$ – КПД электродвигателя при данной нагрузке;

$P_{\text{АКТХХ}}$ – активная мощность, потребляемая электродвигателем без технологической нагрузки (нагрузка холостого хода оборудования), кВт;

КПД_{XX} – КПД электродвигателя при работе оборудования без технологической нагрузки.

Приведенная формула показывает, что чем выше затраты энергии оборудованием на холстом ходу, тем ниже K_{OB} .

Коэффициент потерь $K_{ПОТ}$ отражает величину потерь активной мощности электродвигателя за счет изменения КПД электродвигателя при изменении загрузки технологического оборудования и определяется по формуле

$$K_{ПОТ} = \frac{\Delta P_{АКТ}}{K_{ИСП}}$$

где $K_{ПОТ}$ – коэффициент потерь, кВт;

$\Delta P_{АКТ}$ – изменение активной мощности электродвигателя, кВт;

$K_{ИСП}$ – коэффициент использования мощности электродвигателя.

Изменение активной мощности электродвигателя определяется по формуле

$$\Delta P_{АКТ} = P_{АКТРАБ} \cdot (1 - КПД_{РАБ}),$$

где $P_{АКТРАБ}$ – активная мощность, потребляемая электродвигателем под нагрузкой, кВт;

$КПД_{РАБ}$ – КПД электродвигателя при данной нагрузке.

Критерий затрат мощности $K_{ЗАТ}$ показывает во сколько раз подводимая мощность к электродвигателю превосходит полезную мощность затрачиваемую на создание или перемещение продукции и определяется по формуле

$$K_{ЗАТ} = \frac{P_{ПОЛНРАБ}}{P_{АКТРАБ} - P_{АКТXX}}$$

где $K_{ЗАТ}$ – коэффициент затрат мощности;

$P_{ПОЛНРАБ}$ – полная мощность, потребляемая электродвигателем под нагрузкой, кВт;

$P_{АКТРАБ} - P_{АКТXX}$ – полезная мощность, затрачиваемая электродвигателем на создание или перемещение продукции, кВт.

Проводились исследования пресс-грануляторов «Матадор», ДГВ и СРМ на ряде комбикормовых заводов Республики Беларусь с использованием приведенных выше критериев оценки затрат электроэнергии. На пресс-грануляторах «Матадор» электродвигатели с установленной мощностью 250 кВт и на пресс-грануляторах ДГВ и СРМ – 90 кВт.

Коэффициент использования мощности электродвигателя $K_{ИСП}$ по полученным данным изменялся в зависимости от его загрузки. При недостаточной технологической нагрузке на пресс-гранулятор загрузка электродвигателя не высока и как следствие невысокий коэффициент использования мощности электродвигателя (0,16...0,45), при максимально возможном 1. При увеличении технологической нагрузки на пресс-гранулятор коэффициент использования мощности электродвигателя возрастает до 0,82...0,90.

О величине технологической нагрузки косвенно можно судить по величине активной мощности $P_{АКТРАБ}$ потребляемой электродвигателем из сети. Максимально возможная величина активной мощности под нагрузкой для пресс-грануляторов равна номинальной мощности установленного электродвигателя, т.е. для пресс-грануляторов «Матадор» она составляет 250 кВт, а для пресс-грануляторов ДГ и СРМ – 90 кВт. Во время проведения измерений на одном пресс-грануляторе «Матадор» активная мощность составила 41,5 кВт, из чего можно сделать вывод о низкой технологической нагрузке или производительности

пресс-гранулятора. При увеличении технологической нагрузки увеличивается и активная мощность, так для другого пресс-гранулятора «Матадор» она составила 216,3 кВт.

Коэффициент удельной установленной мощности $K_{уд}$ для пресс-грануляторов рассчитывался из максимальной паспортной производительности, так для пресс-грануляторов «Матадор» она составляет 15 т/ч, а для пресс-грануляторов ДГВ и СРМ максимальная паспортная производительность составляет 4 т/ч. Коэффициент удельной установленной мощности для пресс-грануляторов «Матадор» составил 16,67 кВт·ч/т, такая установленная мощность требуется электродвигателю на производство одной тонны комбикорма в час. Для пресс-грануляторов ДГВ и СРМ на производство одной тонны комбикорма в час установлено 22,5 кВт·ч/т. Откуда следует, что чем выше паспортная производительность пресс-гранулятора, тем он обладает более низкой удельной энергоемкостью процесса гранулирования. Однако, не всегда необходима и целесообразна установка пресс-грануляторов высокой производительности, это определяется видом выпускаемого комбикорма.

Для пресс-грануляторов «Матадор», ДГВ и СРМ был определен критерий эффективности работы оборудования. Получено, что чем выше технологическая нагрузка на пресс-гранулятор, тем выше значения данного критерия, тем больше мощности затрачивается на обработку продукта (выше значение полезной мощности). Так, например, при низкой технологической нагрузке ($P_{АКТ РАБ} = 41,5$ кВт) на пресс-грануляторах «Матадор» критерий эффективности работы оборудования $K_{ОБ}$ равен 0,29. У пресс-гранулятора «Матадор» с достаточной технологической нагрузкой критерий эффективности работы оборудования $K_{ОБ}$ наибольший и равен 0,83.

Критерий затрат мощности $K_{ЗАТ}$ также показывает энергетическую эффективность работы пресс-грануляторов. Так, для пресс-гранулятора «Матадор» при низкой технологической нагрузке критерий затрат мощности имеет значение 103,78, т.е. подводимая мощность к электродвигателю в 103,78 раза выше, чем затрачиваемая на гранулирование (полезная мощность). При увеличении технологической нагрузки, критерий затрат мощности снижается и равен 1,35. Это свидетельствует о более эффективном использовании подводимой мощности к электродвигателю пресс-гранулятора.

Коэффициент потерь показывает величину потерь активной мощности электродвигателя при изменении загрузки технологического оборудования. Чем меньше величина коэффициента потерь, тем более эффективно расходуется потребляемая мощность, подводимая к электродвигателю. Для пресс-гранулятора «Матадор» с низкой технологической нагрузкой величина потерь максимальная среди всех обследованных пресс-грануляторов, коэффициент потерь равен 118,37 кВт.

Вывод. В результате проведенного анализа работы электродвигателей было выявлено следующее: большинство обследованных электродвигателей пресс-грануляторов различных производителей работают с недогрузкой. Это приводит к снижению коэффициента мощности и увеличению потерь электроэнергии на единицу производимой продукции. Для увеличения коэффициента мощности и снижению потерь электроэнергии необходимо в первую очередь подбирать оптимальные параметры технологического процесса гранулирования. Предложенная методика оценки может быть использована и на других предприятиях пищевой промышленности.

Литература

1. Иванов, И.И. Электротехника: учеб. пособие для неэлектротехн. спец. вузов / И.И. Иванов, В.С. Равдоник. – М.: Высшая школа, 1984. – 375 с.

ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ З МЕТОЮ ЕНЕРГОЗАОЩАДЖЕННЯ НА ХАРЧОВИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

Вступ. Економічність процесу виготовлення харчової продукції є важливим фактором для просування її на сучасному ринку. Витрати різних видів енергії (теплової, електричної тощо) складають суттєву частку собівартості продукції, що в кінці кінців суттєво впливає на кінцеву ціну.

Актуальність теми. В ході детального аналізу будь-якого харчового виробництва можна визначити значну кількість ділянок, на яких відбуваються непродуктивні втрати енергоресурсів. Це пояснюється тим, що в ході проектування даних видів обладнання не можна було теоретично передбачити всі можливі варіанти та режими експлуатації устаткування. Як правило, конструктори закладають в розробки усереднені фізичні та реологічні показники, намагаючись охопити всі можливі відхилення в параметрах експлуатації. Це обґрунтований, логічний підхід до забезпечення універсальності обладнання. Але одночасно він підводить до висновку, що кожен машину чи апарат можна модернізувати, якщо вона вже встановлена на конкретному діючому виробництві і працює у певних сталих експлуатаційних межах.

Головне питання залишається в тому, як визначити окремі ділянки, вузли та деталі, які можуть бути реконструйовані, і на скільки можна підвищити ефективність їх роботи. Відповідь на це може дати комп'ютерне моделювання виробничих процесів в конкретних умовах експлуатації.

Матеріали і методи. Сучасні комп'ютерні програмні комплекси можуть надати достатньо інформації про протікання механічних, масообмінних та теплових процесів в діючому харчовому обладнанні. Для проведення досліджень в умовах виробництва потрібно забезпечити наступні групи початкових даних. По-перше, це дані про геометрію – тобто створити геометричну тривимірну модель. Для цього потрібні розміри та пропорції робочого простору, в якому відбувається обробка продукції. Ці дані можна отримати з проектною документації. При її відсутності на виробництві можна провести безпосередні геометричні заміри під час зупинки роботи устаткування. Друга задача – визначити реологічні параметри сировини чи напівфабрикату, який обробляється. Ці відомості беруться або з технологічних довідників, або вимірюються силами виробничих лабораторій. Третя задача - вказання граничних умов на створеній моделі робочого простору: позначення входів, виходів, стінок тощо. Четверта умова для початку моделювання – це вказання рушійної сили, яка діє на продукт. Тут можуть бути вказані наступні дії: швидкість, перепад тиску, перепад рівнів, зовнішня фізична сила. Можна зазначити, що всі перелічені початкові дані цілком реально можна визначити в умовах виробництва. Це надає реалістичності ідеї застосування комп'ютерних методів дослідження виробничих процесів [1].

Для вирішення поставленої задачі в НУХТ розроблено методику використання програмного комплексу FlowVision (фірма «Тесис»), призначеного для моделювання руху рідин і газів в машинах і апаратах з урахуванням реологічних властивостей речовини, сил гравітації, конвекції, шорсткості стінок.

Результати і обговорення. Покажемо ефективність використання запропонованої методики на прикладі процесу виробництва хліба на типовій технологічній лінії. Така лінія має певні сталі ділянки, на яких працює специфічне обладнання. Загальна кількість таких ключових ділянок п'ять-шість. Під час досліджень всі вони були промодельовані та проаналізовані, визначені такі, на яких процес йде нераціонально. Одночасно пропонувались технічні заходи, які підвищують ефективність процесів в умовах збереження існуючих енерговитрат або навіть зменшать їх величини.

Перший важливий технологічний процес, від якого значною мірою залежить якість хліба, є процес замісу тіста. Моделювання його протікання дозволило визначити раціональні параметри місильної ємкості та конструкцію робочого органа, яка забезпечує якісне перемішування [2]. Розрахункові витрати електричної енергії на здійснення процесу замісу зменшені на 10% без зміни якості продукту.

Процес бродіння густої опари та тіста, якщо воно відбувається в потоці, залежить від багатьох геометричних і кінематичних параметрів бродильних агрегатів. Геометричні пропорції, кут нахилу ємкості до горизонту, вплив транспортуючого шнеку – все це впливає на рух тіста. Після комп'ютерного моделювання зроблені висновки про зміну в конструкції проточних коритоподібних ємкостей, що дозволило виключити зі схеми привод шнеку. Це дало ще одну складову для зменшення енерговитрат [3].

Вистоювання тістових заготовок перед випіканням визначає кінцевий об'єм готової продукції та її пористість. Діапазон кліматичних умов, в яких відбувається процес вистоювання, досить вузький. Дотриматись стабільності його в умовах руху тістових заготовок всередині шаф вистоювання - складна задача. Комп'ютерне моделювання теплових процесів в шафі надало інформацію про природну та примусову конвекцію в шафі, дозволило визначити місця втрат теплого повітря. Як наслідок, було запропоновано змінити траєкторії його руху завдяки встановленню спеціальних профільних перегородок [4]. Це дозволило зменшити витрати пари, а відповідно і теплової енергії.

Тунельні печі для випікання хліба - складний технічний об'єкт. Комп'ютерне моделювання роботи печі дозволило отримати дані по багатьох факторах руху гріючих газів. Серед них швидкості гріючих газів в топці і гріючих каналах; перепади тиску на вході і виході в газоходи; перепади тиску на місцевих опорах - поворотах, зміні перерізу коробів, на шиберах. Отримані значення послужили вихідними даними для розрахунку потужності вентилятора рециркуляції, кількості природного газу, який подається в топку, втрат теплоти в навколишнє середовище, товщини теплоізоляції. Кожен з цих результатів впливає на заощадження теплової енергії [5].

Висновок. Комп'ютерне моделювання технологічних процесів дає можливість не тільки визначити напрямки модернізації але, і без додаткових витрат ресурсів та часу на виготовлення пристроїв, запропонувати зміни в конструкціях, і тут же перевірити ефективність запропонованих ідей.

Література

1. Литовченко И. Моделирование технологических процессов при создании оборудования пищевой промышленности / И. Литовченко, В. Хаджийски, С. Стефанов, М. Шпак; *Научни трудове на русенския университет, том 49, 2010, Русе, Българи*
2. Litovchenko I. Numerical Modeling and Simulation of Bread Dough Mixing using concept of Computational Fluid Dynamics (CFD) / I. Litovchenko, M. Luchian, S. Stefanov, C. Csatos; *Proceeding of 5 International Mechanical Engineering Forum 2, June 2012, Prague, Czech Republic*
3. Litovchenko I. Study on The Movement of Dough in Machines With Continuos Operation / I. Litovchenko, I. Jashtenko, W. Hadjiiski, I. Mihaylov ; *The 7 International Conference "Integrated Systems for Agri-Food Production", November 2011, Nuireshaza, Hungary*
4. Litovchenko I. Use of Computing Modeling for Modernization of Final Proofers of Preparation of Dough / I. Litovchenko, V. Hadzhiyski, S. Stefanov ; *Proceedings of 12 International Conference Research and Development in Mechanical Industry RaDMI 2012, 2012, Vrnjacka Banja, Serbia*
5. Litovchenko I. The study of the baking ovens by computer simulation / I. Litovchenko; *International Conference Integrated Systems for Agri-Food Production SIPA 2013, Sibiu, Romania*

РЕСУРСО- ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ У МОЛОЧНОКОНСЕРВНІЙ ГАЛУЗІ

Ресурсо- та енергозбереження в умовах жорсткої конкуренції ринку є обов'язковим елементом стратегії і тактики господарської діяльності новітнього підприємства. Адже сучасна орієнтація на модернізацію та розвиток інноваційних технологій вимагає нових підходів до управління ресурсно-енергетичним потенціалом, як на макро - так і на мікро - рівні.

Забезпечення процесу мінімізації затрат на виробництво у молочній галузі сьогодні можна назвати обов'язковою вимогою до техніки, технологій, організації виробництва і невиробничої діяльності, господарському механізму. Молочноконсервна галузь не є винятком.

Складність впровадження енерго-та ресурсозберігаючих технологій у молочноконсервній галузі полягає у тому, що асортиментний ряд галузі представлено згущеними молочними консервами та сухими продуктами. Виробництво саме таких продуктів потребує значних енергетичних ресурсів (на процеси згущення та сушіння) із обов'язковою наявністю потужного ресурсного потенціалу.

Для забезпечення ресурсо- та енергозбереження на молочноконсервному комбінаті авторами запропоновано розглянути такі основні положення комплексу заходів: розрахунково-аналітичне нормування витрат сировини, матеріалів та енергоносіїв, рецикл сировини; екологізація діяльності підприємства; організація планово-економічної діяльності; мотивація робочого персоналу.

Зауважимо, що реалізація політики енерго-та ресурсозбереження не повинна носити односторонній та односторонній характер. У зв'язку з цим доцільним буде будівництво цілісної моделі. За основу потрібно взяти технологічний процес виробництва відповідного виду молочної продукції. Організаційно виробництво здійснюється в цехах, які розглядаються як невеликі центри відповідальності, так як саме на території виробничих цехів здійснюється нормування ресурсів, витрати енергоносіїв, враховуються отримані результати у грошовому і натуральному еквіваленті, здійснюється координування параметрів технології виробництва продукції, організовується стимулювання.

У кожному виробничому підрозділі (цеху) використовуються всі елементи виробничого циклу: праця (персонал), сировина і матеріали (предмети праці), обладнання (засоби праці) й умови праці. Для системної та комплексної організації зменшення витрат по кожному із зазначених елементів обираються основні показники, що підлягають плануванню, аудиту і контролю. Паралельно з цим велика увага повинна приділятися модернізації обладнання, встановленню сучасних автоматизованих модулів, розробленню нових видів таро-пакувальних матеріалів з наперед заданими адгезивними характеристиками.

Підсумовуючи вищезазначене, можна сказати, що виконання усіх положень, що запропоновані концептуальною моделлю комплексу заходів по впровадженню у виробництво повноцінного процесу енерго- та ресурсозбереження дозволить підвищити конкурентоспроможність молочно-консервного підприємства, знизити енерго- та ресурсоемність виробництва, збільшити об'єми готової продукції при одночасному скороченні обсягу використаних ресурсів, матеріалів, енергоносіїв.

Література

1. Іванов М. І. Ресурсозабезпечення промисловості України / Іванов М. І., Хижняк Л. Т., Липницький Д. В. // Економіка промисловості. – 2000. – № 1 – 3. – С. 30–37.
2. Сотник І. М. Еколого-економічні механізми мотивації ресурсозбереження: монографія / І. М. Сотник. – Суми: ВВП «Мрія ТОВ», 2008. – 330 с.

УДК 663.283

Коваль О.В.,

Максименко І.Д.

Юхно М.І., к.т.н.

Костюк В.С., к.т.н.

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

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ТЕХНОЛОГІЯХ ВИРОБНИЦТВА ШАМПАНСЬКОГО

У сучасному виробництві в умовах економічної кризи актуальним завданням є впровадження енергозберігаючих технологій, однією із важливих складових яких є ощадне використання енергетичних ресурсів. Концепція енергозбереження – це проведення аналізу енерговитрат, пошук, розробка та впровадження сучасного енергозберігаючого устаткування, автоматизація управління технологічними процесами, можливості застосування рекуперативного енергозбереження, виявлення і ретельна теплоізоляція ділянок та технологічного обладнання виробництва, застосування теплообмінних апаратів, що працюють при малому температурному перепаді тощо.

Часткове повернення енергії, що витрачається під час проведення технологічного процесу, з метою вторинного використання в тому ж процесі можливе за рахунок рекуперації і є одним із заходів енергозбереження. Ефективність рекуперації теоретично може сягати до 90 %. Наприклад, за використання пластинчастих теплообмінників досягаються високі коефіцієнти теплопередачі, що значною мірою інтенсифікує процес теплообміну, дає змогу зменшити розміри та матеріаломісткість апаратів, досягти малого внутрішнього об'єму при відносно великій поверхні теплообміну. За рахунок високого коефіцієнта корисної дії, що є перевагою такого обладнання, створюється можливість досягнення зменшення робочого об'єму холодоагенту, а це в свою чергу веде до зменшення витрати холодоносія.

Процеси, в яких використовується теплова енергія, найбільш ефективно можливо застосовувати для обробки шампанізованого вина холодом. Згідно до технологічної інструкції шампанізоване вино через теплообмінний апарат направляють до термос-резервуару для витримки на холоді, яку проводять у потоці за температури $-3\text{ }^{\circ}\text{C} \dots -4\text{ }^{\circ}\text{C}$ протягом 24 годин. Інструкція дозволяє здійснювати фасування шампанського при температурі до $+14\text{ }^{\circ}\text{C}$ за наявності необхідного обладнання. Згадані технологічні параметри може забезпечити відповідне енергоощадне технологічне устаткування.

Вторинне бродіння резервуарного шампанського в безперервному потоці проходить в послідовно з'єднаних бродильних акратофорах – у так званій бродильній батареї. У ній протягом бродіння поступово знижується температура в кожному наступному акратофорі і доводиться до $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ в останньому. До технологічної схеми входять останній акратофор бродильної батареї, рекуперативний теплообмінник, термос-резервуар з наповнювачем, фільтрпреси, змішувач лікеру та акратофор-збірник. Виброджене ігристе вино, що поступає із останнього акратофора бродильної батареї безперервної шампанізації, системою трубопроводів направляється до секції рекуперації рекуперативного теплообмінника, де воно охолоджується до температури $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$, потім на витримку до термос-резервуару з наповнювачем, обладнаним термоізоляцією. У термос-резервуарі вино витримується впродовж доби відповідно до технологічної інструкції. При правильно виконаній термоізоляції можливо забезпечити температурний режим витримки $-3\text{ }^{\circ}\text{C} \dots -4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Далі ігристе вино через пластинчастий фільтрпрес потрапляє до секції рекуперації теплообмінника, де нагрівається до температури бродіння. Після рекуперативного теплообмінника матеріал надходить до змішувача потоків, в який дозується експедиційний лікер. Потік ігристого вина, доведений до необхідної кондиції та однорідності, в подальшому поступає через фільтрпрес на витримку до акратофора-збірника. Коли в подальшому ігристе вино контактує із вуглекислим газом, що застосовують для створення протитиску в

акратофорі-збірнику, останній не розчиняється в ігристому вині. Підігрівання вина до температури, що відповідає кінцевій стадії шампанізації, сприяє підтриманню рівноважної концентрації вуглекислого газу ендогенного походження та запобіганню його дешампанізації. У результаті ігристе вино зберігає ендогенні ігристі та піністі властивості.

Ефективне функціонування схеми обробки холодом шампанізованого вина забезпечує вірний підбір технологічного обладнання, вибір технологічних параметрів та характеристик гідродинамічних параметрів потоку. По-перше необхідно забезпечити параметри, регламентовані технологією: це температура витримки вина на холоді від $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$, час витримки – 24 години, коефіцієнт потоку – не більше 0,00245, температура бродіння – не вище $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Вихідні дані для підбору рекуперативного теплообмінника зведено у таблиці.

Таблиця - Вихідні дані для підбору обладнання

Секція рекуперації	Дані
Витрати охолоджуваного шампанського	$V_0, \text{ м}^3/\text{год};$
Витрати шампанського, що нагрівається	$V_0, \text{ м}^3/\text{год};$
Температура початкова охолоджуваного шампанського	$+10\text{ }^{\circ}\text{C}$
Температура початкова шампанського, що нагрівається	$-3\text{ }^{\circ}\text{C}$
Секція охолодження	
Витрати охолоджуваного шампанського	$V_0, \text{ м}^3/\text{год}$
Температура охолоджуваного шампанського	$-5\text{ }^{\circ}\text{C}$
Секція нагрівання	
Витрати шампанського, що нагрівається	$V_0, \text{ м}^3/\text{год}$
Температура кінцева шампанського, що нагрівається	$+10\text{ }^{\circ}\text{C}$
Інше	
Охолодження конденсатора	повітряне

Найбільш ефективно здійснювати термообробку шампанського в одному трьохсекційному розбірному пластинчастому теплообмінному апараті. Такі апарати мають низку істотних переваг. Вони служать для здійснення процесів теплопередачі між різноманітними робочими середовищами, працюють при тиску від 0,002 до 1,6 МПа і температурі робочих середовищ від $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+150\text{ }^{\circ}\text{C}$. Використання у пластинчастих теплообмінних апаратах тонких листових матеріалів з високим коефіцієнтом теплопередачі ($K = 1900 \dots 5000 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{K}$ при відносно невеликій різниці тисків, приблизно у 2...4 рази більше, ніж у кожухотрубних теплообмінниках) спонукає до зменшення розмірів апаратів, що в свою чергу значно скорочує капітальні витрати. Відносно малий поперечний переріз каналів дозволяє досягати відносно обмеженого робочого об'єму холодоагенту та холодоносіїв. Це призводить до зменшення витрат холодоагенту та холодоносіїв майже у три рази порівняно з кожухотрубними теплообмінниками та до застосування насосів меншої потужності. Окрім того, малий внутрішній об'єм виключає інерційність, поліпшує температурний контроль, обмежує масу апарата. Мінімальний перепад температур між теплоносіями може сягати $1 \dots 20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Простим додаванням пластин можливо, за необхідності, підвищити продуктивність теплообмінника. Пластинчасті теплообмінні апарати зручні в експлуатації та довговічні, їх використання скорочує капітальні і експлуатаційні витрати, подовжує термін експлуатації, сприяє економії енергоресурсів до 30 ... 40 %. Висока швидкість охолодження в пластинчастих теплообмінниках крім поліпшення економічних показників виключає таке небажане явище як гістерезис.

Схема рекуперативного теплообмінника включає три секції, перша секція теплообмінного апарату – секція рекуперації теплоти. Тут використовується потенціал холодного шампанського, що поступає після «холодної фільтрації», для охолодження теплого шампанського, що по трубопроводах надходить із останнього акратофора

бродильної батареї безперервної шампанізації. Друга секція теплообмінного апарату – секція охолодження. Охолодження вина здійснюється холодним потоком 35 % -го водного розчину пропіленгліколю. Третя секція теплообмінного апарату – секція нагрівання. Тут нагрівання шампанського здійснюється гарячою водою, підтримання температури якої забезпечується електронагрівачем. Циркуляцію водного розчину пропіленгліколю через секцію охолодження теплообмінного апарату, а також циркуляцію теплоносія через секцію нагрівання теплообмінного апарату здійснюють насоси, змонтовані в насосному агрегаті. У насосний агрегат вмонтовано буферний бак холодоносія (35 % розчин пропіленгліколю), зовні теплоізований, для забезпечення роботи насосів «під залив» та компенсації коливань теплового навантаження на холодильне обладнання (мінімально допустима кількість пусків компресора за годину).

Для ефективної роботи установки слід укомплектувати її системою керування, яка представляє собою повністю автоматичний модуль з локальною панеллю керування. Для охолодження водного розчину пропіленгліколю слід передбачати використання холодильної системи охолодження на базі поршневого компресора та виносного конденсатора повітряного охолодження (чилера).

У результаті система охолодження має складатися з трьохсекційного розбірного пластинчастого теплообмінного апарату, насосного агрегату з двома робочими насосами та термоізованим буферним баком, комплекту приборів автоматичного регулювання для підтримки температури охолоджуваного та шампанського, що нагрівається, системи охолодження на базі поршневого компресора і виносного конденсатора повітряного охолодження.

Якщо за об'єктивних причин неможливо забезпечити температурні параметри в термос-резервуарах, то в якості термос-резервуарів слід застосовувати апарати з оболонкою для охолодження, в які із автономного холодильного агрегату подається холодоносій для підтримки необхідної температури витримки. Для цього систему слід доукомплектувати компресорно-ресиверним агрегатом з шафою управління, конденсатором повітряного охолодження, насосним агрегатом з шафами управління та теплоізованою буферно-змішувальною ємністю (з двома насосами, що забезпечують циркуляцію холодоносія через випарник чилера і через «оболонки для охолодження акратофорів»).

Висновки. 1. Підігрівання ігристого вина до температури, що відповідає кінцевій стадії шампанізації, сприяє підтриманню рівноважної концентрації вуглекислого газу ендogenous походження та запобігає його дешампанізації. У результаті ігристе вино зберігає ендogenous ігристі та піністі властивості. 2. Найбільш ефективно здійснювати термообробку шампанського в одному трьохсекційному розбірному пластинчастому теплообмінному апараті. Переваги пластинчастих теплообмінних апаратів призводять до скорочення як капітальних, так і експлуатаційних витрат, значному подовженню терміну експлуатації, економії енергоресурсів до 30...40 %. 3. Висока швидкість охолодження в пластинчастих теплообмінниках крім поліпшення економічних показників виключає таке небажане явище як гістерезис. 4. Система керування автоматично підтримує роботу установки для нагрівання та охолодження шампанського без втручання персоналу та забезпечує автоматичну підтримку заданої кінцевої температури охолоджуваного та шампанського, що нагрівається, на виході із теплообмінного апарату з точністю до 0,5 °С.

Література

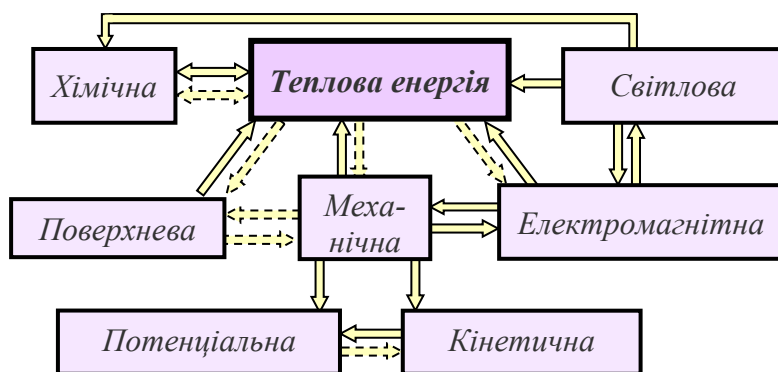
1. Технологічна інструкція на виробництво шампанського України ТІ У 00011050-15.93.11-4:2009 / Затверджено заступником міністра аграрної політики А.Ф. Скорченко, 21 липня 2009, 38 с.
2. Технологічна інструкція на виробництво вин ігристих ТІ У 00011050-15.93.11-3:2009 / Затверджено заступником міністра аграрної політики А.Ф. Скорченко, 21 липня 2009, 42 с.
3. Валуйко Г.Г. Справочник по виноделию / Г.Г. Валуйко, В.Т. Косюра. – Симферополь.: Таврида. 2000. – 624 с.

ТЕРМОДИНАМІЧНІ ФОРМИ ЕНЕРГІЙ В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Космічне і термодинамічне влаштування системи "Сонце – Земля" забезпечує біжучу "енергетичну" хвилю протягом одної доби, яка перетинає всі меридіани і одночасно хвилю в широтному напрямку з сезонною частотою. Наявність цих особливостей лежить в основі існування біо- і ноосфери, однак свідоме людство продовжує спроби удосконалити систему у напрямку розсосередження вхідного енергетичного потоку на добу або на більший відрізок часу. Такі можливості вбачаються у створенні енергетичних накопичувачів незрівнянно менших масштабів порівняно з системою. При цьому досвід влаштування останньої і природи в цілому вказує на те, що енергетичний накопичувач має влаштовуватись на основі матеріального носія. Очевидно, що матеріальний носій у своїй побудові повинен бути зорієнтованим на певну термодинамічну форму енергії. Загальний їх перелік наведено у табл. 1, виключаючи ядерну [1], а можливі трансформації відображені на схемі (рис. 1).

Таблиця 1. Термодинамічні форми енергій

Форма енергії	Фактор інтенсивності (фактор потенціалу)	Фактор екстенсивності (фактор ємкості)
Механічна PV Електрична UI Теплова TS Поверхнева σA Хімічна μM	Тиск Напруження Температура Поверхневий натяг Хімічний потенціал	Об'єм Струм Ентропія Площа поверхні Маса



Одне з формулювань другого закону термодинаміки стосується можливих переходів одних форм енергії в інші: всяка форма енергії може повністю переходити в теплову, але тепла переходить в інші форми лише частково. Наприклад, за тим же другим законом термодинаміки перехід теплоти в роботу не може бути єдиним результатом термодинамічного процесу, тобто має існувати компенсаційний процес.

Рисунок 1 - Схема до можливих енергетичних перетворень:

⇒ повний перехід; - - - ⇒ частковий перехід

Тепловий двигун, що працює за циклом Карно, виконує роботу, еквівалентну лише частині теплоти, а другу частину він віддає холодному джерелу, що знаходить відображення в низьких значеннях коефіцієнтів корисної дії.

Енергетичні накопичення разом з відповідними матеріальними носіями стосуються таких форм, як тепла, хімічна, електрична, механічна енергії. Термодинамічні форми енергії, вміст їх матеріальних носіїв та особливості влаштування визначають характеристики можливостей в реалізації накопичувачів, відображені в табл. 2.

До числа важливих чинників пристроїв відносяться питома запасена енергія, спосіб її наступного використання, швидкоплинність спрацювання енергетичного потенціалу, можливості взаємних трансформацій термодинамічних форм енергій.

Остання наведена інформація стосується пошуку прикладних напрямків в їх реалізації і з цієї точки зору привертає увагу те, що стосується механічної потенціальної енергії.

Таблиця 2 - Параметри енергетичних накопичувальних пристроїв

Тип пристрою	Параметри можливої реалізації	Запасена енергія, кДж	Питома запасена енергія, кДж/кг	Час роботи за навантаження 100 Вт, хв.	Термін служби, років
Конденсаторний	Батарея ємністю 1 Ф, напруга 250 В, маса 120 кг	31,25	0,26	5,2	> 20
Гідравлічний гравітаційний	Маса води 100 т, висота переміщення 10 м	1000	0,1	167	> 20
Копровий	Маса копра 2 т, висота піднімання 5 м	100	0,05	16,7	> 20
Свинцево-кислотний акумулятор	Ємність 190 А·год, вихідна напруга 12 В, маса акумулятора 70 кг	3900	56	650	3...5
Пневматичний	Сталевий резервуар об'ємом 1 м ³ , масою 250 кг зі стиснутим повітрям до 50 атм	20000	80	3300	> 20
Маховик	Сталевий, масою 100 кг, діаметром 0,4 м, товщиною 0,1 м	1000	10	167	> 20
Тепловий	Сталевий резервуар з водою ємністю 10 т з перепадом температур спрацювання $\Delta t = 70$ °С	2933	0,2933	489	> 20

Потенціальної енергія пов'язана з поняттям потенціального силового поля, що визначається частиною простору, в якому на кожну матеріальну точку діє сила, величина і напрямок якої залежить тільки від декартових координат цієї точки, або від координати часу. Прикладами фізичних полів є електромагнітні і гравітаційні поля, поле сил пружності, поле ядерних сил, а також хвильові (квантові) поля, що відповідають різним елементарним частинкам.

Так поле сил тяжіння характеризується силовою функцією $u = -Pz + \text{const}$, тобто силова функція P поля тяжіння не змінює свого значення в горизонтальній площині xOy декартової системи координат. Останнє дозволяє розглядати поле сил тяжіння "пластинчастим" у вигляді нескінченного ряду паралельних екіпотенціальних поверхонь, пронизаних системою вертикальних силових ліній.

Поняття поля сил пружності пов'язане з лінійними силами пружності, які підпорядковуються закону Гука:

$$\vec{F} = -c\vec{\Delta}, \quad (1)$$

де c – коефіцієнт жорсткості (стала величина); $\vec{\Delta}$ – відстань від матеріальної точки, на яку діє сила \vec{F} до положення її статичної рівноваги (в якому $\vec{F} = 0$).

Для цього випадку, силова функція:
$$u = -\frac{c\Delta^2}{2} + \text{const}. \quad (2)$$

Беручи до уваги, що $\Delta^2 = x^2 + y^2 + z^2$, остаточно маємо:

$$u = -\frac{c\Delta^2}{2} + \text{const} = -\frac{c}{2}(x^2 + y^2 + z^2) + \text{const}. \quad (3)$$

Отже, екіпотенціальними поверхнями в цьому випадку будуть сфери зі сталими радіусами $R = c'' = \text{const}$, $R_1 = c''_1 = \text{const}$, ... $R_n = c''_n = \text{const}$. Поняття потенціальної енергії вводиться поряд із силовою функцією і визначення першої стосується роботи, яку можуть виконати потенціальні сили поля при переміщенні обраної матеріальної точки з деякого положення M в її початкове положення M_0 .

Очевидно, що поняття еквіпотенціальних поверхонь в рівній мірі стосується термодинамічних параметрів, що узагальнимо схемою на рис. 2.

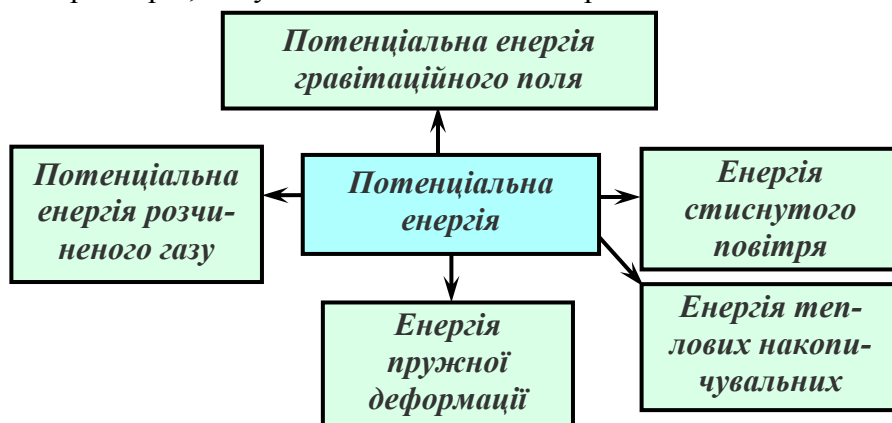


Рисунок 2 - Схема різновидів потенціальних енергій

Використання можливостей гравітаційного поля та створюваних інерційних полів супроводжується важливим переліком реалізованих технологій, які використовуються для розділення неоднорідних систем. Так існування поля сил тяжіння забезпечує технології фільтрування, флотажі, седиментації, просіювання, класифікації, калібрування, а створення різних форм поля сил інерції приводить до операцій циклонування, фільтрування, центрифугування, сепарування. При цьому кожна з названих технологій у своїй реалізації має енергетичне підґрунтя з відповідними трансформаціями. Навіть у процесах седиментації з зовнішньо мало відчутними змінами середовищ енергетичні зміни присутні, хоча у зв'язку з відносною складністю процесів у їх математичній формалізації доводиться погоджуватися на певні припущення.

Хоча в схемі різновидів потенціальних енергій відсутні причини їх створення, однак очевидно, що всі вони одержані за рахунок кінетичних енергій руху матеріальних потоків. Таким чином можна вважати, що і у цих випадках колообіги, завдяки яким здійснюються масо- і енергообмінні процеси, присутні.

З точки зору інтересів створення енергетичних накопичувальних пристроїв певні перспективи стосуються особливостей фазових перетворень твердих тіл. За нагрівання останніх підведена до них тепла енергія витрачається, головним чином, на збільшення внутрішньої енергії кристалів (кінетичної енергії теплових коливань і потенціальної енергії взаємодії частинок, що знаходяться у вузлах кристалічної решітки). Значне нагрівання може привести до переходу речовини із кристалічної фази в рідинну (плавлення) або у газоподібну (сублімація). Це відбувається за такої температури, за якої зміщення частинок з положень рівноваги співрозмірні з рівноважними відстанями між частинками в решітці. Початку фазового переходу відповідає температура плавлення $T_{пл}$. Плавлення однокомпонентного кристалу відбувається за сталої температури $T_{пл}$ за певного тиску.

Висновки. Пошуки напрямків по створенню енергетичних накопичувальних пристроїв логічно орієнтувати саме на трансформацію інших видів енергій у потенціальну.

З цієї точки зору тепла енергія такого матеріального енергоносія як вода також може бути віднесена до потенціальної. Це має своїм підґрунтям можливість зміни енергетичного потенціалу переходом в інший стан термодинамічної рівноваги за рахунок тиску в системі. Реалізованим прикладом тут слід вважати досягнення, пов'язані з дискретно-імпульсними технологіями (ДІТ). В їх основі лежить накопичення енергетичних потенціалів за зростання тисків з наступним переведенням середовищ в метастабільні стани і режими адіабатного кипіння. Наведені міркування дають підставу доповнити схему на рис. 1.2 вказівкою щодо теплових накопичувальних пристроїв.

Література

1. Енергетичні трансформації і енергозбереження в харчових технологіях: Монографія / А.І.Соколенко, А.А.Мазаракі, В.А.Піддубний та ін. – К.: Фенікс, 2012. – 484 с.

УДК 633.002.68:620.9

Серьогін О.О., *д.т.н.*,

Блаженко С.І., *к.т.н.*,

Осьмак О.О.,

Рябоконт Н.В.

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

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОТЕНЦІАЛУ РОСЛИННОЇ БІОМАСИ ДЛЯ ПАЛИВНОГО БАЛАНСУ КРАЇНИ

В останні роки, на фоні стрімкого розвитку енергетичної кризи у всьому світі все більш актуальним стає залучення до паливного балансу економічно привабливих, альтернативних та відновлюваних джерел енергії. Розвиток відновлюваної енергетики має величезне значення з огляду на подальшу долю людства, оскільки горючі корисні копалини, що є основою виробництва енергії на початку 21 ст., мають обмежені запаси, які рано чи пізно будуть вичерпані. Тому розроблення енергетичної концепції щодо встановлення балансу між виробництвом та споживанням доступних енергоносіїв – єдиний вірний шлях економічного розвитку кожної держави.

Інтерес до широкого використання біомаси визначено наступними основними обставинами:

1. Екологічними, пов'язаними з необхідністю вирішення, в тому числі, глобальних кліматологічних завдань.

2. Необхідністю зниження споживання не відновлюваних джерел енергії (газ, нафта, вугілля) і заміною їх поновлюваними джерелами.

Тому рослинна біомаса в силу таких своїх основних якостей, як відновлюваність даного виду палива, його екологічна чистота в порівнянні з іншими видами палив, відсутність впливу на баланс вільного вуглецю в атмосфері, що веде до розвитку «парникового» ефекту, вважається одним з найбільш «шляхетних» видів палива та розглядається в багатьох країнах як перспективне джерело енергії на найближче майбутнє.

Однією з найбільш перспективних технологій отримання енергії, що набула широкого розвитку – є процес термічного перетворення рослинної біомаси. Перехід на використання твердого низькокалорійного палива – досить складна проблема, яка потребує застосування принципово нових технологій, що в свою чергу повинні забезпечувати сучасні екологічні вимоги, бути більш економічними і менш чутливими до якості палива, яке використовується [2, 3].

Основні паливно-технологічні характеристики рослинної біомаси, що використовується як паливо, мають ряд особливостей, які відрізняють її від традиційних енергоресурсів.

Мета роботи – дослідити фізико-технічні характеристики різних видів біомаси з метою її використання як компонента газифікації твердого палива.

Матеріали і методи. Враховуючи технічні характеристики рослинної біомаси для подальшої роботи була обрана лушпиння соняшника, лушпиння гречки та вівса.

Зольність палива визначалася за ГОСТ 1.1.022-90, вологість за ГОСТ 27314-91, вихід летких речовин за ГОСТ 6382-91, вуглець і водень за ГОСТ 24081-88, сірка за ГОСТ 8606-93, а кисень за різницею 100 % – сума компонентів. Теплота згорання визначалася за ГОСТ 147-95.

Результати та обговорення. Склад рослинної біомаси, а отже, і її фізико-технічні характеристики залежать від походження [1, 4]. Істотний вплив на процес газифікації надають такі характеристики біомаси як вологість і зольність.

Волога може бути конденсованою і абсорбованою, причому кількість останньої залежить від вологості навколишнього середовища. Сільськогосподарські відходи, такі, як солома, містять близько 10 ... 12 % води [4]. Волога знижує ефективність і економічність при

використанні рослинної біомаси в якості палива, також збільшуються витрати на транспортування.

При узагальненні фізико-технічних характеристик різних видів біомаси нами використані результати досліджень ряду сільськогосподарських відходів (лушпиння насіння соняшнику, лушпиння гречки, лушпиння вівса), а також дані зарубіжних авторів [4].

Експериментально встановлено, що теплота згоряння сільськогосподарських відходів змінюється у вузьких межах, від 13,3 до 17,0 МДж / кг, і є досить високою. Вологість природних відходів знаходиться на рівні 10 %, а зольність не перевищує 8 % (див. табл.).

Таблиця – Фізико-технічні характеристики сільськогосподарських відходів

Показник	Вид відходів		
	лушпиння соняшнику	лушпиння вівса	лушпиння гречки
Вологість, W, %	8,4	9,87	6,5
Зольність, A, %	2,7	4,78	7,95
Теплота згоряння, Q, МДж/кг	16,89	14,4	15,82

Відходи мають близький елементний склад із вмістом вуглецю близько 50 % і кисню – 42 %. Низький вміст сірки і помірне вміст азоту свідчать про те, що викиди оксидів сірки та азоту при будь-якій технології спалювання навряд чи перевищать 600 мг/м³. Також слід зазначити, що вказані сільськогосподарські відходи є високореакційне паливо з великим (близько 80 %) виходом легких речовин.

На відміну від органічної частини склад мінеральної частини коливається в досить широких межах. Особливо це відноситься до оксидів кремнію (40 ... 87 %), заліза (0,2 ... 7,7 %), кальцію (0,6 ... 30,6 %) і калію (6,2 ... 20 %). Всі елементи, крім лужних, істотного впливу на забруднення поверхонь нагріву надати не можуть.

Висновки. У нашій країні технології використання біомаси як палива тільки починають розвиватися, тому впровадження біоенергетичних технологій має гарні перспективи розвитку в найближчому майбутньому, особливо зважаючи на тенденцію стрімкого підвищення вартості традиційних енергоносіїв.

На сьогодні споживання біомаси обмежується переважно деревиною та відходами деревопереробної галузі: близько 1 млн. т умовного палива (у.п.) на рік використовується для опалення приватних будинків, а також на підприємствах лісової і деревообробної галузей країни. Проте Україна має значні біоресурси, у тому числі у вигляді біовідходів переробки харчової сировини, які можуть бути використані як альтернативні або додаткові види палива.

Проведений аналіз і дослідження властивостей рослинної біомаси підтвердило можливість використання сільськогосподарських відходів в якості компонентів газифікації твердого палива. Отримані результати характеристик органічної сировини лягли в основу розробки процесів термохімічної конверсії рослинної біомаси.

Література

1. Богданович В. П. Перспективы использования альтернативного топлива в сельском хозяйстве / В. П. Богданович, Н. В. Шевченко // Техника в сельском хозяйстве. – 2012. – № 5. – С. 38-40.
2. Волостнов Б. И. Энергосберегающие технологии и проблемы их реализации / Б. И. Волостнов, В. В. Поляков, В. И. Косарев // Информационные ресурсы России. – 2010. – № 3. – С. 12- 16.
3. Перспективы мировой энергетики: WEO 2009 // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. – 2010. – № 6. – С. 71-85.
4. Превращение органических отходов сельского хозяйства в топливо для альтернативной энергетики / С. М. Абрамов и др. // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2010. – № 1. – С. 8-11.

УДК 633.002.68:620.9

Серьогін О.О., *д.т.н.*,

Блаженко С.І., *к.т.н.*,

Осьмак О.О.,

Рябоконт Н.В.

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

КОНЦЕПЦІЯ ВИКОРИСТАННЯ РОСЛИННОЇ БІОМАСИ ЯК ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ

Вступ. Питання підвищення енергоефективності в господарському комплексі набувають усе більшої ваги. Ситуація з ціновою політикою на імпортований природний газ стимулює кардинальні зміни поглядів щодо енергозбереження як на урядовому рівні, так і в суспільстві загалом. Прийнята низка законодавчих та урядових документів, які зобов'язують усіх суб'єктів господарювання вжити термінових заходів для зниження енергоемності та зменшення залежності галузей економіки від імпортованого природного газу.

Використання відходів деревини та вирощування енергетичних лісів – шляхи стійкого розвитку в одержанні енергетичної деревної та куцкової біомаси. Бізнес-процеси у сфері розвитку ринку твердого біопалива з деревини сприятимуть збільшенню нових робочих місць в регіонах країни, де спостерігається безробіття. Поширення енергетичних плантацій на виснажених ґрунтах, виведених з сільськогосподарського використання, конкурентоспроможне вже зараз [3].

Біомасу можна використовувати в енергетичних цілях в процесі безпосереднього спалювання твердого біопалива, а також у переробленому в гранули або брикети вигляді, що має величезні переваги в порівнянні з використанням традиційних видів палива. Для виробництва гранул чи брикетів витрачається близько 3 % енергії, тим часом як, при переробці нафти ці енерговитрати складають 10 %, а при виробництві електроенергії – 60 %. Теплотворна здатність гранул чи брикетів становить $4,5 \div 5,0$ кВт/кг, що в 1,5 рази більше, ніж у звичайної деревини і співставна з вугіллям. Горіння брикетів в топці котла відбувається більш ефективно – кількість залишків (золи) не перевищує $0,5 \div 1,0$ % від загального об'єму використаного палива [2]. В сучасних котлах попіл з біомаси використовують як добриво. Спалювання брикетів істотно не впливає на навколишнє середовище, тобто дозволяє зберігати екологію довкілля на сталому рівні.

Розробка проектів з переведення частини котелень підприємств комунальної теплоенергетики з природного газу на інші види палива, впровадження модульних твердопаливних котелень є досить перспективним напрямком поліпшення стану енергетичної галузі в державі.

Мета роботи. Дослідження проблем енергетичного використання біопалив з рослинної біомаси з метою втілення нового покоління опалювальних пристроїв з коефіцієнтом корисної дії у межах від 80 до 90 %.

Результати та обговорення. Для багатьох регіонів України використання власного твердого біопалива доцільніше, ніж вугілля або нафтопродуктів, бо вироблене з місцевої сировини біопаливо обходиться у 2-4 рази дешевше і не потребує значних транспортних витрат на його доставку (табл. 1). Тверде біопаливо переважно використовують у вигляді солом'яних брикетів, гранул, відходів деревини та відходів сільськогосподарського виробництва. За неповною інформацією, новітні котли для спалювання соломи та інших видів твердого біопалива вже встановлені в багатьох селах Вінницької, Київської, Сумської, Рівненської, Волинської та Черкаської областей, де забезпечують теплом частину виробничих приміщень (тваринницькі ферми, птахоферми) та соціальних об'єктів – школи, лікарні, дитячі садки [3].

Ринок твердого біопалива та обладнання для його виробництва та використання знаходиться на етапі активного освоєння й розвитку. При цьому вартість твердого біопалива в Україні сьогодні нижча, ніж у ЄС (табл. 2) [1, 3].

Таблиця 1 – Порівняльна характеристика властивостей різних видів палива

Вид палива	Вологість матеріалу, %	Теплотворна здатність, МДж/кг	Вміст сірки, %	Вміст золи, %
Природний газ	-	35÷38 МДж/м ³	0	0
Кам'яне вугілля	-	15÷25	1÷3	10÷35
Паливо моторне	-	42,5	0,2	1,0
Мазут	-	42	1,2	1,5
Тріски дерев, тирса	40÷45	10,5÷12,0	0	2,0
Брикети, гранули з деревини	7÷8	16,8÷21,0	0,1	1,0
Брикети, гранули з соломи	8÷10	16,5÷18,8	0,2	4,0

Таблиця 2 – Вартість різних видів твердого біопалива в Україні

Вид твердого біопалива	Типова ціна, грн./т	Нижча теплотворна здатність, МДж/кг	Вартість енергії біопалива, грн./ГДж	Співвідношення ціни природного газу до ціни біопалива*
Відходи від переробки деревини	0÷10	10÷12	0÷0,9	>88
Дрова (ціна з доставкою)	200	10÷12	18,2	4,4
Гранули з деревини	800	18	44,4	1,8
Солома в паках (ціна з доставкою)	300	15	20,0	4,0

До такого виду палив існує ряд вимоги по якості. Подрібнене тверде біопаливо для котлів, яке складається з відходів деревини (залишків кори, тирси, зрубків, шматків деревини тощо), повинне мати: теплотворну здатність сухої маси вищу, ніж 5400 кВт·год/т; вологість – меншу, ніж 40 %; середній розмір частинок – на рівні 50×50×20 мм, при цьому частинок з розмірами до 150×60×20 мм – не більше, ніж 10 %; вміст золи – до 2 % його сухої маси. До того ж, не допускається додавання в біопаливо речовин, здатних негативно вплинути на його зберігання, перевезення й використання в опалювальному обладнанні [3].

Важливим чинником якості твердого біопалива є технологія приготування біомаси до спалювання. Вона обумовлює конструктивно-технологічне виконання теплотехнічного обладнання, істотно впливає на економічні показники його роботи. Особливу увагу слід звертати на вибір технологій та обладнання для енергетичного використання твердої біомаси, які визначають величину капітальних витрат. Для виготовлення різних видів твердого біопалива з відходів деревини розроблено спеціальні промислові технології.

Основними технологіями термічної переробки твердого біопалива (рослинної біомаси та деревини) є пряме спалювання, газифікація і піроліз. Спалювання біомаси є найбільш простим способом отримання енергії. В багатьох випадках цей спосіб вважають найекономічнішим. У хімічному розумінні спалювання полягає в конверсії всіх органічних матеріалів на двоокис вуглецю та воду за наявності кисню (зазвичай атмосферного). Дуже велика неоднорідність біомаси, з точки зору хімічного складу та фізичних властивостей, викликає певні труднощі – як в процесі спалювання, так і в емісії компонентів, які є побічними продуктами процесу.

Особливої уваги заслуговують котли-газогенератори піролізного типу. В основу роботи газогенераторних (піролізних) котлів (див. рис.) закладено принцип піролізу біомаси, що полягає в розкладанні сухої деревини під дією високої температури в умовах нестачі кисню на піролізний газ і твердий залишок (деревне вугілля). За сучасними технологіями біомасу спалюють у двофазних генераторах. У першій фазі відбувається дегазування та газифікація біомаси при зниженому вмісті кисню. У другій фазі отриманий газ подається у

високотемпературну камеру, де, після перемішування з нагрітим повітрям, спалюється при температурі близько 1000 °С. Піролізні котли призначені для спалювання кускової деревини діаметром 80÷150 мм з вологістю до 20 % й паливних брикетів з біомаси, також в камеру завантаження можна додавати до 10 % стружки чи дрібних деревних відходів. Високу ефективність в опалювальний період дозволяють отримати додатково встановлені при піролізному котлі акумуляторні місткості, які можуть продовжувати роботу опалювальної системи протягом 1÷3 днів після останнього завантаження біопалива [2].

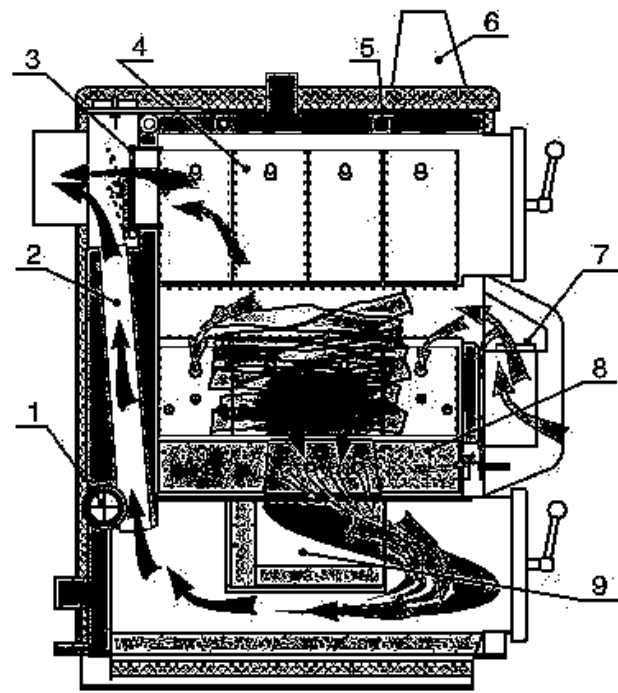
Встановлення котла з місткістю акумуляції приносить ще кілька переваг. По-перше, зменшується на 20÷30 % витрата біопалива, оскільки котел працює на повну потужність, з максимальною ефективністю – аж до повного завершення роботи. По-друге, подовжуються терміни служби котла і димаря, бо відбувається мінімальне утворення дьогтю й кислот при мінімізації роботи котла на перехідних режимах. Нарешті, зростає комфортність опалювальної системи, а також її екологічна безпека. Піролізний газ в процесі згорання взаємодіє з активним вуглецем, внаслідок чого димові гази на виході з піролізних котлів майже не містять шкідливих домішок, а також істотно скорочують викиди CO₂ в атмосферу. Потреба в паливі при номінальному навантаженні становить відповідно 6 та 25 кг за годину при потужностях 25 і 100 кВт відповідно. А коефіцієнт корисної дії даних котлів складає не менше 80÷89 %

Сумарна річна економія коштів завдяки заміщенню природного газу (за ціни 2631 грн./1000 м³) біомасою (за середньої ціни 200 грн./т) становить 10,2 млрд. грн., що у 1,8 рази більше величини загальних інвестиційних витрат, необхідних на впровадження запропонованого парку котлів (5,6 млрд. грн.). Важливо, що ця економія коштів буде повторюватися з року в рік.

Висновок. Таким чином, реалізацію концепції з впровадження котлів на біомасі можна розглядати як дуже привабливий інвестиційний проект загальнодержавного масштабу.

Література

1. Возобновляемое растительное сырье: производство и использование. / Д. Шпар, Д.Б. Рахметов, А. Адам и др. – Санкт-Петербург-Пушкин, 2006. – 416 с.
2. Гелетуха Г.Г. Обзор технологий газификации биомассы / Г.Г. Гелетуха, Т.А. Железная // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 1998. – № 2. – С. 21 – 29.
3. Новітні технології біоконверсії: Монографія / Я.Б. Блюм, Г.Г. Гелетуха, І.П. Григорюк та ін. – К. : Аграр Медіа Груп, 2010. – 326 с.



KALVIS -12-20

Рисунок – Твердопаливний котел «KALVIS-12-20» газогенераторного (піролізного) типу:

- 1 – місце для електронагрівальних елементів,
- 2 – теплообмінник,
- 3 – шибер розпалу,
- 4 – завантажувальна камера,
- 5 – спіраль аварійного охолодження,
- 6 – пульт керування,
- 7 – вентилятор (димосос),
- 8 – плита топки,
- 9 – камера згорання

ВИКОРИСТАННЯ ТВЕРДОГО БІОПАЛИВА –ЯК СПОСІБ ЕНЕРГО- ТА РЕСУРСООЩАДЖЕННЯ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ

В умовах політичної нестабільності та економічної кризи актуальним питанням для України є енергетична незалежність. Все більша увага приділяється збільшенню використання альтернативних місцевих видів палива.

Одним із найбільших споживачів дорогого природного газу є харчова промисловість, переведення якої на альтернативні джерела енергії є пріоритетним напрямком розвитку енергетики в державі. На сьогоднішній день спостерігається низький рівень енергосвідомості, як окремих громадян, так і керівництва харчових підприємств в цілому. Останні, зокрема, споживають теплову енергію за рентабельною для підприємства ціною із використанням різноманітних пільг і неохоче впроваджують енергоощадні технології. На відміну від потужних виробників харчової продукції, невеликі нові підприємства та фірми змушені купувати імпортований газ за ринковими цінами. Тому вони схильні до заміни у своєму господарстві газових котелень на новітнє устаткування, що працює на альтернативних видах палива.

Використання відходів деревини та вирощування енергетичних лісів – це один із шляхів стійкого розвитку в одержанні енергетичної деревної та кущової біомаси. Отриману біомасу можна використовувати в енергетичних цілях в процесі безпосереднього спалювання твердого біопалива, а також у переробленому в гранули або брикети вигляді, що має величезні переваги в порівнянні з використанням традиційних видів палива. Для виробництва гранул чи брикетів витрачається близько 3 % енергії, тим часом як, при переробці нафти ці енерговитрати складають 10 %, а при виробництві електроенергії – 60 %. Теплотворна здатність гранул чи брикетів становить 4,5÷5,0 кВт/кг, що в 1,5 рази більше, ніж у звичайної деревини і співставна з вугіллям. Горіння брикетів в топці котла відбувається більш ефективно – кількість залишків (золи) не перевищує 0,5÷1,0 % від загального об'єму використаного палива. В сучасних котлах попіл з біомаси використовують як добриво. Тому спалювання брикетів істотно не впливає на навколишнє середовище.

Розробка проектів з переведення частини котелень підприємств харчової промисловості з природного газу на інші види альтернативного палива, впровадження модульних твердопаливних котелень є досить перспективним напрямком поліпшення стану енергетичної галузі в державі.

Для багатьох регіонів України використання власного твердого біопалива доцільніше, ніж вугілля або нафтопродуктів, бо вироблене з місцевої сировини біопаливо обходиться у 2÷4 рази дешевше і не потребує значних транспортних витрат на його доставку (табл. 1).

Таблиця 1 – Порівняльна характеристика властивостей різних видів палива

Вид палива	Вологість матеріалу, %	Теплотворна здатність, МДж/кг	Вміст сірки, %	Вміст золи, %
Природний газ	-	35÷38 МДж/м ³	0	0
Кам'яне вугілля	-	15÷25	1÷3	10÷35
Мазут	-	42	1,2	1,5
Тріски дерев, тирса	40÷45	10,5÷12,0	0	2,0
Брикети, гранули з деревини	7÷8	16,8÷21,0	0,1	1,0
Брикети, гранули з соломи	8÷10	16,5÷18,8	0,2	4,0

Тверде біопаливо переважно використовують у вигляді солом'яних брикетів, гранул, відходів деревини та відходів сільськогосподарського виробництва.

Але слід зауважити, що до такого виду палив існує ряд вимоги по якості. Подрібнене тверде біопаливо для котлів, яке складається з відходів деревини (залишків кори, тирси, зрубків, шматків деревини тощо), повинне мати: теплотворну здатність сухої маси вищу, ніж 5400 кВт·год/т; вологість – меншу, ніж 40 %; середній розмір частинок – на рівні 50×50×20 мм, при цьому частинок з розмірами до 150×60×20 мм – не більше, ніж 10 %; вміст золи – до 2 % його сухої маси. До того ж, не допускається додавання в біопаливо речовин, здатних негативно вплинути на його зберігання, перевезення й використання в опалювальному обладнанні.

Важливим чинником якості твердого біопалива є технологія приготування біомаси до спалювання. Вона обумовлює конструктивно-технологічне виконання теплотехнічного обладнання, істотно впливає на економічні показники його роботи. Особливу увагу слід звертати на вибір технологій та обладнання для енергетичного використання твердої біомаси, які визначають величину капітальних витрат. Для виготовлення різних видів твердого біопалива з відходів деревини розроблено спеціальні промислові технології.

Основними технологіями термічної переробки твердого біопалива (рослинної біомаси та деревини) є пряме спалювання, газифікація і піроліз. Спалювання біомаси є найбільш простим способом отримання енергії. В багатьох випадках цей спосіб вважають найекономічнішим. У хімічному розумінні спалювання полягає в конверсії всіх органічних матеріалів на двоокис вуглецю та воду за наявності кисню (зазвичай атмосферного). Дуже велика неоднорідність біомаси, з точки зору хімічного складу та фізичних властивостей, викликає певні труднощі – як в процесі спалювання, так і в емісії компонентів, які є побічними продуктами процесу.

Одне з найбільш потужних підприємств, яке працює на ринку твердопаливних котлів – українсько-литовське товариство ТОВ «Волинь-Калвіс» випускає типорозмірний ряд мультипаливних котлів, що працюють на дровах, тирсі, паливних брикетах і торфі, а також можуть використовувати як паливо суміші не кондиційного кам'яного вугілля з біомасою. Ці ефективні котли призначені для теплопостачання об'єктів не тільки промислового, а й побутового та комунального спрямування. Розрізняють твердопаливні водогрійні котли з ручним та механізованим завантаженням палива, котли-газогенератори піролізного типу, котли з місткістю акумуляції тощо.

Розраховано, що сумарна річна економія коштів завдяки заміщенню природного газу (за ціни 2631 грн./1000 м³) біомасою (за середньої ціни 200 грн./т) становить 10,2 млрд. грн., що у 1,8 рази більше величини загальних інвестиційних витрат, необхідних на впровадження запропонованих видів котлів (5,6 млрд. грн.). Важливо, що ця економія коштів буде повторюватися з року в рік.

Висновок. Реалізація концепції з впровадження котлів на біомасі - це привабливий інвестиційний проект загальнодержавного масштабу, що дозволить впроваджувати інноваційні проекти по ресурсо- та енергозбереженню на підприємствах харчової промисловості.

Література

1. Новітні технології біоконверсії: Монографія / Я.Б. Блюм, Г.Г. Гелетука, І.П. Григорюк, В.О. Дубровій, А.І. Ємець, Г.М. Забарний, Г.М. Калетнік, М.Д. Мельничук, В.Г. Мироненко, Д.Б. Рахметов, С.П. Циганков – К: «Аграр Медіа Груп», 2010. – 326 с.
2. Использование биомассы для устойчивого локального энерго- снабжения. Научные и практические аспекты // Международный семи- нар. – СПб., 17–18 ноября 2008. – 508 с.
3. Kurkela, E. Development and commercialization of biomass and waste gasification technologies from reliable and robust cofiring plants to wards synthesis gas production and advanced power cycles / E. Kurkela, M. Nieminen, P. Simell // Proc. of Second World Biomass Conference, 10 – 14 May 2004. – Rome, Italy. – P. 10 – 15.

УДК 655.1

Полежаєв І.О., Киричок П.О., д.т.н.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут» (НТУУ«КПІ»), м. Київ, Україна

Гавва О.М., д.т.н.

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

ЕНЕРГОЗАОЩАДЖЕННЯ ПІД ЧАС БІГУВАННЯ ЗАГОТОВОК ТАРИ ІЗ КАРТОНУ

Упаковка є ключовим логістичним елементом під час виробництва і розподілення споживчих товарів. Надійна і економічна упаковка потрібна для зберігання, транспортування і розподілення, доки продукт не буде доставлений в кінцевий пункт призначення. Картон є одним із широко використовуваних матеріалів у пакувальній індустрії, так як він легко може бути перетворений з плоскої конфігурації у форму твердого об'ємного тіла пачки. Картонні пачки відносно легкі і в той же час можуть бути достатньо жорсткими і витримувати значні навантаження.

Удосконаленню технологічних процесів і засобів виготовлення картонного пакування, започаткованих Робертом Гейром, їх науковому обґрунтуванню присвячені винахідницькі праці Рене Колінета, Уїлліама Булмаша, Джеймса Хейфілда, Сержлі Істейта, Роя Пуга, наукові дослідження Врублевського Б.П., Полюдова О.М., Чехмана Я.М., Угрина Я.М., Задри В.М., Банаха Ю.О., Главацького А.С., Бабяк Г.Ю., Стельмашука О.С., Манька О.В., Сторошука В.А., Регей І.І. та ін.[1].

Відчутний вплив всесвітньої глобалізації, демографічні, політичні та соціальні зміни визначили стратегічний напрямок розвитку індустрії пакування, основними серед яких є зменшення матеріальних витрат та енергозаощадження, ефективна реалізація реалізація яких вимагає проведення фундаментальних науково–обґрунтованих досліджень [2].

Метою таких досліджень є розробка методів і засобів енергозаощадного технологічного процесу виготовлення картонного пакування, проектування раціонального інструменту з раціональними параметрами для забезпечення якісного бігування.

Для цього потрібно провести аналіз інформаційних джерел розвитку сучасних технологій та техніки з виготовлення картонного пакування, дослідити тенденції їх вдосконалення, методи нанесення ліній згину на пакувальний матеріал, розробити на основі обґрунтованих переваг вибраного методу бігування новий енергоощадний спосіб виготовлення розгорток з картону. Також треба проаналізувати особливості конструкції картонного пакування та запропонувати і обґрунтувати раціональну конструкцію інструменту для продавлювання бігувальних каналок.

На основі аналітичних та експериментальних досліджень встановити раціональні технологічні параметри процесу виготовлення пакування новим способом, створити математичні моделі засобів, що описують процес бігування за допомогою різних бігувальних інструментів, розробити рекомендації щодо раціональних конструкцій технічних засобів бігування. Розробити теоретичні та практичні засади використання бігування за допомогою роликподібних бігувальних інструментів. Експериментальним шляхом дослідити вплив на якість утворення ліній згину, встановити відповідність результатів, отриманих експериментально і шляхом аналітичних досліджень. Дослідити особливості роликвого методу бігування розгорток пакування з картону, створити математичні моделі керування технологічним процесом, на основі яких обґрунтувати раціональну побудову пристроїв. Розробити методичне і математичне забезпечення автоматизованого проектування засобів нанесення ліній згину [1].

Основним джерелом енергозаощадження при виготовленні розгорток картонних пакувань є зменшення зусиль під час їх виготовлення. Найбільш енергоємною складовою технологічного процесу виготовлення картонних заготовок є бігування та висікання. В момент утворення бігувальних каналок, зусилля яке виникає між бігувальним інструментом

та поверхнею матеріалу, необхідно зменшити. Основними факторами, від яких залежить величина зусилля при бігуванні, є товщина h картону, ширина b головки бігувального інструменту(рис.1)[2], напрямок розміщення волокон картонної заготовки(рис.2) [3, 4].

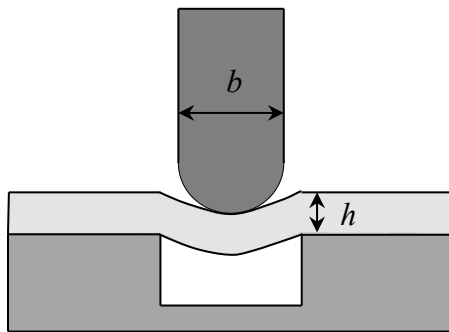


Рисунок 1 – Схема технологічного процесу бігування

Експериментально одержані залежності зміни величини лінійного зусилля від товщини картону та напрямку розташування волокон під час бігування наведені на рис. 3. Даний графік відображає вплив товщини картону на лінійне зусилля у поздовжньому та поперечному напрямку розташування волокон. Із графіка можна зробити такі висновки:

- із збільшенням товщини картону лінійне зусилля різання зростає як у поздовжньому так і у поперечному напрямку розташування волокон;
- лінійні зусилля при поперечному розташування волокон більші від зусиль при поздовжньому розташуванні волокон в середньому на 30 %.

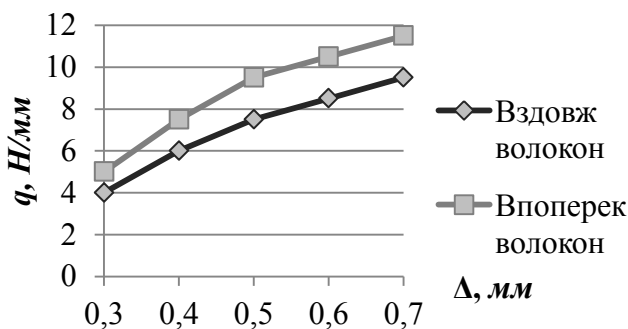


Рисунок 3 – Зміна лінійного зусилля від товщини картону та напрямку розташування волокон у картоні

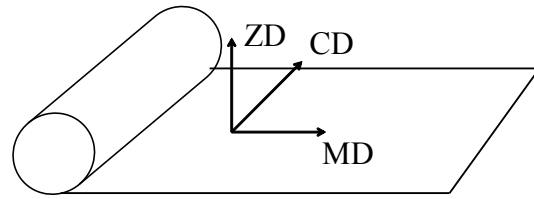


Рисунок 2 – Основні напрямки розташування волокон картону: MD - напрямок волокон картону співпадає з поздовжнім (машинним напрямком), CD - напрямок волокон картону перпендикулярний ходу машини і ZD - напрямок товщини

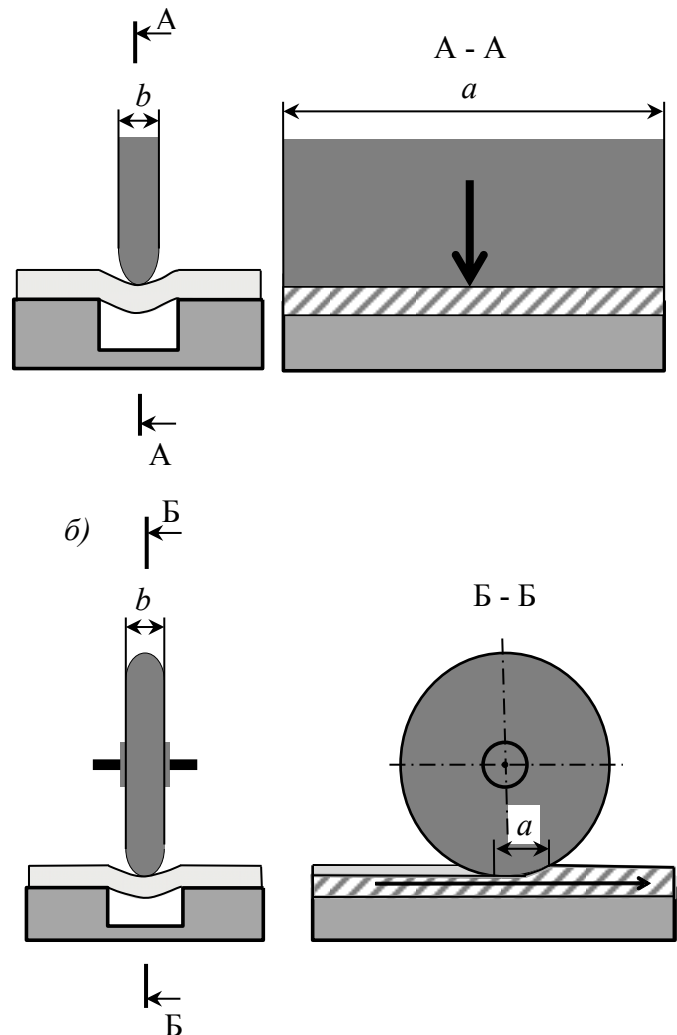


Рисунок 4 – Схеми бігування з різними за формою бігувальними інструментами:

- а) бігувальна лінійка;
- б) бігувальний ролик

Ще одним шляхом вирішення проблеми енергозаощадження під час бігування картону є вибір раціонального бігувального інструменту. Процес продавлювання ліній згину тупими бігувальними лінійками потребує великих зусиль, особливо в роботі з товстими типами картону. Альтернативою бігувальним лінійкам є ролики, профіль ребра яких подібний до профілю бігувальних лінійок. За рахунок того, що площа зони контакту бігувального інструменту з поверхнею картону, в даному випадку суттєво менша, зусилля бігування зменшується (рис.4).

Проте, зменшення лінійного зусилля бігування, за рахунок використання роликподібного інструмента, може привести до зменшення продуктивності агрегата, складності його конструкції та кінематики, а також неможливості реалізації широкого спектру конструкції упаковки. Для одержання відповіді на поставлені запитання потрібно провести поглиблені аналітичні і експериментальні дослідження.

Висновок. З метою енергозаощадження при виготовленні картонних розгорток, процес бігування слід оптимізувати, як найбільш енергозатратний. Основним способом вирішення цього питання є зменшення зусилля при продавлюванні ліній згину шляхом вибору раціонального бігувального інструменту.

Література

1. Регей І І: Енергоощадна технологія і засоби виготовлення розгорток картонного пакування. Монографія / І І:Регей // Українська академія друкарства. – Львів. – 2009. – 176 с.
2. Creasing behaviour of corrugated board. An experimental and numerical approach.,- L.G.J. Gooren,- Technische Universiteit Eindhoven Department Technical Engineering Materials Technology .Eindhoven, February 2006
3. An experimental and computational study of laminated paperboard creasing and folding L.A.A. Beex, R.H.J. Peerlings * Department of Mechanical Engineering, Eindhoven University of Technology, P.O. Box 513, 5600 MB Eindhoven, The Netherlands, 25 August 2009.
4. Арабський Р.С. Штампи для висікання картонних упаковок / Р.С. Арабський, Ю.С. Арабський// Львів. – 1996.–100 с.

УДК 663.

Теличкун В.І., к.т.н.

Теличкун Ю.С., к.т.н.

Десик М.Г., к.т.н.

Губеня О.О., к.т.н.

Кравченко О.І.,

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

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ТА МАТЕРІАЛЬНИХ РЕСУРСІВ В ХЛІБОПЕКАРСЬКІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Вступ. Підвищення ефективності використання енергоресурсів - актуальна міжнародна проблема в сучасних умовах. Важливим є раціональне використання матеріальних ресурсів, в першу чергу сировини, що пов'язано з застосуванням сучасних безвідходних технологій.

Енергозбереження - не самоціль, а засіб зниження матеріальних витрат на виробництво продукції з метою забезпечення конкурентноздатності продукції в умовах різкого зростання цін на енергоносії.

Актуальність теми. Для економіки сучасної України характерна вкрай низька ефективність використання ресурсів. Такий стан справ є наслідком низки причин, зокрема, структури виробничо-технічної бази, орієнтованої на енергоємне обладнання та технології.

В цих умовах набуває особливого значення використання вторинних енергетичних ресурсів (ВЕР) в харчовій промисловості. Це відноситься до теплових ВЕР (фізичної теплоти газів та пари на виході з технологічних агрегатів і основної та побічної продукції).

Матеріали та методи. Предмети досліджень – технологічні процеси виробництва хлібопекарської продукції від тістоприготування до пакування готової продукції, тунельна хлібопекарна піч, дільниця гігротермічної обробки тістових заготовок, витрати енергії на окремі процеси виробництва хліба.

Шляхи збереження енергії на окремих стадіях виробничого процесу визначено на основі аналізу теплового балансу пічного агрегату та окремих його складових.

Результати та обговорення. Підвищення ефективності та продуктивності в хлібопекарській промисловості відбулося шляхом механізації ручних операцій, в результаті на сучасному підприємстві використовується громіздке енергоємне обладнання.

Нами запропоновано комплексне удосконалення всіх стадій хлібопекарського виробництва: приготування тіста, його оброблення, випікання тістових заготовок, охолодження і нарізання готових виробів, а також розроблені відповідні конструкції обладнання. Запропоновані інноваційні рішення дають можливість зменшити тривалість виробництва, втрати сировини, металоємність та кількість обладнання, кількість і сумарну потужність встановлених електродвигунів, що призведе до зменшення витрат електричної енергії, скорочення витрат теплової енергії за рахунок регенерації пари на випікання.

В розробленій конструкції змішувально-бродильно-формуального агрегату поєднуються операції змішування тіста, бродіння під тиском в закритій камері та формування екструдуваним розрихлених тістових заготовок.

Найбільші витрати енергії на хлібопекарських підприємствах на випікання хліба та утворення пари на зволоження пекарної камери.

Хлібопекарські печі є головним обладнанням хлібозаводу, власне робота печей визначає не тільки асортимент та якість продукції, але значною мірою впливає на економічні показники підприємства. Аналіз теплового балансу хлібопекарських печей показує, що, найбільші втрати теплоти - з відхідними газами - 38%, а також з паром на гігротермічне оброблення тістових заготовок - 35% (тобто більше 70%). Необхідно врахувати, що корисно використовується близько 15 % теплоти на прогрівання та утворення м'якушки та скоринки хліба, 10-12% - втрати на упікання.

Проведений аналіз показує, що зусилля мають бути спрямовані на зменшення втрат теплоти з відхідними газами та паром на зволоження.

Якщо тепло відхідних газів частково використовується шляхом встановлення теплоутилізаторів, то вторинні енергетичні потенціали інших складових теплового балансу практично не використовується.

З метою зменшення витрат енергії на отримання пари для зволоження тістових заготовок нами запропонована схема регенерації пари (рис.1).

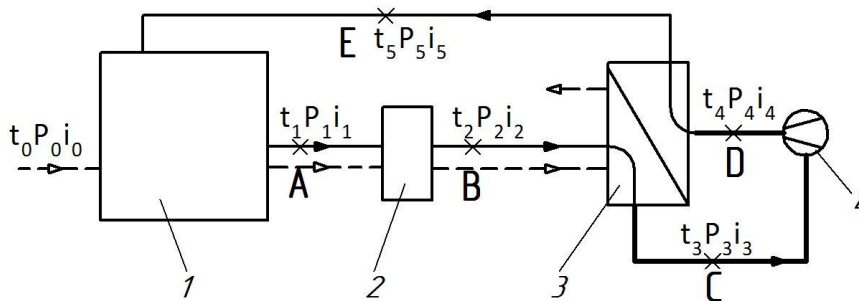


Рисунок 1 - Принципова схема регенерації пари в пекарній камері:

1 – піч; 2 – термонасос; 3 – теплообмінник; 4 - дросель.

Пароповітряна суміш, яка викидається із печі і складається із пари, що подається на зволоження, парів упікання та вентиляційного повітря стискається компресором та подається в міжтрубний простір теплообмінника, де пара конденсується. Конденсат пропускається через дросельний вентиль, тиск зменшується до атмосферного, після чого подається в трубки теплообмінника, де випаровується за рахунок теплоти конденсації пари з пароповітряної суміші, що надходить з термокомпресора. Отримана пара подається в піч на зволоження середовища пекарної камери. Попередні розрахунки показують, що витрати енергії на роботу компресора складають близько 30% витрат енергії на утворення пари. Запропонована схема регенерації пари дозволяє виключити паровий котел як джерело пари.

Після випікання готові хлібобулочні вироби підлягають охолодженню, нарізанню та пакуванню. Охолодження продукції перед нарізанням є тривалим процесом, який відбувається в умовах природного охолодження і вимагає застосування ручної праці або використання громіздких шаф (кулерів).

Запропоновано охолоджувати хліб в потоці в умовах розрідження, що дозволяє миттєво зменшити температуру до 50°C, та скоротити тривалість фінішних операцій, уникнути застосування громіздкого охолоджувального обладнання [1].

Висновок. Запропоновані інноваційні технології та обладнання знизили матеріальні та енергетичні витрати виробництва хліба, значного скоротили тривалість виробничих процесів зі збереженням якості готової продукції.

Література

1. Telichkun Yu., Telichkun V., Desik M., Kravchenko O., Marchenko A., Birca A., Stefanov S. (2013), Perspective direction of complex improvement of rusk wares, *Journal of food and packaging Science, Technique and Technologies*, 2(2), pp. 67-70.
2. Кравченко А., Кудинова А., Игорь Литовченко, Теличкун Ю., Губеня А., Теличкун В. (2013), Моделирование процесса замеса дрожжевого теста в тестомесильной машине непрерывного действия, University of Ruse "Angel Kanchev". Proceedings, 52, Book 10.2, pp. 129-134
3. Германчук А., Теличкун В., Теличкун Ю., Десик М. (2012) Исследование тепло-массообменных процессов в камере гигротермической обработки тестовых заготовок, Научни трудове на Русенския Университет, 51, pp.44-48.

УДК 664.6.

Теличкун Ю.С., к.т.н.

Теличкун В.І., к.т.н.

Кравченко О.І.,

Рачок В.В.

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

ВПРОВАДЖЕННЯ ІНОВАЦІЙНИХ СПОСОБІВ ВИРОБНИЦТВА ХЛІБОПЕКАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ - ШЛЯХ ДО ЕКОНОМІЇ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ТА МАТЕРІАЛЬНИХ РЕСУРСІВ

Вступ. Хлібопекарська промисловість є однією з перших за витратами енергетичних та матеріальних ресурсів на проведення технологічних операцій. Виробництво хлібопекарської продукції пов'язане зі значними витратами часу від початку до закінчення технологічного циклу. Впровадження нових прискорених технологій дозволяє спростити технологічний процес виробництва продукції, забезпечити економію енергетичних та матеріальних ресурсів.

Актуальність теми. Однак, використання існуючого обладнання не дозволяє отримати максимальний ефект. Оскільки в промисловості відсутні тістомісильні машини безперервної дії для інтенсивного замішування тіста перехід на прискорені способи тістоготування призводить до заміни безперервного потокового виробництва на періодичне ведення процесу замішування, бродіння тіста та впровадження більш сучасних тістомісильних машин інтенсивної дії. Прискорені способи тістоготування дають можливість зменшити тривалість бродіння та збільшити вихід хліба.

Широке впровадження хлібопекарських підприємств малої потужності дало поштовх до вдосконалення та пропозицій на ринку тістомісильних машин періодичної дії з інтенсивним замішуванням. Їх використання за традиційного способу виробництва є не завжди доцільним, оскільки вони використовуються як тихохідні машини. Характеристики якості борошна за традиційного способу приготування тіста не дозволяють застосовувати інтенсивне замішування тіста. Якість роботи тістомісильних машин визначається показниками якості готових виробів.

Потребують нових інноваційних рішень і подальші стадії технологічного процесу хлібопекарського виробництва.

Матеріали та методи. Нами проведено теоретичні та експериментальні дослідження процесів замішування пшеничного тіста, визначено оптимальні режими інтенсивного механічного впливу на тістову масу під час замішування та зміну структурно-механічних властивостей тіста та його поведінки на подальших стадіях технологічного процесу в залежності від витрат питомої роботи. Оптимальні параметри процесу замішування визначали в залежності від якісних показників готової продукції.

Виявлені закономірності процесів формування пористості тістових заготовок та готових виробів під час дослідження процесів оброблення тіста дозволили запропонувати принципово новий спосіб розрихлення тістових заготовок в динамічних умовах та використати процес екструзії для їх формування. Екструдкування - ефективний спосіб формування, який забезпечує безперервність, поточність, безвідходність виробництва, зменшення матеріальних втрат.

Під час дослідження процесів для узагальнення отриманих результатів використовували і методи комп'ютерного моделювання.

Результати та обговорення. Проведені комплексні дослідження всіх стадій технологічного процесу дозволили запропонувати спосіб виробництва виробів із дріжджового тіста, який включає прискорене тістоготування та розрихлення тістових заготовок в динамічних умовах з одночасним їх формуванням екструдкуванням безпосередньо на під печі. Нами запропонована конструкція змішувально-бродильно-

формувального агрегату для здійснення запропонованого способу виробництва. Конструкція робочих органів агрегату забезпечує інтенсивне замішування тіста, його короткотермінове дозрівання та бродіння з метою накопичення газоподібних продуктів бродіння для розрихлення тістових заготовок під час формування екструдуюнням на під печі.

Запропонований спосіб виробництва та агрегат - це інноваційне сучасне вирішення машино-апаратного оформлення технологічного процесу хлібопекарського виробництва.

Порівняльний аналіз традиційного та запропонованого способів виробництва та обладнання представлено на рис.1, який дає можливість оцінити ефективність його використання .

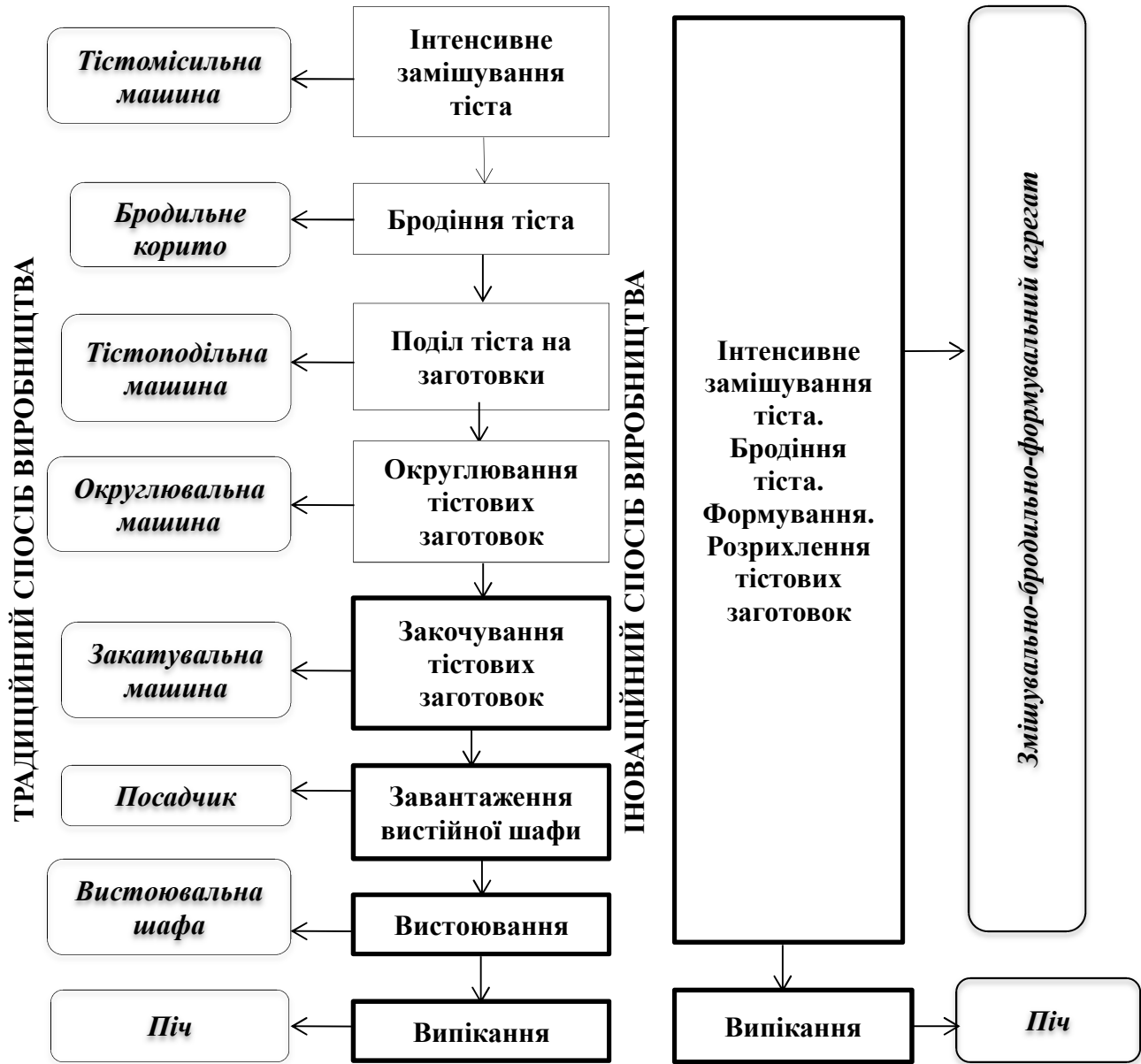


Рисунок 1 - Порівняльний аналіз традиційного та запропонованого способів виробництва хлібопекарської продукції і технологічного обладнання, яке використовується.

Завдяки використанню змішувально-бродильно-формувального агрегату поєднуються операції замішування тіста, формування та розрихлення тістових заготовок в одному агрегаті, спрощується стадія формування тістових заготовок, замість двох операцій округлення і заочування в агрегаті здійснюється одна - екструдуюння. Крім того, для покращення якості оброблення тістових заготовок між операціями округлювання та

закочування застосовують попереднє вистоювання зі встановленням шафи для попереднього вистоювання. Розрихлення тістових заготовок перед випіканням, що за традиційного способу виробництва здійснюється шляхом вистоювання окремих тістових заготовок в вистійній шафі. В запропонованому варіанті розрихлення заготовок здійснюється на виході із формувального каналу за рахунок продуктів бродіння всієї тістової маси в камері агрегату.

Встановлення розробленої конструкції змішувально-бродильно-формувального агрегату дозволяє значно спростити машино-апаратурну схему виключити цілий ряд різноманітного обладнання: бродильне корито, тістоподільна машина, округлювальна машина, шафа попереднього вистоювання, заковувальна машина, посадчик, вистоювальна шафа, крім того, ряд транспортувальних транспортерів від однієї машини до іншої. Загальна встановлена потужність електродвигунів на даному обладнанні складає 13-15кВт. Потужність електродвигуна на тістомісильній машині інтенсивної дії аналогічна в обох варіантах. Транспортування та екструдкування тістової маси в запропонованій конструкції здійснюється за рахунок природної енергії бродіння тістової маси, підвищення тиску в закритій камері бродіння.

Економія матеріальних ресурсів досягається перш за все за рахунок використання прискореного способу тістоготування, значного зменшення тривалості бродіння напівфабрикатів, зменшення втрат та кожній одиниці обладнання та за рахунок зменшення втрат газоподібних продуктів бродіння, які накопичуються для розрихлення тістової заготовки і зменшення до 50% тривалості бродіння в порівнянні з традиційним способом виробництва.

Крім того, формування екструдкуванням забезпечує безвідходність виробництва, особливо це стосується втрат у вигляді скоринок та інших відходів під час виробництва сухарних виробів.

Висновок. Впровадження запропонованого способу виробництва та розробленої конструкції змішувально-бродильно-формувального агрегату дозволяє значно скоротити технологічний процес виробництва хлібопекарської продукції, спростити машино-апаратурну схему, зменшити кількість технологічного обладнання в лінії, зменшити капіталовкладення на приміщення в зв'язку зі зменшенням вдвічі виробничих площ, які займає лінія. Крім того, досягається значна економія енергоресурсів за рахунок встановленої потужності електродвигунів, збільшується вихід продукції за рахунок зменшення втрат на стадіях замішування, бродіння та оброблення тіста.

Запропоноване інноваційне рішення є актуальним для хлібопекарської промисловості на сучасному етапі.

Література.

4. Perspective direction of complex improvement of rusk wares / Yu. Telichkun, V. Telichkun, M. Desik and other // *Journal of Food and Packaging Science, Technique and Technologies*. – 2013. – №2. – Pp. 67-70.
5. 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.
6. G.M. Owolabi, M.N. Bassim, J.H. Page, M.G. Scanlon. The influence of specific mechanical energy on the ultrasonic characteristics of extruded dough / *Journal of Food Engineering* Vol. 86, 2008, Pp. 202–206.
7. Yu. Telichkun, V. Telichkun, M. Desik, O. Kravchenko, A. Marchenko, A. Birca, S. Stefanov (2013), Perspective direction of complex improvement of rusk wares, *Journal of food and packaging Science, Technique and Technologies*, 2(2), pp. 67-70.
8. Кравченко А., Кудинова А., Игорь Литовченко, Теличкун Ю., Губеня А., Теличкун В. (2013), Моделирование процесса замеса дрожжевого теста в тестомесильной машине непрерывного действия, *University of Ruse "Angel Kanchev". Proceedings*, 52, Book 10.2, pp. 129-134

УДК 665.238

Сарибекова Ю.Г., д.т.н.

Куник А.Н., к.т.н.

Семешко О.Я., к.т.н.

Херсонский национальный технический университет (ХНТУ), г. Херсон, Украина

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЖИРА ИЗ ШЕРСТИ

Жир, содержащийся в овечьей шерсти, благодаря специфическим свойствам, является незаменимым сырьем для различных отраслей промышленности [1]. В производстве продуктов питания (кондитерские мучные изделия, конфеты, шоколад, драже, орехи, жевательная резинка) шерстный жир применяют в качестве глазирующего агента и антифламминга [2]. Глазурь придает блеск и приятный внешний вид продукции, играет роль в формировании вкуса. Антифламминги предотвращают пенообразование и делают консистенцию продукта однородной.

Распространено применение ланолина в качестве компонента покрывных смесей для фруктов (апельсины, лимоны, лайм, яблоки, ананасы, персики, груши, дыни, сливы). Подобные смеси придают фруктам приятный и свежий внешний вид, позволяют дольше сохранять привлекательные качества продуктов питания.

В связи с обширной областью применения потребность в шерстном жире постоянно возрастает. В настоящее время практически весь жиропот, из которого можно было бы производить ценный продукт – ланолин, теряется вместе с промывными водами. Кроме того, неочищенная промывная вода наносит вред окружающей среде, порождая экологические проблемы. Поэтому максимальное извлечение шерстного жира из мочечных растворов является актуальной проблемой.

Основным способом получения шерстного жира на существующих фабриках первичной обработки шерсти является центрифугирование мочечных растворов. В среднем количество уловленных жиров при использовании данного метода жиродобычи составляет 60-65%.

Для повышения количества извлекаемого жира из мочечных растворов применяют различные способы предварительного обогащения жиром шерстомойных вод. При этом предусматривается их предварительная обработка на флотационных установках с последующей сепарацией, что сопряжено со значительной себестоимостью процесса извлечения жира.

Инновационным направлением в технологии извлечения шерстного жира является применение высокоэнергетической дискретной обработки (ВДО), под действием которой шерстомойная вода претерпевает химические и структурные превращения, что приводит к изменению свойств составляющих липидосодержащей системы.

В результате применения ВДО на стадии промывки шерстяного волокна мочечные растворы характеризуются высоким содержанием жира и незначительным содержанием твердых загрязнений, что значительно повышает эффективность процесса сепарации и исключает необходимость дополнительной очистки сточных вод на флотационном оборудовании.

Выводы. Для повышения эффективности извлечения шерстного жира в работе предложено применение ВДО на стадии промывки шерстяного волокна. Дальнейшие исследования будут направлены на изучение влияния ВДО, на изменение химических свойств шерстомойной воды и наноструктуры шерстного жира.

Литература

1. Электронный ресурс. Ланолин фармакологический. Косметологам, фармацевтам, ветеринарам. – Режим доступа: <http://lanolin.in.ua/o-lanoline/>.
2. MacWilliam L. Nutri-search comparative guide to nutritional supplements / L. MacWilliam // 5th Professional edition Paperback, 2014. – 128 p. – ISBN 978-0973253863.

СОКРАЩЕНИЕ ЭНЕРГОЕМКИХ ОПЕРАЦИЙ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ПЛОДООВОЩНЫХ ПЮРЕ

Введение. Исследование и разработка технологии плодоовощных пюре с высокими антиоксидантными свойствами, в частности содержащих пищевые жиры или источники животного происхождения, для обогащения фенольными антиоксидантами и защиты жира от окисления, являются актуальными вопросами современной пищевой промышленности.

Материалы и методы. Проведены исследования пяти различных режимов стерилизации при получении плодоовощных пюре: 1) стерилизация пюре в стеклянной таре кипячением в воде 30 мин; 2) стерилизация пюре в трубчатом теплообменнике при 113 °С 60 мин; 3) стерилизация пюре при 120 °С 20 мин; 4) стерилизация пюре при 130 °С 5 мин; 5) стерилизация пюре СВЧ-энергией с частотой 2450 МГц при мощности 700 Вт и температуре 90 °С 2 мин. При этом изучалось влияние температурной обработки на химический состав, физико-химические и антиоксидантные свойства получаемых пюре.

Результаты и обсуждение. Наилучшим режимом, обеспечивающим сохранение высокого уровня природных антиоксидантов в плодоовощных пюре, является стерилизация СВЧ-энергией в течение 2 мин при указанных характеристиках мощности.

В соответствии с полученными режимами стерилизации была подобрана технологическая линия по производству пюре с повышенными антиоксидантными свойствами, основной отличительной особенностью которой является стерилизация упакованного пюре токами сверхвысокой частоты (СВЧ). Промышленная микроволновая установка WSZ (Фирма Jiangsu Yutong Drying Equipment Co.,Ltd) – это туннельный тип стерилизаторов. Достоинством микроволновой установки является сокращение времени тепловой обработки за счет прямого нагрева продукта и уничтожения микроорганизмов не за счет конвективного нагревания, а за счет действия токов СВЧ. Процесс стерилизации упакованного яблочного пюре длится 2 минуты при температуре стерилизации в камере 90 °С. При этом обеспечиваются небольшое занимаемое пространство, мгновенная скорость нагревания, ровная передача тепла, хорошая маневренность и управляемость, простота в управлении, энергосберегаемость и низкие затраты.

Выход пюре яблочного по данной технологии составляет 80 %.

Исследования проведены на кафедре «Технология пищевых производств и парфюмерно-косметических продуктов» Самарского государственного технического университета.

Литература

1. Борисова, А.В. Влияние технологических режимов на антиоксидантную активность яблочного пюре / А.В. Борисова, Н.В. Макарова // Пищевая промышленность. – 2012. – №7. – С. 43-45.
2. Борисова, А.В. Оценка антиоксидантной активности пряных трав и лука / А.В. Борисова, Н.В. Макарова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2013. - №8. – С. 32-35.
3. Борисова, А.В. Специи как антиоксидантная добавка к пищевым продуктам / А.В. Борисова, Н.В. Макарова // Пищевая промышленность. – 2013. - №10. – С. 82-83.
4. Макарова, Н.В. Влияние степени созревания на химический состав и антиоксидантную активность фруктов и овощей [Текст] / Н.В. Макарова, А.В. Борисова, Д.Ф. Валиулина, А.Д. Стрюкова, М.И. Антипенко // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2014. – №2. – С. 18-21.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ, ВЫРАЩЕННОЙ В БЕЛАРУСИ

Кукуруза – одна из самых распространенных и ценных зернофуражных культур в мировом земледелии. Среди семейства злаковых по универсальности использования эта культура не имеет себе равных. Ее высокая потенциальная продуктивность, способность активно извлекать питательные вещества из почвы и резко увеличивать урожайность при внесении удобрений даже на водопроницаемых и аэрированных почвах привлекли к ней внимание сельскохозяйственных предприятий Беларуси. Однако почти все зерно кукурузы, выращиваемое на территории Республики Беларусь, используется на фуражные цели. Для производства крупы или муки необходимо закупать сырье за рубежом, с экономической точки зрения это невыгодно, поэтому актуальным является внедрение в производство собственных высокопродуктивных гибридов кукурузы для пищевых целей. В связи с этим в последние годы проводилась большая работа селекционерами страны по получению, сортоиспытанию и районированию современных гибридов кукурузы. Оценка их технологических свойств не проводилась, поэтому исследование гибридов кукурузы белорусской селекции с целью их дальнейшего использования для переработки в муку и крупу является актуальным.

Для изучения были взяты десять образцов зерна кукурузы гибридов F1 белорусской селекции. Гибриды различались по конструкции (простые и сложные) и по консистенции зерна (кремнистые, зубовидные и кремнисто-зубовидные). Оценивались физико-химические и технологические свойства, гранулометрический состав и анатомическое строение зерна, использовались стандартные и общепринятые методики.

Установлено, что образцы исследуемой кукурузы Полесский 195 СВ, Полесский 107 и Полесский 105 характеризуются высоким содержанием эндосперма, выравненным по размерам зерном. По комплексу физико-химических свойств перспективными гибридами кукурузы для переработки в муку или крупу являются Полесский 195СВ и Полесский 109, так как они обладают наибольшими значениями таких показателей, как натура, масса 1000 зерен, плотность, объем зерновки.

Кремнистость зерна, характеризующая консистенцию эндосперма, различна и изменяется от 19,7% до 110,4%, из зерна с большей кремнистостью возможно получить больший выход продукции лучшего качества. Поэтому по показателю кремнистости наиболее перспективны для переработки в крупу или муку такие гибриды как Полесский 195СВ, Полесский 107, Полесский 185, Полесский 212СВ.

При оценке технологических свойств зерна в ходе переработки его в муку тонкого помола установлено, что гибриды Полесский 109, Полесский 195СВ и Полесский 212СВ характеризуются самым высоким выходом муки тонкого помола, наименьший выход муки получается у гибрида Полесский 101СВ. Из образцов Полесский 105 и Полесский 103 нельзя получить муку стандартного качества, полученное значение зольности муки превышает требования ГОСТ 14176-69 к кукурузной муке тонкого помола, что свидетельствует о повышенном содержании оболочечных частиц.

Вывод. Таким образом, по комплексу физико-химических и технологических свойств можно рекомендовать гибриды кукурузы Полесский 195 СВ, Полесский 109, Полесский 212 СВ для выращивания на зерно, с целью дальнейшей переработки в крупу и муку, а такие гибриды как Полесский 105 и Полесский 103 не рекомендуется использовать для переработки в мукомольно-крупяной промышленности.

Литература

Цедік літэратура: Timmer C.P. (2014), Encyclopedia of Agriculture and Food Systems, Elsevier, pp. 324-337

УДК 664:339.5

Шамцян М., к.т.н, доцент, **Колесников Б.**

Санкт-Петербургский государственный технологический институт, Россия

Яцко Ю., д-р., *Институт микробиологии и биотехнологии Академии наук Молдовы, г. Кишинёв, Молдова*

Бирка А., д-р., профессор, *Технический университет Молдовы, г. Кишинев, Молдова*

Гачеу Л., д-р., профессор, *Университет Трансильвании, г. Брашов, Румыния*

Тица О., д-р., профессор, *Университет лучиан Блага, г. Сибиу, Румыния*

Мнерие Д., д-р., професор, *Университет Иоанн Славич, г. Тимишоара, Румыния*

Цуку Д., д-р., профессор, *Политехнический университет Тимишоары, Румыния*

Стефанов С., д-р., профессор, *Университет пищевых технологий, Пловдив, Болгария*

Дамянова С., д-р., профессор, *Русенский Университет «Ангел Канчев», Болгария*

ИЗУЧЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ПИЩЕВОГО ЭТИКЕТИРОВАНИЯ В РОССИИ

Современные стратегии относительно здорового питания, лишнего веса и проблем со здоровьем предусматривают необходимость для потребителя иметь доступ к чёткой, последовательной и адекватной, доказанной информации при покупке пищевых продуктов. Специалисты в отрасли здравоохранения акцентируют внимание на навыках правильного питания, о формировании культуры питания и поддержания здорового образа жизни. Это связано с наличием информации о питательной ценности продукта, его пользе или вреде для здоровья.

В рамках выполнения проекта NUTRILAB программы IRSES 7-й рамочной программы ЕС, коллегами из Болгарии, Молдовы, России и Румынии было изучено законодательство «Таможенного Союза» России, Казахстана и Белоруссии (ТС) и проведено его сопоставление с соответствующим законодательством ЕС. Учитывая, что при разработке технических регламентов ТС, ставилась задача гармонизации законодательства с законодательствами ведущих партнеров, и в первую очередь – ЕС, и во многих случаях нормативы ЕС брались за основу, то различия в законодательстве не очень существенны.

Разногласия в законодательствах государств Европейского Союза, Украины, Молдовы и Таможенного союза создают для производителей значительные проблемы при экспортировании продукции, снижают конкурентоспособность, лишают потребителя привычной для него продукции. Эти вопросы обострились в последние годы в связи с принятием в наших странах новых регламентов по маркировке пищевых продуктов.

С целью проследить выполнения производителями пищевой продукции требований законодательства по этикетированию участниками проекта было собрано и детально проанализировано несколько тысяч этикеток пищевой продукции выпущенной в различных областях России. Изучалось правильность этикетирования молочной, хлебобулочной, мясной, рыбной, колбасной кондитерской кондитерской продукции и консерв. В результате анализа более 2000 различных образцов было выявлено, что подавляющее большинство из них (84.5%) по всем критериям соответствует требованиям законодательства. Среди наиболее часто встречаемых нарушений – неуказание специальных условий хранения продукта (2.5%), отсутствие срока годности (2%) и отсутствие информации об энергетической ценности продукта (1.7%). Общая работа над проектом позволила активизировать академическую мобильность среди учёных наших стран, поднять на более высокий уровень сотрудничество между университетами, организовать обмен научной и учебной информацией. Несомненно, результаты коллективной работы будут полезны и для навыков культуры питания потребителя, и для престижа наших университетов в мире, и для производителей пищевой продукции.

Исследования выполнялись в рамках и при финансовой поддержке проекта: FP7-PEOPLE-2012-IRSES № 318946 - NUTRILAB - “NUTritional LABELing Study in Black Sea Region Countries”.

УДК 637.5

Іванов С.В., д.х.н., професор

Пасічний В.М., д.т.н., професор

Олішевський В.В., к.т.н.

Маринін А.І., к.т.н.

Желуденко Ю.В., аспірант

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

ПЕРСПЕКТИВНІ ЕЛЕМЕНТИ АКТИВНОГО ПАКУВАННЯ

Сучасний стан харчової промисловості та напрямки розвитку харчових технологій спрямовані на підвищення якості харчових продуктів та гармонізації заходів щодо збереження продуктів з врахуванням показників безпечності харчових продуктів.

Вітчизняні та закордонні дослідники плідно працюють в напрямку розробки сучасних технологій пакування. Загальні напрямки досліджень можна класифікувати наступним чином:

- включення антимікробних речовин у сашети, з яких вивільняються леткі біологічно активні речовини протягом зберігання;
- пряме включення антимікробних агентів у пакувальну плівку;
- покриття пакування з матрицею, яка поводить себе як носій для антимікробного агенту і може вивільняти антимікробні агенти на поверхню продукту.

Антимікробні агенти можуть вивільнятися шляхом випаровування у вільному просторі упаковки (леткі сполуки) або мігрувати у продукт шляхом дифузії (нелеткі сполуки). Ця система більш ефективна порівняно з прямим застосування антимікробних агентів на поверхні м'яса, оскільки сповільнює міграцію агентів з поверхні і таким чином сприяє збереженню високих концентрацій, там де це необхідно.

Крім використання антимікробних пакувальних матеріалів або антимікробних вкладок у вільний простір упаковки, використовують газоподібні агенти для пригнічення росту мікроорганізмів. Зазвичай використовують двоокис вуглецю, випаровувач етанолу і двоокис сірки.

Високий рівень кисню в упаковці продуктів може сприяти мікробному росту, і хоча продукти чутливі до впливу кисню можна упакувати у вакуум або модифіковане газове середовище (МАР), така технологія не завжди полегшує повне видалення кисню.

Поглиначі кисню можна застосовувати для видалення залишків O_2 після пакування у вакуум або МАР. Більш того, така система може поглинати O_2 , що проникає через пакувальну плівку. Поглиначі O_2 також допомагають уникнути фотоокиснення, особливо для нарізаних делікатесних продуктів.

Паралельно з поглиначами кисню через потенціальний розвиток мікрофлори зростає увага до генераторів CO_2 , які подовжують термін придатності м'ясних продуктів.

Для консервування м'яса генератори CO_2 застосовують головним чином через їхню інгібуючу здатність проти ряду аеробних бактерій та плісняви. Серед кисню, CO_2 і N_2 , які найбільш часто використовують у МАР системах, CO_2 єдиний газ з прямим антимікробним впливом, що призводить до збільшення лаг-фази і часу генерації протягом логарифмічної фази росту.

Альтернативою сашетам з газовими генераторами є включення поглиначів у структуру упаковки.

Marcos et al. досліджували здатність ентероцину, що вироблений *Enterococcus faecium*, контролювати ріст *L. monocytogenes* у готовій шинці [1]. Бактеріоцин був включений у біоплівки на основі альгілату, зеїну або полівінілового спирту. Автори встановили, що вакуумне пакування у плівки на основі альгілату, що містить $2000 AU/cm^2$ ентероцину, є дуже ефективним протягом зберігання при $6^\circ C$. Більшого зменшення кількості патогенів у готовій шинці можна досягнути поєднанням двох технологій. Наприклад, у іншому

дослідженні ці автори встановили, що при поєднанні такого типу антимікробного пакування з обробкою високим тиском можна досягнути зменшення рівня забруднення протягом 60 діб зберігання при 6 °C [2].

Цікавим є включення ефірних олій до складу їстівних плівок. Seydim and Sarikus продемонстрували, що олії орегано і часнику були ефективними у плівках на основі білку молочної сироватки проти *S. aureus*, *S. enteritidis*, *L. monocytogenes*, *E. coli* та *Lactobacillus plantarum* [3].

Найбільш дослідженими серед хімічних антимікробних препаратів є різноманітні органічні кислоти, через їхню ефективність та рентабельність. Ouattara et al. оцінили можливість використання оцтової або пропіонової кислот, що включені у матрицю хітозану, яка була розроблена так, щоб повільно вивільняти бактеріальний інгібітор. Сповільнився або був повністю пригнічений ріст *Enterobacteriaceae* і *Serratia liquefaciens* внаслідок застосування плівки [4].

Альтернативою хімічним консервантам є антимікробні агенти, які вивільняються шляхом випаровування з поверхні пакування у вільному просторі упаковки, що можна досягнути використанням летких ефірних олій. Використання ефірних олій в активному пакуванні може бути дуже важливим, не зважаючи на те, що їхнє практичне застосування обмежене через смакові критерії. Skandamis and Nychas оцінили ефективність використання летких компонентів ефірних олій у поєднанні з MAP [5]. Леткі компоненти ефірної олій впливали на метаболічну активність та ріст мікроорганізмів м'яса, що зберігалося у модифікованому газовому середовищі. Проте, інгібування відбувалося у меншій мірі у порівнянні з зразком, де ефірна олія знаходилася безпосередньо на поверхні м'яса.

Іншою можливістю є включення антимікробних компонентів у їстівні покриття. Вибір включених активних агентів обмежений їстівними речовинами, оскільки їх споживають разом з їжею. Вище вказані плівки на основі хітозану, незалежно від того, чи пов'язані вони з іншими біоактивними речовинами, чи ні, також можна включити у цю концепцію пакування.

Yingyuad et al. дослідили вплив хітозанового покриття та вакуумного пакування на якість та термін придатності смаженої свинини протягом охолодженого зберігання [6]. Автори показали значний вплив хітозанового покриття на загальну кількість мікроорганізмів порівняно з продуктом без покриття, що забезпечує цікаву активну систему у поєднанні з вакуумним пакуванням.

Отримані результати потребують більш глибокого дослідження у напрямку систем з комплексним складом рецептур з високою часткою заміни м'ясної сировини.

Література

1. Marcos, B., Aymerich, T., Monfort, J. M., & Garriga, M. Use of antimicrobial biodegradable packaging to control *Listeria monocytogenes* during storage of cooked ham // *International Journal of Food Microbiology*, - 2007. - №120. – P. 152-158.
2. Marcos, B., Aymerich, T., Monfort, J. M., & Garriga, M. High pressure processing and antimicrobial biodegradable packaging to control *Listeria monocytogenes* during storage of cooked ham // *Food Microbiology*, - 2008. - №25. – P. 177-182.
3. Seydim AC, Sarikus G. Antimicrobial activity of whey protein based edible films incorporated with oregano, rosemary and garlic essential oils // *Food Research International*, - 2006. - №39. – P. 639–644.
4. Ouattara, B., Simard, R.E., Pielt, G., Ber gin, A., Holley, R.A. Inhibition of surface spoilage bacteria in processed meats by application of antimicrobial films prepared with chitosan // *International Journal of Food Microbiology*, - 2000. - №62(1-2). – P. 139-148.
5. Skandamis, P. N., & Nychas, G. J. E. Preservation of fresh meat with active and modified atmosphere packaging conditions // *International Journal of Food Microbiology*, - 2002. - №79. – P. 35-45.
6. Yingyuad, S., Ruamsin, S., Leekprokok, T., Douglas, S., Pongamphai, S., & Siripatrawan, U. Effect of chitosan coating and vacuum packaging on the quality of refrigerated grilled pork // *Packaging Technology and Science*, - 2006. - №19. – P. 149-157.

ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ МАШИН ДЛЯ ТОНКОГО ПОДРІБНЕННЯ М'ЯСНОЇ СИРОВИНИ: СУЧАСНИЙ СТАН ТА ШЛЯХИ ОПТИМІЗАЦІЇ

Виходячи з наявного на сьогодні скрутного положення з енергоресурсами, які наша країна у значній мірі одержує по імпорту, актуальним завданням є зменшення загальної енергоемності вітчизняної економіки на 40 %. Зокрема, у м'ясній промисловості передбачається проведення добровільного енергетичного аудиту з метою визначання класу енергоспоживання та формулювання пропозицій з підвищення енергоефективності виробництв [1].

Значна доля енергії, що в цілому витрачається на виробництво м'ясних продуктів, припадає на різноманітні операції з розділення м'ясної сировини та подрібнення різних біологічних об'єктів та харчових мас тваринного походження, зокрема з тонкого подрібнення фаршевих мас у ковбасному виробництві. Відомо, що на сучасних м'ясопереробних підприємствах, де для термічної обробки продукції не застосовують електронагрівання, на приведення в дію машин тонкого подрібнення витрачають значну частину (рис. 1) всієї споживаної електроенергії – зазначає Becker [2].

В цілому, відомості щодо питомого енергоспоживання обладнання для тонкого подрібнення м'ясної сировини у фахових джерелах зустрічаються досить рідко. Так, Горбатовим та ін. у [3] наведено результати визначення питомого енергоспоживання емульситаторів

різних типів. Для різних моделей пристроїв "Karl Schnell" типу "ніж-решітка" цей показник мав наступні значення: F-75 – 20,1 кВт·год./т; FN-75 – 20,0 кВт·год./т, F-46 – 12,5 кВт·год./т. Для пристроїв "Stephan" роторного типу питоме енергоспоживання сягало моделей та відповідно 4,47 кВт·год./т (модель MC-30) та 5,4 кВт·год./т (модель MC-12). За відомостями білоруських дослідників [4, 5], для чашкового кутера зазначений показник сягав 20,1 кВт·год./т; 16,5 кВт·год./т; 17 кВт·год./т та 20,4 кВт·год./т для різних типів кутерних ножів.

Під час досліджень процесів подрібнення м'ясної сировини на вовчках та кутерах виявлено важливі факти та закономірності, які, за певних застережень, можна використати при визначенні питомих енерговитрат при тонкому подрібненні і на таких машинах тонкого подрібнення м'ясної сировини, як емульситатори роторного типу. За відомостями Бабіна [6], у випадку подрібнення на вовчку за тих самих умов заміна решітки з отворами \varnothing 3 мм на решітку з отворами \varnothing 2 мм призводить до зменшення продуктивності машини на 50 %, тобто основна енергія при роботі на вовчку витрачається на проштовхування м'яса крізь решітку. Пелєєв та Клименко зазначають [7], що при механічній обробці м'яса втрати на тертя по різальному інструменту складають від 20 до 70 % від загальної кількості витраченої енергії. За відомостями Дуба [8], при подрібненні на вовчках найбільш енергоемними є процеси різання продукту та його транспортування, їх сумарний питомий вміст при подрібненні більшості видів харчової сировини складає від 55 % до 80 %. Нааск [9] навів важливий для

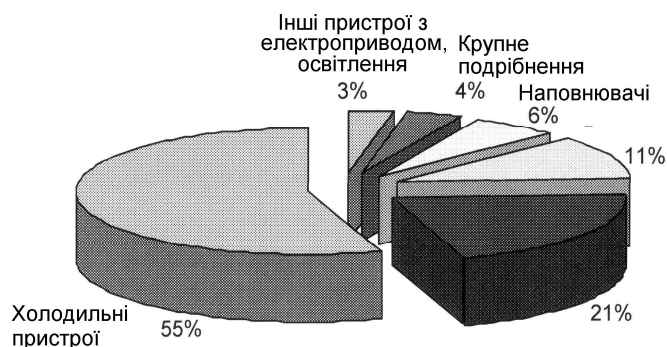


Рисунок 1 - Структура витрат електроенергії на сучасному м'ясопереробному підприємстві, де для термічної обробки продукції не застосовують електронагрівання

розуміння характеру енерговитрат при тонкому подрібненні на двоступеневому емульсаторі графік зміни в часі споживаної потужності кутера – рис. 2: приблизно до 100 с триває крупне подрібнення фаршу, від 100 до 220 с – тонке подрібнення.

Виконаний аналіз дозволяє конкретизувати можливі напрямки зменшення абсолютних і питомих енерговитрат у процесі тонкого подрібнення м'ясних фаршевих мас. Найбільш вагомим чинником щодо можливості зменшення зазначе-

них енерговитрат є вдосконалення конструкцій обладнання для реалізації процесу тонкого подрібнення – кутерів з чашею, що обертається, кутерів з нерухомою чашею, емульсаторів різної конструкції, колоїдних млинів та ін. Причому вимоги до конструкції стосуються не лише форми робочих органів подрібнення, матеріалу, з якого ці органи виготовляють, а також їх технічного стану (ступеня загострення та ін.). Важливими є також форма та взаємне розташування інших конструктивних елементів машини, оскільки значні витрати енергії припадають, як зазначає проф. Heidtmann [10], на тертя оброблюваної маси їхніми поверхнями, нагрівання цих поверхонь тощо. Іншим суттєвим резервом зменшення енергоспоживання машин тонкого подрібнення м'ясної сировини є раціоналізація роботи їх механічних приводів з широким використанням сучасних систем автоматичного керування на базі процесорів і комп'ютерів, а також перетворювачів частоти, які дозволяють обирати належні енергоощадні режими обробки сировини. Також ефективним може виявитися шлях зменшення енерговитрат через призначення продуманих технологічних режимів оброблення сировини. Наприклад, на практиці показав свою ефективність двохстадійний спосіб тонкого подрібнення – короткотермінова обробка на кутері супроводжується обробкою фаршу на емульсаторі, що без шкоди для якості продукту дозволяє значно скоротити питомі енерговитрати порівняно із зазвичай практикованим тривалим одностадійним кутеруванням.

Висновок Оскільки процес подрібнення м'ясної сировини обумовлений витратами енергії на утворення пружних і пластичних деформацій, а також на подолання молекулярних сил зчеплення, для зменшення сумарних витрат енергії доцільно визначитися з максимальним ступенем подрібнення, якого вимагає застосована технологія, оскільки необґрунтоване збільшення дисперсності фаршевої системи призводить до додаткових витрат енергії. Слід подбати про зменшення кількості циклів деформації часток, а також про зменшення енерговитрат на перемішування, тертя різальних органів по фаршу, збільшення їх зносостійкості, забезпечуючи водночас належні технологічні, структурно-механічні та органолептичні властивості тонкоподрібнених фаршевих мас та виготовлених м'ясних фаршевих продуктів.

Література

1. Корж, А. Энергоэффективные технологии – основа модернизации мясного бизнеса / А. Корж, Е. Н. Максимова // Мясной Бизнес. – 2014. – № 7(135). – С. 46-48.

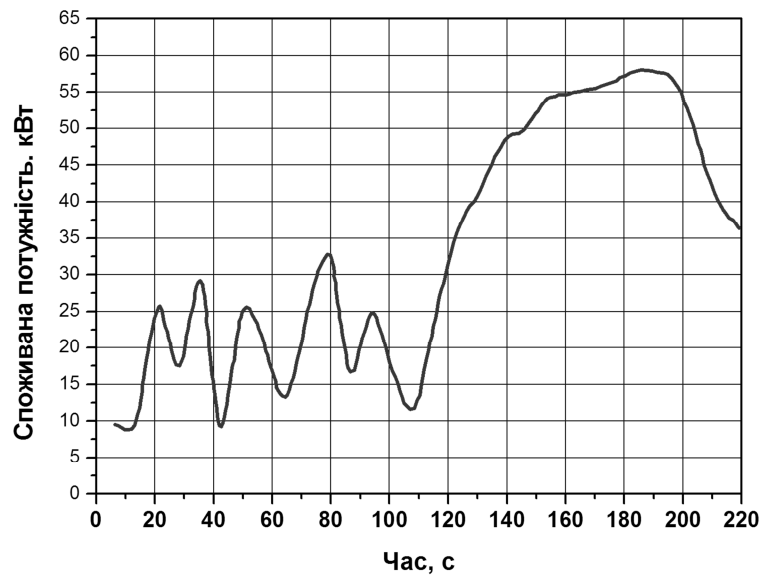


Рисунок 2 – Зміна у часі енерговитрат на процес кутерування

2. Becker, M. Energieeffizienz in der Kälte- und Klimatechnik durch adäquaten Einsatz von Automatisierungstechnik / M. Becker // Vortrag DKV-Bezirksverein Stuttgart, Sindelfingen. – 2006 – S. 1-57.

3. Горбатов, В. М. Сравнительные испытания работы машин для тонкого измельчения мясопродуктов и шприцевания фарша в оболочку / В. М. Горбатов, П. С. Гноевой, Н. Ф. Генералов. Труды ВНИИМП. – 1968. – Выпуск XXI. Технологические, физико-химические и биологические исследования мяса и мясопродуктов. Под ред. В.М. Горбатова – М.: ВНИИМП, С. 162 – 177.

4. Груданов, В. Я. Теоретические и экспериментальные исследования процесса куттерования мясного сырья и разработка новых конструкций куттерных ножей / В. Я. Груданов, А. А. Бренч, С. В. Акуленко // К 30-летию Могилевского государственного университета продовольствия. – Могилев: Могилевский государственный университет продовольствия. – 2003.– С. 173-177.

5. Желудков, А. Л. Разработка новых конструкций ножей и выбор оптимальных режимов куттерования мясного сырья / А. Л. Желудков, А.А. Бренч // Сборник тезисов докладов X Республиканской научной конференции студентов и аспирантов вузов Республики Беларусь “НИРС-2005”. В трех частях. Часть 3. С. 115, 116.

6. Бабин, Г. В. Колбасное производство / Г. В. Бабин. – М., Л.: Пищепромиздат, 1936. – 122 с. (Технический минимум).

7. Пелеев, А. И. К теории машинной обработки мяса. Исследование процесса трения скольжения мяса по стали / А. И. Пелеев, М. Н. Клименко // Мясная индустрия СССР. – 1966. – № 5. – С. 45-47.

8. Дуб, В. В. Вдосконалення процесу подрібнення харчової сировини та обладнання для його реалізації на підприємствах харчування / В. В. Дуб // Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. – Х.: Харківська державна академія технології та організації харчування, 2002. – 19 с. – 100 прим.

9. Haack, E. Produktivität, Energieverbrauch und Produktionszeit / E. Haack // Fleischerei Technik. – 1997. – № 2, 38-43.

10. Heidtmann, R. Zur Bewertung von Fleischereimaschinen, insbesondere Fleischzerkleinerungsmaschinen / R. Heidtmann // Die Fleischwirtschaft. – 1962. – 6, 507-509.

UDC 664

Dumitru Mnerie

Politehnica University of Timisoara,

Liviu Gaceu, Oana Bianca Oprea

Transilvania University of Brasov, IOAN SLAVICI University Timisoara, Romania,

Gabriela Victoria Mnerie

IOAN SLAVICI University Timisoara, Romania,

Mark Shamtsian

Technological Institute, Sankt Petersburg, Russia

WEB BASED FORMS REGARDING CONSUMER'S OPINION IN FOOD PRODUCTS LABELLING

Introduction. In order to ameliorate the efficiency of a system its state must be known. Thus, to improve the human health, the European Parliament has taken several measures in order to proceed to a nutritional form of labelling.

For this there have been done several projects, including NUTRILAB project addressed to countries bordering the Black Sea [1].

One of the proposed activities in this project was to find a way for consumer interrogation regarding the labelling of food products.

In the frame of the FP7 project **NUTRILAB** (NUTritional Labelling Study in Black Sea Region Countries), Project number: 318946 - FP7-PEOPLE - 2012 – IRSES, the consumers were invited to respond to a series of questions regarding how they choose to buy a specific food product.

Materials and methods. The survey was structured in 7 questions, of witch 3 have multiple answers choices and 4 with a single option response [1], [2], [3].

The methodology has provided a initial phase of questionnaire on paper and transcribing the data in excel format in order to process and analyze the obtained information's.

Results and discussion. After a preliminary process of data of 228 consumers from Romania at the point of January 2014 showed the following:

- 4 (2%) of them consider that the product design is the most important, 60 (29%) consider the price, 68 (33%) consider the brand and 96 (36%) consider the nutritional value (fig.1);
- 52% of them consider that the **health recommendation** is very important, 40% consider that is important, 6% consider that is almost important and 2% consider that the health recommendation is not important (fig. 2);
- 73% of consumers consider the **list of ingredient** is very important, 25% consider that is important, 2% consider that is almost important and 0% consider the list of ingredinet is not important;
- 31% of consumers consider the **quantity of certain ingredients** is very important, 59% consider that is important, 10% consider that is almost important and 0% consider the quantity of certain ingredients is not important.

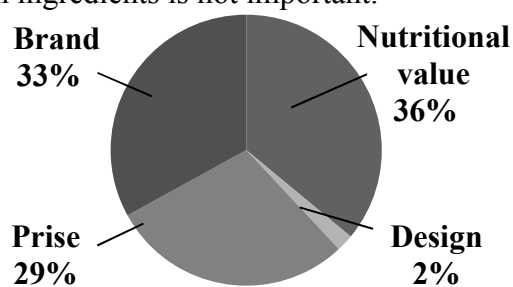


Figure 1 - Answer's statistic for the question: what influences more your decision for purchase of a food product?

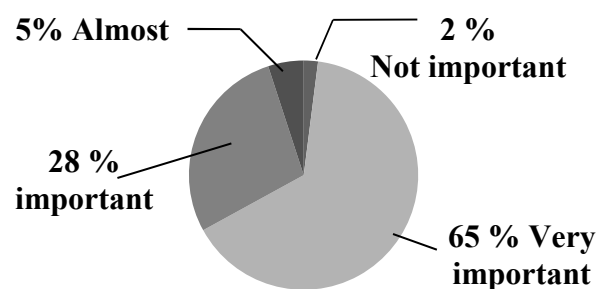


Figure 2 - Answer's statistic for the question: what is the degree of importance which you appreciate for the elements of the food labels?

The increased interest of participants at the interview, as well as the obtained preliminary results outlined the need to build a query tool available online right from the project website.

The analysis of the current web techniques has revealed three most widely used methods: php, java script, mysql technologies. A viable alternative recently developed by Google enables the development of forms available online.

The final developed form for NUTRILAB project can be found at the next adress:

<https://docs.google.com/forms/d/1EnTTFijATJ5-JH5SP00Xv9cZtegWYK05TI9C5dCwXnE/viewform>.

For a convenient use, the form was inserted in the project page research using

```
<iframe src="https://docs.google.com/forms/d/1EnTTFijATJ5-JH5SP00Xv9cZtegWYK05TI9C5dCwXnE/viewform?embedded=true" width="760" height="500" frameborder="0" marginheight="0" marginwidth="0">Se încarcă...</iframe>
```


ОБҐРУНТУВАННЯ РОБОТИ МЕМБРАН КРИШОК КОНСЕРВНОЇ СКЛЯНОЇ ТАРИ

У консервній промисловості дуже поширеним є такий засіб підтвердження гарантії початкового відкриття упаковки та герметичності системи закупорювання як “контрольна кнопка” на металевих кришках, яка являє собою пружну мембрану, розташовану в центрі поля кришки. Належне функціонування таких мембран пов’язане з правильним вибором і чітким дотриманням їх геометричних параметрів, товщини та властивостей жерсті для виготовлення кришок. Саме товщина матеріалу є одним з визначальних чинників ресурсозбереження.

Більшість кришок з мембранами на ринок України постачається закордонними виробниками, які мають солідний досвід їх виробництва. Вітчизняні виробники кришок типу III, намагаючись задовольнити потреби ринку, також розпочали або будуть вимушені розпочати виробництво кришок з мембранами. Однак наявність мембрани ускладнює виробництво кришок через незначний досвід такого виробництва або його відсутність.

Робота безпосередньо гнучких мембран кришок консервної тари значною мірою не досліджена, немає достатнього теоретичного обґрунтування їх роботи.

Мета даної роботи полягає у створенні математичної моделі для моделювання роботи мембран кришок консервної тари в залежності від зміни перепаду тиску, геометричних параметрів та товщини жерсті.

Гнучкі мембрани на металевих і комбінованих кришках застосовуються практично на всіх сучасних системах закупорювання консервної скляної тари. Зокрема таких як Twist-Off (ТО, український аналог - тип III), Press-on Twist-off (PT), Ideal Closure, Preson, Band-Guard, Continuous Thread.

Кришки системи ТО стосовно конструкції поля виготовляються у двох модифікаціях з “кнопкою” та без “кнопки”, відповідно до замовлення. Надалі “кнопку” називатимемо мембраною.

На рис. (слайд 1) зображено конструкцію поля кришки з мембраною та без неї. Робочою частиною мембрани є пласка кругова ділянка діаметром D_1 , та кільцева конічна ділянка з малим кутом нахилу твірної діаметром D_2 . Робоча частина є найбільш чутливою до перепаду тиску і зазнає найбільших деформацій. Зовні від робочої частини розташована інша кільцева конічна ділянка з більшим кутом нахилу твірної діаметром D_3 , яка в процесі роботи мембрани є менш активною і менш чутливою, тобто менше змінює свою форму і служить головним чином опорою для робочої частини.

Виходячи з виконуваних функцій ділянку між діаметрами D_1 і D_2 називатимемо робочим конусом, а конус з діаметром основи D_3 - опорним.

У ненавантаженому стані (рис. 1,а) мембрана є опуклою. Після закупорювання продукції, під дією вакууму в тарі, на поле кришки починає діяти рівнодійна зусилля від різниці тисків зовнішнього і всередині тари. Під дією певного зусилля, рівномірно розподіленого по зовнішній поверхні мембрани у вигляді тиску P , робоча частина мембрани

здатна втрачати стійкість (рис. 1,в). Завдяки малій товщині та високій границі пружності жерсті мембрана зберігає пружні властивості і за границями критичних зусиль.

Подамо роботу мембрани у графічному вигляді як залежність між тиском P та прогином центру мембрани f (рис. 2). При деякому критичному тиску P_1 відбувається стрибкоподібний перехід на іншу гілку залежності $P(f)$. В цей момент спрацьовує більш чутлива робоча частина мембрани. Практично це означатиме, що в тарі утворився належний вакуум і вона герметична. Подальше зростання тиску супроводжується ростом деформацій, який відбувається за деяким новим законом, відмінним від початкового. На цьому етапі поряд з робочою частиною починає деформуватися опорний конус.

При розвантаженні мембрани, повернення на початкову гілку відбувається знову стрибкоподібно, але при деякому новому критичному тиску розвантаження P_2 , меншому за перший. Практично це означатиме, що тара негерметична. Повернення мембрани у початковий стан повинно супроводжуватись характерним звуковим сигналом - клацанням, яке при відкритті тари, поряд з увігнутим станом мембрани до відкриття, доводить споживачеві, що упаковка герметична і відкривається вперше. Звуковий сигнал з'являється завдяки миттєвому відновленню початкової форми робочої частини мембрани. Для системи закупорювання ТО фірмою Silgan White Cap незалежно від типорозміру затвору надаються такі величини критичних тисків $P_1=0,03$ МПа і $P_2=0,005$ МПа.

Отже мембрана працює за принципом контрольованої втрати стійкості з наступним відновлення початкової форми, яке супроводжується звуковим сигналом. Відповідно мембрана може перебувати у двох станах рівноваги. Перший відповідає опуклому стану, коли навантаження знаходиться в межах від 0 до P_2 . Другий відповідає стану втрати стійкості, коли навантаження в межах критичних значень від P_1 і більше до P_2 .

Дамо наближений розрахунок роботи мембрани для симетричного навантаження, яке

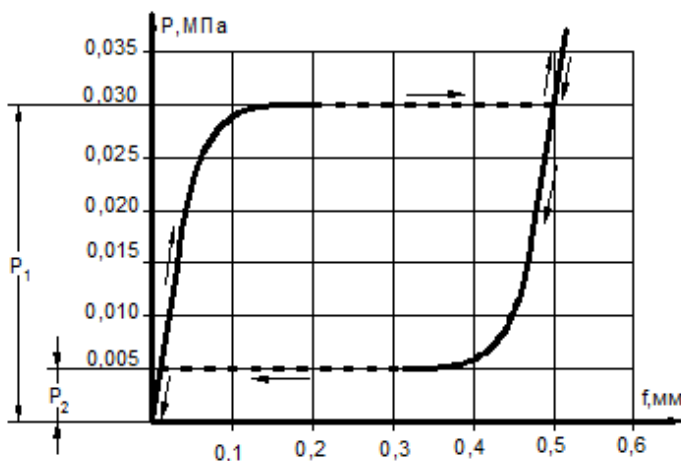


Рис.2. Залежність між тиском P та прогином центру мембрани f .

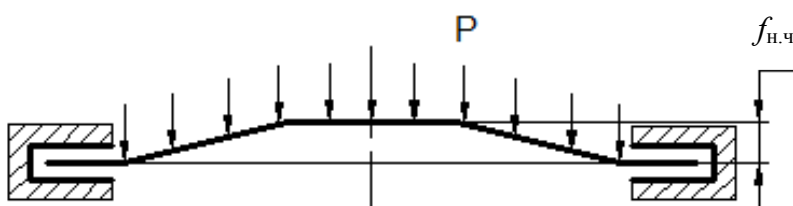


Рис.3. Схема закріплення мембрани.

має місце в даному випадку, використовуючи математичний апарат з теорії гнучких пластин та оболонок та теорії пружності. Обмежимося описом найбільш важливої, з огляду виконуваних функцій, робочої частини мембрани. Мембрана разом з полем є суцільною круглою тонколистовою пластинкою однакової товщини.

Дотримуватимемося розрахункової схеми в якій робочий конус защемлений по контуру, з вільним радіальним зміщенням точок контуру (рис. 3).

У випадку пружної деформації поля, наближені вирази для початкових та додаткових прогинів виберемо однаковими у вигляді, який відповідає

розв'язанню аналогічної задачі у випадку пластини малого прогину [5, стр. 444], відповідно

$$\omega_{nc} = f_{nc} \left(1 - \frac{r^2}{R^2}\right)^2, \quad \omega = f \left(1 - \frac{r^2}{R^2}\right)^2, \quad (1)$$

де r – деякий радіус, що відповідає прогинам ω_{nc} та ω ; f_{nc} , f – початковий та додатковий прогини центра мембрани; R – радіус контуру мембрани.

Основна система диференціальних рівнянь для мембрани кришки, як круглої гнучкої пластини з початковим прогином, згідно теорії гнучких пластин та оболонок [1, формули (4.35), (4.36)], запишеться у вигляді

$$D \frac{d}{dr} (\nabla^2 \omega) = \psi + \frac{\delta}{r} \frac{d\Phi}{dr} \left(\frac{d\omega}{dr} + \frac{d\omega_{nc}}{dr} \right), \quad (2)$$

$$\frac{d}{dr} (\nabla^2 \Phi) = -\frac{E}{r} \left[\frac{1}{2} \left(\frac{d\omega}{dr} \right)^2 + \frac{d\omega_{nc}}{dr} \frac{d\omega}{dr} \right], \quad (3)$$

де $D = \frac{E\delta^3}{12(1-\mu^2)}$ – циліндрична жорсткість мембрани [1, формула (1.45)];

$\nabla^2 (*) = \frac{1}{r} \frac{d}{dr} \left(r \frac{d}{dr} (*) \right)$ – оператор Лапласа в полярній системі координат (при величині (*),

що не залежить від полярного кута φ); ψ – функція навантаження; Φ – функція напруження; E – модуль нормальної пружності матеріалу мембрани; δ – товщина мембрани; μ – коефіцієнт Пуассона матеріалу мембрани.

Після розв'язання системи рівнянь з підстановкою (1) та враховуючи напрямок навантаження відносно початкового прогину, отримаємо

$$\frac{8}{3} Df - \frac{PR^4}{24} + \frac{1}{28} E\delta (f^3 - 3f^2 f_{nc} + 2f_{nc}^2 f) = 0. \quad (4)$$

Висновок. Рівняння (11) може бути прийнято за базову математичну модель для комп'ютерного моделювання роботи мембран кришок консервної тари в залежності від зміни тиску, геометричних параметрів та товщини жерсті. В подальшому планується на базі рівняння (11) створити комп'ютерну програму графічного аналізу роботи різних мембран для обґрунтування вибору їх геометричних параметрів та необхідних характеристик жерсті.

Література

1. Вплив механічних властивостей жерсті на міцність гвинтових кришок для скляної тари / О. В. Ватренко // Упаковка : журнал для виробників та споживачів тари і упаковки. - 2011. - N 1. - С. 27-29

УПРАЛІННЯ ШВИДКІСТЮ НАГРІВАННЯ ШАРУ ЗЕРНА

В ряді відомих публікацій наведено розрахунок вологоємнісного балансу робочих газів за умов повернення відпрацьованих робочих газів в сушильні зони або топкове відділення [2, 3, 4, 7]. За цими розрахунками починаючи вже з третього – четвертого циклу повернення робочих газів в зерносушильний агрегат, а для роботи сушарки осінньо – зимовий період вже із другого, погіршується паспортний режим вологообміну, що спричиняє зменшення продуктивності сушильного агрегату [2, 4, 7]. Тому використовувати теплоту відпрацьованих робочих газів із підвищеним вологовмістом ($d_2 > 20 - 25 \text{ г/м}^3$) поверненням їх в зерносушильний агрегат без спеціальної підробки (зневоднення) недоцільно.

Зважаючи на степеневу залежність швидкості зневоднення зерна ($dW/d\tau$) від його температури ($d\theta$), нами було виконані дослідження тепловологообміну вологого зерна із відпрацьованими газами.

За умов значної різниці температур фазових середовищ та незначної відмінності вологовмісту цих середовищ ($\delta t = (t_2 - \theta_0) \gg 0$, $\delta W = (W_0 - W_{\text{реш}}) \leq 0$), при зустрічних градієнтах теплоти та вологи, домінуючу роль на дифузію вологи відіграють енергетичні стани цієї вологи поверхневих шарів [2, 5, 6], і зі збільшенням парціального тиску пари капілярів периферійних шарів зернини, зерно може не зволожуватися.

Кінетику тепловологообміну встановлювали для зразків зерна жита об'ємної ваги 785 г/л, із вмістом смітної домішки до 2% та зернової – до 5%. На весь період виконання досліджень вологовміст та температура газів докільця змінювались в межах 5% від початкової: $t_0 = 22 \text{ }^\circ\text{C}$ та $d_0 = 10,5 \text{ г/м}^3$.

Параметри робочих газів для досліджень встановлювали близько граничних значень їх волого поглинаючої спроможності ($\varphi_0 \approx 100\%$), температуру змінювали в діапазоні перевищення температури шару зерна $10 \dots 30 \text{ }^\circ\text{C}$ $\{(t_0 - \theta_0) = 10 \dots 30 \text{ }^\circ\text{C}\}$. Зазначені вихідні умови відповідають найгіршим умовам роботи шахтних прямотечійних зерносушарок вітчизняних та закордонних виробників.

За змінних параметрів робочих газів (t_2, d_2), швидкість нагрівання зерна жита коливалась в діапазоні $d\theta/d\tau = 4,8 - 6,9 \text{ (}^\circ\text{C/хв.)}$. Більші значення швидкості нагрівання зерна відповідають умовам більшої різниці температури фазових середовищ та швидкості течії газів.

Порівнюючи наведені дані із кінетикою нагрівання малорухомого шару зерна за традиційних умов тепловологообміну в шахтах зерносушарок та режимів його сушіння, можна відмітити перевищення швидкості нагрівання тіла зернин в $10 \dots 15$ разів! Порівнюючи ж наведені дані експериментальних досліджень із аналогічними дослідженнями нагрівання малорухомого шару зерна жита тієї ж товщини шару $0,25 \text{ м}$ також можемо відмітити подібність отриманих результатів обох кінетик нагрівання різних зернових культур. За умов міжфазового тепло-масообміну, температура робочих газів понижувалася, а шару зерна – відповідно підвищувалася згідно теплового балансу теплоти взаємодіючих фазових середовищ.

Оскільки в наведених дослідженнях вологість газів встановлювали близьку до граничних значень ($\varphi_0 \approx 98\%$), тому із їх охолодженням частка вологи цих газів, у вигляді конденсату, потрапляла на поверхню шару зерна та зволожувала його на величину цього конденсату віднесеного до маси зерна $\delta W_{\text{конд}}$.

Розрахункове значення вологості зерна (W_p) встановлювали по масі конденсату через добуток зменшення вологовмісту на кількість газів, що пронизували шар зерна. Величину конденсату встановлювали розрахунковим способом за добутком різниці вологовмісту газів

при їх температурі до шару зерна t_2 (d_1) та середнього шару зерна θ_i на часові витрати газів L ($\text{м}^3/\text{хв}$):

$$M_{\text{конд}} = (d_1 - d_\theta) \cdot L, \quad (1)$$

За умов перевищення рівноважної вологості та температури газів над відповідними параметрами зерна ($W_p > W_0$, $t_2 > \theta_i$) кінцева вологість зерна W_2 , може зрости на величину сорбованої вологи із насичених вологою газів $\delta W_{\text{сорб}}$ та конденсату на поверхні зерна $\delta W_{\text{конденс}}$ ($W_2 = \delta W_{\text{сорб}} + \delta W_{\text{конденс}}$). По показникам вологовмісту газів (d_i), температури зерна (θ) та шкали рівноважної вологості [1, 4] можна

встановити градієнт вологи. Майже на всьому проміжку зростання температури зерна θ_i ($6^\circ\text{C} < \theta < 28^\circ\text{C}$) рівноважна вологість перевищувала вологість зерна. Проте як видно із результатів досліджень, фактична вологість зерна була меншою від розрахункової на величину $\delta W_{\text{сорб}}$ та частки $\delta W_{\text{конденс}}$.

Із збільшенням швидкості течії робочих газів кінцева вологість зерна порівняно із розрахунковими значеннями зменшувалася.

На рис.1 представлено відповідно динаміку вологи та температури зерна жита при міжфазовій взаємодії із теплішими газами підвищеної вологості ($\varphi_2 \approx 100\%$ та $d_2 = 20 - 21 \text{ г/м}^3$, $t_2 = 26 - 28^\circ\text{C}$).

Із представлених на рис.1 динаміки розрахункової (а) та фактичної (б) вологості

зерна жита при міжфазовій взаємодії із спеціально підготовленими газами ($t = 26 - 28^\circ\text{C}$, $\varphi \approx 100\%$, $d = 20 - 21 \text{ г/м}^3$) видно, що за дослідними даними зерно жита зволожується менше від розрахункового на 2 - 6%, а із підвищенням швидкості течії газів в 2,5 разів фактична вологість зменшується ще суттєвіше - на 11 - 14% від розрахункової, тобто лише на 0,3...0,5 %.

Оскільки остаточною оцінкою доцільності заходу із модернізації технології (процесу) є економічна доцільність [2], тому нижче наведемо аналіз витрат енергії при міжфазовій взаємодії зерна з та газами для умов наближених до виробничих. Найбільш характерними параметрами відпрацьованих газів є температура $t_2 \leq 50^\circ\text{C}$, вологість $\varphi_2 \approx 50\%$ [1, 4, 6, 7].

За виконаними розрахунками вказаного способу нагрівання зерна пшениці відносної вологості $W_0 = 17,5 - 20\%$ і температури $\theta_0 = 16 - 17^\circ\text{C}$ робочими газами з вологовмістом $d_2 = 20,5 - 22,5 \text{ г/м}^3$ і температурою $t_2 = 28^\circ\text{C}$, економія теплоти становить:

$$\delta Q = Q_{\delta\theta} - Q_{\delta W} = 13 \dots 20 \text{ (кДж/кг}_{\text{зерна}}\text{)}.$$

В перерахунку на природний газ, що використовують вітчизняні зернозаготівельні підприємства, для однієї тони зерна економія теплоти становить $0,45 \dots 0,66 \text{ м}^3/\text{т}$.

Крім цього, десятикратне зростання швидкості нагрівання вологого шару зерна перед його зневодненням не лише прискорить внутрішню капілярну дифузію вологи й вирівняє пошарову в тілі зернини неоднорідність вологовмісту, а й зменшить ризик пошарового в зернині перегрівання термолабільних складових.

Очевидно, що з підвищенням вологості зерна (W_0), зростанням температури відпрацьованих газів (t_2) та використанням менш досконалих зерносушарок, технологічна доцільність та економічна ефективність попереднього нагрівання вологого шару зерна зростатимуть.

Наведені розрахунки експериментальних досліджень доводять, що за певних умов міжфазової взаємодії (значень швидкості робочих газів, стану рухомості шару зерна та перевищенні температури цих газів t_2 температури зерна θ_0) температура шару зерна достатньо швидко зрівнюється із температурою робочих газів (впродовж 3...8 хв).

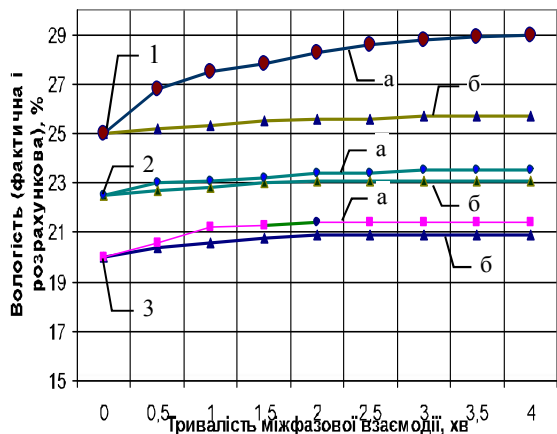


Рис. 1. Динаміка а) розрахункової та б) фактичної вологості зерна:
1- $\theta = 6^\circ\text{C}$, $W = 20\%$;
2- $\theta = 10^\circ\text{C}$, $W = 22,5\%$;
3- $\theta = 11^\circ\text{C}$, $W = 25\%$.

Висновки.

1. При міжфазовій взаємодії газами підвищеної волого- та теплоємності можна керувати градієнтом вологоємності швидкістю течії робочих газів та станом рухомості шару зерна;

2. За умов міжфазового теплообміну газами граничного вологовмісту може спостерігатися збільшення вологості шару зерна лише за рахунок частки конденсату на поверхні шару зерна.

3. Теоретично обґрунтовано та підтверджено дослідним шляхом параметри міжфазової взаємодії шару зерна із відпрацьованими робочими газами за яких відбувається мінімальний волого - та максимальний теплообмін;

4. Доведено економічну доцільність міжфазового теплообміну шару зерна із відпрацьованими робочими газами зерносушильних агрегатів.

5. Теоретично обґрунтовано та наведено вдосконалений пристрій попереднього підігрівання зернової суміші для збільшення експозиції теплообміну, зменшення тривалості контакту зерна з металевою поверхнею й більш рівномірного розподілу зерна в січенні сушильної камери.

Література

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

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

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

4. Гапонюк І.І. Удосконалення технології сушіння зерна. [Монографія] – Одеса.: Поліграф, 2009. – 182 с.

5. Chuanping Liu. Size distribution in gas vibration bed and its application on grain drying / huanping Liu, Li Wang, Ping Wu, Fei Xiang// Powder Technology, Volume 221, May 2012, Pages 192-198

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

УДК 664.743.02:519.876.5

Гапонюк І.І., д.т.н.,

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

УПРАВЛІННЯ СЕПАРУВАННЯМ СИПКИХ СУМІШЕЙ КОЕФІЦІЄНТОМ ТЕРТЯ

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

Найбільш суттєво впливає на показники роботи сепаратора сипкість сумішей, а на її сипкість – коефіцієнт зовнішнього тертя, який в свою чергу прямо пов'язаний із вологістю поверхневого шару частинок [2, 5].

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

погіршується більшою мірою.

Відповідно до Програми досліджень нами було теоретично обґрунтовано та експериментально підтверджено енергоощадні методи і способи підвищення продуктивності та ефективності процесу сепарування різних за складом та вологістю сумішей. Результати цих досліджень, на нашу думку, можна застосовувати для більшості сипких капілярно-пористих тіл вологістю меншою 50%, розміром частинок до 0,015 м, об'ємною масою до 900 кг/м³ для нормальних умов (природних) довкілля.

Експериментально підтверджено, що кути зовнішнього тертя по металевій та дерев'яній поверхні для зернинок пшениці в діапазоні перемінної вологості від 13 до 28 % не суттєво відрізняється (в межах 0,5 град), а із подальшим зростанням вологості зернинок – кут зовнішнього тертя по дерев'яній поверхні до 5 – 8 % перевищує значення кута тертя для металеві поверхні. Для частинок з натурною масою значно меншої від зерна ($N < 250$ кг/м³) (легких домішок) ця залежність від вологи проявляється кількакратно більшою мірою.

На підставі виконаних досліджень отримано залежність кута зовнішнього тертя від вологості поверхневих шарів легких домішок (Ψ_D) в діапазоні вологості $W_D = 6 - 80\%$ (1) та зерна пшениці (Ψ_3), в діапазоні вологості $W_0 = 13 - 38\%$ (2). Ці залежності носять лінійних характер:

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

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

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

По результатам експериментальних даних щодо впливу вологості поверхневих шарів компонентів зернової суміші на її подільність і ефективність сепарування (ε) та продуктивність сепаратора (G) з плоскими ситами отримано відповідні напівемпіричні рівняння методом апроксимації для суміші зерна пшениці із вмістом 5...8 % домішок в діапазоні перемінної вологості суміші від 13,5 до 33 %. Для контрольних зразків суміші – рівняння 3 і 4, а дослідних – рівняння 5 і 6 відповідно:

$$\varepsilon_k = 597,6 \cdot (W)^{-0,71}, \quad (3)$$

$$G_k = 0,69 - 0,014 \cdot (W), \quad (4)$$

$$\varepsilon_d = 133,7 - 2,56 \cdot (W), \quad (5)$$

$$G_d = 0,73 - 0,013 \cdot (W), \quad (6)$$

Порівняння виразів (3) і (5) та виразів (4) і (6) переконливо доводять переваги застосовуємої технології інтенсифікації сепарування вологих зернових сумішей в діапазоні перемінної вологості 13...35 %.

Для встановлення економічної доцільності диференційовано встановлених розрахунковим шляхом витрат енергії управління сипкістю периферійних шарів частинок суміші (швидкістю течії робочих газів та/або їх температурою) були виконані відповідні дослідження та розрахунки. Нижче наведено напівемпіричні рівняння, отримані методом апроксимації дослідних даних:

а) залежності ефективності виділення домішок із суміші пшениці (7), потрапляння повноцінних зерен пшениці в ці домішки (8) та узагальненої ефективності (9) сепарування суміші від продуктивності сепаратора ЗЛС-100 для вологості суміші $W_0 = 25...28\%$:

$$\varepsilon_{\text{доміш}} = 160,1 - 99,9 \cdot (G), \% \quad (7)$$

$$\varepsilon_{\text{зерна}} = 155,55 - 110,0 \cdot (G), \% \quad (8)$$

$$\varepsilon_{\text{узагальн}} = 174,63 - 159,0 \cdot (G), \% \quad (9)$$

б) впливу тривалості міжфазової взаємодії ($d\tau$) на продуктивність сепарування ЗС пшениці (кг/хв) вологістю $W_0=23,5\%$ та $W_0=33\%$ на сепараторі ЗЛС відповідно:

$$G_{W23\%} = 0,48 + 0,09 \cdot (d\tau), \quad (10)$$

$$G_{W33\%} = 0,28 + 0,06 \cdot (d\tau), \quad (11)$$

в) впливу тривалості міжфазової взаємодії на ефективність сепарування за ступенем потрапляння повноцінних зерен пшениці в смітні домішки суміші:

$$\varepsilon_{зерна\ 23\%} = 17,91 - 2,09 \cdot (d\tau), \quad (12)$$

$$\varepsilon_{зерна\ 33\%} = 32,33 - 4,03 \cdot (d\tau), \quad (13)$$

г) впливу тривалості міжфазової взаємодії на комбінований показник ефективності процесу сепарування суміші тих же параметрів:

$$\chi_{зерна\ 23\%} = 69,28 + 1,17 \cdot (d\tau), \quad (14)$$

$$\chi_{зерна\ 33\%} = 52,55 + 2,18 \cdot (d\tau), \quad (15)$$

За результатами виконаних досліджень залежності коефіцієнту зовнішнього тертя (ψ_i) від вологості компонентів суміші (W_i) та перемінної вологості поверхневих шарів зернин ($dW/d\tau$) від параметрів робочих газів (t, d, v), а також від тривалості міжфазового тепловологообміну (τ) встановлено можливість змінювати величину ψ_i компонентів суміші змінними параметрами робочих газів $\{\psi_i = f(t, v, \tau)/d\}$.

Для дослідних зразків суміші зерна із домішками розрахунково отримано та експериментально уточнено раціональні параметри технологічного способу покращення сипкості суміші впродовж тривалості її сепарування на ситовому або повітряно-ситовому сепараторі до 180 с $\{\tau_\psi = f(d/(t, v))\}$.

Із виконаних досліджень та виробничих можливостей нами вибрані такі параметри робочих газів для міжфазового тепловологообміну для малорухомого шару суміші: $t = 110 - 130^\circ \text{C}$, $d = 6 - 10 \text{ г/кг}_{\text{с.п.}}$, $v = 0,5 - 1,5 \text{ м/с}$. Стан рухомості шару суміші – малорухомий.

Порівняльний аналіз показників ефективності сепарування суміші від енерговитрат з покращення сипкості суміші різного вологовмісту дозволяє зробити висновок, що в межах незмінної енергії робочих газів для суміші із більшим вологовмістом доцільно підвищувати температуру робочих газів із одночасним зменшенням тривалості міжфазової взаємодії. Така ж залежність і для домішок із меншими розмірами частинок, що пов'язано із тривалістю процесу пошарового в частинках вирівнювання вологовмісту.

Економічні показники доцільності (E) застосування технології підвищення ефективності та збільшення продуктивності сепарування вологої зернової суміші а також вибору раціональних режимів і тривалості, або кількості підведеної теплоти робочих газів до вологих зернових сумішей представлено виразами 16...18:

$$E_{\text{сепар}} = 45,56 + 0,216 \cdot q_{n.c}, \quad (16)$$

$$E_{\text{суш}} = 253,59 + 2,619 \cdot q_{n.c}, \quad (17)$$

$$E_{\text{узагаль}} = 190,48 + 1,997 \cdot q_{n.c}, \quad (18)$$

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

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

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

1. Управляти показниками роботи сепараторів можна заданим змінням коефіцієнта зовнішнього тертя компонентів суміші зерна й домішок;
2. Розроблена технологія покращення показників роботи сепараторів змінням коефіцієнта зовнішнього тертя є технологічно доцільною й економічно виправданою.

Література

Інструкція по сушінню продовольчого, кормового зерна, насіння олійних культур та експлуатації зерносушарок. – Одеса–Київ, 1997. – 72 с.

1. Гончаров Е.С. Механико-технологическое оборудование и разработка универсальных вибрационных зерновых сепараторов. Автореф. дис. д.т.н.// – М.: – 1986. – 34 с.
2. Непомящий Е.А. Кинетика сепарирования зерновых смесей.//– М.:Колос, –1982–175с.
3. Тастанбеков С.Т. Основы расчета траектории движения зерновок в процессе гидросепарирования /Тезисы докл.У Всесоюзной науч.конф. Механика сыпучих материалов. – Одесса. 1991. – С.168.
4. Тищенко Л.М. Интенсификация сепарирования зерна// –Харьков: –Основа–2004–222с.

УДК 664.72.047,54:005.591.6

Гапонюк І.І., д.т.н.,

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

УПРАВЛІННЯ РУШІЙНИМИ ПОТЕНЦІАЛАМИ КОНВЕКТИВНОГО ЗНЕВОДНЕННЯ

За швидкісних способів зневоднення капілярно-пористих тіл із штучно створюваними умовами примусового вологообміну зростають енерговитрати сушіння пропорційно витратам енергії та втрати теплоти пов'язані із умовами тепловологообміну й стану фазових середовищ. Втрати енергії можуть перевищувати розрахунково-необхідні витрати зневоднення у більш як два рази.

Додаткові витрати енергії зневоднення капілярно-пористих й у ще більшій мірі капілярно-пористих колоїдних тілах, що перевищують енергію фазових перетворень вологи в зневожуваних тілах, пов'язують із опором внутрішньої дифузії вологи [2, 3, 5].

В залежності від вмісту та умов перебування в зернині, фізико-механічна волога може перебувати в рідкому, комбінованому та газоподібному стані. В капілярах волога утримується силами капілярного потенціалу [1 – 3]. Для змочуваних рідин, таких як вода, капілярний потенціал є від'ємним.

Висоту «піднімання» вологи в капілярі розраховують із рівняння рівноваги сил, що діють по периметру меніска [1, 5], з одного боку тиском P та масою стовпа вологи M висотою h , з другого:

$$h = \frac{2 \cdot \sigma \cdot \cos\theta}{R \cdot g \cdot (\rho_p - \rho_n)}, \quad (1)$$

Аналіз складових формули 1 доводить начебто відсутність впливу зовнішнього тиску на осмотичний, а отже і висота рівня вологи в капілярі не пов'язана з зовнішнім тиском. Проте в подальших наших дослідженнях доведено таки вплив зовнішнього тиску на величину:

$$\Delta h = \pm \frac{(P+H)^k}{P} \quad (2)$$

Із відомої моделі дифузії вологи [1 – 5], рушійними силами як зовнішньої так і внутрішньої дифузії вологи та теплоти у вигляді конвективної та молекулярної (іноді мольної) дифузії в процесах зневоднення матеріалу є різниця тисків (∇P), концентрацій (∇U) та температури (∇T).

У випадку конвективного способу зневоднення зерна, тобто зовнішнього підведення теплоти та сорбції вологи газами, інтенсивність вологообміну J_3 може змінюватися від

нульового значення до величини внутрішньої дифузії вологи на поверхню зернини J_v . Величина J_3 пропорційна потенціалу рушійних сил і може бути описана різноманітними виразами, які є похідними формул Дальтона та Ньютона. Для стаціонарних умов конвективного зневоднення можуть бути представлені у вигляді:

$$J_m = a_m \cdot \nabla P, \quad (3)$$

$$\text{та } J_t = a_t \cdot \nabla T, \quad (4)$$

де ∇P та ∇T - градієнти тиску та температури довкільля і поверхні тіла; a_m та a_t - відповідні коефіцієнти пропорційності.

Для розрахунку тиску пари капілярно-зв'язаної вологи, що перебуває безпосередньо в капілярах тіла зернини та над його поверхнею, за ізотермічних умов і незначного перепаду температури, зручно використовувати формули Томсона [2]:

$$\varphi = \exp\left(-\frac{2 \cdot \sigma \cdot p_n \cdot \cos\theta}{\rho_{жс} \cdot p_u \cdot r}\right) \quad \text{та} \quad \varphi = 100 \cdot \frac{P_h}{P_o} = \exp\left(-\frac{\Delta\rho \cdot g \cdot h \cdot M}{\rho_l \cdot R \cdot T}\right) \quad (5)$$

де $\Delta\rho = (\rho_l - \rho_v)$ - різниця густини рідини та пари;

g - прискорення вільного падіння; φ - відносна вологість або відносний тиск пари; T - температура газу; R - універсальна газова стала.

Із-за складності застосування виразів (5) на всьому інтервалі сушіння їх частіше використовують для якісної оцінки стану міжфазового масообміну. Із цих виразів видно, що величина рушійного потенціалу (∇P) перебуває в прямій залежності від температури газів (T), густини (ρ) та в зворотній від молекулярної маси (M). В наведених експериментальних дослідженнях Andrea N. та Chuanping Liu [6, 7] доведена можливість застосування цього підходу для широкого діапазону зневоджуваних тіл [6, 7], а Chuanping Liu крім цього

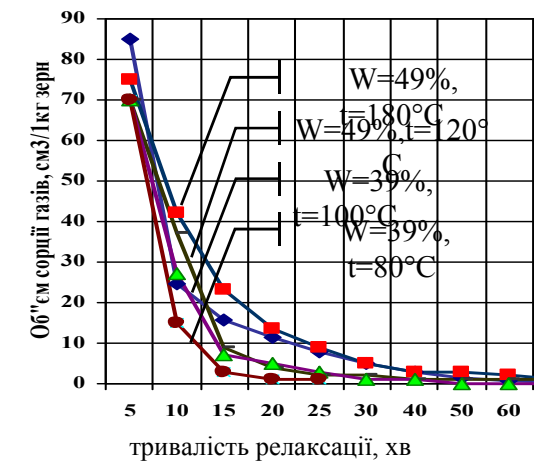


Рисунок 1 – Динаміка тиску

пропонує ввести фактор «перемінного газового потоку» [7], який ще значно раніше виокремлювали в своїх дослідженнях науковці ОНАХТ – професори Гришин М.А., Остапчук М.В. та Бурдо О.В.

Опускаючи добре досліджені вітчизняними та зарубіжними науковцями чинники тепло-масообміну, пропонуємо детальніше зупинитися на малодосліджених – факторі впливу стану газового середовища в різноманітних порах зневоджуваного капілярно-пористого колоїдного тіла. При конвективному зневодненні капілярно-пористих колоїдних тіл не можна ігнорувати градієнтом внутрішньокапілярного тиску газів та поширову в тілі зернини значення різниць тисків ($\nabla P_{кан}$) на інтенсивність тепловологообміну. За умов інтенсивного вологообміну ця складова може зростати до 80 % і більше відсотків від загальної величини опору внутрішньокапілярної дифузії вологи, а отже стан газового середовища в мікрокапілярах в цьому раці буде домінувати в загальному балансі енерговитрат міжфазового зневоднення.

На рис.1 представлено вплив градієнту внутрішньокапілярного тиску газів $\nabla P_{кан}$ та співвідношення між внутрішньокапілярною різницею тисків тіла зернини із енергією зневоджуваних газів.

Експериментальними дослідженнями підтверджено залежність та уточнено чисельні значення $\nabla P_{кан}$ для конвективного способу зневоднення від перемінних факторів вологості тіла зернини W_0 , лінійних розмірів тіла зернини, швидкості зневоднення $dW/d\tau$ та вмісту порожнин в зневоджуваному тілі:

$$\Delta H_p = (a/W) \cdot (1/c) \cdot \left(\frac{dW}{d\tau}\right)^b, \quad (6)$$

де a, b, c - коефіцієнти пропорційності встановлюються дослідним шляхом.

Із виразу (6) слідує, що на величину $\nabla P_{кан}$ суттєво впливають розміри капілярів та лінійні розміри зневоджуваного тіла. З огляду на це, слід пов'язувати режими сушіння із геометричним коефіцієнтом зневоджуваного тіла. Вказаний геометричний коефіцієнт можна виразити через співвідношення площі поверхні контакту масообміну S до відстані l від поверхні контакту до найбільш віддаленої точки тіла зернини в напрямі градієнту вологовмісту (∇W).

На підставі експериментальних даних, для періоду незмінної швидкості зневоднення зерна отримано математичне описання залежності стану внутрішньокапілярного тиску газів від початкового вологовмісту зерна та енергії робочих газів:

$$\Delta E = \left(\frac{\Delta V_{BK} \cdot \rho_B}{F_K} \right) \cdot \left(1 - \frac{dW_l}{dW_\phi} \right) - \left[V_{TK} \cdot \left(1 + \frac{\Delta T}{T} \right)^k \right], \quad (7)$$

де V_z – об'єм порожнин зернини, що незаповнені рідинною вологою, $\text{см}^3/\text{кг}$ зерна; δ_z – частка поглинутих зерном газів до загального об'єму вилученої із зернини вологи, %; θ – температура зерна, $^{\circ}\text{C}$; t_l – температура робочих газів, $^{\circ}\text{C}$.

Висновки. 1. На величину внутрішнього опору дифузії вологи Δr суттєво впливають градієнт внутрішньокапілярного тиску газів та співвідношення внутрішньокапілярної різниці тисків в шарах тіла зернини.

2. Для зневоднення зерна, особливо із підвищеним вологовмістом та більшими розмірами зернин, технологічно доцільними є спадні режими сушіння.

3. Змінням градієнту рушійних потенціалів впродовж $\tau = 5 \dots 15$ хв можна суттєво зменшити втрати теплоти із відпрацьованими газами та вирівняти пошарову однорідність тепло-вологодобміну зернини

Література

1. Флауменбаум Б.Л. Основы консервирования пищевых продуктов / Б.Л. Флауменбаум, С.С. Танчев, М.А. Гришин // М.: Агропромиздат., - 1986. – 494 с.
2. Остапчук Н.В. Повышение эффективности сушки зерна./ Н.В. Остапчук, А.Б. Шашкин, В.Д. Каминский // – Киев: Техника, 1988. – 180 с.
3. Гапонюк І.І. Удосконалення технології сушіння зерна. – Одеса.: Поліграф, 2009. – 182 с.
5. Sullikan W.N. Heat transfer to flowing granular media / W.N. Sullikan, R.H. Sabersky // Heat and Mass Transfer. – 1975. – vol.18. № 11. – P.97 – 107.
6. Andrea N. Drying characteristics of amaranth grain / Andrea N. Calzetta Resio, Roberto J. Aguerre, Constantino Suarez // Original Research Article Journal of Food Engineering. – Vol. 65 Issue 2, November 2004. – Pages 197–203.
7. Chuanping Liu. Size distribution in gas vibration bed and its application on grain drying / Chuanping Liu, Li Wang, Ping Wu, Fei Xiang // Original Research Article Powder Technology, – Vol. 221, May 2012. – Pages 192 –198.

Загальна та наукова редакція д.т.н. О.М. Гавви
Дизайн обклашки та верстка А.В. Деренівської
Організатори конференції не завжди поділяють точку зору авторів
За зміст доповідей та достовірність інформації
відповідальність несуть автори