

**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 IV Міжнародної спеціалізованої
науково-практичної конференції**

**8 вересня 2015 р.
м. Київ, Україна**

Ресурсо- та енергоощадні технології виробництва і пакування харчової продукції – основні засади її конкурентоздатності: Матеріали IV Міжнародної спеціалізованої науково-практичної конференції. 8 вересня 2015 р., м. Київ. – К. НУХТ, 2015. – 198 с.

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 4th International Specialized
Scientific and Practical Conference

September 8, 2015
Kyiv, Ukraine

Resource and Energy Saving Technologies of Production and Packing of Food Products as the Main Fundamentals of Their Competitiveness: Proceedings of the 4th International Specialized Scientific and Practical Conference, September 8, 2015. Kyiv, NUFT, 2015. - 198 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>Сімахіна Г.О., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Шляхи оптимізації харчування військовослужбовців України.....	11
<i>Шульмейстер Д.Ю., м. Київ, Україна</i> Деякі питання розвитку біоетанолу в Україні.....	14
<i>Шестеренко В., Маценко О., НУХТ, м. Київ, Україна, Шестеренко О., “L&G meter”, м. Київ, Україна</i> Зниження витрат електроенергії на харчових підприємствах шляхом оптимізації коефіцієнта потужності.....	16
<i>Удодов С.О., Марцинкевич Л.В., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Шляхи економії теплової енергії при виробництві пивного сула.....	17
<i>Голікова Т.П., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Використання дикорослої сировини в технології макаронних виробів.....	19
<i>Вербицький С. Б., Охріменко Ю. І., Бондар С. В., Соколова С.Я., ІПР НААН України, м. Київ, Україна</i> Дослідження технологічних властивостей пепсину з курячих шлунків.....	21
<i>Кирик И. М., Василевская С. И., МГУП, г. Могилев, Республика Беларусь</i> Експериментальное определение плотности теплового потока в зависимости от расположения ик-излучателей.....	24
<i>Dumitru Mnerie, Politehnica University Timisoara, Gabriela Victoria Mnerie, Viorica Baesu, Timisoara, Romania</i> Quality of food begins with the consumer education and with the complex training of the producers (Synthesis)	26
<i>Сімахіна Г.О., Таранюк А.С., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Виробництво йогурту, збагаченого високовітамінними натуральними добавками, для військовослужбовців.....	28
<i>Мерзляк Д.В., Марцинкевич Л.В., Удодов С.О., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Використання альтернативної системи щадного кип'ятіння як способу скорочення витрат теплової енергії.....	30
<i>Бокій О.В., ІПР НААН України, м. Київ, Україна</i> Економічні аспекти ресурсозбереження на хлібопекарських підприємствах.....	32
<i>Гащук О.І., НУХТ, м. Київ Україна, Савченко О.Б., Кривобік Р.А., ТОВ «ІНТ», с. Княжичі, Броварського району Київської області, Україна</i> Вітацель MSG 0018 – замітник жиру та жирної сировини в харчових продуктах.....	34
<i>Сімахіна Г.О., Ярош К.О., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Отримання харчових барвників з лущиння цибулі з підвищеним вмістом каротиноїдів.....	36
<i>Осейко М.І., Романовська Т.І., Голодна О.В., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Нанотехнологічні й інноваційні аспекти модифікованих олій щодо конкурентоспроможності спеціальних жирів і композицій.....	38

<i>Груданов В., Поздняков В., Эбиенфа П., БДАТУ, м.Мінськ, Республіка Білорусь, Ермаков А., БНТУ, м.Мінськ, Республіка Беларусь</i> Удосконалення процесу обжарювання солоду в апараті з інтенсивним перемішуванням.....	41
<i>Семяшкін О.Ю., ДДАЕУ, м. Дніпропетровськ, Україна, Луценко М.В., ДНУ, м.Дніпропетровськ, Україна, Глух І.С., м. Дніпропетровськ, Україна</i> Дослідження способів розділення суміші фосфоліпідів соняшника на окремі компоненти.....	42
<i>Мельнічук О. Є., Сельський В.Р., ТНТУ імені Івана Пулюя, м. Тернопіль, Україна</i> Органолептична оцінка соусів, виготовлених з нетрадиційної для України сировини перцю чілі.....	44
<i>Світлик А.М., Петрікей Р.В., Прохоров О.М., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Вплив на розчинність діоксиду вуглецю у воді гідродинамічних параметрів при русі газорідних систем по капіляру.....	47
<i>Магомедов Г.О, Лобосова Л.А., Журавлев А.А., ВГУИТ, г. Воронеж, Россия</i> Применение полуфабрикатов из топинамбура в сбивных изделиях.....	50
<i>Недорізанюк Л.П., Лизова В.Ю., ІПР НААН України, м. Київ, Україна</i> Використання електроактивованих розчинів під час виробництва натуральних напівфабрикатів.....	53
<i>Підгорний В.В., Васильківський К.В., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Процеси і апарати для сатурації дефекованого соку.....	55
<i>Калина В.С., НТУ «ХПІ», м. Харків, Україна, Луценко М.В., ДНУ, м. Дніпропетровськ, Україна</i> Очищення жирної коріандрової олії з використанням іонообмінних смол.....	58
<i>Доломакін Ю.Ю., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Структурно-механічні характеристики рідких хлібопекарських опар.....	59
<i>Ковальов О.В., НУХТ, м. Київ, Україна, Федорів В.М., Кам'янець-Подільський коледж харчової промисловості, м. Кам'янець-Подільськ, Україна</i> Дослідження процесу просіювання сипких матеріалів.....	62
<i>Ковальов О.В., Коваленко К.С., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Визначення раціональних режимів роботи хлібопекарських печей.....	65
<i>Родіонов Є.В., Ковальов О.В., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Дослідження ефективності плоских інфрачервоних випромінювачів.....	68
<i>Кравченко О.І., Десик М.Г., Теличкун Ю.С., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Дослідження процесу бродіння дріжджового пшеничного тіста під тиском.....	70
<i>Шпак М.С., Челюк О.О., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Визначення енергетичних показників у процесі замішування хлібного тіста методом пікових точок.....	72

<i>Десик М.Г., Теличкун Ю.С., Теличкун В.І., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Застосування попередньої теплової обробки тістових заготовок, як методу підвищення ефективності використання енергетичних ресурсів при випіканні хлібобулочних виробів.....	75
<i>Стеценко Н.О., Краєвська С.П., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Вплив процесу пророщування насіння льону на його біохімічний склад.....	77
<i>Романюк А.М., ТОВ «Матілекс-Україна», м. Київ, Україна</i> Енергоощадливі технології в процесах холодного та гарячого копчення.....	79
<i>Бабанов І.Г., Беседа С.Д., Бабанова О.І., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Пристрій для термічної обробки ковбасних виробів.....	81
<i>Теличкун Ю., Губеня О., Теличкун В., Мнеріє Д., Шамцяні М., Мнеріє Г. (Україна, Румунія, Росія)</i> Споживча культура та відповідальність вибору харчових продуктів.....	82
<i>Литовченко І. М., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Комплексний підхід до енергозбереження у хлібопекарському виробництві.....	85
<i>Лобосова Л.А., Максименкова А.В., ВГУИТ, г. Воронеж, Росія</i> Применение в рецептурном составе песочно-выемного печенья черемуховой муки и порошка из топинамбура.....	87
<i>Кохан О.О., Тригуб Я.О., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Вплив матеріалу форм на технологічні параметри та якість відливних помадних цукерок.....	89
<i>Оболкіна В. І., Кияниця С. Г., Каліновська Т.В., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Використання нетрадиційної сировини в технологіях цукеркових мас типу м'якої нуги.....	92
<i>Сивній І.І., Оболкіна В.І., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Новітня технологія оздоблювального напівфабрикату із застосуванням пюре з горобини та геланової камеди.....	94
<i>Скрипко А. П., Оболкіна В. І., Кияниця С. Г., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Інноваційні технології здобного печива з підвищеною харчовою цінністю.....	96
<i>Рачок В.В., Теличкун В.І., Теличкун Ю.С., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Застосування енергоощадних інноваційних технологій безперервного замішування дріжджового тіста.....	99
<i>Науменко О.В., Даниленко С.В., Кігель Н.Ф., ІПР НААН України, м. Київ, Україна</i> Принципи конструювання та застосування заквашувальних культур іпровіт.....	101
<i>Осейко М.І., НУХТ, м. Київ, Україна, Левчук І.В., Кіщенко В.А., ... ДП «Укрметртестстандарт», м. Київ, Україна</i> Система ктіол-і: еколого-аналітичні аспекти інноваційного способу виявлення фталатів щодо безпеки і конкурентоспроможності продукції олієжирової галузі.....	104

<i>Гапонюк І.І., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Управління внутрішнім опором дифузії вологи зміненням тиску внутрішньокапілярних газів.....	107
<i>Гапонюк І.І., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Управління міжфазовим тепловологообміном нерухомого шару зерна вологістю робочих газів.....	110
<i>Гапонюк І.І., НУХТ, м. Київ, Україна, Гапонюк О.І., ОНАХТ, м. Одеса, Україна</i> Прогресивні рішення знепилюючих установок.....	113
<i>Магомедов Г.О, Лобосова Л.А., Журавлев А.А., ВГУИТ, г. Воронеж, Россия</i> Инновационные упаковочные решения при консервировании ягод мармеладной массой.....	115
<i>Гавва О.М., Кривопляс-Володіна Л.О., Кохан О.О., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Критерії ефективності та синтез структури пакувальних машин.....	118
<i>Гавва А.М., Кривопляс – Володіна Л.А., НУХТ, м. Київ, Україна</i> <i>Васильченко А.В., «Камоцци»</i> Интегрированные решения механотроники в эрлифтных системах дозирования.....	121
<i>Ватренко О.В., ОНАХТ, м. Одеса, Україна</i> Модельовання роботи мембран вакуумних кришок.....	126
<i>Чорна А.І., Голь А.О., Шульга О.С., Арсеньєва Л.Ю., НУХТ, м. Київ, Україна</i> «Їстівна плівка» як спосіб подовження терміну зберігання пряників.....	130
<i>Деренівська А.В., Гавва О.М., Кривопляс-Володіна Л.О., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Наукове обґрунтування параметрів обладнання для пакування сипкої продукції в картонні пачки.....	132
<i>Токарчук С.В., Гавва О.М., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Дослідження показників надійності машин для пакування в'язкої та пластичної продукції у споживчу тару.....	138
<i>Соколенко А.І., Васильківський К.В., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Розроблення рекупераційних систем кінетичної енергії в циклічному обладнанні поточкових ліній харчових виробництв.....	141
<i>Підгорний В.В., Васильківський К.В., Максименко І.Ф., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Пружні властивості газорідних середовищ і генерування пульсаційних режимів.....	145
<i>Олійник С.І., Тарасюк Л.А., Сівер Т.Г., НУХТ, м. Київ, Україна, Ковальчук В.П.,</i> <i>ДНУ «УкрНДІспиртбіопрод», м. Київ, Україна</i> Придатність до використання у лікєро-горілчаному виробництві скляних пляшок місткістю 0,05 дм ³	148
<i>Теличкун Ю., Губеня О., Теличкун В., Стефанов С., Дамянова С., Стефанова Й.,</i> <i>Україна, Болгарія</i> Розуміння споживачем елементів маркування харчових продуктів.....	150
<i>Рябченко Н.О., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Інноваційні технології у пакуванні сирів.....	153

<i>Гуць В.С., Губеня О.О., НУХТ, Київ, Україна</i> Оптимізація енерговитрат та підвищення якісних показників в транспортних операціях.....	155
<i>Гуць В.С., Коваль О.А., Губеня О.О., НУХТ, Київ, Україна</i> Моделювання руху та деформації вантажу під час контакту з робочими органами технологічного обладнання.....	158
<i>Поздняков В.М., Зеленко С.А., БГАТУ, г. Минск, Республіка Беларусь</i> Разработка методики инженерного расчета конструктивных параметров вибропневматического оборудования.....	161
<i>Мирончук В.Г., Володін С.О., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Аналіз та шляхи удосконалення рівня технологічної ефективності трубопровідної арматури в системах з позиційними приводами.....	164
<i>Якимчук М.В., Гавва О.М., Захаревич В.Б., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Моніторинг якості стисненого повітря - шлях до підвищення ефективності виробництва.....	168
<i>Івіцький І.І., Сокольський О.Л., Мікульонок І.О., НТУУ «КПІ», м. Київ, України</i> Врахування пристінних ефектів під час моделювання процесу виготовлення полімерної пакувальної плівки.....	171
<i>Коломієць А.Б., Полюдов О.М., УАД, м. Львів, Україна</i> Удосконалення приводу періодичного повороту в обладнанні для виготовлення картонних стаканів і контейнерів для харчових продуктів.....	173
<i>Стеців Я.Б., УАД, м. Львів, Україна</i> Удосконалення пристроїв виведення у самонакладах напівфабрикатів обладнання для виготовлення паковань.....	175
<i>Іванов А.В., Ласенков Д.А., МГУП, г. Могилев, Республіка Беларусь</i> Использование программ трехмерного проектирования для расчета поперечных сечений конструктивных элементов.....	177
<i>Кирик А.В., Карабухин В.В., Кравченко А.С., МГУП, г. Могилев, Республіка Беларусь</i> Разработка и исследование многофункционального теплового аппарата для общественного питания.....	180
<i>Пономаренко В.В., Люлька Д.М., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Перспективна схема утилізації викидів цукрових заводів.....	183
<i>Євтушенко О., Сірик А., Породько П., НУХТ, м. Київ, Україна, Крюковська Т., МДУП, м. Могильов, Республіка Беларусь</i> Виробничий травматизм на робочих місцях підприємств харчової промисловості України.....	186
<i>Кухарчук Д.П., Чепелюк О.М., Таран В.М., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Моделювання процесу перемішування у сировиготовлювачі періодичної дії.....	187

<i>Іващук В.В., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Координація мети керування, як засіб економії енергії багатоасортиментного виробництва.....	189
<i>Літвяк В., Алексеєнко М., Науково-практичний центр з продовольства Національної академії наук Республіки Беларусь, Мінськ, Чепелюк О., Губеня О., Сергійчук Р., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Удосконалення процесу змішування гетерогенних середовищ.....	190
<i>Сенін С., Лук'яненко Б., Сергійчук Р., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Удосконалення різального пристрою для джгутоподібних продуктів.....	192
<i>Рибак О. М., ТНТУ ім. Івана Пулюя, м.Тернопіль, Україна</i> Застосування вівсяного борошна для покращення структури морозива.....	193
<i>Арич М.І., НУХТ, м. Київ, Україна</i> Підвищення конкурентоспроможності підприємств молочної промисловості України	194
<i>Popovici C., Deseatnicova O., Sturza R., Faculty of Technology and Management in Food Industry, Technical University of Moldova</i> Biological reserve of iodine in the fortified fatty products.....	196

ШЛЯХИ ОПТИМІЗАЦІЇ ХАРЧУВАННЯ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ УКРАЇНИ

Сучасні умови життєдіяльності військових, особливо в зоні АТО, зі значними фізичними і нервово-психічними навантаженнями, постійними стресовими ситуаціями, фізичними і моральними втратами, висувають до фізичного стану військових надзвичайно високі вимоги, викликають істотну перебудову метаболічних процесів в органах та системах (м'язовій, серцево-судинній, ендокринній, видільній тощо), що в сукупності ставить організм військовослужбовця на межу, а іноді й за межу функціональних можливостей. Це не лише ослаблює наших солдатів, а й часто веде до розвитку різних захворювань [1].

Така ситуація зумовлює підвищені потреби організму військових в енергії і багатьох харчових сполуках. Тому істотне підтримання стану здоров'я та бойового духу солдатів вбачається у забезпеченні їх раціональним, адекватним харчуванням, оскільки на сьогодні накопичено безліч даних щодо безпосереднього зв'язку харчування зі станом здоров'я людини, її стійкістю до шкідливих чинників довкілля та соціального середовища.

Виходячи зі значущості стану здоров'я військовослужбовців у контексті розвитку та безпеки країни, з важливості раціонального харчування військових, адекватного до екстремальних умов їхньої життєдіяльності, а також із необхідності вжиття термінових заходів із питань розроблення та виробництва нових функціональних продуктів, формування на їхній основі раціонів харчування для військових і забезпечення ними усіх бійців – зрозумілою є **актуальність** виконання теоретичних і практичних досліджень у даному напрямі.

Для оптимізації харчування військовослужбовців, адекватного екстремальним умовам їхньої життєдіяльності, необхідно вирішити такі завдання:

- провести аналіз фактичного харчування військовиків у сучасних умовах із точки зору відповідності компонентного складу продуктових наборів, їхньої харчової, біологічної та енергетичної цінності Нормам харчування, встановленим у 2002 році, і забезпеченості фізіологічних потреб організму в необхідних біокомпонентах;
- переглянути, удосконалити та скорегувати існуючий балансовий підхід до нутрієнтного складу харчових продуктів для військових з урахуванням нових даних про потреби організму людини в екстремальних умовах життєдіяльності;
- розробити науково обґрунтовані гігієнічні рекомендації щодо складу нових харчових продуктів з точки зору необхідного вмісту основних нутрієнтів і забезпечення організму військових білковою, жирною, вуглеводною, вітамінною та мінеральною складовими;
- теоретично обґрунтувати базові засади розроблення та формування спеціальних харчових раціонів для військовослужбовців як науково визначених, фізіологічно достатніх нутритивним потребам людини або групи людей у складних умовах, зокрема в умовах бойових дій; абсолютно безпечних, що гарантують належний стан здоров'я військовиків, підвищені адаптаційні можливості організму та здатність до швидкого самовідновлення;
- на основі зернових, молочних, м'ясних, олієжирових середовищ розробити інноваційні технології нових видів функціональних харчових продуктів, дієтичних добавок, поліфункціональних збагачувачів із урахуванням основних принципів харчової комбінаторики, з використанням винятково натуральної сировини;
- дати оцінку розробленим продуктам з точки зору органолептичних властивостей, показників якості та безпеки, і розробити науково обґрунтовані рекомендації стосовно розширення існуючих продуктових наборів для військовиків за рахунок нових функціональних продуктів. Оскільки створення харчових продуктів та харчових раціонів для військових є багатогалузевою комплексною проблемою, її вирішення потребує всебічної

державної підтримки у забезпеченні промислового виробництва розробленої продукції, її клінічної апробації та доведення створених раціонів до столу військовослужбовців.

Державна підтримка на цьому етапі полягає також у необхідності достатнього фінансового забезпечення для розроблення нормативної документації (технологічний регламент, технологічні інструкції) на створені функціональні продукти для військовиків; на отримання медичних та гігієнічних висновків щодо безпеки й якості сировини і продуктів для харчування військовиків; на технічне переоснащення підприємств, перепрофільованих на виробництво поліфункціональних збагачувачів та функціональних харчових продуктів для військових.

З нашої точки зору, і аналіз фактичного харчування військових, і корегування існуючого балансового підходу до нутрієнтного складу продуктів повинні ґрунтуватись на теорії збалансованого харчування та рекомендованих нормах споживання енергії, білків, жирів і вуглеводів для здорової людини, з урахуванням специфіки трудової діяльності 4-ї або навіть 5-ї категорій інтенсивності навантажень, до яких належать особи, зайняті важкою або особливо важкою фізичною працею.

Виконані в Проблемній науково-дослідній лабораторії та на кафедрі технології оздоровчих продуктів теоретичні дослідження дали можливість зробити висновок, що позитивний ефект харчових раціонів на організм військовиків має виражатись не лише у поновленні витрат енергії та поживних речовин, а й справляти індукуючий вплив на активацію метаболічних процесів, необхідних для виконання специфічних навантажень, особливо в умовах бойових дій.

Нині практично неможливо на основі традиційних харчових продуктів розробити адекватний раціон для військових, який відповідав би усім зазначеним вимогам, а асортимент продуктів, призначений спеціально для військовиків, узагалі відсутній.

І тому при вирішенні певних питань, пов'язаних із науковим обґрунтуванням корегування раціонів для військових, ми беремо за аналогію деякі рекомендації з організації харчування для спортсменів, оскільки ця група спецконтингенту під час тренувань і спортивних змагань також піддається великим фізичним та психоемоційним навантаженням.

Наприклад, спеціальні дослідження на спортсменах показали, що при фізичних та нервово-емоційних перевантаженнях потреба у вітамінах, зважаючи на особливості їхньої фізіологічної дії, значно зростає [2]. Очевидно, **на цю залежність необхідно звернути увагу при розрахунку вітамінної складової в добовому раціоні військових.**

Відомо, що більшість водорозчинних вітамінів групи В бере участь у побудові ряду ферментів, входячи до складу коферментних груп. Разом з тим, відомо, що комбінація вітамінів групи В, а саме – $V_1 + V_2 + V_5 + V_6 + V_3 + V_9 + V_{12}$, сприяє нормалізації метаболізму вегетативних центрів, процесів утворення, передачі імпульсів і трофіки нейроцитів, покращує функціонування нервових клітин і підкіркових центрів, за рахунок чого нормалізується вегето-емоційний статус.

І оскільки в екстремальних умовах використання цих вітамінів та їхніх похідних у біосинтезі значного числа ферментів збільшується, то організм відчуває не лише вітамінний дефіцит, а й порушення емоційного стану.

У добовому раціоні військовиків частка вітамінів має бути збільшена стосовно рекомендованих норм споживання і, ймовірно, займати проміжне положення між фізіологічною та терапевтичною дозами. Це допустимо і з точки зору безпеки вживання водорозчинних вітамінів, оскільки вони в організмі людини не накопичуються.

Слід урахувати також не лише негативний вплив на організм воїна дефіциту певних вітамінів, а й розбалансованість хімічного складу раціонів та порушення оптимальних співвідношень між вітамінами та іншими нутрієнтами. Ці декілька прикладів показують, наскільки складним і відповідальним завданням є розроблення харчових раціонів військових, особливо для умов бойових дій, а його вирішення потребує глибоких знань у галузях біохімії, гігієни та фізіології харчування, нутриціології, сучасних харчових технологій.

Ми розробили основні вимоги до нутрієнтного складу харчових продуктів для військовиків, що ґрунтуються на семи положеннях, у яких констатується, що харчові продукти для військових повинні посісти статус спеціальних; основною умовою їх виробництва є використання природної сировини, що містить інгредієнти з широким спектром фізіологічних впливів; обґрунтовано первинну роль білкової складової при моделюванні нових продуктів; зазначено особливості жирової складової у нових продуктах; необхідність використання максимальних доз важкозасвоєваних вуглеводів, вітамінів та мінеральних елементів, передусім антиоксидантної дії.

Запропоновано також методологію оптимізації нутрієнтного складу функціональних продуктів для військових, яка передбачає послідовність ряду етапів, починаючи з аналізу передумов для розроблення функціональних харчових продуктів і завершуючи затвердженням нормативної документації з їх виробництва.

З'ясовано особливості організації харчування військових у польових умовах; для аналізу адекватності харчування у цих умовах використовували розрахунковий метод, який передбачає оцінку надходження нутрієнтів з раціоном та їх відповідність рекомендованим нормам споживання. Інформацію про фактичне харчування, якісний та кількісний склад раціону отримували з використанням даних розкладок, норм харчування та сухих пайків.

Здійснений аналіз фактичного добового раціону військовослужбовців Збройних Сил України на основі повсякденного набору сухих продуктів для їх харчування виявив невідповідність фактичного забезпечення макро- та мікронутрієнтами рекомендованих норм і незбалансованість як між окремими групами нутрієнтів, так і всередині певних груп.

Так, білковий склад набору перевищує денну потребу у білку на 13 %, однак за рахунок білків рослинного походження; частка жирової складової становить лише 72 % від добової потреби, причому практично відсутні біологічно цінні поліненасичені та мононенасичені жирні кислоти; добова забезпеченість вуглеводами складає лише 64,2 %, а харчовими волокнами – 20 %. Енергетична цінність набору сухих продуктів складає 3039 ккал, що на 861 ккал менше за норму. Стосовно мінеральної складової, виявлено надлишок натрію, фосфору та заліза; виявлено нестачу магнію, калію, кальцію; практично повністю відсутні селен, йод, цинк, мідь, кобальт, молібден. Дефіцит вітамінів групи В становить від 20 до 60 %, інші вітаміни, за винятком вітаміну Е, майже відсутні.

Оскільки, як уже зазначали, спеціальні дослідження із раціонів харчування військових відсутні, то можна орієнтуватись на організацію харчування для працівників, які виконують свої професійні обов'язки вахтовим методом (наприклад, 30-км зона ЧАЕС), і в чиїх раціонах медики рекомендують збільшувати кількість білків, жирів, вуглеводів, мінеральних речовин та вітамінів на 20...25 % порівняно з фізіологічними потребами організму.

Висновки. Аналіз наявної інформації показав відсутність чітких наукових розробок стосовно диференційованих норм харчування з урахуванням умов служби (строкова чи пов'язана з бойовими діями), віку, енерговитрат тощо. Останні Норми було ухвалено в 2002 році, та, на жаль, вони не виконуються. Тому у питаннях забезпечення військовиків адекватним харчуванням найбільш швидким, економічно вигідним та технологічно доступним є корегування існуючих раціонів із використанням як традиційних, так і нових функціональних продуктів з оптимальним вмістом необхідних біологічно активних речовин адаптаційної, імунomodуючої, загальнозміцнюючої, реабілітаційної, антистресової дії.

Література

1. Депутат Ю.М. Гігієнічне обґрунтування корекції загальновійськового добового раціону харчування військовослужбовців строкової служби Збройних Сил України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. мед. наук (14.02.01) / Ю.М. Депутат. – К., 2010. – 19 с.
2. Карповець П.М. Фактичне харчування спортсменів як основа розробки адекватного харчування / П.М. Карповець, Л.І. Григор'єва // Проблеми харчування. – 2003. – №1. – С. 26-33.

ДЕЯКІ ПИТАННЯ РОЗВИТКУ БІОЕТАНОЛУ В УКРАЇНІ

У зв'язку із вступом до Енергетичного Співтовариства Україна зобов'язалася в рамках Протоколу про приєднання до Договору про заснування Енергетичного Співтовариства, забезпечити імплементацію Директиви 2003/30/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 8 травня 2003 року щодо сприяння використанню біопалива або іншого відновлювального палива для транспорту до законодавства України.

Враховуючи природні фактори та значну залежність України від імпортованих енергоносіїв та зважаючи на визнану в світі перспективність застосування саме альтернативних видів палива, розвиток виробництва біологічних видів палива в Україні є актуальним та необхідним на сучасному етапі. При цьому сільське господарство та харчова промисловість має надзвичайно великий потенціал виробництва сировини (зерно, меляса, інші напівпродукти бурякоцукрового виробництва) для виробництва біоетанолу.

Розвиток ринку паливного етанолу позитивно вплине на вирішення в Україні декількох стратегічних питань, зокрема:

- скорочення обсягів викидів парникових газів, що дозволить зменшити негативний вплив на навколишнє природне середовище;

- зменшення залежності України від імпорту нафтопродуктів (більше 80% нафтопродуктів до України імпортується, а виробництво біоетанолу лише на спиртових підприємствах можливо забезпечити обсягом близько 350 тис. тонн, що може замінити 7 – 10% (об'ємних);

- покращення ситуації у спиртовій галузі, збільшення надходжень до бюджету за рахунок відновлення роботи значної кількості підприємств, перепрофільованих на виробництво паливного етанолу;

- створення умов для збільшення виробничого потенціалу суміжників - виробників сільськогосподарської продукції (зерно, цукрові буряки).

Незважаючи на значний потенціал галузі, за період 2010-2012 років виробництво біоетанолу та компонентів на його основі здійснювалося на ДП "Наумівський спиртовий завод", ДП "Гайсинський спиртовий завод", ДП "Івашківський спиртовий завод", Лужанському та Хоростківському місцях провадження діяльності ДП "Укрспирт", а також ТДВ "Узинський цукровий комбінат". Протягом 2013 - 2015 років повністю перепрофільовано на виробництво біоетанолу та компонентів на його основі ДП "Барський спиртовий комбінат" та ДП "Червоненський завод продтоварів" та ДП "Зарубинський спиртовий завод". Наразі загальна потужність з виробництва біоетанолу зазначених підприємств становить близько 120 тис. тонн на рік.

Основною причиною, яка стримує розвиток галузі є надмірне державне регулювання. Станом на даний час Мінагрополітики працює над спрощенням дозвільної системи у сфері виробництва та обігу біоетанолу.

Зокрема, за ініціативи міністерства виключено положення Податкового кодексу України щодо затвердження Кабінетом Міністрів України переліку виробників біоетанолу.

У зв'язку із цим Мінагрополітики України було підготовлено проект постанови Кабінету Міністрів України "Про внесення змін до постанови Кабінету Міністрів України від 5 грудня 2007 р. № 1375", якою виключено перелік державних спиртових заводів, що мають право на виробництво біоетанолу, який 20 травня 2015 року прийнято на засіданні Кабінету Міністрів України за № 319.

Завдяки прийняттю зазначених актів на даний час виробництво біоетанолу може здійснюватися не тільки спиртовими заводами, а будь-якими підприємствами, які отримали

ліцензію на виробництво біоетанолу, що суттєво спростило здійснення господарської діяльності у сфері виробництва біоетанолу.

Також Мінагрополітики України розробило та узгодило в установленому порядку національний стандарт ДСТУ "Біетанол. Технічні умови", який був затверджений наказом Держспоживстандарту від 10.08.2010 № 356, згідно із яким він набрав чинності з 1 січня 2011 року, затверджено Технологічний регламент на виробництво біоетанолу.

Крім цього, затверджені Технічні умови на компонент моторного палива альтернативний (КМПА), Технологічний регламент і Технологічну інструкцію на виробництво КМПА, який також використовується як спиртовмісна добавка до бензинів.

Безумовно, вжитих заходів недостатньо для розвитку ринку біоетанолу, тому Мінагрополітики України продовжить роботу щодо зміни законодавства в цій сфері.

Зокрема Міністерством будуть винесені для обговорення наступні пропозиції:

- викласти у новій редакції термін "біоетанол" із віднесенням його до товарної позиції 3814 згідно з УКТЗЕД (*У країнах Європейського Союзу (джерело – COMMISSION REGULATION (EU) No 771/2012) біоетанол віднесено до кодів 3814 00 10, 3814 00 90, 3820 00 00, 38 24 90 97*);
- відновити норму щодо обов'язкового вмісту біоетанолу (5-7%) у бензинах, (яка скасована Законом України від 12.02.2015 № 191-VIII) та встановити відповідальність за порушення норми;
- встановити порядок та умови отримання ліцензії на виробництво біоетанолу (ліцензійні умови), яким, зокрема передбачити, що виробництво біоетанолу здійснюється суб'єктами господарювання, які мають повний технологічний цикл виробництва біоетанолу;
- затвердити вимоги до повного технологічного циклу виробництва біоетанолу, якими зокрема передбачити технічні засоби унеможливлення відвантаження біоетанолу без денатурації, а також встановлення електронного обліку виробництва і обігу біоетанолу з передачею інформації податковим органам в режимі онлайн;
- доповнити Групу 38 "Різноманітна хімічна продукція" розділу VI Митного тарифу України позицією "біоетанол";
- запровадити норму щодо уникнення подвійного оподаткування бензинів, у тому числі імпортованих, які на митній території України змішуються з біоетанолом, передбачивши, що акцизний податок платиться з частки доданого біоетанолу у складі реалізованих нафтопродуктів.

УДК 621.316

Володимир Шестеренко, к.т.н.,

Олег Машенко

Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна

Олександра Шестеренко

"L&G meter", м. Київ, Україна

ЗНИЖЕННЯ ВИТРАТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ НА ХАРЧОВИХ ПІДПРИЄМСТВАХ ШЛЯХОМ ОПТИМІЗАЦІЇ КОЕФІЦІЄНТА ПОТУЖНОСТІ

Вступ. Підвищити коефіцієнт потужності в системах електропостачання харчових підприємств доцільно шляхом оптимального застосування конденсаторів і синхронних двигунів.

Матеріали і методи. Використані математичні апарати теорії ймовірності, математичної статистики й теорії масового обслуговування. Досліджується нормативна методика вибору потужності конденсаторних установок, використані розробки з підвищення точності розрахунків.

Результати і обговорення. Розглянуто переваги та недоліки нормативної методики компенсації реактивної потужності на промислових підприємствах. Рекомендовано вводити поправку при розрахунках. Запропоновано системний підхід до компенсації, що дозволяє підвищити економічні показники всіх джерел реактивної потужності.

Розміщуючи конденсатори у мережі промислового підприємства враховують, що існують індивідуальна та централізована компенсація реактивної потужності. При індивідуальній компенсації конденсаторна установка підключається до затискачів електроприймача без комутаційних апаратів. Цей вид компенсації слід застосовувати тільки у відносно крупних електроприймачах з великим числом річних робочих годин. Індивідуальна компенсація дозволяє розвантажити від реактивних струмів усю мережу виробничого підприємства.

Проте цей спосіб потребує значних капітальних вкладень. Крім того, час роботи компенсуючих пристроїв залежить від тривалості вмикання електроприймача, бо при вимкненні його з мережі вимикається і конденсаторна батарея. Потужність конденсаторів обмежує також явище самозбудження двигуна. При самозбудженні напруга на затискачах двигуна зростає пропорційно струму конденсатора та швидкості ротора двигуна. Величина напруги може збільшитися до 160% від номінальної. Розроблено спосіб, який дозволяє уникати самозбудження двигуна.

Висновки. Результати рекомендується застосовувати на підприємствах харчової промисловості з метою підвищення коефіцієнта потужності.

Література

1. Shesterenko V., Mashchenko O., Shesterenko O. (2015), Problem of increasing the power factor in industrial enterprises, *Ukrainian food journal*, 4(1), pp. 134.
2. Shesterenko V., Sidorchuk I. (2013), Research of the features of reactive power compensation in the combined system of food industry, *Ukrainian Journal of Food Science*, 1(1), pp. 89- 95.

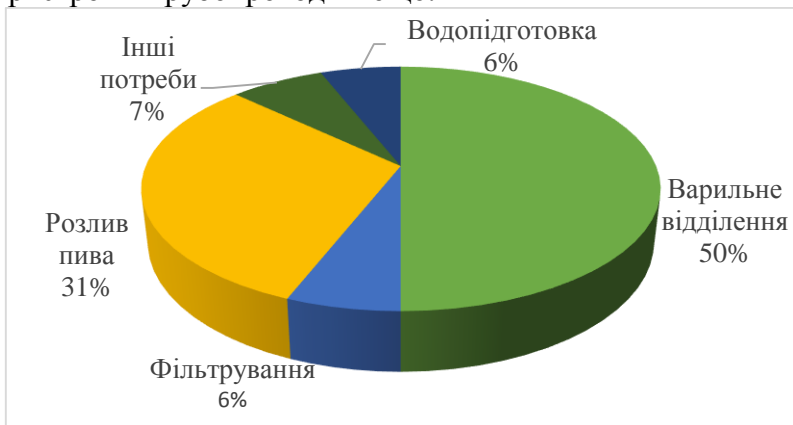
ШЛЯХИ ЕКОНОМІЇ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ПИВНОГО СУСЛА

Вступ. На сьогоднішній день ринок пива в Україні є досить потужним і насиченим. Тому, останнім часом, пивоварні підприємства здійснюють інвестиції не тільки у розширення асортименту та покращення якості напоїв, але й у підвищення ефективності виробництва.

Актуальність теми. Витрати теплової енергії на підприємствах пивоварної промисловості складають значну частину виробничих витрат. Загальні витрати енергії на повний цикл виробництва пива складають в середньому 130 – 200 МДж теплоти та 10-12 кВт•год електроенергії на гектолітр товарного пива [1].

При цьому варильне відділення споживає найбільшу кількість теплової енергії [1], питомі витрати якої становлять до 60 % від загальних питомих витрат. Все це свідчить про актуальність і важливість вирішення проблеми скорочення витрат теплової енергії в пивоварному виробництві і, в першу чергу, на стадії виробництва пивного сусла.

Матеріали і методи. Споживання теплової енергії розподіляється наступним чином (рис.1): приготування гарячої води; нагрівання затору (сусла); нагрівання й кип'ятіння сусла; миття тари; пастеризації пива; роботи станції СІР; пропарювання фільтрів, розливних пристроїв і трубопроводів тощо.



Діаграма 1 - Середнє споживання теплової енергії

Для економії теплової енергії у варильному відділенні існують різні технічні можливості та способи. Розглянемо останні відповідно до технологічних процесів, що відбуваються при виробництві пивного сусла, а саме: затирання солода та зернопродуктів; підігрівання сусла; кип'ятіння пивного сусла; охолодження сусла.

Результати і обговорення. Одним із головних критеріїв, що дає можливість зменшити споживання теплової енергії, являється в основному кількість варок, що здійснюються за добу.

Можливість економії енергії залежить також не тільки від режимних показників, але й від насиченості технологічного обладнання, яке використовується при цьому. Для варильного агрегату, що складається з двох апаратів – заторно-сусловарильного та фільтраційного, технічні можливості для економії енергії більш обмежені порівняно з варильним агрегатом, що складається з чотирьох апаратів – двох заторних, фільтраційного та сусловарильного. Підвищення технічного рівня обладнання варильного відділення, тобто його технічне переоснащення, сприяє досягненню більш високої продуктивності при зменшенні витрат енергії.

Для зменшення споживання енергії при приготуванні пивного затору режим затирання солоду та зернопродуктів доцільно проводити наступними способами: короткочасного затирання з високою температурою затирання; інфузійний (настійний) спосіб затирання; спосіб затирання за допомогою гарячою води. Використання декокційного (відварного) способу є більш енергоємним порівняно з вищеописаними через тривалість процесу та багатократність, що призводить до збільшення споживання теплової енергії. У разі використання даного способу пропонується використовувати конденсатор для зменшення

випаровування при кип'ятінні частини затору та, по можливості, повторно використовувати гарячу воду для обігрівання заторних апаратів. Також, необхідно враховувати гідромодуль затору. Отже, обираючи процес та спосіб затирання, можливо значно зменшити витрати енергії.

Процес кип'ятіння пивного сусла, на який витрачається найбільша кількість теплової енергії, що споживається у варильному відділенні на стадії приготування пивного сусла, являється основним об'єктом для проведення заходів щодо зменшення споживання енергії при виробництві пивного сусла.

При кип'ятінні пивного сусла випарюється (залежно від конструкцій сусловарильних апаратів) від 4 до 12 % води у вигляді водяної пари температурою близько 100 °С. При використанні класичних сусловарильних апаратів теплота вторинної пари видаляється в атмосферу через витяжну трубу, що при сьогоднішній високій вартості на енергію є абсолютно недоцільним. Окрім цього, з водяною парою викидаються також ароматичні летючі компоненти сусла, що є також неприйнятним. Ці основні причини стали основою для розробки та удосконалення обладнання, методів та систем збереження енергії, які забезпечують не лише рекуперацію теплової енергії, але й значне зниження викидів у навколишнє середовище.

Найбільш прогресивною та розповсюдженою конструкцією сусловарильного апарату є апарат, оснащений внутрішнім кип'ятильником у вигляді кожухотрубного теплообмінника. З метою покращення теплопередачі в останньому, шляхом збільшення швидкості потоку, встановлюють циркуляційний насос, що подає сусло безпосередньо під нагрівач. Ще одним із способів економії є динамічне кип'ятіння при низькому надлишковому тиску. Така технологія була розроблена для забезпечення летючих з'єднань при зниженні загального ступеня випаровування вологи та економії енергії. В даній системі тиск підвищується та знижується в діапазоні 1,0 – 1,2 бар (що відповідає відповідно температурам 100-102 та 104-105 °С) 6 разів на годину. При кожному такому скиданні тиску місткість апарату миттєво закипає з викидом пари одночасно з леткими з'єднаннями. Вважається, що при використанні даної системи відгонка летючих з'єднань досягається при загальному випаровуванні у 4 – 5 %.[3]

Інша конструкція внутрішнього кип'ятильника, що заслуговує уваги, представляє собою тонкоплівковий випаровувач [1]. Сусло при цьому кип'ятиться та випаровується у тонкому шарі, проходячи через конус, який обігривається парою у верхній частині двосекційного сусловарильного апарату, нижня частина якого виконує функцію гідроциклонного апарату. Загалом сусло, що підлягає кип'ятінню, проходить через конус декілька разів, повертаючись у гідроциклонний апарат через боковий патрубок. При цьому завислі речовини гарячого сусла постійно видаляються. Вважається, що така конструкція дозволяє отримати якісний продукт при ступені випаровування 4 – 5 %.

Використовувати вторинну пару безпосередньо для кип'ятіння сусла неможливо, оскільки її енергетичний потенціал є недостатнім. Однак при його підвищенні з'являється можливість повторного використання вторинної пари для кип'ятіння сусла, тим самим зменшуючи витрати первинної теплової енергії на даний процес. Це технічне рішення досягається шляхом встановлення теплових насосів, які досить поширені у різних галузях промисловості, а віднедавна їх почали використовувати при приготуванні пивного сусла [3]. Неодмінною умовою зниження споживання теплової енергії також є постійне контролювання технологічних параметрів в основному виробництві та системах тепло- і водопостачання, вентиляції, кондиціонування і т.д. Це дає можливість визначити навантаження того чи іншого обладнання та оцінити ефективність тепло-та енергозберігаючих заходів.

Висновок. Слід зазначити, що максимальний ефект всі описані вище заходи дають при впровадженні їх у виробництво комплексно, хоча і окремо вони вносять значний вклад у тепло-, енерго- та ресурсозбереження.

Література

1. Кунце, В. Технология солода и пива / В.Кунце. – С-Пб.: Профессия, 2008. – 1100 с.
2. Нарцисс, Л. Краткий курс пивоварения. / Л. Нарцисс. – СПб.: Профессия, 2007. – 640 с.
3. Бемфорт, У. Новое в пивоварении / У. Бемфорт. – С-Пб.: Профессия, 2007.– 520с.

ВИКОРИСТАННЯ ДИКОРΟΣЛОЇ СИРОВИНИ В ТЕХНОЛОГІЇ МАКАРОННИХ ВИРОБІВ

Вступ. Макаронні вироби є широко вживаними і популярними продуктами харчування в Україні і світі. Проте, вони є незбалансованим продуктом за хімічним складом, оскільки пересичені вуглеводами (містять близько 70 % крохмалю) і збіднені на білок (9...10 %), містять низький вміст вітамінів, мінеральних речовин. Крім того, через дефіцит і високу вартість макаронного борошна з твердих пшениць більшість підприємств в Україні виготовляє макаронні вироби з пшеничного хлібопекарського борошна, що позначається на їх якості та харчовій цінності.

Актуальність теми. Враховуючи вимоги раціонального харчування, а також негативний вплив довкілля на стан здоров'я людей актуальним питанням є підвищення харчової цінності макаронних виробів як продуктів харчування широкого вжитку, зокрема за вмістом вітамінів та мінеральних речовин. Останнім часом значна увага вчених приділяється застосуванню у технології продуктів харчування дикорослої сировини – барбарису, глоду, ожини, горобини, чорниці і т.д. [1, 2]. Дикоросла сировина є джерелом біологічно активних речовин, у тому числі вітамінів, макро- і мікроелементів, харчових волокон. На думку автора, перспективним у технології макаронних виробів є використання таких дикорослих ягід, як горобина та чорниця. Ці ягоди містять β -каротин, вітаміни А, С, Е, макроелементи Са, Mg, P, Fe, К, харчові волокна [3]. Усі ці компоненти є лімітованими в макаронних výroбах. Застосування цих ягід у макаронному виробництві практично не досліджено. Вивчення технологічних процесів і обґрунтування технологічних режимів виготовлення макаронних виробів з цією сировиною сприятиме створенню виробів з функціональними властивостями і урізноманітненню асортименту макаронних виробів з хлібопекарського борошна.

Матеріали та методи. При проведенні досліджень використовували пшеничне хлібопекарське борошно вищого сорту (виготовлене за ГСТУ 46.004-99) і порошки чорниці і червоноплідної горобини, що отримують шляхом подрібнення сушених плодів, які відповідають нормам ТУ У 15.3-31922743-001.2010. Для оцінки якості напівфабрикатів та готових виробів застосовували фізико-хімічні, органолептичні, експериментально-статистичні методи.

Результати та обговорення. При оцінюванні якості макаронних виробів з чорничним та горобиновим порошком у дозуванні 5 % до маси борошна встановлено, що вироби з чорничним порошком набувають блідо-фіолетового кольору, приємного смаку, поліпшуються варильні властивості. Проте, збільшується кількість сухих речовин, що переходять у варильну воду. Очевидно, це відбувається за рахунок цукрів, що вносяться з чорницею і переходять у варильну воду. Загалом, макаронні вироби з чорничним порошком мали вищу якість порівняно з výroбами без додаткової сировини. Вироби з порошком горобини (5 % до маси борошна) набувають кремового кольору, приємного смаку, поліпшуються варильні властивості, кислотність виробів не підвищується.

На наступному етапі досліджували використання порошоків у кількості 10 та 15 % до маси борошна з метою максимального збагачення макаронних виробів цінними біологічно активними речовинами. При цьому важливо, щоб якість виробів була прийнятною для споживачів.

Встановлено, що вироби з дозуванням 10 – 15 % чорничного порошку до маси борошна набувають насиченого фіолетового кольору та чорничного присмаку, що не погіршує смакові властивості виробів. Проте, з'являються мікротріщини в структурі виробів і знижується їх міцність на 30 %. Це свідчить про те, що чорничний порошок не забезпечує утворення структури виробів. Встановлено закономірне збільшення кислотності виробів, у разі внесення

15 % чорничного порошку цей показник зростає утричі. Варильні властивості виробів погіршуються, зокрема, вироби менше збільшуються в об'ємі після варіння, зростає перехід сухих речовин у варильну воду.

Збільшення дозування порошку горобини до 15 % до маси борошна негативно позначається на якості виробів – знижується міцність, погіршуються варильні властивості і смак виробів.

На підставі здійснення повнофакторного експерименту ПФЕ 2² встановлено таке оптимальне дозування додаткової сировини: порошку горобини – 6 % до маси борошна, порошку чорниці – 4 % до маси борошна, температура води для приготування тіста – 35 °С.

З метою обґрунтування механізму впливу додаткової сировини на процеси утворення тіста, його структуру і формування виробів вивчали якість клейковини та структурно-механічні властивості.

Встановлено, що досліджувані ягідні порошки забезпечують зниження вмісту клейковини та її гідратаційної здатності. При цьому клейковина виявляє більш пружні властивості за показником розтяжності та стиснення на приладі ИДК-1. Очевидно, полімери ягідних порошоків і білки борошна конкурують за поглинання води в тісті. В результаті більш грубої дисперсності і більшого вмісту клітковини чорничний та горобиновий порошок перешкоджають набуханню білків пшеничного борошна для утворення клейковини.

На підставі вивчення структурно-механічних властивостей на фаринографі встановлено, що валориметрична оцінка тіста знижується. Це свідчить про те, що складові ягідних порошоків виявляють дегідратуючий вплив у макаронному тісті і перешкоджають біополімерам пшеничного борошна утворювати тісто.

Аналізуючи мінеральний склад макаронних виробів встановлено, що в них зростає вміст калію, кальцію, фосфору і заліза. Залізо, що міститься в чорниці, краще засвоюється за рахунок вмісту в чорниці аскорбінової кислоти [4].

Ураховуючи, що в макаронних виробах без додаткової сировини вітамін С відсутній, вироби з 4 % порошку чорниці збагачені цим нутрієнтом на 2,3 мг/100 г, тобто при споживанні 100 г таких макаронних виробів добова потреба у вітаміні С забезпечується на 2,6 %. Оскільки використання чорничного порошку надає виробам фіолетового кольору, тому їх доцільно використовувати для виготовлення виробів із борошна з підвищеною здатністю до потемніння.

Завдяки внесенню 6 % горобинового порошку при споживанні 100 г макаронних виробів добова потреба в β -каротині задовольняється на 11 % і в вітаміні С – на 5 %, що дозволяє віднести такі вироби до функціональних продуктів харчування.

Висновок. Отже, встановлено підвищення харчової цінності макаронних виробів з використанням чорничного та горобинового порошоків, що має соціальний ефект. Такі вироби виготовляються з вітчизняної сировини, що свідчить про стабільність сировинної бази. Це дасть змогу урізноманітнити асортимент вітчизняних макаронних виробів, зокрема, десертної групи, та посилити їх конкурентоздатність.

Література

1. Базарнова Ю. Дикорастущие ягоды в кондитерском производстве // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. – 2012. – №11. – С.17 – 19.
2. Халапсіна С.В. Перспективи використання дикорослих ягід в оздоровчому харчуванні // Тези доповідей міжнар. наукової конф. молодих учених, аспірантів і студентів "Наукові здобутки молоді - вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті". – Ч.1. – К.: НУХТ. – 2013. – С. 9 – 10.
3. Скурихин И.М. Волгарева М.Н, Химический состав пищевых продуктов- 2-е изд., перераб. и доп. -М.: ВО "Агропромиздат",1987.-224 с.
4. Хомич Г.П., Капрельянц Л.В. Вплив попередньої обробки ягід чорниці на вміст флаванолідів у соку // Наукові праці ОНАХТ. – Випуск 28, том 2. – Одеса, 2010. – С. 4 – 7.

УДК 637.04

Вербицький С. Б., к.т.н., зав. лаб.

Охріменко Ю. І., гол. фахівець

Бондар С. В., провідний інженер

Соколова С.Я., провідний інженер

Інститут продовольчих ресурсів НААН України, м. Київ, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПЕПСИНУ З КУРЯЧИХ ШЛУНКІВ

Вступ. Різноманітні кисломолочні, м'які та тверді сири є важливим елементом харчування, вони користуються стабільним попитом вітчизняних споживачів та становлять суттєву частину вітчизняного експорту харчової продукції. Принциповою технологічною операцією виробництва зазначеної продукції є коагуляція, у той чи інший спосіб, молочного білка казеїну. Одним з біологічних матеріалів, використовуваних для коагуляції молока у виробництві сирів, є пепсини. Для їх виготовлення використовують сировину тваринного походження, у тому числі залозисті шлунки забійної птиці. Використання останнього виду відносно недорогої і малоцінної сировини для одержання затребуваних молокопереробниками технологічних пепсинів є важливим у сенсі ресурсозбереження та доцільного імпортозаміщення.

Актуальність теми. Для забезпечення коагуляції молочного білка у сироробстві широко використовують сичуг жуйних тварин, зокрема телят. Значне зростання виробництва сирів у світі спричинило дефіцит зазначеної сировини та спонукало фахівців до пошуку інших ферментних матеріалів, прийнятних для використання на заміну сичугу – це ренін, ліпаза, хімотрипсин та ін. тваринного походження, продукований з папайї рослинний папайїн чи навіть мікробіальні препарати, одержані із залученням генної інженерії [1]. У цьому сенсі, цілком прийнятним розв'язанням проблеми забезпечення сироробів молокозсідавальними ферментами натурального походження є використання залозистих шлунків забійної птиці. Хоча використання курячих пепсинів із зазначеною метою не є занадто широким, у деяких країнах – Ізраїлі, Чеській Республіці та ін. – пепсини з птиці використовуються досить активно. Основною підставою для застосування курячого пепсину в Ізраїлі є його відповідність канонам кошерного харчування правочинних іудеїв. Водночас, надмірна протеолітична активність, специфічний смак, втрата активності у сироватці зменшують технологічну привабливість цього ферментного матеріалу. Фахівці зазначають, що вартість ферментного препарату складає лише близько 0,5 % загальної вартості виробництва сиру [2]. Отже, ціна навряд чи є переважним чинником при виборі матеріалів такого призначення сироробами. Різні види сиру є у різній мірі прийнятними об'єктами для використання курячих пепсинів у якості молокозсідавальних матеріалів. Якщо для низки національних м'яких сирів залучення курячого пепсину виявилось технологічно виправданим [3, 4], то вироблений із застосуванням зазначеного матеріалу сир «Чеддер» відрізнявся невластивим смаком, текстурою та структурно-механічними характеристиками [5, 6].

Матеріали та методи. Для досліджень брали розчин курячого пепсину з автолізу подрібнених шлунків. Використовували залозисті шлунки курчат-бройлерів кросу Cobb500, який є найбільш розповсюдженим у європейських країнах, включно з країнами – членами Європейського Союзу, а також на вітчизняних підприємствах промислового птахівництва, спеціалізованих на виробництві м'яса птиці.

Розчин стандартного препарату з атестованою активністю використовували у якості контролю. Однакові об'єми контрольного та досліджуваного розчинів додавали до однакових (за об'ємом) молочних субстратів. негайно після внесення починали відлік часу, використовуючи секундомір. Виконували аналізування в ультратермостаті за температури ($35 \pm 0,5$) °C до моменту появи згустків. Час появи згустків фіксували та занотували.

Результати та обговорення. Активність згортання молока – це кількість частин молока, які коагулює при залученні однієї частини ферменту (у виконаних дослідженнях – пепсину) за температури 35 °С впродовж протягом 40 хвилин. Якщо зазначають, що активність пепсину складає 100000 одиниць, це означає, що 1 частина пепсину має достатню спроможність для ефективного коагулювання 100000 частин молока. Отже, у цьому разі на 1г пепсину припадає 100000 г, або 100 кг обробленого молока.

Принцип визначення активності полягає у фіксації та порівнянні часу згортання стандартизованого молочного субстрату за стабільних умов під впливом певної однакової кількості стандартного препарату атестованої активності, з часом згортання досліджуваного препарату.

Активність курячого пепсину, X розраховували за формулою:

$$X = \frac{A \cdot T_1}{T_2}, \quad (1)$$

де: A – атестоване значення стандартного препарату, умовних одиниць; T_1 – час згортання субстрату атестованим препаратом, с; T_2 – час згортання субстрату досліджуваним курячим пепсином, с.

Зазвичай для приготування контрольного розчину використовують препарат пепсину атестованої активності. Оскільки при проведенні досліджень стандартний препарат пепсину для сирного виробництва з атестованою активністю 100000 ум. од. не був доступний у достатній кількості, використовували фармакологічний препарат пепсину. Оскільки зсідальна активність зазначеного препарату не була відома, на першому етапі досліджень за допомогою стандартного препарату пепсину з активністю 100000 ум. од. визначили активність фармакологічного препарату.

Результати виконаного визначення та дані розрахунків за формулою (1) наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Результати визначення активності фармакологічного препарату пепсину

№ досл. зразків	Стандартний препарат пепсину		Фармакологічний препарат пепсину					
	активність згортання пепсину, тис.ум.од.	час згортання, T_1 , с	час згортання, T_2 , с	активність згортання пепсину, тис.ум.од.	умова збіжності $ X_1 - X_2 $	збіжність $ X_1 - X_2 $	активність згортання пепсину, $ X_{сер} $, тис.ум.од.	прийнята активність згортання пепсину, $ X $, тис.ум.од.
1	100,00	232,00	151,00	153,64 $ X_1 $				
2	100,00	226,00	144,00	156,94 $ X_2 $	$\leq 9,3$	$\leq 3,3$	155,29	150,00

Отриманий в описаний вище спосіб розрахунковий стандартний препарат пепсину з встановленою активністю, яка відповідала 150000 ум. од., використовували для експериментального визначення активності пепсину досліджуваних шлунків залозистих з курчат-бройлерів. Результати визначення та отримані в результаті виконання дані наведено у таблиці 2

Таблиця 2 – Результати визначання активності пепсину дослідних зразків шлунків залозистих з курчат-бройлерів

№ дослід. зразків	Стандартний препарат пепсину		Пепсин шлунків залозистих					
	активність згортання пепсину, тис.ум.од.	час згортання, T ₁ , с	час згортання, T ₂ , с	активність згортання пепсину, тис.ум.од.	умова збіжності X ₁ -X ₂	збіжність X ₁ -X ₂	активність згортання пепсину, X _{сер} тис.ум.од.	прийнята активність згортання пепсину, X тис.ум.од
1	150,00	152,00	560,00	40,71 X ₁	≤ 9,3	≤ 1,2	40,12	40,00
2	150,00	146,00	554,00	39,53 X ₂				

Дані, наведені у таблиці 2, показують, що активність пепсину дослідних зразків шлунків залозистих з курчат-бройлерів становила 40000 ум. од. Для порівняння: згідно з ОСТ 10 – 025 – 94 [7], ГОСТ Р 55500–2013 [8] і ТУ У 46.38.027-95 [9] активність курячого пепсину повинна бути не менше 20000 ум. од.

Висновок. Досліджені залозисті шлунки курчат-бройлерів кросу Cobb500 характеризує активність пепсину на рівні 40000 ум. од. Таким чином, пепсин залозистих шлунків за принциповим технологічним показником відповідає технічним умовам нормативних документів і, отже, є придатним для виробництва молокозсідальних препаратів, призначених для використання у сиробстві.

Література

1. Ozcan, T. Effect of different rennet type on physic-chemical properties and bitterness in white cheese / Tulay Ozcan, Ufak Eren-Vapur // International Journal of Environmental Science and Development. Vol. 4. No. 1. February 2013, P. 71-75.
2. Ferrandini Banhero, E. Elaboración de queso de Murcia al vin con cuajo natural en pasta: memoria para al grado de doctor / Eduardo Ferrandini Banhero // Universidad de Murcia, Facultad de veterinaria. Abril de 2006. – 191 p.
3. Uysal, H.R. Research on the possibilities of the use of chicken pepsine for the manufacture of White-brined cheese / H. R. Uysal, O. Kinik, and N. Akbulut // J. Agric. Fac. Ege Univ., vol. 33, pp. 99-106, 1996.
4. Benyahia-Krid, F. A. Milk coagulation with chicken pepsin: proteolytic benefits of substituting rennet in cheese making and recycling of forestomachs in Algeria. / F. A. Benyahia-Krid, F. A., H. Attia, M. N. Zidoune // Journal of Agriculture, Biotechnology and Ecology. 2011. Vol. 4, No. 2. P. 51-63
5. Akın, N. Peynir yapımında kullanılan süt pıhtılaştırıcı enzimler ve bunların bazı özellikleri / Nihat Akın // Gıda (1996) 21 (6): 435-442.
6. Dervişoğlu, M. Peynir yapımında kullanılan süt pıhtılaştırıcı enzimler ve kazein fraksiyonları üzerine etkileri: Derleme / Muhammet Dervişoğlu, Oğuz Aydemir, Fehmi Yazıcı // Gıda (2007) 32 (5): 241-249.
7. ОСТ 10 – 025 – 94 «Желудки железистые цыплят и кур замороженные. Технические условия». Ржавки: ГНУ ВНИИ птицеперерабатывающей промышленности, 1994.
8. ГОСТ Р 55500–2013 «Желудки железистые цыплят и кур замороженные. Технические условия». – Введ. 2014 – 07 – 01. – М.: Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии, 2014. – 12 с.
9. «Желудки железистые цыплят, цыплят-бройлеров и кур замороженные. Технические условия». – Введ. 1995 – 03 – 22. – К.: Минсельхозпрод Украины, 1995. – 12 с.

УДК 621.384:664

Кирик И. М., к.т.н.

Василевская С. И., аспирантка

Могилевский государственный университет продовольствия (МГУП)

г. Могилев, Республика Беларусь

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ТЕПЛООВОГО ПОТОКА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАСПОЛОЖЕНИЯ ИК-ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ

Один из высокоэффективных методов нагрева – нагрев инфракрасным излучением, которое значительно интенсифицирует процесс и способствует повышению качества продуктов, так как инфракрасные лучи, проникая внутрь продукта, воздействуют на его молекулярную структуру [1].

Для измерения плотности теплового потока в инфракрасном аппарате бытового назначения применена экспериментальная установка, представленная на рисунке 1.

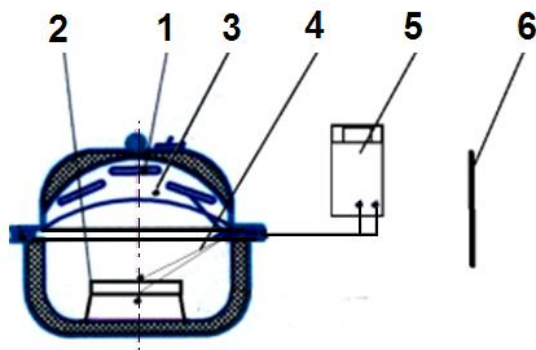


Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки:

1 – инфракрасные излучатели, 2 – пластина для измерения плотности теплового потока, 3 – защитный экран из термостойкого стекла, 4 – термопары, 5 – мультиметр «АРРА 80», 6 – термометр

Инфракрасный аппарат бытового назначения представляет собой емкость из нержавеющей стали объемом 3 дм³, в крышку которой встроены галогеновые кварцевые излучатели, отражающий теплоизолирующий экран и защитный экран из термостойкого стекла. С помощью галогеновых кварцевых излучателей можно создавать высокие плотности энергии – до 60 кВт/м².

Для измерения плотности теплового потока в данном аппарате используется пластина из углеродистой стали определенной толщины круглой формы, на верхнюю часть которой равномерно наносится однородный слой черни. В результате этого формируется лучевосприимчивая площадка 2 и обеспечивается максимальное поглощение падающего лучистого потока. На верхней и нижней части пластины располагаются две тонкие хромель-копелевые термопары 4. Показания термопар регистрируются с помощью мультиметра «АРРА 80».

Экспериментальные исследования по определению плотности теплового потока в инфракрасном аппарате бытового назначения основаны на температурном перепаде верхней и нижней частей пластины, который пропорционален в направлении теплового потока его плотности [2]. Стальная пластина располагается под источником лучистой энергии таким образом, чтобы лучистый поток попадал на лучевосприимчивую площадку. Нижняя поверхность пластины охлаждается водой, тем самым обеспечивается значительный перепад температур между верхней и нижней поверхностями пластины, в результате чего осуществляется беспрепятственное распространение фронта тепла сверху вниз. Абсолютное

значение плотности теплового потока в инфракрасном аппарате инфракрасного нагрева рассчитывается по уравнению теплопроводности Фурье [3]. Экспериментальные исследования проводились при напряжении источника ИК-аппарата 220 В при различном расположении ИК-излучателей относительно стальной пластины.

На рисунке 2 представлена зависимость плотности падающего потока инфракрасного излучения от высоты расположения инфракрасных излучателей.

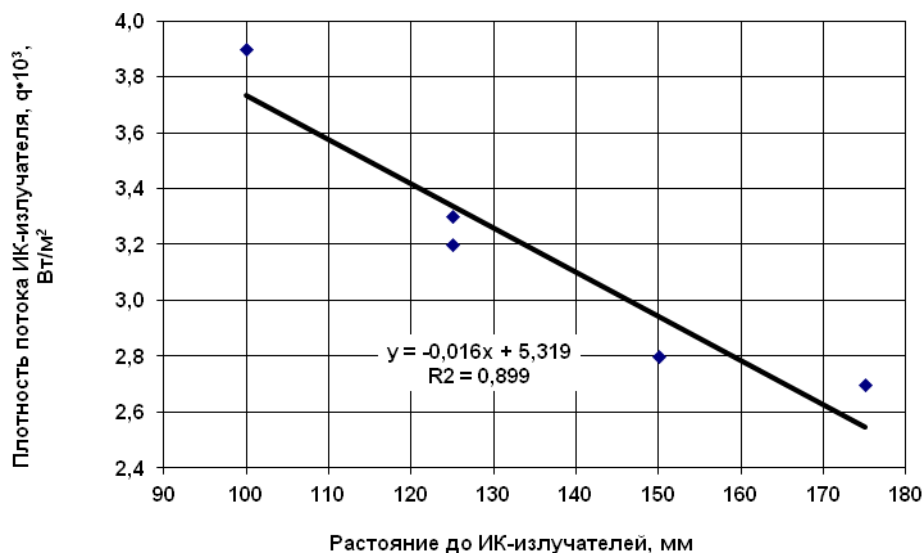


Рисунок 2 – Зависимость плотности падающего потока инфракрасного излучения от высоты расположения инфракрасных излучателей

Выводы. Данная методика может быть использована для определения плотности теплового потока в инфракрасном аппарате и положена в основу методики инженерного расчета аппаратов инфракрасного нагрева.

Литература

1. Островский, Л.В. Инфракрасный нагрев в общественном питании / Л.В. Островский. – М.: Экономика, 1978. – 104 с
2. ГОСТ 25380-82. Здания и сооружения. Метод измерения плотности тепловых потоков, проходящих через ограждающие конструкции.
3. Филатов, В.В. Исследования термической обработки капиллярно-пористых коллоидных материалов инфракрасным излучением / В. В. Филатов // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2010. – №5. – С. 16-23.
4. Kirik I. Results of experimental researches of the process of infra-red heating in thermal household devices / Igor Kirik, Svetlana Vasilevskaya // Ukrainian Food Journal. – 2013. – V.2. – I.1. – pp. 86-93.
5. Kirik I. Researches of the process of infra-red heating in thermal evices with top and bottom power supply / Igor Kirik, Svetlana Vasilevskaya, Alesya Kirik // Ukrainian Food Journal. – 2013. – V.2. – I.4. – С. 562-569.

УДК 664:339.5

Dumitru Mnerie, d-r, prof.

Politehnica University Timisoara, Timisoara, Romania

Gabriela Victoria Mnerie, d-r, **Viorica Baesu**, d-r, **Alin Jitarei**, d-r,

Ioan Slavici University, Timisoara, Romania

QUALITY OF FOOD BEGINS WITH THE CONSUMER EDUCATION AND WITH THE COMPLEX TRAINING OF THE PRODUCERS (SYNTHESIS)

Introduction. It is recognized the ability of the people to adapt to the conditions offered. In relation with to food intake, in general, people choose and consume:

- Which that would immediately quench the hunger,
- What that would satisfy a gustatory pleasure,
- What that they would the budget allow to buy
- What that considers that it would be more useful and better for their health.

The last reason is the most rational, one that would characterize the contemporary consumer profile, better informed and educated.

In the literature, as well as other magazines and various publications, are presented many data on consumer behavior and considerations of food, both in economic terms and the psychosocial. Of course, it can make observations and comparisons between food consumer behaviors, when he was successively put in the following three situations:

- In the middle of the nature, where the food it is obtained by searches and eventually fight,
- In the kitchen where food derived from the own garden and livestock
- In a restaurant, where the services are paid in the system: „*all inclusive*”.

Results and discussion. Currently, the consumer attitudes will be differentiated by the level of education and gastronomical training, the level of understanding of the principles of nutrition, in good relation to their own health condition. The condition of correct reasoning preceding the consumption is ensured by the knowledge gained in the information accumulated on the proposed food consumption. On the market the way of the communication is given by the food label.

To improve the role of the food label for consumer health was launched NUTRILAB (NUTritional LABELing Study in Black Sea Region Countries project), a project with European funding.

In the context achieving the objectives of the project were undertaken and studies on the level of interest in the reading of the content of labels and understanding the contents and the value of their information. Were realized a series of interviews, discussions, debates, and investigations based on questionnaires, scientific sessions and others. All this highlights the importance of educational-instructional process on people of all ages.

This process begins with cultivating of the people interest oriented to the knowledge of the level of the own health, and its limits on the optimal nutrition. This process will be ended with the training on rational consumption, selective, specific to each consumer profile.

In the mobility conducted in Ukraine in NUTRILAB program, a real progress has been noted in the food market, especially of the labels content, observing more conditions of the European Directives, and as a result of requirements the informed consumer and more interested about their own health. Comparisons were made on the quality of food labeling, taking as reference the months: July 2013 and July 2015.

Analyzing more than 650 different labels of the packaged food groups, there is a growth of the information content of food labels, with an average of about 8% to domestic products. A significant percentage of local consumers, are turning to cheaper products for to purchase, but with labels richer in information. This does not imply a more careful scroll of the content. Young consumers are now more interested in the content of labels, often choosing products manufactured outside the country, and with multiple information. This is due also by the gastronomical and nutritional information, which are growing on the social web. In the various shops there are more

food produced outside of Ukraine and outside the European area. (In *Figure 1* it shown a food which is correctly labeled and bestselling Ukrainian market, produced to order by a local distributor, to a Turkish company producer).



Figure 1.

In Romania it started a gastronomic education program for the school children by introducing a module called Gastronomical education, and a development of the other curricula in this respect. The effects are already apparent in the behavior of buyers. Often some parents are alerted by the children.

But if look it to the evolution of the competitive market of foodstuff may be considered that in the future will not resist on the market only those products that will win customers' trust through the quality and transparency of the manufacturing technology, and with labels with many information geared more towards consumer welfare.

Therefore, it is necessary and a more complex training for the local producers of food, towards a more good market presentation of the foods with proper nutrition labeling.

Conclusion. It is considered that the development of forms of the gastronomic education of the populations consuming, and a determination of the producers to a complex and accurate information on the quality and importance of the food, targeted for consumer health, are some real opportunities of growth of the quality of life and of the individual prosperity and of the group.

Acknowledgement: The study was performed in an international mobility supported by FP7-PEOPLE-2012-IRSES, 318946 – NUTRILAB, NUTritional LABELing Study in Black Sea Region Countries project.

References

1. Mnerie, D., (2013), *THE LABEL - Integration element of duality production-consumption for agro-foods products*, *SIPA 13, Sibiu, September, 2013*.
2. NUTritional LABELing Study in Black Sea Region Countries, (NUTRILAB), Marie Curie Actions, International Research Staff Exchange Scheme, Call: FP7-PEOPLE-2012-IRSES, PART B,
3. Rodolfo M., Nayga Jr., (1999), *Toward an understanding of consumers' perceptions of food labels*, *International Food and Agribusiness Management Review*, 2(1): 29–45
4. Regulation (EC) No 1924/2006 of the European Parliament and of the Council of 20 December 2006 on nutrition and health claims made on foods.
5. Regulation (EU) no 1169/2011 of the European Parliament and of the Council of 25 October 2011 on the provision of food information to consumers.

ВИРОБНИЦТВО ЙОГУРТУ, ЗБАГАЧЕНОГО ВИСОКОВІТАМІННИМИ НАТУРАЛЬНИМИ ДОБАВКАМИ, ДЛЯ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ

Молочна промисловість в нашій країні протягом багатьох років залишається однією з провідних галузей розроблення та виробництва функціональних, інноваційних продуктів. Вітчизняний ринок молочних продуктів – один з найбільш розвинутих і привабливих для споживача. Кисломолочні продукти користуються широкою популярністю в Україні. Саме це дає потужний стимул для впровадження у виробництво функціональних кисломолочних продуктів. Найчастіше ця група продуктів збагачується комплексом біологічно активних інгредієнтів: пробіотиками, пребіотиками, вітамінами, мікроелементами тощо.

З того часу, коли І.І. Мечников виділив з болгарського йогурту кисломолочну паличку і назвав її «Болгарська», йогурт поширився по всьому світу і зараз входить до раціону практично кожного жителя планети. Його визнано одним із ефективних кисломолочних продуктів для лікування різноманітних захворювань та запобіганню передчасному старінню.

Виробництво нових видів кисломолочних продуктів у нинішній час має бути орієнтовано на специфічну категорію населення – військовослужбовців строкової служби, а особливо тих, що перебувають у зоні бойових дій. Екстремальні умови життєдіяльності вимагають особливих раціонів харчування, здатних нівелювати негативні впливи довкілля, стресогенних чинників, постійних психоемоційних перенавантажень [1].

Тому **актуальними** є дослідження і виробництво кисломолочних продуктів з натуральними збагачувачами, передусім вітамінами-антиоксидантами, есенціальними мінеральними елементами, поліненасиченими жирними кислотами тощо. Це і стало **метою** даної роботи.

Сучасні технології виробництва йогурту дають можливість отримати продукт високої харчової та біологічної цінності. До основних недоліків технологій виробництва йогурту, як і інших кисломолочних продуктів, слід віднести використання синтетичних добавок – загущувачів, структуроутворювачів, ароматизаторів та інших. Більшість із них при перевищенні допустимої дози споживання можуть призвести до виникнення та розвитку різноманітних аліментарних захворювань.

Разом з тим рослинна сировина, яка вирощується в Україні, завдяки широкому спектру цінних біологічно активних речовин дає можливість повністю замінити синтетичні добавки натуральними, які виявляють такий же технологічний ефект, як і синтетичні добавки, і разом із тим, дають можливість отримати харчові продукти оздоровчого (функціонального) призначення, які повністю відповідають основним принципам харчування ХХІ століття.

Зокрема, на кафедрі технології оздоровчих продуктів НУХТ запропоновано новий вид збагаченого йогурту. Пектин, який вносять разом із яблучним пюре, виконує роль натурального загущувача та структуроутворювача. З пюре журавлини надходять у значній кількості вітаміни С і Р. Завдяки антиокислюючій дії вони повністю замінюють штучні антиоксиданти. Більш того, вітамін С у складі йогурту сприяє нормалізації окисно-відновних реакцій в організмі та підвищує імунний захист.

Біофлавоноїди (вітамін Р) надають йогуртові красивого натурального забарвлення і підвищують його стійкість при зберіганні.

Враховуючи перспективність використання яблук та журавлини, особливо з позицій медико-біологічних, на кафедрі технології оздоровчих продуктів розроблено спосіб виробництва нового виду йогурту із застосуванням обраних збагачувачів у вигляді пюре.

Для обґрунтування функціональності обраних предметів дослідження визначено у їхньому складі основні біокомпоненти. З огляду на обмежений обсяг матеріалу, в роботі наведено дані лише із вмісту пектинових речовин (таблиця 1).

Таблиця 1 – Вміст пектинових речовин у пюре з яблук та журавлини

Показник	Вид пюре			
	Яблука “Симиренко”	Яблука “Антонівка”	Журавлина I	Журавлина II
Вміст сухих речовин, %	9,2	9,0	8,4	8,1
Пектинові речовини, %	2,74	3,26	4,68	4,92
Пектин, %	1,55	1,58	3,37	3,15
Протопектин, %	1,19	1,68	1,31	1,77

Примітка: журавлина I – зібрана у Закарпатській області;
журавлина II – зібрана у Київській області.

Аналіз табличних даних дає можливість зробити ряд висновків. Відомо, що пектин, який широко використовується у харчовій промисловості, передусім як желюючий засіб, є надзвичайно цінною біологічно активною сполукою. Пектинові речовини мають радіопротекторні властивості, знижують рівень у крові глюкози та шкідливого холестерину, поліпшують периферійний кровообіг і прискорюють відчуття насичення завдяки зв'язуванню води в шлунку.

Враховуючи профілактичну норму споживання пектину 4 г / добу, розрахували, що досліджуванні зразки пюре (100 г) задовольняють добову потребу у пектині: 1) пюре з яблук “Симиренко” – на 38,75 %; 2) пюре з яблук “Антонівка” – на 39,5 %; 3) пюре з журавлини I – на 84,25 %; 4) пюре з журавлини II – на 78,75 %.

Таким чином, йогурт, що містить яблучно-журавлинове пюре, виконуватиме, завдяки пектиновим сполукам, роль природного ентеросорбента, виводячи з організму військовиків радіонукліди, токсичні сполуки, інші токсиканти та забезпечуючи нормальну роботу шлунково-кишкового тракту.

Зроблено розрахунок харчової цінності йогурту з добавками фруктових-ягідного пюре, враховуючи те, що у рецептурі йогурту 10 % молока замінено на 10 % пюре, до якого у рівних частинах входить пюре яблук і пюре ягід журавлини. Розрахунки показали, що, замінивши 10% молока яблучно-журавлиновим пюре, вдалося підвищити, порівняно із класичним йогуртом, вміст аскорбінової кислоти, поліфенольних сполук, пектину та протопектину.

Висновки. Запропонована композиційна суміш для збагачення йогурту і вдосконалена технологія його виробництва дають можливість усунути недоліки сучасних технологій отримання кисломолочних продуктів, повністю використати переваги внесення до їхніх рецептур рослинних поліфункціональних збагачувачів як природних комплексів біологічно активних речовин, розширити раціон харчування військовослужбовців продуктами з підвищеним вмістом білків, вітамінів-антиоксидантів, ентеросорбентів та інших біологічно цінних сполук.

Література

1. Українець А.І. Наукові аспекти розроблення харчових раціонів для військовослужбовців / А.І. Українець, Г.О. Сімахіна, Н.В. Науменко // Наукові праці НУХТ. – 2015. – Т. 21, №3. – С. 205-211.

УДК 663.44-048.78

Мерзляк Д.В.,

Марцинкевич Л.В., ас.

Удодов С.А., к.т.н. доц.

Національний університет харчових технологій (НУХТ)

м. Київ, Україна

ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ СИСТЕМИ ЩАДНОГО КИП'ЯТІННЯ, ЯК СПОСОБУ СКОРОЧЕННЯ ВИТРАТ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ

Питання раціонального використання тепло-енергоресурсів постає наразі актуальним для підприємств пивоварної промисловості. Все більше приділяється увага на можливість скорочення енергоємного обладнання, перехід на системи та технології з мінімальним використанням енергії на одиницю продукції. Також, не на останньому місці стоїть питання рекуперації вторинних продуктів з перетворенням у додаткові джерела енергії (використання вторинної пари, перетворення відходів в біопаливо і т.д.).

В пивоварній промисловості, відповідно, також присутні технологічні стадії з найбільшими затратами енергії. Такою ділянкою при виробництві пива є процес кип'ятіння пивного сусла. За півтори-дві години в сушварильному апараті відбувається кип'ятіння сусла та випаровування певної кількості води, що потребує колосальних затрат енергії - близько 30% загальних витрат енергії, що використовує пивзавод [1]. Також, як свідчать останні дослідження в цьому напрямку, високі довготривалі термічні навантаження негативно впливають на деякі технологічні показники під час варки сусла [2,3].

Наразі вже відома система щадного кип'ятіння пивного сусла SchoKo 2.0 [4], що пропонується для широкого використання. Остання, за рахунок рекуперації енергії вторинного пару, здатна забезпечити не тільки високоякісні технологічні показники та режимні параметри, але й сприяти значному зниженню енергетичних затрат на процес до 75%. Особливістю даної системи є приготування пивного сусла при температурі на пару градусів нижче температури кипіння. Цей процес має назву томіння і займає приблизно 50 хвилин. При цьому не спостерігається інтенсивного утворення парових бульбашок на поверхні нагрівання і тим самим значною мірою зменшується потреба у витраті енергії. Однак, для дотримання всіх належних технологічних параметрів та якісних показників охмеленого пивного сусла, додатково встановлюється вакуумний випарник із теплообмінниками для остаточного видалення надлишку води в суслі. Встановлення додаткового обладнання також має негативні наслідки, такі як збільшення матеріало- та енерговитрат, ускладнення конструкції, контролю за процесами та ін..

Для вирішення вказаних недоліків нами запропонована альтернативна система щадного приготування пивного сусла /рис.1/, яка складається з сушварильного апарату 1 із двоконусним днищем та встановленою сегментною циркуляційною трубою із регульованим зазором між сегментами 2. В нижній частині апарату знаходяться патрубок відведення сусла 7 та патрубок подачі сусла до циркуляційної труби 6. Також до системи входить гідроциклонний апарат 3 із направляючими лопатями та патрубками подачі 9 та відведення 8 сусла з апарату. Для здійснення циркуляції сусла між апаратами використовуються насоси 4 та 5.

В результаті вилучення вакуумного випарника з допоміжним обладнанням, встановлення сегментної циркуляційної труби в сушварильному апараті із двоконусним днищем та застосування гідроциклонного апарату з направляючими лопатями, очікується забезпечення більш високої якості кінцевого продукту за рахунок інтенсифікації процесу випаровування води та видалення диметилсульфіду із сусла, запобігання руйнації білкових та хмелевих згустків, а також досягнення зменшення кількості енергоємного обладнання, скорочення енерговитрат.

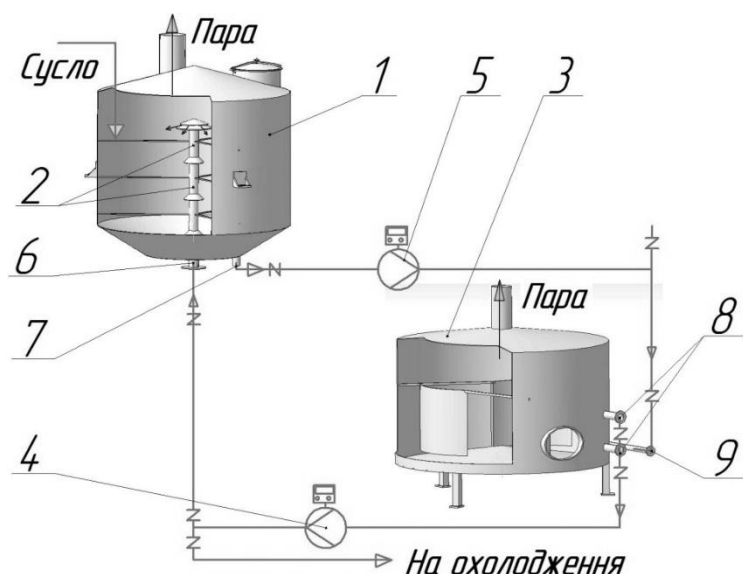


Рисунок 1 – Система щадного приготування пивного сусла: 1 – сушловарильний апарат із двоконусним днищем; 2 – сегментна циркуляційна труба; 3 – гідроциклонний апарат із направляючими пластинами; 4,5 – насоси циркуляційного контуру; 6 – патрубок подачі сусла до сегментної циркуляційної труби; 7 – патрубок виходу сусла; 8 – патрубок відведення сула з гідроциклонного апарату; 9 – патрубок подачі сусла до гідроциклонного апарату

Відповідно до розрахункових та паспортних даних обладнання згідно розглянутих систем, побудовано залежність рис.2. відсоткових витрат енергії на різних стадіях приготування пивного сусла при. Дані порівнювались із витратами енергії при використанні класичного способу варки. Витрати енергії при класичному способі приймаються за 100%.

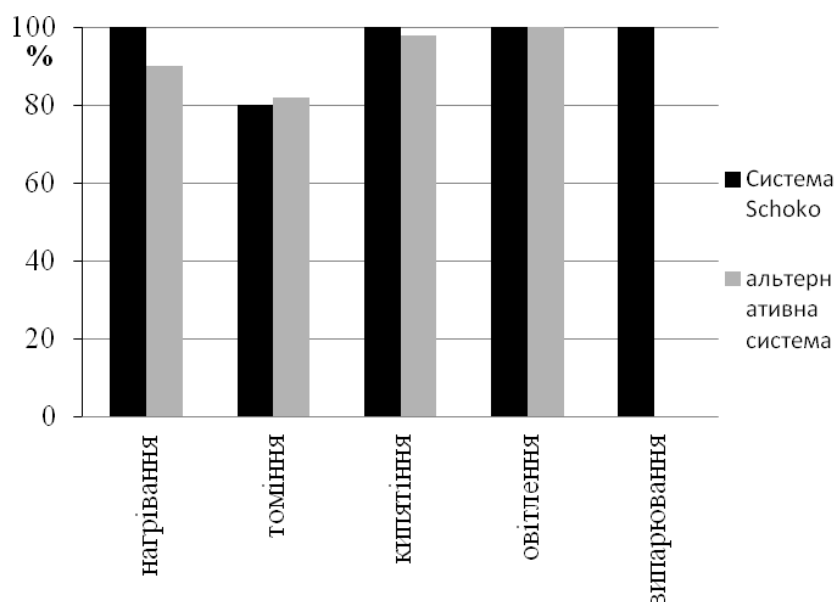


Рисунок 2 – Відсоткова залежність витрат енергії при використанні в системах приготування пивного сусла на різних стадіях від затрат енергії при класичному способі приготування пивного сусла

Висновки: Використання запропонованої нами альтернативної системи щадного приготування пивного сусла значною мірою скорочують енерговитрати на стадіях нагрівання та кип'ятіння в порівнянні із системою Schoko. За рахунок вилучення вакуумного випарника з його допоміжним обладнанням можливе також скорочення витрат матеріалу та спрощення контролю за технологічними параметрами.

Література

1. R. Braereleirs, Cl. Bauduin, MEURA S.A., WORT STRIPPING-THE BOILING SYSTEK OFTHE FUTURE,-2009, Belgium
2. Федоренко, Б.Н. Пивоваренная инженерия: технологическое оборудование отрасли / Б.Н. Федоренко. — СПб.: Профессия, 2009. — 1000 с.
3. Роздобудько, Б. В. Преобразование предшественников диметилсульфида в зависимости от способ затирания и режимов кипячения сусла с хмелем / Б. В. Раздобудько, Б. И. Хиврич // Modern Science - Moderní véda. - 2014. - № 2. - С. 156 - 162.

ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ НА ХЛІБОПЕКАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

Хлібопекарська галузь України є найбільш соціально орієнтованою та значущою, оскільки забезпечує населення продуктом першої необхідності щоденного споживання – хлібом. Через зарегульованість ціноутворення в галузі, підприємства не мали змоги розвиватися, оновлювати виробничі фонди. За підсумками 2014 року 43% хлібопекарських підприємств отримали збитки. Стрімке зростання цін на сировину та енергоресурси в 2015 році призвело до підвищення цін на хліб. Хлібопекарські підприємства здебільшого працюють на застарілих технологіях і, як і вся країна, відчувають дефіцит природного газу та інших енергоносіїв. Тому дослідження резервів зниження собівартості за рахунок ресурсозбереження, впровадження нових енергозберігаючих технологій на підприємствах є актуальним та своєчасним.

Проведені дослідження методом статистичних спостережень виявили, що, витрати на сировину та енергоносії для аналогічної продукції різняться в різних областях України, залежно від ступеню оснащення підприємств, в середньому на 20%. Через неповну завантаженість обладнання і, відповідно, зменшення зони обслуговування машин зростають витрати на оплату праці та енергоносії у структурі собівартості. Обладнання змушене працювати «в холосту». Виявлено основні резерви зниження витрат за рахунок ресурсозбереження:

– витрати на сировину (борошно) становлять від 38% до 50% в структурі собівартості. Втрати борошна значно зменшуються за рахунок якості замісу. Зокрема, економія сировини за рахунок інтенсивності змішування на тістомісильній машині виробництва Німеччини (Diosna SP 240) порівняно зі Смілянською (А2-ХТЗБ «Стандарт») становить до 6%. Крім того, важливо забезпечити якісні показники борошна – вологість, зольність, крупність помелу, кількість та якість сирової клейковини, білизну. Вони погіршуються при неправильному зберіганні як борошна, так і сировини для його виготовлення – пшениці. За оцінками експертів [2], із загальної кількості зернозберігаючих підприємств діють лише 25% сертифікованих елеваторів, які, побудовано за сучасними технологіями та дозволяють одночасно зберігати близько 7 млн. т зерна. Інші потужності мають низький рівень технічної оснащення і високу енергоємність, що призводить до збільшення витрат на зберігання і, відповідно, зниження конкурентоспроможності продукції. У найближчі роки вирішальним фактором підвищення конкурентоздатності зернових господарств стане будівництво власних елеваторів, що дозволить знизити ризики при реалізації продукції, її собівартість при зберіганні;

– основна проблема хлібопекарських виробництв – хлібопекарські печі. У балансі тепла хлібопекарських виробництв до 50% витрачається на печі і до 30% - на зволоження камери для випікання. Більше ніж 2 тис. печей (60% загальної кількості), що задіяні на виробництві, не забезпечують якості продукції при 2-змінному режимі роботи. Перспективним є оновлення цього парку обладнання та використання в технологічному процесі виготовлення хліба вторинних енергетичних ресурсів (ВЕР), що утворюються при спалюванні природного газу в хлібопекарських печах, або гарячої повітряної суміші. Важливий напрям їх застосування – використання так званих теплових насосів, які відбирають тепло та акумулюють теплову енергію для подальшого використання в опаленні та вентиляції [3]. Ефективний захід – впровадження власних теплообмінників, змонтованих на газоходах печей. Їх термін окупності дорівнює півроку;

– точкові інвестиції для вирішення нагальних проблем підприємств;

– вдосконалення логістичної складової, скорочення витрат на збут шляхом налагодження системи зворотнього зв'язку, оптимізації кільцевого заводу, будівництва сучасних складів;

– при постійному моніторингу усіх ділянок технологічного процесу, від закупівлі сировини до реалізації готової продукції, досягається економія в розмірі до 2% собівартості.

Аналіз впливу ресурсозберігаючих чинників на структуру собівартості хліба довів, що найбільший вплив мають прискорення замісу тіста, використання вторинних джерел нергії та новітнього устаткування (табл.1).

Таблиця 1 – Аналіз впливу ресурсозберігаючих чинників на собівартість хліба

Стаття витрат	Частка в структурі собівартості, %	Зменшення в результаті дії чинників впливу, %	Вплив на собівартість, %	Чинник впливу
Сировина (борошно)	47	6	2,82	Прискорення замісу, підвищення якості зерна та борошна
Енергоносії	14	7	0,98	Використання вторинних та альтернативних джерел енергії, сучасного обладнання
Фонд оплати праці	6	2	0,12	Збільшення зони обслуговування робітників за рахунок завантаження потужностей
Накладні витрати	10	3	0,30	Використання альтернативних джерел обігріву приміщення, моніторинг
Маркетингові витрати	18	5	0,90	Оптимізація логістики, скорочення складських і транспортних витрат
Фінансові витрати	5	1	0,05	Оптимізація фінансових потоків
<i>Всього</i>	100		5,17	

Джерело: сформовано за [1], [4] та власними дослідженнями автра

Висновки. Впровадження ресурсозберігаючих заходів за напрямками економії сировини та енергоресурсів, збільшення зони обслуговування робітників, використання вторинного пару на першому етапі дозволить знизити собівартість хліба та, відповідно, підвищити прибутковість більш ніж на 5%. Близько 60% економії досягається завдяки зменшенню витрат на сировину. Наступний етап ресурсозбереження – перехід на альтернативні джерела енергії для забезпечення потреб виробничого процесу та опалення будівлі.

Література

1. Офіційний сайт Держстату України. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>
2. Шаповал Е. Гуманитарная помощь / Е. Шаповал // Бизнес.-2013. - № 24–25.- С. 50-53
3. Бевз В.В. Нетрадиційні та відновлювальні джерела енергії у харчовій промисловості / В.В.Бевз. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ir.kneu.edu.ua:8080/bitstream/2010/357/1/Bevz.pdf>
4. Офіційний сайт Укрхлібпром. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ukrhlbprom.org.ua/>

УДК 637.5.03

Гащук О.І., к.т.н.

Національний університет харчових технологій (НУХТ) м. Київ Україна

Савченко О.Б.,

Кривобік Р.А.

ТОВ «Інститут нових технологій» (ТОВ «ІНТ») с. Княжичі, Броварського району Київської області, Україна

ВІТАЦЕЛЬ MCG 0018 – ЗАМІННИК ЖИРУ ТА ЖИРНОЇ СИРОВИНИ В ХАРЧОВИХ ПРОДУКТАХ

Одною з передумов для впровадження інновацій в харчовій промисловості є те, що структура виробництва продукції харчової промисловості, рівень і темпи її розвитку багато в чому залежать від стану основних галузей тваринництва.

На сьогоднішній день підприємства харчової промисловості функціонують в умовах гострого дефіциту тваринницької сировини вітчизняного виробництва. Так, наприклад, короткий аналіз виробництва свинини в Україні показує, що до 2013 року об'єми виробництва даної сировини переважно падали. В 2014 році вітчизняні фермери досягли значно кращих показників, але в цьому році на вітчизняному ринку через девальвацію гривни значно скоротився імпорт свинини, який став занадто дорогим. Імпортна свинина виросла в ціні на 60%. Внаслідок цього в Україні виник дефіцит свинини, який оцінюється в 5-6% від реального попиту.

І хоч в зв'язку з економічною ситуацією виробники харчової продукції, особливо м'ясної, змушені тимчасово знизити обсяги виробництва, розширення асортименту продуктів харчування, а також часткова заміна сировини залишаються актуальними.

Вирішенням проблеми дефіциту однієї із підгруп основної сировини є використання в харчовій промисловості екологічно чистого замітника жиру та жирної сировини Вітацелі MCG 0018. Цю харчову добавку у вигляді біло-сірого порошку можна використовувати при виробництві м'ясних та молочних, хлібобулочних та кондитерських виробів, морозива та соусів. Вона відповідає національним та міжнародним вимогам до харчових добавок (нормативи ФАО/ВООЗ та ЄС).

При цьому виробникам гарантовано збереження заданих стандартів якості і стабільність технологічного процесу.

Основою Вітацелі MCG 0018 є мікрокристалічна целюлоза (E 460). Цей інгредієнт можна зустріти під такими назвами: Cellulozum microcristallinum (PhEur), Microcrystalline cellulose (BP, USPNF, JP), Celluloze (CAS № 9004-34-6); синоніми: Avicel PH, Celex, cellulose gel, Celphene, Ceoluz KG, crystalline cellulose, E 460, Emcocel, Ethispheres, Fibrocel, Farmacel, Tabuloze, Vivapur.

Мікрокристалічну целюлозу отримують шляхом контрольованого кислотного гідролізу високоочищеної α-целюлози, яку виробляють з рослинних волокнистих матеріалів.

Супутною речовиною мікрокристалічної целюлози у харчовій добавці Вітацель MCG 0018 є натрію карбоксиметилцелюлоза (E 466). Існують інші назви цього інгредієнту: Carmellosum patricum (Ph Eur), Carmellose (BP, JP), Carboxymethylcellulose sodium (USP), Cellulose, Carboxymethyl ether, sodium salt (CAS № 9004-32-4), син.: Acucell, Aguacorb; cellulose gum, CMC sodium, E466, Tylose CB.

Натрію карбоксиметилцелюлозу отримують шляхом обробки очищеної лужної целюлози натрію монохлорацетатом.

Вітацель MCG 0018 завдяки поєднанню нерозчинності у воді мікрокристалічної целюлози (процес розшарування полімерів) і розчинності карбоксиметилцелюлози (процес розчинення полімерів) диспергує у воді і, отриманий тиксотропний гель, бере участь в створенні структури і консистенції продукту, а також є його стабілізатором. В процесі гомогенізації роль

загущувача виконує натрію карбоксиметилцелюлоза, а стабілізатором є мікрокристалічна целюлоза. На відміну від гелів, утворених при використанні окремих гідроколоїдів або крохмалю, гель Вітацелі MCG 0018 не викликає відчуття слизистості або клейкості, а утворює сприятливі сенсорні відчуття.

В готовому вигляді гель має молочно-білий колір, в'язкопластичну консистенцію, нейтральний смак і аромат, не утворює піни, термостабільний, рівень рН 6-8. Ці важливі якості дозволяють використовувати Вітацель MCG 0018 як замітник жиру або жирної сировини при виробництві харчових продуктів.

Для активації Вітацелі MCG 0018 і утворення гелю необхідне високоріжуче зусилля (не менше 3000 об/хв.), відповідне дозування добавки та вологи у вигляді суміші льоду та води (1:1). Не рекомендується активувати харчову добавку з використанням вологи у вигляді 100% льоду. Початкова в'язкість гелю (30 сек. після активації) і кінцева (24 години після активації) значно відрізняється. Кінцева – майже в 10 разів більша. Використовувати гель необхідно при досягненні температури в його товщі не більше 1-2⁰ С або в замороженому вигляді в кількості 10-20% замість відповідної кількості жиру або жирної сировини.

Висновок. Проведений аналіз складових харчової добавки Вітацель MCG 0018 і її властивостей дає змогу стверджувати, що хоч і на сьогоднішній день не існує замітника жиру і жирної сировини, який би міг мати всі властивості жиру на 100%, очищений препарат харчових волокон Вітацель MCG 0018 має наступні переваги:

- відсутність небажаних супутніх компонентів і шкідливих домішок;
- мікробіологічна чистота;
- стандартизовані технологічні характеристики;
- прогнозований технологічний ефект;
- можливість комбінування з іншими функціональними інгредієнтами;
- отримання харчових продуктів із заданими органолептичними і фізико-хімічними властивостями.

Література

1. Грабов Л.Н., Мерщій В.И., Посунько Д.В., Грабова Т.Л. Исследование процесса диспергирования системы «твердое тело-жидкость» // Промышленная теплотехника. – 2003. – № 4. – С.74-79.
2. Постанова від 4 січня 1999 р. № 12. Київ Про затвердження переліку харчових добавок, дозволених для використання у харчових продуктах.
3. Hasegawa M. Direct compression: microcrystalline cellulose grade 12 versus classic grade 102 // Pharm. Technol. – 2002. – № 26

УДК 664.1

Сімахіна Г.О., д. т. н., проф.

Ярош К.О., магістрант

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

ОТРИМАННЯ ХАРЧОВИХ БАРВНИКІВ З ЛУШПИННЯ ЦИБУЛІ З ПІДВИЩЕНИМ ВМІСТОМ КАРОТИНОЇДІВ

Однією із головних якісних характеристик харчових продуктів, оцінюваної споживачами, є їхні органолептичні показники – смак, колір і аромат. Колір – це перший якісний показник, на який споживач звертає увагу при виборі товару. Особливість барвника – здатність забарвлювати їжу і давати відповідний насичений колір.

Харчові барвники використовували ще в давні часи для поліпшення зовнішнього виду харчових продуктів. Вони поділяються на істинні барвники, стабілізатори кольору, поверхневі барвники та барвники для неістинних оболонок.

Сучасні харчові технології використовують здебільшого штучні барвники, завдяки їхній здатності надавати продуктові насиченого кольору, добре зберігатися і порівняній дешевизні. Однак усі штучні барвники справляють на організм людини негативний вплив, викликаючи розвиток різних захворювань.

Тому **актуальним завданням** науковців та практиків є пошук нових природних джерел, у тому числі нетрадиційних, для виробництва високоякісних та ефективних барвників, які за технологічними характеристиками не поступаються штучним аналогам і разом із тим відзначаються позитивним впливом на живий організм.

Особливо важливу функцію натуральні харчові барвники виконують при розробленні харчових продуктів для спецконтингентів, у тому числі для військовослужбовців. Вона полягає в тому, що більшість натуральних барвників, особливо каротиноїдів, відзначається підвищеною антиоксидантною дією. Завдяки цьому раціони харчування із достатнім вмістом каротиноїдів захищатимуть організм військовослужбовців від несприятливих чинників довкілля, а також запобігатимуть виникненню оксидантних стресів, пов'язаних із дією надмірної кількості вільних радикалів.

Створення нових барвників на основі нетрадиційної сировини є **метою даної роботи**.

У якості предмета дослідження обрано лушпиння цибулі, практично не дослідженої вторинної сировини, яка апріорі відзначається високим вмістом різних біологічно активних речовин, у першу чергу каротиноїдів. Підтвердженням цьому є виконані нами попередні дослідження [1].

Результати досліджень показали, що цибуля містить у середньому 1,4...2,2 % білку, майже 9 % моно- та дисахаридів, має значні концентрації калію, а за вмістом клітковини та кальцію у 4...5 разів переважає інші овочеві культури. Аскорбінової кислоти у цибулі більше, ніж у фруктах (до 40 мг / 100 г).

Розроблений спосіб отримання натурального барвника з лушпиння цибулі полягає в тому, що для інтенсифікації процесу екстрагування використали оброблення сировини у полі НВЧ – лушпиння замочували у воді, а потім піддавали його НВЧ-нагріванню. Температура води, яку використано в якості екстрагента, – 20...22 °С. Вибір температури екстрагента може коливатись залежно від умов виробництва.

Ступінь вилучення барвних речовин із вихідної сировини оцінювали за величиною оптичної густини екстрактів, визначеної за допомогою фотоелектрокалориметра КФК та спектрофотометра Specord UV VIZ.

Аналіз отриманих даних показав переваги обраного способу порівняно з традиційним водним екстрагуванням.

Встановлено також доцільність попереднього замочування часточок лушпиння у воді на 10...15 хв. – протягом цього періоду лушпиння набухає, і при подальшому обробленні у полі НВЧ вилучення барвних речовин відбувається більш повно та інтенсивно.

Натуральний харчовий барвник, отриманий із лушпиння цибулі з використанням НВЧ-нагрівання, відповідає вимогам абсолютної нешкідливості – відсутністю стороннього смаку та запаху, стійкістю до впливу температурного оброблення. Так, при нагріванні до 90...100 °С основні властивості барвника не змінюються.

Барвник із лушпиння можна отримати в сухому вигляді, використовуючи помірні температури – до 50 °С. І рідкий, і сухий барвники мають високу харчову цінність, інтенсивне забарвлення і належні органолептичні показники.

У роботі досліджено також спосіб отримання каротиноїдів із використанням екстрактивних методів. В якості екстрагентів застосовано водні і водно-спиртові розчини.

В отриманих екстрактах визначили основні біохімічні показники: вміст вітаміну С, дубильних речовин, екстрактивних речовин; вміст каротиноїдів та хлорофілів. Результати досліджень показали, що вміст вітаміну С в екстрактах становить від 15,28 до 17,04 мг; дубильних речовин в екстрактах міститься від 6,4 до 11,2 мг%. Вміст β-каротину, визначений спектрофотометричним методом, складає від 0,338 мг/г до 0,429 мг/г. Було проведено також дослідження зразків лушпиння на токсичність та їх відповідність ГН 4.4.8.073 – 2001 «Тимчасові гігієнічні нормативи вмісту компонентів хімічної та біологічної природи». Результати досліджень наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 – Вміст токсичних елементів у лушпинні цибулі, мг/кг

Назва токсиканта	Вимоги НД	Фактичний вміст	НД на методи випробувань	Оцінка відповідності
Свинець	6,0	0,1	МВВ 081 –12/05 – 98	Відповідає
Кадмій	1,0	0,03	МВВ 081 – 12/05 – 98	Відповідає
Миш'як	0,5	0,1	ГОСТ 26930 – 86	Відповідає
Ртуть	0,1	0,01	МВ 5178 – 90	Відповідає

Таким чином, лушпиння цибулі за всіма токсикологічними показниками є безпечним для використання у виробництві харчових продуктів.

Органолептичні показники отриманих екстрактів наведено в таблиці 2.

Таблиця 2 – Органолептичні показники екстрактів, отриманих із двох сортів цибулі

№ п/п	Показники	Екстракт	
		Червоне лушпиння	Жовте лушпиння
1	Зовнішній вигляд	Прозора рідина без сторонніх вкраплень	
2	Колір	Темно-вишневий з коричневим відтінком	Темно-оранжевий з коричневим відтінком
3	Смак	Характерний, злегка пекучий та терпкий	
4	Запах	Специфічний, властивий цибулевим видам	

Отримані результати дозволили зробити висновок про перспективність використання лушпиння цибулі у виробництві функціональних харчових продуктів та функціональних напоїв. Експериментально підтверджено безпеку використання лушпиння цибулі.

Висновки. Харчовий каротиноїдовмісний барвник із лушпиння цибулі, отриманий за запропонованими способами, можна застосовувати в різних галузях харчової промисловості, в тому числі для дитячого та дієтичного харчування, при виробництві різноманітних кулінарних страв та харчо концентратів, а також для продуктів із вираженою антиоксидантною дією.

Література

1. Ярош К.О. Мікрохвильовий спосіб отримання харчового барвника з лушпиння цибулі / К.О. Ярош, Г.О. Сімахіна // Матеріали 81-ї щорічної наук. конф. студентів, аспірантів НУХТ, 23 – 24 квітня 2015 р. – К. : НУХТ, 2015. – С. 38-39.

УДК 664.3.032: 665.335

Осейко М.І., д.т.н., проф.

Романовська Т.І., к.т.н., доц.

Голодна О.В., здобувач

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

НАНОТЕХНОЛОГІЧНІ Й ІННОВАЦІЙНІ АСПЕКТИ МОДИФІКОВАНИХ ОЛІЙ ЩОДО КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ СПЕЦІАЛЬНИХ ЖИРІВ І КОМПОЗИЦІЙ

Вступ. Олієжировий комплекс України є провідним щодо експорту рослинних олій та забезпечення споживачів модифікованими жирами й олієжировими продуктами.

Модифіковані олії, спеціальні жири і композиції, ліпидовмісні продукти і добавки широко використовуються у технологіях харчової, фармацевтичної, косметичної й інших галузей промисловості й АПК.

Розвиток сучасних технологій зв'язаний з проникненням у глибину матерії, а саме з нанотехнологіями і з виходом на широкі рівні управління виробництвом. У складних соціально-економічних і екологічних умовах сьогодення, виявлення і впровадження інноваційних технологій й організація виробництва забезпечать виготовлення конкурентоспроможної продукції щодо сучасних вимог безпечності, якості, функціональної і споживацької цінності [1 - 3].

Актуальність теми. Технологічні процеси модифікування олій, жирів і олієжирової сировини (ОЖС) включають: гідрування (каталітичний процес часткового або повного насичення воднем ненасичених зв'язків ненасичених жирних кислот ацилгліцеринів, що входять до складу рослинних олій і /або жирів); переетерифікацію (процес перерозподілу ацильних груп у триацилглицеринах ОЖС без зміни жирнокислотного складу триацилглицеринів); купажування (для зміни жирнокислотного складу триацилглицеринів) і фракціонування (для розділення рослинних олій /ОЖС/ термомеханічним способом на фракції).

Складністю технологічного процесу гідрування ОЖС є те, що рідка фаза є полікомпонентною щодо вмісту ацилгліцеринів, а технологічна система трьохфазна (олія/жир - водень - каталізатор).

Нанорозмірними об'єктами в технологічних процесах гідрування є: ОЖС, аталізатор, водень. Розмір пор нікельвмісного каталізатора 2.5...12 (переважно 3...5) нм при довжині часток 5...15 (переважно 5...7) мкм [4].

У технологічних процесах гідрування змінюються структура і зв'язки в ОЖС: утворюються позиційні і просторові ізомери, змінюється молекулярний (жирнокислотний, ацилглицериновий) склад кінцевого продукту (саломасу) тощо.

Гідрування має два первинних ефекти. По-перше, окиснювальна стабільність олії (ОЖС) збільшується в результаті відновлення ацилів ненасичених жирних кислот. По-друге, змінюються фізичні властивості олії, тому що модифікування жирних кислот збільшує температуру плавлення, приводячи до напіврідкого або твердого жиру при кімнатній температурі. Є багато параметрів, які впливають на реакцію гідрування, яка, в свою чергу, змінює склад кінцевого продукту. Умови проведення, включаючи витрату водню, температуру, тип каталізатору і його концентрацію, перемішування і конструкцію реактора, знаходяться серед найбільш важливих параметрів, які піддаються контролю.

Початкове або уповільнене гідрування часто використовується для збільшення стабільності рідких олій. Додаткове гідрування перетворює рідку олію у фізично тверду. Ступінь гідрування залежить від необхідних робочих характеристик і характеристик плавлення, які необхідні для окремого кінцевого продукту. Рідкі шортенінги, що використовуються при виробництві хлібопекарних продуктів, тверді жири і шортенінги, що використовуються для смаження, і як основна сировина для виробництва маргаринів,

знаходяться в ряду дуже великого числа можливих спеціальних жирів, отриманих шляхом гідрування [4, 5].

Сучасні каталізатори являють собою складні відомі речовини, зокрема суспензовані нікельвмісні каталізатори для процесу гідрування ОЖС.

Відмінними особливостями виробництва каталізаторів відомих фірм є розроблена на сучасному науковому рівні хімічна технологія та виключно вимогливий поопераційний контроль усіх стадій виробництва. До використовуваних у промисловості, захищених жиром, нікелевих гідруючих каталізаторів відомих фірм відносять: N-222 (Engelhard, Голандія, США); Pricat 9910 (Unichemia, ФРГ, США); G-53 (Sud-chemie, ФРГ, США) і інші. [4-6].

За даними УкрНДІОЖ НААН в олієжировій галузі використовуються нікелеві каталізатори на носіях трьох типів (кремній, оксид алюмінію, кізельгур) німецької фірми Johnson Matthey Chemical під торговою маркою PRICAT. Стверджується, що якість цих каталізаторів підтверджена багатьма чисельними експериментальними даними, що отримані в лабораторних умовах з використанням ретельно підготовленої сировини. Наголошується також, що в останні 10-15 років змінилась сировина база для гідрованих жирів і вимоги до складу та властивостей гідрованих жирів [7]. Слід зазначити відсутність практичних даних щодо витрат каталізаторів у кг на тону ОЖС.

Основним завданням в нанотехнологіях гідрування ОЖС з використанням каталізаторів нового покоління є отримання саломасів із заданими показниками складу та якості, зокрема щодо кислотного (К.ч.), пероксидного (П.ч.) і йодного (Й.ч.) чисел, температури плавлення (Тпл), твердості (Тв), деметалізації продукту [8].

Тому пошук і створення нових технологій та визначення способів використання ефективних каталізаторів для гідрування ОЖС є актуальним.

Матеріали та методи. Матеріалами дослідження обрані: оліє-жирова сировина олеїнового типу (ОЖС), рослинні олії, нікельвмісні суспензовані каталізатори (Н-1, Н-2), модифіковані (спеціальні) жири (саломаси), та їхні композиції. Методи дослідження стандартні аналітичні (фізико-хімічні, галузеві) та інструментальні (хроматографічні).

Результати та обговорення. На основі попередніх аналітичних досліджень технології каталітичного гідрування ОЖС у виробничих умовах нами було виявлено критичні точки виробництва саломасів та спеціалізованих жирів і композицій [8].

Порівняльна характеристика основних фізико-хімічних показників виробничих зразків представлена в таблиці 1.

Таблиця 1 — Фізико-хімічні показники виробничих зразків соняшникової олії, олії очищеної та жиру (саломасу) спеціального

Показники	Вихідна олія	Після нейтралізації	Після адсорбції	Жир (саломас) спеціальний
К.ч., мг КОН/г	2,13	0,19	0,23	0,58
П.ч., ммоль ½О /кг	3,91	6,31	3,03	0,86
Фосфатиди, %	0,74	0,029	-	-
Волога, %	0,18	0,08	0,06	0,05

З даних таблиці видно, що очищення олії поліпшує фізико-хімічні показники кінцевого продукту (температура плавлення 37.3 °С, твердість 585 г/см). Масова частка нікелю в нерафінованому саломасі дорівнювала 6 мг/кг, а в деметалізованому - 0,5 мг/кг.

У результаті системних досліджень щодо каталітичного гідрування ОЖС лінолево-олеїнової та олеїнової групи з використанням нових умов і каталізаторів Н-1 і Н-2 запропоновано інноваційне технічне рішення щодо виробництва асортименту харчових і спеціальних жирів /саломасів/ [9]. Доза каталізаторів Н-1 і Н-2 визначена виходячи з властивостей ОЖС, її підготовки та вимог до властивостей кінцевого продукту. Зокрема виявлено, що використання каталізаторів Н-1 і Н-2 з урахуванням особливостей при гідруванні

нових видів ОЖС дозволяє зменшити як питому витрату водню, так і тривалість процесу виготовлення саломасів та жирів спеціального призначення.

По даним газохроматографічного аналізу визначено триацилгліцериний (ТАГ) склад досліджуваних зразків. Зразок ПО1 містить основні ТАГ, %: С46 -3.90, С48 – 38.81, С50 – 43.65, С52 – 11.89 (разом 98.25%), зразок СМ2 містить основні ТАГ, %: С46 – 3.94, С48 – 38.70, С50 – 43.47 і С52 – 12.24 (разом 98.35%) і зразок СМ5 містить основні ТАГ, %: С46 – 4.00, С48 - 39.47, С50 – 43.00 і С52 – 11.87 (разом 98.24%).

З'ясовано також, що при використанні жиру кондитерського типу вміст транс ізомерних жирних кислот (ТЖК), наприклад у кондитерських композиціях, може бути суттєво знижений (з 65-45 до 30-10%), що аналогічно вмісту ТЖК у жирі, що пропонується компанією Фуджі оіл Юереп, ВЕ (патент 2011р.).

Висновок. У результаті виконаного дослідження виявлено нове технічне рішення щодо отримання гідрованої оліежирової сировини з раціональними температурами плавлення і твердістю (консистенцією) для виробництва маргаринів, кондитерських, кулінарних жирів і жирів спеціального призначення. Практичне використання виявлених нанотехнологічних аспектів і інноваційних рішень сприятиме імпорту заміщенню харчових жирів і композицій спеціального призначення.

Подальші дослідження у цьому напрямі будуть спрямовані на нейтралізацію критичних точок, виявлення і використання чинників впливу і нанопроцесів для отримання якісної і конкурентоспроможної продукції.

Література

1. Осейко, М. І. Технологія рослинних олій [Текст] / М. І. Осейко. — К.: ВВ Варта, 2006. — 280 с.
2. Осейко М.І. Нанотехнології ліпидовмісних продуктів, екстрактів і добавок в системі КТЮЛ® [Текст] / М.І. Осейко // Матеріали 2-ї міжнар. науково - практичної конф. «Хімія и технология жиров. Перспективы развития масло – жировой 40отрасли». АР Крим, м. Алушта, 20-25.09.2009 р. — С. 56-59.
3. Осейко М.І. Система КТЮЛ: методологія техне самовизначення і самореалізації в інноваційних технологіях і оздоровленні особистості [Текст] /М.І. Осейко, В.І. Шевчик, І.В. Левчук // Виховна робота у ВНЗ – невід'ємна складова підготовки висококваліфікованих фахівців: традиції та новаторство: Всеукр. наук.-метод. конф., м. Київ, 21 лист. 2013: матер. — К.: НУХТ, 2013. — С. 68-69.
4. 4. Технология переработки жиров [Текст] / Н.С. Арутюн, Е.П. Корнена, Л.И. Янова и др. Под. ред. Н.С. Арутюняна //М.: Пищепромиздат, 1998. — 452с..
5. Технологія модифікованих жирів [Текст] /Ф.Ф.Гладкий, В.К.Тимченко, І.М.Демідов і ін. — Х: Підручник НТУ «ХП», 2012. — 210 с.
6. Н.К.Мажидова, Ю.К.Кадилов, М.Н.Рахимов. Гидрирование хлопкового масла на катализаторах нового поколения [Текст] /Масло-жировая промышленность, 2011. — № 2. — С.11-12.
7. О катализаторах гидрирования масел и жиров [Текст] / П.Ф. Петик, З.П. Федякина. И.М. Шаповалова, С.К. Голтяница //Масложировой комплекс, 2013, № 1 (40). — С.43-45
8. М.І. Осейко, О.В. Голодна. Нанотехнології: технологічні аспекти гідрування оліежирової сировини [Текст] /Наукові праці НУХТ. — К: НУХТ, 2014, № 56, Том 20, № 3. — С.232 - 239.
9. Патент 87976 на корисну модель від 25.02.2014. МПК С11С 3/12, С11В 1/00. Спосіб отримання гідрованих олій для виробництва маргаринів, кондитерських, кулінарних жирів і жирів спеціального призначення /НУХТ: Осейко М.І. , Голодна О.В.

УДК 664

Владімір Груданов, д.т.н.,

Владімір Поздняков, к.т.н.,

Пол Эбіенфа

Беларуський державний аграрний технічний університет, Мінськ, Республіка Беларусь

Алексей Ермаков, к.т.н.

Беларуський національний технічний університет, Мінськ, Республіка Беларусь

УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ОБЖАРЮВАННЯ СОЛОДУ В АПАРАТІ З ІНТЕНСИВНИМ ПЕРЕМІШУВАННЯМ

Вступ. Необхідно удосконалити теплові процеси виробництва карамелевого солоду для виробництва темних сортів пива.

Матеріали і методи. Дослідження процесів теплової обробки солоду проведені на експериментальному вдосконаленому обжарювальному апараті з пароповітряним середовищем а інтенсивним перемішуванням. Фактори варіювання: частота обертання шнека ($n = 20-50$ об/хв.); коефіцієнт заповнення робочої камери ($\varphi = (0,5-0,8)$); температура всередині робочої камери на II етапі, ($t_p = 150-180^\circ\text{C}$); час обжарювання на II етапі ($\tau = 140-180$ хв). В ході експерименту на першому етапі зерно витримували за температури 65°C протягом 30 хв.

Результати і обговорення. Як вихідна функція були досліджені такі показники, що характеризують якість карамелевого солоду: кількість карамелевих зерен N_k , %; масова частина екстракту в сухій речовині солоду, E_c , %; колір (величина Лінтнера-Лі), F.

Найбільший вплив на вихідні функції у вибраних інтервалах варіювання здійснюють частоти обертання барабана n і коефіцієнт заповнення барабана φ . З підвищенням частоти обертання барабана і зниженням коефіцієнта заповнення кількість карамелевих зерен (N_k , %) і масова доля екстракту в сухій речовині солоду (E_c , %) збільшуються, що пов'язано з більш частина перемішуванням зерен у барабані.

Оптимальною величиною Лінтнера-Лі (F) для карамелевого солоду є значення 20, а зниження коефіцієнта заповнення барабана при постійних часі обжарювання і температурі знижує продуктивність апарата і збільшує енерговитрати.

Оптимальною частотою обертання барабана і коефіцієнтом заповнення за $t_p = 165^\circ\text{C}$ і $\tau = 160$ хв є $n = 47$ об/хв і $\varphi = 0,75$, що забезпечують високу якість солоду і продуктивність апарата.

Висновок. Застосування результатів під час проектування технологічного обладнання для виробництва карамельного солоду, а також у виробництві карамелевого солоду на підприємствах малої потужності дозволяє розширити асортимент і якість продукції.

Література

1. Paul Ebiefa, Vladimir Grudanov, Aleksei Ermakov, Vladimir Pozdniakov (2015), Improving the process of roasting malt with intensive stirring machine, *Ukrainian Food Journal*, 4(1), pp. 95-108.

УДК 665.372

Семяшкін О.Ю., аспірант

Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет (ДДАЕУ),

м. Дніпропетровськ, Україна

Луценко М.В., к.т.н., доцент

Дніпропетровський національний університет ім. Олесь Гончара

(ДНУ), м. Дніпропетровськ, Україна

Глух І.С., к.т.н.

м. Дніпропетровськ, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСОБІВ РОЗДІЛЕННЯ СУМІШІ ФОСФОЛІПІДІВ СОНЯШНИКА НА ОКРЕМІ КОМПОНЕНТИ

Фосфоліпіди (фосфатиди) належать до поширеної групи фосфоровмісних речовин, що мають важливе фізіологічне значення, оскільки входять до складу кожної клітини тварин і рослин. Без них неможливий внутрішньоклітинний обмін. Велика кількість фосфоліпідів міститься в нервовій тканині, серці, печінці, нирках, еритроцитах. У рослинах фосфатиди містяться, в основному, в зерні олійних культур.

Фосфоліпіди мають наступну будову: гліцерил, у якого дві або одна гідроксильні групи сполучені з залишками довго ланцюгових карбонових кислот (як насичених, так і ненасичених). Насичені жирні кислоти найчастіше знаходяться в положенні Sn-1, тоді як полі ненасичені кислоти зосереджені в положенні Sn-2.

Для ідентифікації та визначення кількісного складу фосфоліпідів використовують різноманітні методи, такі як тонкошарова хроматографія (ТШХ), метод ядерно магнітного резонансу (ЯМР) та вискокоелективна рідинна хроматографія (ВЕРХ).

Поділ фосфоліпідів на окремі компоненти зазвичай здійснюють за допомогою адсорбційної хроматографії на колонках силікатною кислотою, силікагелем або шляхом тонкошарової хроматографії на силікагелі. У ряді випадків проводять попереднє розділення кислих і нейтральних фосфоліпідів на колонках з модифікованими целюлозами.

Для вимивання окремих класів фосфоліпідів при хроматографії на колонці з силікатною кислотою переважно застосовують суміш хлороформ-метанол зі зростаючою кількістю метилового спирту. При цьому елююються фосфоліпіди в наступній послідовності: фосфатидилетаноламін, фосфоінозитид, фосфатидилхолін, сфінгомієліни.

Біохімічні методи дозволяють розділяти, виділяти і аналізувати в чистому вигляді ліпідні і білкові компоненти, вивчати їх фізико-хімічні властивості у вільному стані і в складі надмолекулярних комплексів в умовах впливу різних зовнішніх факторів (температури, концентрації водневих іонів і ін.). Досліджувати їх час життя, шляхи біосинтезу і розпаду цих компонентів. До них відносять методи виділення, розділення субклітинних фрагментів (хроматографія, електрофорез, центрифугування, імуноафінний метод), ідентифікації та оцінки чистоти субклітинних фракцій виділення органел і мембранних систем екстракції ліпідів і поділу їх за класами кількісного визначення фосфоліпідів дослідження трансмембранного розподілу ліпідів солюбілізації мембранних білків, їх реконструкції та визначення функціональної активності реконструйованих мембран, виділення і модифікації мембранних білків. [1]

Один з методів розділення фосфоліпідів на класи заснований на фракціонованому осадженні з різних розчинників. Застосування адсорбційної тонкошарової хроматографії дозволяє розділити фосфоліпіди (або інші сполуки) на класи. За допомогою обернено-фазової хроматографії можна розділити з'єднанні всередині класу за числом вуглецевих атомів і ступенем ненасиченості. Застосування обернено-фазової хроматографії з іонами срібла дає практично повне розділення сумішей на індивідуальні компоненти. Мінорні кислі фосфоліпіди можна аналізувати також методом ТШХ в менш полярних елююючих системах, що містять менші кількості метанолу та води, наприклад хлороформ-метанол-вода. У

поєднанні з пластинками силікагелю, які приготовані з силікатом магнею (замість сульфату кальцію) в якості сполучної речовини, ця елюююча система дуже ефективна і широко використовується при одновимірній ТШХ в кількісному аналізі і в препаративних варіантах ТШХ. Вона також застосовується для ТШХ плазмалогенових фосфоліпідів. Ці фосфоліпіди нестабільні у кислих розчинниках і можуть розкладатися при елююванні і упарюванні. Методом ТШХ з використанням цієї системи для елюювання можна розділити лізофосфатиділхолін, сфінгомієлін, фосфатидилхолін з фосфатиділінозітолом, фосфатидилетаноламін з фосфатидилсеріном, фосфатидилгліцерин з кардіоліпіном і фосфатидного кислотою, нейтральні ліпіди [2].

Адсорбційна колонкова хроматографія не завжди дозволяє досягти повного розділення всіх класів фосфоліпідів. Однак її успішно можна застосовувати при виділенні фосфоліпідів певного класу з суміші, де ці фосфоліпіди переважають, а також для очищення синтетичних фосфоліпідів. Нейтральні фосфоліпіди ефективно розділяються на колонках з кремнієвою кислотою. При цьому фосфатидилхолін елююють сумішшю хлороформ-метанол, що містить 1 % води, а сфінгомієлін – сумішшю тих же компонентів, що містить 1,5 % води. Для елюювання лізофосфатиділхоліна та продуктів його окислення використовують метанол з 2 % води. Різні класи фосфоліпідів, сульфоліпіди і гліколіпіди фракціонують методом ТШХ на силікагелі.

Методом розподільної ТШХ на одній платівці можна розділити максимум 10 мг ліпідів, тобто значно менше, ніж методом адсорбційної хроматографії. Придатні для ліпідів розчинники обирають шляхом проведення хроматографічного розділення цих речовин при використанні декількох полярних розчинників. Розчинник, який рухає даний клас ліпідів поблизу фронту, слід застосувати як елююючу речовину. Для елюювання нейтральних ліпідів найбільш придатний діетиловий ефір, іноді з добавкою 10-20 % метанолу. Сильно полярні ліпіди мають схильність утворювати важко розчинні солі і комплекси з іонами кальцію адсорбенту, до якого в якості сполучного доданий гіпс. Однак, застосовуючи спеціальні розчинники, можна кількісно елюювати і такі класи сполук, як, наприклад, фосфоліпіди. Сильно полярні ліпіди часто має сенс піддати хроматографічному розділенню у формі слабо полярних похідних, які елююються потім без труднощів [3].

Метод ВЕРХ з використанням УФ-, мас- детекторів, рефрактометричного та детектора зі світлорозсіюванням вирішує проблему моніторингу за процесом очищення. Використання УФ-детектора для кількісного аналізу компонентів вимагає використання нормальнофазового режиму хроматографії. Тому ми обрали саме метод ВЕРХ-УФ для дослідження фосфоліпідного складу об'єктів: знежирений фосфатидний концентрат соняшнику; фосфотидилхолін, екстрагований етанолом; фосфатидилхолін, екстрагований ізопропанолом; фосфатидилхолін, очищений методом колонкової хроматографії.

При дослідженні препаративного виділення фосфоліпідів було підтверджено, що найкраще фосфоліпіди розділяються на основному оксиді алюмінію. При виділенні фосфатидилхоліну препаративною хроматографією на основному оксиді алюмінію його чистота складає більше 90 %, домішкою є лізофосфатидилхолін, що було підтверджено на тандемному мас-спектрометрі.

Шляхом проведення досліджень розроблено методику хроматографічного аналізу фосфоліпідів соняшнику з УФ-детектуванням.

Ідентифіковано компоненти соняшникових фосфоліпідів у вигляді порошку.

Визначено жирно кислотні складові фосфоліпідів соняшнику.

Література

1. Хефман Э. Хроматография: Практическое приложение метода, ч.1 – М.: Мир – 1986. – 214 с.
2. Кирхнер Ю. Тонкослойная хроматография – М.: Мир – 1981. – 308 с.
3. Березкина В.Г. Высокоэффективная тонкослойная хроматография – М.: Мир – 1979. – 133 с.

УДК 664. 85. 55

Мельничук О. Є., к.т.н.

Сельський В.Р., к.б.н.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя (ТНТУ імені Івана Пулюя), м. Тернопіль, Україна

ОРГАНОЛЕПТИЧНА ОЦІНКА СОУСІВ, ВИГОТОВЛЕНИХ З НЕТРАДИЦІЙНОЇ ДЛЯ УКРАЇНИ СИРОВИНИ ПЕРЦЮ ЧІЛІ

Вступ. Сучасний ринок соусів дуже різноманітний та гнучкий. Вирішенню проблеми виробництва й розширення асортименту соусів присвячені роботи З. В. Василенка, О. М. Артемова, А. Б. Горальчук, А. В. Антоненка, Б. М. МакКенна та інші. [2–5].

За підсумками 2014 р. найбільшим попитом (80 %), в Україні, користувалися червоні соуси. [6, 7]. Суттєво зменшилося споживання майонезу та соусів на його основі (до 75 %), які завжди мали найвищий попит. Насамперед, як зазначають експерти, це пов'язано з асоціаціями споживачів майонезу зі шкідливими продуктами, які ведуть до збільшення ваги та проблем зі здоров'ям. Найменшу частку продажу (20 %) становили соєві соуси, оскільки споживачі поки не мають чітких уподобань до цієї продукції [6, 7].

Ринок гострих соусів України в основному представлений: аджикою, гірчицею та соєвими соусами; а гострі соуси, в яких основним компонентом, є перець чілі, такі як: табаско, самбал, чілі, барбекю, харисса – експортуються. Оригінальний смак таких соусів не можливо сплутати, тому вони зайняли одне із важливих місць у всіх кухнях світу. Виробники соусної продукції зацікавлені у випуску такого сегменту продукції, оскільки комбінуючи різноманітні сировинні компоненти, можна розширювати асортимент гострих соусів, регулювати собівартість, ціну та рентабельність виробництва. Крім того гострі соуси характеризуються високими споживними властивостями, засвоюваністю, можливістю регулювати хімічний склад, харчову та біологічну цінність, калорійність. Споживання гострих соусів в Україні зростає, оскільки змінюються смакові вподобання людей, але основним стримуючим фактором збільшення об'ємів виробництва таких соусів, є ціновий аспект.

Матеріали та методи. Об'єктом досліджень було обрано гострий соус з перцю чілі сорту Хабанеро, виготовлений за попередньо змодельованою рецептурою, яка врахувала не тільки підбір основної та допоміжної сировини, але й дозволила забезпечити прогнозовану харчову та енергетичну цінність, яка відповідає рекомендованим нормам фізіологічного харчування дорослої людини.

Результати та обговорення. Запропонований вид гострого соусу розроблено з використанням недорогої та доступної сировини, не містить консервантів та барвників, має високу харчову та біологічну цінність. Тому, органолептична оцінка готового продукту залишається одним із вирішальних факторів, який дозволяє контролювати якість готової продукції, а її узагальнення дозволить систематизувати отримані результати. Існує зв'язок між органолептичними показниками, продукту, що досліджується та компонентами, які входять до його складу. Оскільки, для органолептичної оцінки були запропоновані зразки соусу чілі, виготовлені не тільки за різними технологіями, але й з використанням різних допоміжних інгредієнтів (не змінним залишався тільки основний інгредієнт – перець чілі); тому група дегустаторів повинна була визначити не тільки кращі рецептури, але й їх смакові якості.

Було сформовано дві групи дегустаторів, по 5 осіб у кожній. Перша група складалась з дегустаторів, які часто споживають гострі соуси, а інша – з осіб, які ніколи їх не споживали. Усі дегустатори були не професійними, але незалежними. Члени першої дегустаційної групи були зашифровані буквами (А, Б, В, Г, Д), а другої – відповідно (Е, Є, Ж, З, І).

Завдання, які висувались до дегустаторів полягали у визначенні впливу:

- способу очищення перцю чілі на смак готового продукту та його гостроту;

- теплової обробки інгредієнтів (перцю чілі, томатів, цибулі, часнику) на текстуру та смак соусу;
- способу підготовки перцю чілі (з додаванням насіння чи без нього, так як саме його присутність у соусі буде впливати на його гостроту останнього).

Зразки соусів (10г) були представлені дегустаторам у маленьких білих скляних контейнерах. Часовий інтервал між кожною дегустацією складав 2 години, через гостроту чілі хабанеро. Хоча можна було після кожної дегустації вживати молоко або йогурт, але для більшої достовірності результатів робили самі такі тривалі перерви. Для дегустації було запропоновано 4 зразки:

- I – соус з перцю чілі, до складу якого входили такі інгредієнти: перець чілі, томати, цибуля, часник, прянощі (перець чорний мелений), сипучі (сіль, цукор) сік лайму та імбирю та олія. Даний зразок виготовляли за **схемою I** – основні та допоміжні інгредієнти (рослинні) не піддавали тепловій обробці; олію прокалювали, суміш змішували, дозували допоміжні інгредієнти: прянощі, сипучі, сік імбиру та лайму;

- II – соус з перцю чілі, до складу якого входили такі інгредієнти: перець чілі, томати, цибуля, часник, прянощі (перець чорний мелений), сипучі (сіль, цукор), олія, сік лайму та імбирю. Цей зразок виготовляли за **схемою II** – перець чілі та томати перед подрібненням бланшували, а часник і цибулю тільки подрібнювали; отриману суміш змішували; дозували прянощі сипучі та сік імбиру й лайму;

- III – соус з перцю чілі до складу якого входили такі інгредієнти: перець чілі, цибуля, часник, прянощі (перець чорний мелений), сипучі (сіль, цукор), олія, сік лайму та імбирю. Виготовляли за **схемою III** – перець чілі, цибулю, часник перед подрібненням обжарювали; змішували компоненти суміші, дозували сипучі, сік імбиру та лайму;

- IV – соус з перцю чілі до складу якого входили такі інгредієнти: перець чілі, томати, цибуля, часник, прянощі (перець чорний мелений), сипучі (сіль, цукор) сік лайму та імбирю та олія. Для даного зразка обрали **схему IV** – перець чілі, томати, цибулю, часник перед подрібненням обжарювали; змішували сипучі та сік імбиру та лайму.

Кожен зразок соусу оцінювався балами від 0 до 5. Середні значення органолептичної оцінки зразків соусів для першої і другої групи дегустаторів представлена на рис. 1, 2.

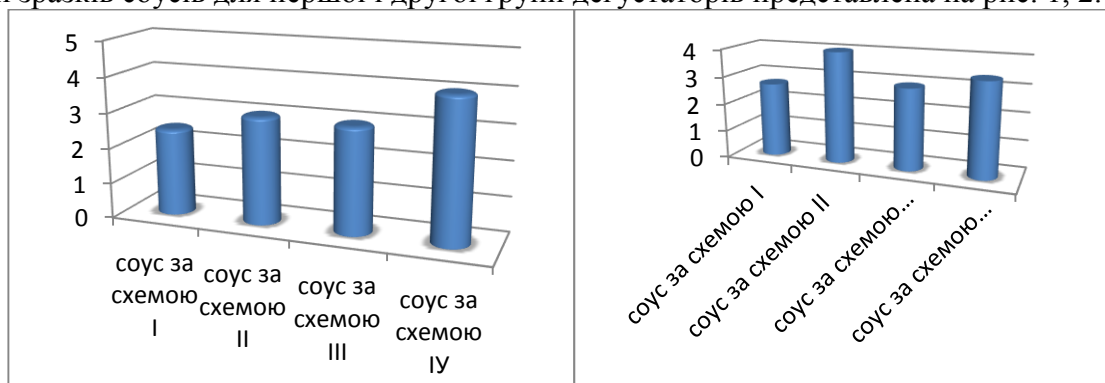


Рисунок 1 – Середні значення органолептичної оцінки I та II групи дегустаторів

Зразок соусу, який був виготовлений за схемою IV, в першій групі дегустаторів визнаний найкращим серед чотирьох зразків (середнє значення 4,04). Для другої групи дегустаторів соус виготовлений за другим зразком (II) виявився кращим інших зразків (середнє значення 4,00).

Проаналізувавши графічні залежності (рис. 1, 2) можна зробити висновок, що зразок соусу II виявився для другої групи дегустаторів кращим, а соус виготовлений за IV схемою – кращим для дегустаторів першої групи. Відносно гостроти запропонований зразків соусів, то найменш пекучим був зразок виготовлений за схемою IV (для обох груп дегустаторів), що стосується текстури соусів, то зразки II та IV дегустатори вважали кращими, від інших зразків.

Для більш чіткої органолептичної оцінки соусів та з метою встановлення об'єктивної характеристики готового продукту, було запропоновано використати статистичний аналіз для порівняння всіх даних, які отримали під час дегустації. Він включав певні елементи, які

пов'язані з покращенням якісних показників продукту за результатами розпізнавання, конкретні зауваження та пропозиції, що були висловлені членами дегустаційних груп.

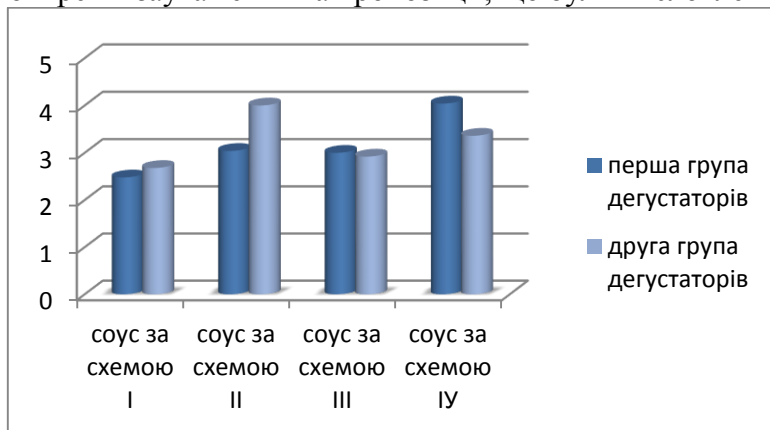


Рисунок 2 – Середні результатів органолептичної оцінки соусів

Зразки соусу чілі, які отримав найвищу оцінку II та IV (дегустаторів першої та другої групи). Різниця балів соусу (IV) $4,04 - 3,36 = 0,68$, а соусу (II) $4,00 - 3,04 = 0,96$. Оскільки, різниця середніх балів, соусу IV зразка, менша від різниці середніх балів соусу II ($0,68 < 0,96$), можна стверджувати, що соусу, який виготовлений за IV схемою, віддали перевагу обидві групи дегустаторів. При оцінці **рівня гостроти соусу чілі**, обидві групи дегустаторів обрали соус виготовлений за схемою IV, із середнім балом 2,5 та рівнем прийнятності 0; а для **текстури** рівень прийнятності між соусами чілі зразків II та IV склав: різниця балів соусу (IV) $4,6 - 4,4 = 0,20$; а соусу II $4,6 - 4,4 = 0,20$. Оскільки, різниця середніх балів, соусу IV зразка, дорівнює різниці середніх балів, соусу II ($0,20 = 0,20$) можна стверджувати, що соусам, які були виготовлені за II та IV схемами, віддали перевагу обидві групи дегустаторів.

Враховуючи всі отримані результати органолептичної оцінки, найбільш кращим було визнано соус чілі, що виготовлений за схемою IV; хоча окремими дегустаторами було внесено пропозицію: зменшити в рецептурі соусу кількість олії, виходячи з таких міркувань що її кількість в рецептурі не повинна перевищувати 18%.

Висновок. Проведені дослідження дозволяють стверджувати, що гострі соуси чілі може споживати багато людей, навіть такі, що ніколи їх не вживали в їжу. Дослідження показали, що більш однорідний за структурою та розмірами часточок соус, отриманий за схемою IV, мав високі органолептичні показники. Отримані результати органолептичної оцінки, дозволили обрати оптимальну рецептуру соус чілі, враховуючи побажання дегустаторів, який може стати конкурентоспроможним та рентабельним на українському ринку гострих соусів.

Література

1. Федюкин В. К. Методи оценки и управления качеством промышленной продукции / В. К. Федюкин, В. Д. Дурнев, В. Г. Лебедев. — М. : Информ.-изд. Дом «Филинь», 2000. — 328 с.
2. Горальчук А. Б. Технологія термостабільних емульсійних соусів на основі овочевої сировини: дис. ... канд. техн. наук : 05.18.16 : захищ. 26.06.08. : затв. 21.07.08 / Горальчук Андрій Богданович. — М., 2008. — 161 с.
3. Артемова Е. Н. Научные основы пенообразования и эмульгирования в 46омпанія46 пищевых продуктов : автореф. дис. на соискание учен. степени д-ра техн. наук : спец. 05.18.15 / Е. Н. Артемова. — СПб., 1999. — 35 с.
4. Антоненко А. В. Технологія соусів з дієтичними добавками функціонального призначення : автореф. дис. на здобуття наук ступеня канд. техн. наук : спец. 05.18.16 / А. В. Антоненко. — К., 2011. — 34 с.
5. МакКенна Б. М. Структура и текстура пищевых продуктов. Продукты эмульсионной природы / Б. М. МакКенна. — СПб. : Профессия, 2009. — 480 с.
6. На межі перенасичення. Огляд ринку соусів України. [Електронний ресурс] — Режим доступу: <http://www.souz-inform.com.ua/>.

УДК 663.8

Світлик А.М.

Петрікей Р.В., к.т.н.

Прохоров О.М., к.т.н.

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

ВПЛИВ НА РОЗЧИННІСТЬ ДІОКСИДУ ВУГЛЕЦЮ У ВОДІ ГІДРОДИНАМІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРИ РУСІ ГАЗОРІДИННИХ СИСТЕМ ПО КАПІЛЯРУ

Вступ. Наведено результати експериментальних досліджень по розчинності діоксиду вуглецю у воді від зміни капілярного числа.

Актуальність теми. Вимогам якісного насичення напоїв відповідають капілярно-пористі пристрої, у яких реалізується дія капілярних ефектів та тонкошаровий рух рідини з мікробарботуванням газової розчинної фази. Дослідження і встановлення раціональних режимів процесу абсорбції при використанні капілярно-пористих прохідних пристроїв є актуальною задачею [1].

Матеріали та методи. Для проведення експериментальних досліджень гідродинаміки двофазних газорідинних систем та впливу їх на процес насичення води діоксидом вуглецю була виготовлена експериментальна установка, яка оснащена всіма необхідними контрольно-вимірвальними приладами.

Витрати діоксиду вуглецю на насичення води визначали за показниками витратоміра KRONE H250, робота якого базується на визначенні витрат залежно від тиску і температури CO₂ з межами вимірювання 0÷10 кг/год, який встановлено на трубопроводі подачі діоксиду вуглецю до капілярно-пористого пристрою. Тиск CO₂ на вході в капілярно-пористий пристрій визначали пружинним манометром за ГОСТ 2405-88, клас точності 1,0 з межами вимірювання 0÷1,0 МПа. Витрати води визначали витратоміром KRONE Alcometer з межами вимірювання 0÷1,0 м³/год, який встановлено на трубопроводі після насоса подачі води. Температуру води в пляшці вимірювали термометром ТЛ-4 за ГОСТ 284-98 з діапазоном вимірювання від 0 до 50⁰С і ціною поділки 0,1⁰С. Визначення тиску в надрідинному об'ємі пляшки проводили за допомогою пружинного манометра з діапазоном вимірювання 0÷0,4 МПа.

Результати та обговорення. Особливістю однонаправленого руху двофазної газорідинної системи являється те, що фази рухаються не як одне ціле, а одна фаза рухається відносно другої фази, яка має більшу густину рухається повільніше, гальмуючи рух легкої фази.

В роботі [2] досліджувалися вертикальні канали діаметром від 1 до 4,0 мм, які відносяться до мікроканалів, на системі вода-повітря і були виявлені наступні режими роботи: бульбашковий, снарядний, пінний, кільцевий і дисперсно-кільцевий. Згідно значень зміни швидкостей газової та рідинної фаз для діаметра капіляра 10мм та системи вода-діоксид вуглецю встановлено снарядний рух двофазної системи.

Снарядний режим настає, коли довжина бульбашки перевищує його ширину. Довжина газового снаряда досягає довжині декількох діаметрів каналу. Від стінки капіляра снаряди відокремлюються шаром рідини, а один снаряд від другого відокремлені рідинною пробкою.

Найбільше ефективним режимом масообміну двофазної системи вода-діоксид вуглецю являється снарядний. Для даного режиму характерне добре перемішування всередині рідинного снаряда за рахунок тейлорівських вихорів і незначний дифузійний шлях через тоненьку плівку рідини між бульбашкою і стінкою капіляра.

Числове значення критерія Рейнольдса (Re) дозволяє встановити режим руху рідини. Для капіляра діаметром 10 мм режим руху рідини – перехідний і критерій Рейнольдса змінюється в межах Re=3890÷6450.

При русі двофазної газорідинної системи по капіляру відбувається стискання системи і змінюються кількісні характеристики системи: нормальні і тангенціальні напруження,

значення деформації та швидкостей деформації, коефіцієнти в'язкості, дифузії, швидкість фазових перетворень та інші.

В якості безрозмірного комплексу для оцінювання співвідношення сил в'язкісного тертя та сил поверхневого натягу введено поняття капілярне число, яке визначається за формулою [3]

$$Ca = \frac{\mu_1 \cdot U_b}{\sigma}, \quad (1)$$

де μ_1 – динамічна в'язкість суцільної фази, Па·с; U_b – швидкість руху бульбашки відносно капіляра, м/с; σ – міжфазний натяг, Н/м.

У якості швидкості можна використовувати як швидкість суцільної фази так і швидкість дисперсної газової фази.

Капілярне число Ca залежить від зміни швидкості рідкої фази, а значить воно залежить від зміни критерія Рейнольдса.

На рис. 1. наведена залежність значень капілярного числа від зміни критерія Рейнольдса для діаметра капіляра $d_k=10$ мм.

З підвищенням значення критерія Рейнольдса зростає значення капілярного числа. Дане явище засвідчує, що при $Re < 5500$ сили в'язкісного тертя переважають сили поверхневого натягу.

В якості узагальненого критерія, який враховує поверхневий натяг, діаметр капіляра і швидкість рідкої фази являється критерій Вебера [3]

$$We = \frac{\rho_1 \cdot U_s^2 \cdot d_k}{\sigma}, \quad (2)$$

де ρ_1 – густина суцільної фази, кг/м³; U_s – швидкість рідкої фази, яка приведена до повного січення капіляра, м/с.

Критерій Вебера характеризує співвідношення інерційних сил та сил поверхневого натягу.

На рис. 2. зображена залежність величини капілярного числа від зміни критерія Вебера для капіляра діаметром 10мм і тиску в системі 0,4-0,6 МПа.

З підвищенням значення критерія Вебера капілярне число збільшується і апроксимується лінійною залежністю

$$Ca = 0,02 \cdot We - 0,51, \quad (3)$$

Залежність (3) характеризує співвідношення між капілярними та інерційними силами і визначає режим руху двофазної газорідкої системи.

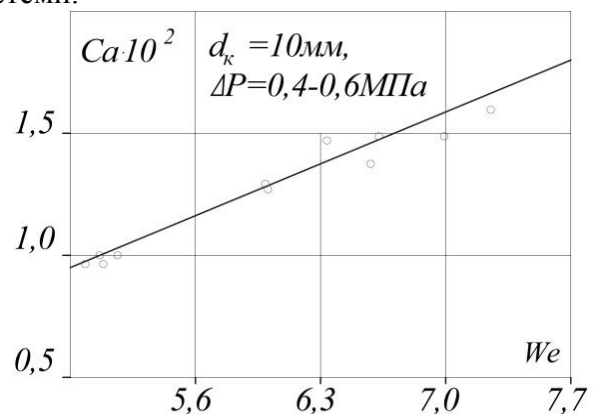
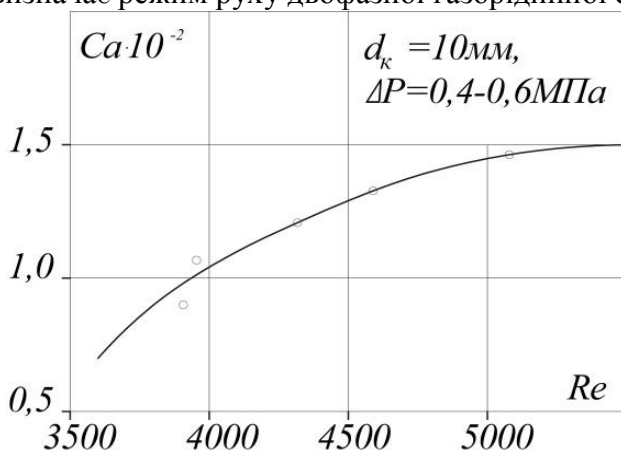


Рисунок 1 – Залежність капілярного числа від зміни критерія Рейнольдса

Рисунок 2 – Залежність капілярного числа від зміни критерія Вебера

Від значення капілярного числа залежить товщина рідкої плівки та швидкість газової бульбашки.

На рис. 3. наведена залежність розчинності діоксиду вуглецю у воді від зміни капілярного числа при русі двофазної газо-рідинної системи по капіляру діаметром 10 мм та тиску в системі $P=0,4\div 0,6$ МПа.

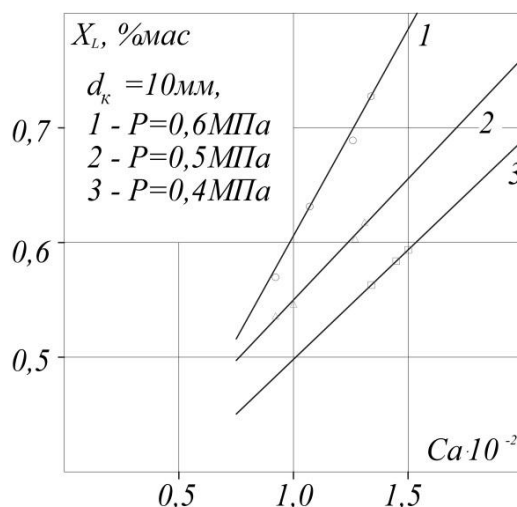


Рисунок 3 – Залежність масової концентрації CO_2 у воді від зміни капілярного числа

Збільшення капілярного числа призводить до лінійного зростання розчинності діоксиду вуглецю у воді при постійному значенні тиску в системі абсорбції.

Інтенсивність розчинення діоксиду вуглецю у воді від зміни капілярного числа описується лінійним рівнянням

$$x_L = a \cdot Ca \cdot 10^{-2} + b, \quad (4)$$

де a , b – експериментальні коефіцієнти, які наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Значення експериментальних коефіцієнтів

Значення факторів		Значення експериментальних коефіцієнтів	
		a	b
$d_k = 10$ мм	$P=0,6$ МПа	0,35	0,255
	$P=0,5$ МПа	0,2	0,35
	$P=0,4$ МПа	0,18	0,32

Зі збільшенням капілярного числа зростають тангенціальні сили, що прикладені до поверхні розділення фаз, викликають значні циркуляційні потоки в елементах дисперсної фази і інтенсифікують процеси масовіддачі.

Висновки. На основі досліджень по гідродинаміці двофазної системи вода-діоксид вуглецю, що рухається по капіляру діаметром 10 мм, встановлені границі впливу капілярних ефектів, виділені критерії, що характеризують режим течіння. Встановлено вплив капілярного числа на інтенсивність розчинення діоксиду вуглецю у воді.

Література

- Федоткин И.М. Интенсификация технологических процессов пищевых производств / И.М. Федоткин, Б.Н. Жарик, Б.И. Погоржельский. – К.: Техника, 1984. – 176 с.
- Mishima K., Hibiki T. Some Characteristics of Air-water Two-phase Flow Small Diameter Vertical Tubes//Int. J. Multiphase Flow. 1996. v.22. №4. p. 703.
- Абиев Р.Ш. Циркуляционный и байпасный режимы снарядного течения газожидкостной смеси в капилляре. // Теоретические основы хим. технологии. 2009. т.43. №3. с. 313-321.

УДК 664.143

Магомедов М.Г., к.т.н.

Лобосова Л.А., к.т.н.

Журавлев А.А., к.т.н.

ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий» (ВГУИТ),

г. Воронеж, Россия

ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛУФАБРИКАТОВ ИЗ ТОПИНАМБУРА В СБИВНЫХ ИЗДЕЛИЯХ

Внедрение наукоемких технологий ресурсосбережения, направленных на совершенствование и развитие средств производства, обеспечение полноценными и безопасными продуктами питания – приоритетное направление государственной политики.

Актуальной задачей в этом плане является разработка инновационных проектов, решающих задачи по внедрению технологий, рационально использующих местные сырьевые ресурсы, позволяющие создавать технологии производства качественно новых продуктов повышенной пищевой и пониженной энергетической ценности, обогащенных функциональными ингредиентами.

Традиционным спросом у потребителей пользуются сбивные кондитерские изделия, в частности зефир, отличающийся высокой сахароемкостью и энергетической ценностью.

Это подтверждает необходимость коррекции его химического состава в направлении увеличения содержания пищевых волокон, дефицитных минеральных веществ, витаминов при одновременном снижении энергетической ценности [2].

Ценным сырьем для производства кондитерских изделий функционального назначения могут служить продукты переработки топинамбура (пюре, паста).

Топинамбур уникален по сбалансированности входящих в его состав микроэлементов: железа, калия, кальция, кремния, магния, марганца, фосфора, цинка, содержит фтор, хром и др. минералы, обладает способностью накапливать в клубнях инулин, который положительно влияет на обмен веществ, способствует усвоению витаминов и минеральных веществ, улучшает обмен липидных соединений – холестерина, триацилглицеринов и фосфолипидов в крови, в связи с чем снижается риск возникновения сердечно-сосудистых заболеваний, укрепляется иммунная система организма [4].

Учитывая положительное влияние каждой из групп компонентов на пищевую ценность продуктов, их диетические свойства и возможность использования в профилактических целях применение топинамбура и полуфабрикатов из него – перспективное направление для расширения ассортимента функциональных кондитерских изделий, в частности зефира.

Для анализа сырья, полуфабрикатов и готовых изделий применяли органолептические, химические, физические и микробиологические методы исследования. Внешний вид, вкус, цвет, запах, консистенцию, форму, поверхность, вид в изломе изделий определяли органолептически (ГОСТ 5897-90 «Изделия кондитерские. Методы определения органолептических показателей качества, размеров, массы нетто и составных частей»), массовую долю сухих веществ (СВ) в сырье, полуфабрикатах и изделиях рефрактометрическим методом (ГОСТ 5900-73 «Изделия кондитерские. Методы определения влаги и сухих веществ»); массовую долю редуцирующих веществ (РВ) в сырье и готовых изделиях – феррицианидным методом (ГОСТ 5903-89 «Изделия кондитерские. Методы определения сахара»); титруемую и активную кислотность сырья, полуфабрикатов и изделий определяли титриметрическим и потенциометрическим методами, согласно ГОСТ 25555.0-82 «Продукты переработки фруктов и овощей. Методы определения титруемой кислотности», ГОСТ 5898-87 «Изделия кондитерские. Методы определения кислотности и щелочности»; пластическую прочность жележных и сбивных масс на электронном структурометре С-1;

плотность зефира определяли по объему жидкости, вытесненной при погружении в нее навески объекта исследования.

Исследование основных микробиологических показателей полуфабрикатов и готовых кондитерских изделий проводили стандартными методами микробиологического анализа, включающими подготовку продукта, посеvy его на благоприятные питательные среды, культивирование микроорганизмов при определенной температуре и подсчет выросших колоний, либо выявление основных признаков их роста. В качестве основных микробиологических показателей определяли общее количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов по ГОСТ 10444.15-94 и количество плесневых грибов и дрожжей по ГОСТ 30518-97; определение пищевой и энергетической ценности осуществляли расчетным путем.

Из топинамбура готовили пюре в лабораторных условиях. Для этого корнеплоды мыли, инспектировали, калибровали, очищали и бланшировали при температуре 100 °С в течение 5 мин. Бланширование позволяет размягчить клубни, увеличить их клеточную проницаемость, инактивировать ферменты, подвергнуть гидролизу протопектин за счет высокой температуры, удалить из растительной ткани воздух. Так как инактивация ферментов сырья лучше протекает в кислой среде, вносили лимонную кислоту в количестве 0,05-0,07 % к массе продукта. Подготовленные клубни топинамбура измельчали до пюреобразного состояния [3].

Пюре из корнеплодов топинамбура имеет вид гомогенной массы с размером частиц менее 1 мм, цвет со слегка зеленоватым оттенком, сладковатый вкус. По физико-химическим показателям: массовая доля влаги – 20,0 %; массовая доля редуцирующих веществ – 3,4 %; активная кислотность (рН) – 4,0; содержание пищевых волокон 3,4 г/100 г; инулина 10,7 г/100 г.

Полученное пюре применяли для разработки технологии функционального зефира.

В качестве контрольного образца выбрана унифицированная рецептура зефира «Ванильный».

Экспериментальные образцы зефира готовили с полной заменой яблочного пюре на топинамбуровое в пересчете на сухие вещества.

Для проведения эксперимента использовали сахар-песок (СВ = 99,85 %), топинамбуровое пюре (СВ = 17 %), яблочное пюре (СВ = 15 %), сухой восстановленный яичный белок (СВ = 15 %).

Зефир по структуре представляет собой полутвердый пенообразный студень.

При его изготовлении протекают последовательно два основных процесса: пено- и студнеобразование.

Для их осуществления необходимо определенное сырье и оптимальные технологические режимы его переработки [1; 2].

Проводили исследования влияния рецептурных компонентов и технологических параметров на показатели качества сбивных масс и процессы студнеобразования и пенообразования жележных масс при выработке зефира, полученного по традиционной технологии на основе яблочного пюре, и по разработанной технологии с топинамбуровым пюре.

В ходе работы исследовали изменение плотности сбивных масс различного состава: яичный белок + сахар + топинамбуровое пюре; яичный белок + сахар + яблочное пюре; яичный белок в зависимости от продолжительности сбивания. За 12 мин значение плотности сбивных масс минимально: 580; 520; 380 кг/м³ соответственно. Дальнейшее сбивание нецелесообразно, так как происходит обратный процесс – разрушение образовавшихся воздушных пузырьков, уменьшение дисперсности пены и ее устойчивости.

Изучали структурообразование жележных масс, приготовленных на основе агара, яблочного пюре или топинамбурового, сахара-песка, карамельной патоки в соответствии с рецептурой зефира без яичного белка от продолжительности выстойки при t = 18-20 °С. При внесении в рецептурную смесь топинамбурового пюре значение пластической прочности возрастает на 5, 35 кПа. Это происходит вследствие того, что в нем содержится большее

количество редуцирующих веществ и пищевых волокон с высокой водопоглотительной способностью по сравнению с яблочным пюре. Определены органолептические и физико-химические показатели зефира (табл. 1)

Таблица 1 – Органолептические и физико-химические показатели качества зефира

Показатели	«Ванильный» (контроль)	Зефир с топинамбуровым пюре
Вкус, запах	Ясно выраженный, свойственный данному наименованию изделия, без постороннего привкуса и запаха	
Структура	Свойственная данному наименованию изделия, равномерная, мелкопористая	
Форма	Свойственная данному наименованию изделия	
Цвет	Белый	Белый
Поверхность	Свойственная данному наименованию изделия, без грубого затвердения на боковых гранях и выделения сиропа	
Массовая доля сухих веществ, %	76,0-84,0	78,0
Массовая доля редуцирующих веществ, %	7,0-14,0	12,2
Плотность зефирной массы, кг/м ³ не более	600,0	520,0
Общая кислотность, град, не менее	0,5	0,6

Исследовали изменение микробиологических показателей полученного зефира в течение 4-х месяцев. Установили, что плесени и дрожжи в исследуемых образцах отсутствуют на протяжении всего срока хранения, а КМАФАнМ содержится менее $1 \cdot 10^2$ КОЕ/г, что соответствует требованиям, предъявляемым СанПиН 2.3.2.1078-01.

Произведен расчет пищевой и энергетической ценности, степени удовлетворения суточной потребности в основных нутриентах. Установлено снижение энергетической ценности зефира на основе топинамбурового пюре на 16 ккал (67 кДж) по сравнению с контролем. Пищевая ценность разработанного изделия выше, чем у контрольного образца по содержанию белков на 15,5 %, углеводов на 14,29 %, натрия – в 2 раза, калия – в 2,6 раза, фосфора – в 2,1 раза.

Выводы

Проведенные исследования создания новых технологий кондитерских изделий с применением полуфабрикатов из топинамбура являются конкурентоспособными, изделия обладают диетическими свойствами, пониженной энергетической, повышенной пищевой и биологической ценностями. Производство таких изделий позволит увеличить объем переработки используемого сырья, получить новые качественные полуфабрикаты на их основе низкой себестоимости.

Литература

1. Зубченко, А.В. Физико-химические основы технологии кондитерских изделий: учеб. для студ. вузов / ВГТА. Воронеж, 2001. – 389 с.
2. Новое в технике и технологии зефира функционального назначения [Текст] : монография / Г. О. Магомедов, Л. А. Лобосова, А. Я. Олейникова. – Воронеж : ВГТА, 2008. – 156 с.
3. Лобосова, Л.А. Функциональные кондитерские изделия с нетрадиционным сырьем [Текст] / Л. А. Лобосова, Т.Н. Малютина, М. Г. Магомедов, И.Г. Барсукова // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. – 2013. № 3. – С. 25-26.
4. Магомедов, Г. О. Суфле пониженной сахароемкости [Текст] / Г. О. Магомедов, Л. А. Лобосова, М. Г. Магомедов, И. Г. Барсукова // Вестник ВГУИТ. – 2014. - № 2. - С. 108-111.

УДК 637.5; 637.5.03; 637.52

Недорізанюк Л.П., аспірант

Лизова В.Ю., к.т.н.

Інститут продовольчих ресурсів НААН
(ІПР НААН), м. Київ, Україна

ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОАКТИВОВАНИХ РОЗЧИНІВ ПІД ЧАС ВИРОБНИЦТВА НАТУРАЛЬНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ

В теперішній час на багатьох підприємствах харчової промисловості значну увагу приділяють якості води та способам її обробки, оскільки від її фізико-хімічних, органолептичних і мікробіологічних показників залежить якість і вихід готового продукту. Під терміном «активація» розуміють зміни властивостей рідин під дією безреагентних способів – електрохімічної активації (ЕХА), термоактивації, ультразвуку та ін.. Вода і водні розчини, які пройшли таку обробку, називають активованими [1]. Найбільш перспективною і екологічно безпечною технологією являється ЕХА, оскільки дозволяє виключити використання хімічних реагентів і відкриває широкі можливості для вдосконалення технологічних процесів. Фізико-хімічні властивості ЕХА води значно відрізняються від властивостей питної води і можуть бути використані при виробництві натуральних напівфабрикатів з метою направленої регулювання технологічних характеристик сировини і якісних показників готового продукту.

Метою роботи являється дослідження впливу електроактивованої води на зміну величини рН та розвиток санітарно-показової мікрофлори натуральних напівфабрикатів з яловичини впродовж 3-х діб зберігання. Обробку сировини проводили шляхом занурення шматка яловичини масою 550 г в розчин аноліту з рН=2,3 і окисно-відновлювальним потенціалом (ОВП) +1007.

За результатами досліджень рис. 1 та рис.2 нами було встановлено, що використання аноліту при виготовленні натуральних напівфабрикатів з яловичини знижує показник рН з 5,9 до 5,4 одиниць порівняно з контрольним зразком, в якому він навпаки зростає до 6,0 одиниць (рис.1).

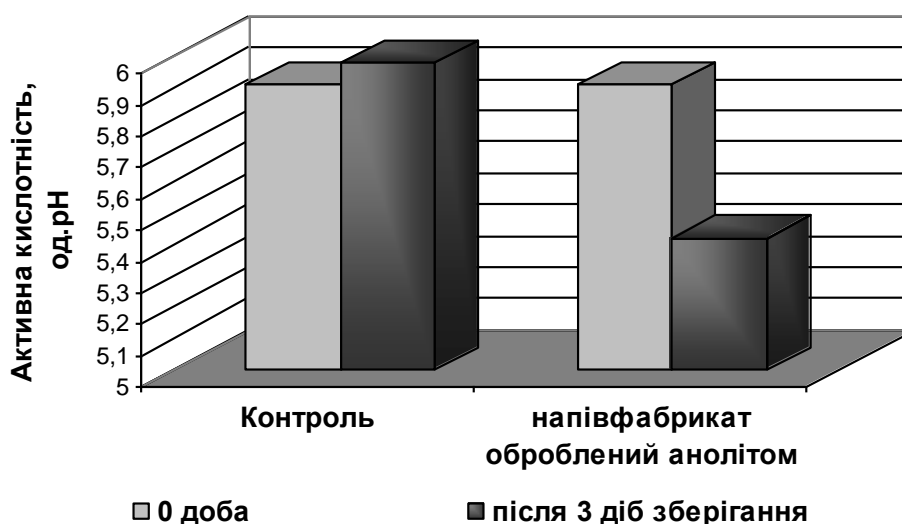


Рисунок 1 – Вплив аноліту на рН великокускових напівфабрикатів з яловичини під час зберігання

Крім того, застосування аноліту впливає на розвиток мікроорганізмів: у дослідному зразку на 3 добу зберігання загальна кількість мікроорганізмів становила $1,2 \times 10^4$ КУО/г, тоді як у контролі їх кількість сягала $1,0 \times 10^7$ КУО/г (рис.2).

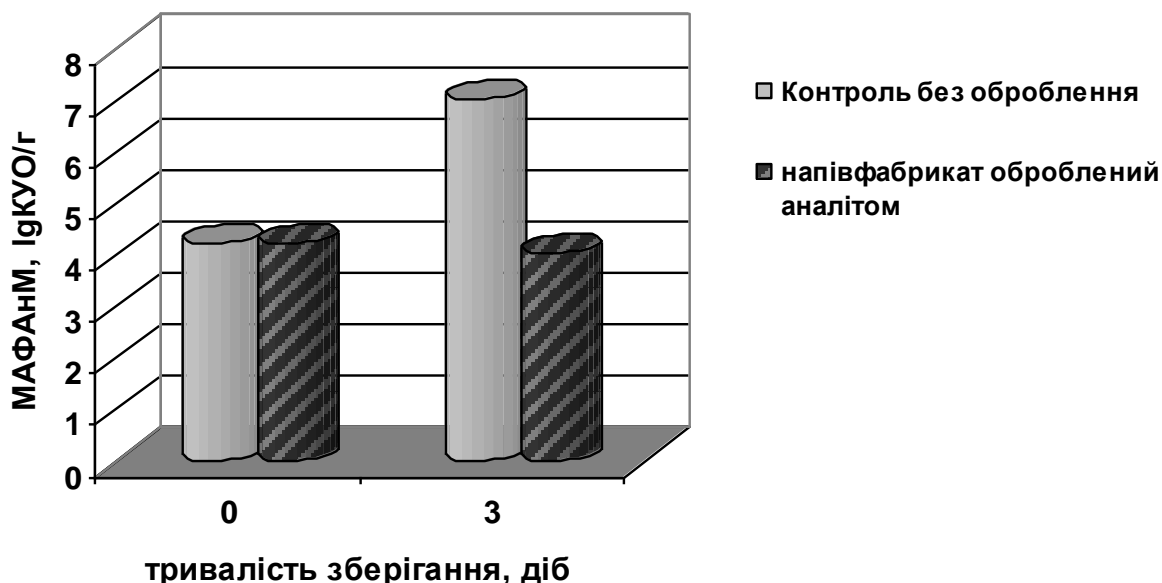


Рисунок 2 – Розвиток МАФAnM впродовж зберігання натуральних напівфабрикатів з яловичини

Висновок. Таким чином, використання електроактивованих розчинів, зокрема аноліту, у виробництві натуральних напівфабрикатів з яловичини сприяє зниженню величини рН та володіє бактерицидними властивостями, що дає змогу покращити якісні показники продукту та збільшити термін зберігання натуральних напівфабрикатів в охолодженому вигляді.

Література

1. Кочнова А.А. Электрохимически активированные водные растворы в производстве варено-копченых цельномышечных изделий / А.А.Кочнова, О.Б. Гелунова, Е.Г. Коржова //Иновационные технологии – основа модернизации отраслей производства и переработки сельскохозяйственной продукции: материалы міжнарод. науково- практич. конф. – м. Волгоград, 2011. – С. 95 - 97

ПРОЦЕСИ І АПАРАТИ ДЛЯ САТУРАЦІЇ ДЕФЕКОВАНОГО СОКУ

Вступ і актуальність. Забезпечення конкурентоспроможності виробленого в Україні цукру на внутрішньому і зовнішньому ринках та раціональне влаштування виробництва кристалічної цукрози є актуальним завданням сьогодення, пов'язаним з якістю продукції цукрових заводів та її собівартістю. Якісні показники продукції цукрових заводів визначаються ланцюгом технологічних операцій, у тому числі процесами сатурації дефекованого соку. саме насичення перероблюваних середовищ діоксидом вуглецю супроводжується виведенням нецукрів, а використання рекупераційних технологій дозволяє ліквідувати втрати CO_2 з відповідними екологічними і економічними ефектами.

Більшість варіантів технологічних схем очистки дифузійного соку на вітчизняних і закордонних цукрових підприємствах свідчать як про складність цих технологій, так і про бажання покращити використання виробничих потужностей, підвищити вихід цукру, його якість, скоротити витрати допоміжних матеріалів. Поширене розповсюдження на підприємствах України отримала типова схема очищення дифузійного соку з прогресивною перед дефекацією, тепло- (холодно-) гарячою основною дефекацією і дефекацією соку перед другою сатурацією (з фільтрами-згущувачами).

Матеріали і методи. Дослідження виконувалося на основі аналізу літературних джерел з використанням порівняльних характеристик складових масообмінних процесів в газорідних середовищах. Завданням сатурації дефекованого соку є досягнення максимального ефекту очищення шляхом адсорбції нецукрів на поверхнях часточок карбонату кальцію, що утворюється в процесі карбонізації вапна дефекованого соку.

Обробка дефекованого соку діоксидом вуглецю здійснюється утворенням в середовищі суміші рідинної фази з диспергованих масивом діоксиду вуглецю. При цьому рівень дисперсності визначає поверхню масообміну, а рушійним фактором є різниця концентрації CO_2 в газовій фазі і у розчинній формі в рідинній фазі [1]. Хоча таке твердження має деяку умовність, однак з першого погляду воно може бути використане з наближенням до відомої форми відносно окремої складової з числа диспергованого газового масиву

$$dM = kF(C_{\text{газ}} - C_{\text{рід}})dt, \quad (1)$$

де dM – елементарна розчинена маса CO_2 ; k – коефіцієнт масопередачі; F – площа поверхні масообміну; $C_{\text{газ}}$ – концентрація CO_2 в газовій фазі; $C_{\text{рід}}$ – концентрація розчиненого діоксиду вуглецю в рідинній фазі; dt – елементарний час контактування об'єктів системи.

В інтересах ефективного масообміну пристрої утворення диспергованих газових масивів у більшості випадків виконуються у вигляді барботажних систем, в які подається стиснутий діоксид вуглецю. Сучасні теорії і нароби стосовно трансформацій газових потоків [1-3] дають підстави стверджувати про існування підходів для ефективного вирішення таких завдань. При цьому важливе значення має енергетичне забезпечення системи в зоні безпосереднього контактування вхідного потоку газової фази і рідинного середовища. Останнє створюється за рахунок кінетичної енергії газового потоку, яка теоретично трансформується в енергію створення міжфазної поверхні. Тоді для однієї утвореної бульбашки витрачається енергії:

$$E_6 = \sigma F_6, \quad (2)$$

де σ – коефіцієнт поверхневого натягу; F_6 – площа поверхні однієї бульбашки.

Потужність загального енергетичного потоку формування диспергованого масиву газової фази:

$$N = \frac{m_n V^2}{2}, \quad (3)$$

де m_n – величина газового потоку, кг/с.

З останнього запису видно, що переважне значення має швидкість V контактування фаз, яка створюється в отворах барботажної системи. Досягненню заданої величини швидкості має відповідати відповідний перепад тисків в барботажних розподільчих пристроях і гідростатичних тисків. Стосовно систем, створених дифузійним соком і діоксидом вуглецю, можливий діапазон швидкостей доцільно витримувати в межах від 25 до 50 м/с і результат по диспергуванню газової фази буде зростати у квадратичній залежності [2].

В зоні створення диспергованих газових масивів відбувається інтенсивний масообмін, проте висота цієї зони відносно обмежена і складає 100...150 мм. Останнє означає доцільність створення активних циркуляційних зон. При цьому очевидно, що потоки циркуляційних контурів, підведених до вказаних зон, повинні мати щонайменший вміст розчиненого діоксиду вуглецю. Така рекомендація витікає з особливостей масообміну в газорідних системах. В нашому випадку газовий потік з кожної бульбашки має подолати наступні бар'єри:

- опір дифузійного перенесення молекул CO_2 в бульбашці;
- опір масопередачі в газовій плівці на межі поділу фаз;
- опір масопередачі безпосередньо на поверхні поділу фаз;
- опір масопередачі в потік рідинної фази, що обтікає газову бульбашку.

Кожна з названих складових опорів регулюється відомими закономірностями гідродинаміки на основі законів Архімеда, Паскаля, Генрі, Фіка.

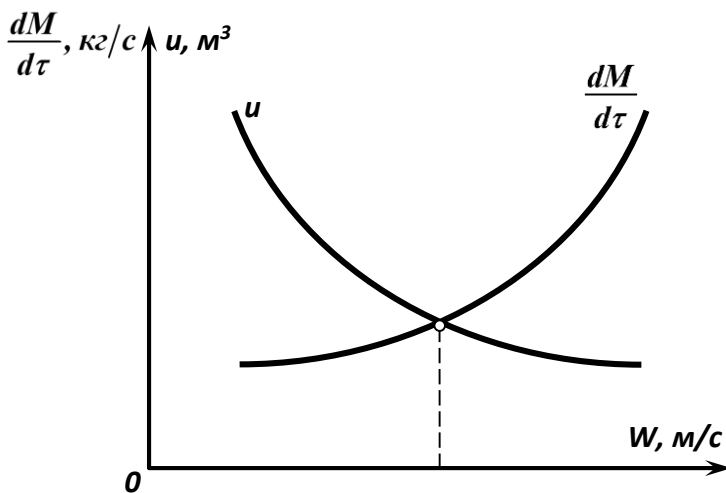


Рисунок 1 – Графіки залежностей швидкостей розчинення газової фази і величини газотримувальної здатності середовища від відносної швидкості диспергованих масивів CO_2

При цьому слід мати на увазі показник, який стосується швидкості оновлення рідинної плівки на поверхні поділу. Очевидно, що цей показник має подвійне значення, оскільки само по собі зростання такої швидкості приводить до інтенсивності масовіддачі в середовище. Проте швидкість оновлення структур на поверхні поділу фаз безпосередньо пов'язана зі швидкістю спливання бульбашок. Це означає, що остання визначає величину утримувальної здатності по газовій фазі, а рівно і загальну поверхню масопередачі. Такий подвійний вплив відображується в загальному

вигляді графічними залежностями на рис. 1.

В загальному випадку швидкість спливання диспергової газової фази W_{abc} визначається сумою відносної швидкості і швидкості переміщення в циркуляційних контурах:

$$W_{abc} = W_{від} + W_{ц.к.} \quad (4)$$

Відносна швидкість $W_{від}$ залежить від координати переміщень на ділянках перехідних процесів від моменту утворення бульбашки і до стабілізації швидкості її переміщення. Фізика перехідного процесу пов'язана з присутністю двох силових факторів. Очевидно, що таким рушійним фактором виступає Архімедова сила, а протидіє переміщенню опір середовища.

Завершенню перехідного процесу відповідає рівність цих двох силових факторів.

Спливання газових бульбашок від зони їх утворення означає поступове зменшення дії на них гідростатичних тисків, наслідком чого буде зростання загального об'єму диспергованої газової фази і кожної окремої бульбашки. Однак разом з тим присутнім є зворотний процес зменшення об'єму газової фази у зв'язку з розчиненням CO₂. Перевага того чи іншого фактора визначає загальний результат, на який впливає характеристика середовища.

Висновки. Після виконаного аналізу апаратів відмітимо наступне:

- принципове значення в системах сатурації має організація синтезу диспергованої газової фази. Доцільно, щоб зона формування диспергованого газового потоку співпадала з зоною найбільшого енергетичного потенціалу. Цій умові відповідають об'єми середовищ, що прилягають до барботажних елементів;
- принципове значення має швидкість контактування газової і рідинної фаз, оскільки енергетичний потенціал газового потоку визначається квадратом його швидкості;
- масообмін в газорідинному середовищі визначається такими параметрами, як газотримувальна здатність, термодинамічні показники і швидкість відносного переміщення диспергованої газової фази;
- рівень утилізації газової фази залежить від геометричних характеристик апаратів, оскільки саме вони за інших рівних умов визначають висоту рідинної фази і газорідинних середовищ. У зв'язку з обмеженим рівнем поглинання газової фази за час проходження середовища відбувається її накопичення в технологічному апараті;
- рекупераційне повернення "вторинної" газової фази в барботажу систему обмежує або повністю ліквідує втрати CO₂;
- стискання "вторинної" газової фази в компресорі приводить до зміни її термодинамічних параметрів таких як тиск і температура. Однак підвищення температури нормалізується в процесі утворення диспергованих газових масивів;
- утилізація "вторинної" газової фази потребує додаткових енергетичних витрат на відповідну компресію. Однак такі додаткові витрати наближені лише до 3...5 % енергетичних витрат, пов'язаних з синтезом і використанням "первинної" газової фази;
- найбільш раціональним напрямком інтенсифікації процесу сатурації слід вважати впливи, пов'язані з можливостями прискорення процесів оновлення міжфазної поверхні. Фізичний напрямок при цьому стосується використання енергетичних імпульсів у формі пульсацій тисків, створюваних в газовій фазі. Такі пульсації за рахунок гідростатичного тиску створюють відповідні ефекти у всіх без виключення зонах газорідинних середовищ;
- створення диспергованих газових масивів однозначно стосується енергетичних потенціалів і гідродинамічних потенціалів в зонах їх утворення. Існують підстави стверджувати про доцільність суміщення зон створення диспергованих газових масивів з зонами найбільших енергетичних потенціалів.

Література

1. Соколенко, А.І. Інтенсифікація тепло- масообмінних процесів в харчових технологіях: монографія / А.І. Соколенко, А.А. Мазаракі, О.Ю. Шевченко та ін. – К.: Фенікс, 2011. – 536 с.
2. Піддубний, В.А. Наукові основи і апаратурне оформлення перехідних процесів харчових і мікробіологічних виробництв: автореф. дис. ... докт. техн. наук: 05.18.12 "Процеси та обладнання харчових, мікробіологічних та фармацевтичних виробництв" / Піддубний Володимир Антонович; НУХТ. – К., 2008. – 47 с.
3. Шевченко, О.Ю. Наукові основи і апаратурне оформлення процесів довгострокового зберігання харчових продуктів: автореф. дис. ... докт. техн. наук: спец. 05.18.12 "Процеси та обладнання харчових, мікробіологічних та фармацевтичних виробництв" / Шевченко Олександр Юхимович; НУХТ. – К., 2006. – 43 с.

УДК 665.358

Калина В.С., здобувач

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

Луценко М.В., к.т.н., доцент

Дніпропетровський національний університет ім. Олесь Гончара (ДНУ), м. Дніпропетровськ, Україна

ОЧИЩЕННЯ ЖИРНОЇ КОРІАНДРОВОЇ ОЛІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ІОНООБМІННИХ СМОЛ

Метою роботи є дослідження процесу адсорбційного очищення жирної коріандрової олії (ЖКО) з використанням іонообмінних смол.

Нами попередньо було досліджено зміну технологічних та фізико-хімічних властивостей ЖКО у процесі її ензимної етерифікації; визначено, що в олії вільні жирні кислоти (ВЖК) перетворюються в етилові та гліцеринові ефіри у кількості $\approx 7\%$ (вміст ВЖК у вихідній олії $\approx 8\%$). При цьому кислотне число (КЧ) ЖКО знижується з 17 до 1,5 мг КОН/г. За вимогами ДОСТу 4335.2004 для використання етерифікованої олії у кондитерській промисловості КЧ не повинно перевищувати значення 0,5 мг КОН/г. Тому з метою зменшення КЧ етерифікованої ЖКО стало необхідним дослідити процес адсорбції з використанням іонообмінних смол. Іонообмінні смоли широко застосовуються для адсорбування визначених речовин в різних галузях промисловості, в тому числі і на підприємствах харчової промисловості.

Метод використання аніонітів ґрунтується на хемосорбції жирних кислот завдяки будові їх карбоксильних груп на поверхні іонообмінних смол. При цьому утворюються з'єднання, що достатньо стійкі, для того щоб при відділенні олії та смоли жирні кислоти залишались на її поверхні. З іншого боку утворені фізико-хімічні зв'язки можуть бути легко зруйновані під впливом температури або сильнішої кислоти. Перевагою цього методу може слугувати можливість отримання жирних кислот в чистому вигляді, без домішок сторонніх легколетких речовин та мила. Застосування аніонітного очищення олії дозволить не тільки спростити технологічну схему видалення жирних кислот, а й покращити техніко-економічні показники виробництва.

Нами було досліджено технологічні аспекти адсорбційного очищення ЖКО. Для здійснення процесу використовували аніоніт ЕДЕ-10П (іонообмінна смола із гелевою та макропористою структурою у вигляді зерен темно-жовтого кольору – високомолекулярна полімерна речовина; цей аніоніт містить функціональну групу основного характеру – бензилтриметіламінієву; виготовляють його шляхом сополімеризації дівінілбензолу та стіролу, внаслідок чого отримують матрицю гранул аніоніту; при контакті з рідиною гранули аніоніту набрякають, руйнується зв'язок функціональних груп з матрицею, внаслідок чого протікає процес іонного обміну між ЖКО та аніонітом). Процес складався у змішуванні етерифікованої ЖКО з попередньо активованим аніонітом у співвідношенні 3:1, нагріванні суміші до температури 60°C при постійному перемішуванні (тривалість процесу від 10 хвилин до 2 годин) та фільтрації очищеної олії.

Після адсорбційного очищення ЖКО контролювали її якість за показником – КЧ.

Висновки. Шляхом розробленої нами технології очищення ЖКО з використанням іонообмінних смол вдалося досягти зниження її КЧ до 0,3 мг КОН/г.

Визначено, що оптимальною температурою проведення процесу адсорбційного видалення вільних жирних кислот із ЖКО є 60°C; при зниженні температури інтенсивність процесу значно уповільнюється. Встановлено, що збільшення співвідношення ЖКО до адсорбенту не призводить до повного видалення вільних жирних кислот і, відповідно, до недостатнього зниження кислотного числа очищеної олії.

СТРУКТУРНО-МЕХАНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ РІДКИХ ХЛІБОПЕКАРСЬКИХ ОПАР

Досліджено типові структурно-механічні характеристики рідких пшеничних хлібопекарських опар з метою проектування сучасного обладнання для їх приготування. Визначені структурно-механічні характеристики продукту підтверджують її належність до структурованих систем, і на величину динамічної межі її плинності впливає характер продукту, технологічні особливості виготовлення. У результаті проведених досліджень виявлено, що структурно-механічні показники опари є занадто варіативними та залежними від характеру її течії та параметрів навколишнього середовища.

Ключові слова: віскозиметр, динамічна в'язкість, напруження зсуву, рідка пшенична опара

При виробленні масових сортів хліба з пшеничного борошна рекомендується готувати тісто на рідких солоних опарах. Рідкі опари добре консервуються до температури 10...14 °С. Черствіння виробів приготовлених на опарах сповільнюється.

Знання структурно-механічних властивостей рідкої опари є важливим для ефективного та енергоощадного здійснення технологічних операцій з її приготування. Створення сучасного обладнання неможливо без точного знання реологічних властивостей опари, їх залежності від численних факторів, основні з яких якість і сорт борошна, вологість, температура та інтенсивність механічної обробки.

Опара представляє собою зв'язнодисперсну систему яка утворює структуру, основою якої є просторовий каркас із перервної дисперсної фази борошна, відповідно неперервним дисперсійним середовищем виступає вода. Структуровані системи як і тверді тіла володіють міцністю, що у визначених умовах дає їм можливість протидіяти зовнішнім впливам. Така структура опари створює сукупність її механічних властивостей, що в літературі прийнято називати структурно-механічними [1].

Під дією зовнішніх навантажень опара деформується, а саме тече, розрізняють два основних види деформації розтяг(стиск) та зсув. Згідно другої аксіоми реології опара володіє всіма реологічними властивостями, основні з яких в'язкість та пружність. Ці властивості проявляються при зсувній деформації, тому вона вважається найбільш визначальною в наших дослідженнях.

Матеріали і методи. Матеріалом для досліджень була рідка пшенична опара вологістю 65...70 %. Борошно пшеничне вищого сорту, вологість борошна складала $13,8 \pm 0,2$ %

Для визначення в'язкості та пружності рідкої опари ми використовували методи абсолютної реометрії, так як результати вимірювань виражені в абсолютних фізичних одиницях. В наших дослідженнях ми користувалися реометром з контролюємою швидкістю зсуву (CR-реометр), а саме ротаційним віскозиметром «Rheotest 2». Цей прилад має геометрію вимірювальної системи Серле, тобто нерухомий зовнішній циліндр та рухомий внутрішній [2].

Результати та обговорення. Для готової опари спочатку за формулою розраховували напруження зсуву τ , Па:

$$\tau = Z \times \alpha \quad (1)$$

де Z – стала внутрішнього циліндра (в нашому випадку для середніх значень в'язкості була обрана система вимірювань S/S_2 для неї $Z = 6,37$ Па); α – відносний кут обертання який є пропорційним вимірюваному крутному моменту динамометра.

Чисельні значення градієнтів деформації $\dot{\gamma}$ для кожної швидкості обертання брали з паспортних даних, і розраховували динамічну в'язкість η за рівнянням Ньютона:

$$\eta = \tau / \dot{\gamma} \quad (2)$$

де η – динамічна в'язкість, Па·с; τ - напруження зсуву, Па; $\dot{\gamma}$ - швидкість зсуву, s^{-1} .

Результати вимірювань представлено у таблиці 1

Таблиця 1 – Результати вимірювань

Швидкість зсуву $\dot{\gamma}$, с^{-1}	Напруження зсуву τ , Па	Динамічна в'язкість η , $\text{Па}\cdot\text{с}$
0,5	1,2	2,4
0,9	3,18	3,53
1	6,37	6,37
1,5	7,96	5,3
1,8	9,55	5,3
2,7	14,01	5,19
3	16,56	5,52
4,5	19,75	4,39
5,4	22,93	4,24
8,1	31,21	3,85
9	32,49	3,61
13,5	42,68	3,16
16,2	49,69	3,07
24,3	64,97	2,67
27	71,98	2,66
40,5	98,74	2,44
48,6	114,68	2,36
72,9	156,07	2,14
81	166,26	2,05
121,5	225,5	1,85
145,8	260,5	1,78
218,7	350,4	1,6
243	377,7	1,55
437,4	509	1,16

На рис. 1 представлено криву течії рідкої пшеничної опари вологістю 67 % за даними виконаних експериментів при постійній температурі 27 °С. На рис. 2 побудована крива в'язкості – крива, що описує залежність зміни в'язкості системи від навантаження.

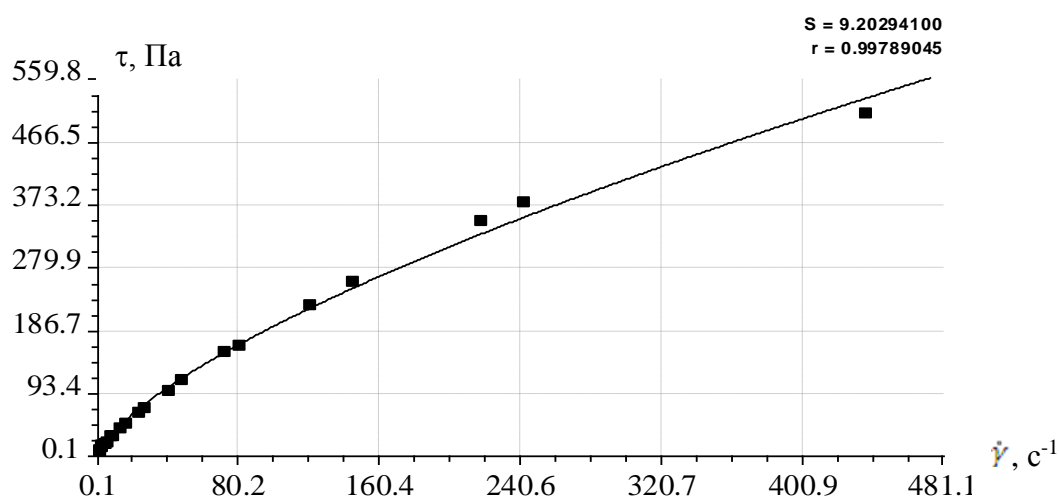
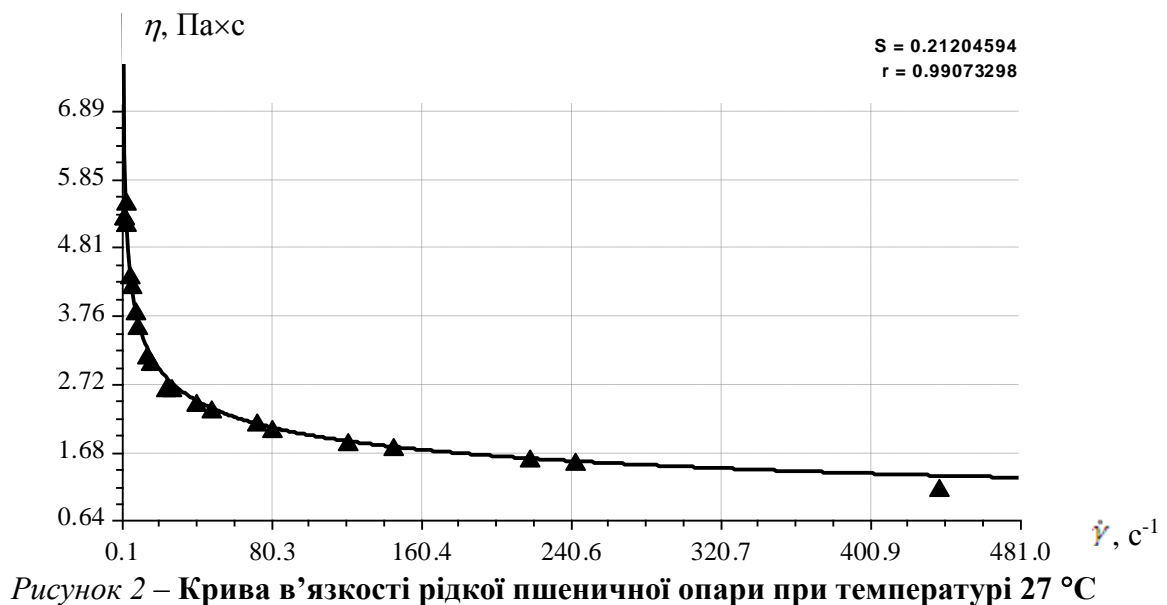


Рисунок 1 – Крива течії рідкої пшеничної опари при температурі 27 °С



Отримані криви описуються степеневими функціями $\dot{\gamma} = 8,34 \tau^{0,6836}$ та $\eta = 6,406 \tau^{-0,258}$, це говорить про те що опара відноситься до неньютонівських структурованих псевдопластичних рідин.

Встановлено, що зміна ефективної динамічної в'язкості опари при збільшенні та зменшенні швидкості зсуву утворює криву гістерезису. Площа яку займає крива, характеризує ступінь стійкості структури опари до механічного впливу на неї. Для кількісної оцінки ступеню стійкості розраховується площа, яка утворюється кривою гістерезису.

В'язкість є вкрай важливою характеристикою течії опари: від неї залежить режим течії, витрачаєма потужність обладнання для його інтенсивного змішування та багато іншого.

Висновки. Зазначене дало змогу визначити максимальну в'язкість системи, що відповідає практично незруйнованій структурі, напруження практично зруйнованої структури, мінімальне значення в'язкості, яке відповідає практично зруйнованій структурі, а також значення аномалії в'язкості, яка характеризує міцність досліджуваної структури і виражається через їх різницю.

Опара відноситься до аномально в'язких (псевдопластичних) рідин. До швидкості зсуву 200 с^{-1} вона має виражену аномалію в'язкості, а при більш високих швидкостях зсуву веде себе як ньютонівська рідина.

Література

1. Barnes, H. A.. A handbook of elementary rheology / H. A. Barnes. – University of Wales Institute of Non-Newtonian Fluid Mechanics, Aberystwyth, 2000. – 201 p.
2. Шрамм, Г. Основы практической реологии и реометрии / Г. Шрамм. – М.: КолосС, 2003. – 312 с.
3. Физическая и коллоидная химия / А.Д. Зимон, А.М. Евтушенко, И.Г. Крашенинникова. – М., МГУТУ, 2004.

УДК 621.664.741

Ковальов О.В., к.т.н.

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

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПРОСІЮВАННЯ СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ

Розробка раціональних конструкцій просіювачів сипких матеріалів і збільшення ефективності їх роботи – одне з основних завдань харчової промисловості. В цьому напрямку перспективним є вібропросіювання, яке забезпечує суттєву інтенсифікацію процесу та зменшує питомі витрати електроенергії.

Для поділу сипких продуктів на фракції за величиною часток використовуються машини, робочим органом яких є система рухомих сит, або повітряний потік. В результаті просіювання через сито вихідний продукт поділяється за величиною часток на дві фракції. Частина продукту, що проходить через отвір сита, називається проходом, а та частина, що залишається на ситі і сходиться з нього, – сходом. Ці машини використовуються для видалення сторонніх домішок з борошна на хлібозаводах, кондитерських та макаронних фабриках, з різних видів сировини зернопереробної промисловості.

Борошно, що надходить на виробництво, повинно бути обов'язково просіяне, тобто потрібно механічно відділити сторонні домішки. Крім того, в процесі просіювання борошно розрихлюється та аерується (насичується повітрям), що деякою мірою сприяє кращому бродінню тіста, виходу та якості хлібобулочних виробів.

Класифікація сипких продуктів за допомогою повітряного потоку застосовується як в комбінації з ситовими установками (повітряні і ситові сепаратори), так і окремо при провіюванні і пересипанні (аспіраційні колонки та ін.). До найбільш розповсюджених сипких харчових продуктів належать пшеничне борошно, цукрова пудра, картопляний крохмаль. У технології виробництва і переробки цих харчових сипких мас передбачений процес їх просіювання. У кількісному відношенні обсяг високодисперсних сипких харчових продуктів, що підлягають просіюванню, безупинно зростає як у галузях харчової промисловості, так і на підприємствах масового харчування при виробництві хлібобулочних, кондитерських, макаронних виробів та харчоконцентратів. Якість і обсяг виробництва готової продукції, безсумнівно, залежать від ефективності роботи просіювальних машин. Розмір отворів сит, а також фракційні характеристики просіювальних харчових сипких мас є визначальними факторами, від яких залежать технологічна ефективність і питома продуктивність просіювальних машин. Зменшення прохідного перетину отворів сита сприяє їхньому забиванню високодисперсним сипучим продуктом. І як наслідок, таке явище призводить до зниження ефективності і питомої продуктивності процесу просіювання.

Зниження негативних наслідків адгезії і раціональне використання сил адгезійної взаємодії шару сипких часток з контактуючою робочою поверхнею дозволяє інтенсифікувати процес просіювання. Тому розробка нового прогресивного способу просіювання на коливаючих поверхнях по адгезійних властивостях часток сипких харчових мас є своєчасною і практично важливою. Впровадження цього процесу в апарати по виробництву і переробці сипких харчових продуктів буде сприяти зниженню їхньої енергоємності, збільшенню обсягу виробництва і підвищенню якості готових хлібобулочних, кондитерських, макаронних виробів та харчоконцентратів.

Основною нашою метою є дослідження процесу вібропросіювання і розробка нових конструкцій просіювачів борошна.

Для досягнення основної мети необхідно вирішити ряд взаємозалежних наукових завдань, а саме:

- дослідити та встановити механіку процесу вібраційного просіювання;
- встановити межі інтервалу інтенсивності коливань просіювальної поверхні;

- отримати теоретичні залежності параметрів вібропереміщення шару часток борошна від параметрів коливань деки;
- запропонувати конструктивні схеми, розробити і впровадити дослідний зразок вібраційного просіювача борошна і оцінити його економічну ефективність.

У багатьох роботах закордонних і вітчизняних учених підтверджується залежність коефіцієнта тертя від гранулометричного складу сипучої маси: зі зменшенням розміру часток збільшується значення коефіцієнта тертя. Однак цей факт пояснюється проявом адгезійного зв'язку високодисперсних часток із контактуючою поверхнею, а не підвищеними фракційними властивостями часток.

Фракційні властивості сипких матеріалів характеризує коефіцієнт зовнішнього тертя m , який визначали на лабораторній установці (рис.1).

Сила тертя F , що є основною характеристикою процесу тертя двох поверхонь, визначається їх взаємодією по площі істинного або фактичного контакту S_{ϕ} . У загальному випадку сила тертя є функцією тиску P , швидкості ковзання U , температури T , тривалості контакту та ряду інших параметрів. На практиці часто використовується питома номінальна сила тертя G , що називається напруженням тертя і визначається відношенням сили тертя до площі номінального геометричного контакту:

$$G = F / S.$$

Поширена також така характеристика, як коефіцієнт тертя f_{τ} , що дорівнює відношенню сили тертя до нормального навантаження N :

$$f_{\tau} = F / N.$$

Разом з питомою силою тертя G користуються поняттям питомого нормального навантаження:

$$P = N / S$$

Найважливішими характеристиками процесу тертя є, безумовно, питома фактична (істинна) сила тертя

$$G_{\phi} = F / S_{\phi}$$

та фактичний тиск

$$P_{\phi} = N / S_{\phi}.$$

Проте, ці характеристики використовуються досить рідко через те, що визначення площі фактичного контакту пов'язане із певними труднощами.

З метою виявлення впливу швидкості ковзання U та питомого навантаження S на коефіцієнт тертя у русі сипких матеріалів по сталі запропонована лабораторна установка (рис.1).

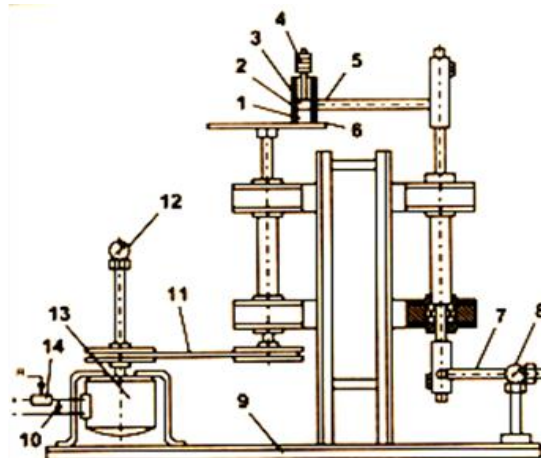


Рисунок 1 – Лабораторна установка для визначення коефіцієнта тертя

Лабораторна установка складається з порожнього циліндра 2 діаметром 0,05 м. із засипаним у нього дослідним матеріалом 1, притискного поршня 3, важелів 4,7, набору металевих пластин різної ваги 5, диска 6, електродвигуна 13 з пасовою передачею 11, реостата 14, динамометра 8, тахометра 12, вольтметра 10, станини 9. Циліндр 2 закріплений на важелі

4 таким чином, що між циліндром 0,2...0,5 мм. Рух диска 6 передається через пасову передачу 11 від електродвигуна 13. Швидкість обертання електродвигуна змінюється за допомогою реостата 14 і визначається тахометром 12.

Коефіцієнт зовнішнього тертя продукту по поверхні залежать від питомого навантаження на робочу поверхню та швидкості ковзання і може бути визначений за формулою:

$$f_{т,} = 0,22 + 2 G_{ф}^{-0,35} U^{0,2}$$

Знайдені коефіцієнти дали можливість визначити оптимальні характеристики роботи вібропросіювача для борошна різних гатунків.

За результатами дослідів було розроблено нову спрощену конструкцію вібраційного просіювача (рис.2) із застосуванням кривошипно-шатунного механізму для зменшення витрат електроенергії. У цьому просіювачі, що складається з каркаса, завантажувального бункера, дерев'яної ситової рамки з ситом, закритої зверху кришкою з оргскла, до середини торцевого боку дерев'яної рамки прикріплюється кривошипно-шатунний механізм, що приводиться в рух від електродвигуна, встановленого на каркасі. Дерев'яна рамка з ситом може встановлюватись не тільки горизонтально, а й під певним кутом за допомогою регулювальних гвинтів. Рамка підвішується з торцевих боків до кронштейна за допомогою дерев'яних пружинних опор, що значно зменшує опір потоку матеріалу і дає можливість ефективніше використовувати енергію привода та поліпшувати процес просіювання.

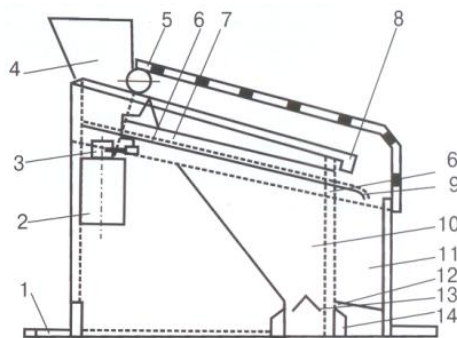


Рисунок 2 – Вібраційний просіювач

Вібраційний просіювач складається з каркаса 1, завантажувального бункера 4, дерев'яної ситової рамки 8 розміром 370× 500 мм із встановленим пробивним ситом 7 з отворами Ø1,5 мм. Рамка підвішена до кронштейнів за допомогою чотирьох дерев'яних пружинних опор 6, 9. Зверху рамка з ситом закрита кришкою 5 з оргскла. До складу просіювача входять також збірник просіяного борошна з розвантажувальним патрубком 11, обладнаним магнітним уловлювачем 13, патрубком 12 і відкидним лотком 14 для нього та механізму привода, який складається з електродвигуна 2 (P = 0,4 кВт; n = 1000 хв.⁻¹) і кривошипно-шатунного механізму 3.

Завдяки такій конструкції буде більш раціонально використовуватися енергія привода, а також за умови нахиленого розташування сита більш ефективно проходитиме просування нижнього шару борошна, що поліпшуватиме процес просіювання.

Такі удосконалення дають можливість підвищити ефективність просіювання сипких матеріалів.

Література

1. Ковалев А.В. Высокоинтенсивные просеиватели муки / А.В. Ковалев, В.М. Фёдоров, В.А. Анистратенко – М.: Хлебопечение России. – 2001. - №5.- С. 30.
2. Ковальов О.В. Шляхи підвищення ефективності процесу просіювання сипких матеріалів // Експрес-новини: наука, техніка, виробництво. - К.: УкрІНТЕІ. -1996. -№22 - С. 12 - 13.

УДК 664.665.041

Ковальов О.В., к.т.н.

Коваленко К.С.

Національний університет харчових технологій (НУХТ), м. Київ, 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 дослідження роботи печей з рециркуляцією продуктів згоряння (рис.1) – найбільш розповсюдженого типу хлібопекарських печей, при змінних 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 досліджень – встановлення 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. 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.

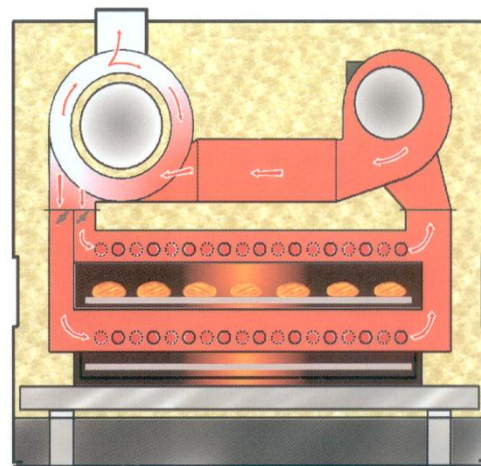


Рисунок 1 – Схема рециркуляційного нагріву печі

Фізико-хімічні показники палива:

Склад пальної суміші, % $C^r - 86,26$; $H^r - 13,08$; $O^r - 0,05$; $N^r - 0,20$; $S^r - 0,41$.

Нижча теплота згорання – 43,1М Дж/кг; густина – 820 кг/м³; в'язкість при 20 °С – 4 °ВУ; зольність – 0,02%; температура спалаху в закритому тиглі – 40°С; температура замерзання – мінус 15 °С.

Основні параметри, що характеризують роботу печі К-ПХМ-25

Час випічки $\tau_{\text{вип}}$, хв.....	42
Середнє упікання, віднесене до маси гарячого хліба, $W_{\text{исп}}$, %	8,7
Витрата насиченої пари з тиском 0,11 МН/м ² G_n , кг/т.....	135
Максимальна температура середовища пекарної камери t_c , °С.....	270
Середній вологовміст середовища пекарної камери x , кг/кг	0,5
Температура підігріву колиски $\Delta t_{\text{л}}$, °С.....	100
Усереднена на поверхні температура обшивки печі $t_{\text{обш}}$, °С.....	40
Середній коефіцієнт витрати повітря:	
на виході з топки α_T	1,2
на виході з гріючих каналів α_k	2,5
на виході з печі α_{yx}	3,0

Ці параметри практично були постійними в дослідженому діапазоні навантажень печі.

В таблиці 1. показано отримані при експериментах зміни температури відпрацьованих газів t_{yx} у залежності від продуктивності, і відповідна зміна втрати теплоти з відпрацьованими газами q_z .

Таблиця 1 – Зміна температури відпрацьованих газів у залежності від продуктивності печі

№ 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

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

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.2). Параметри в таблиці 2 приведені для наочності тільки для чотирьох характерних режимів, що лежать на границях і в середині досліджуваного діапазону продуктивності.

Таблиця 2 – Зміна основних експериментальних і розрахункових параметрів роботи печі від характерних режимів обігріву

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

<i>Продовження таблиці 2</i>				
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 2 були розраховані складові теплового 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 $\sum Q = 156,2$ кВт.

Ці дані використані при обчисленні тепловіддачі гріючих газів у робочу камеру. Результати розрахунків у % до теплового 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/ч.

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.

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 теплового 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 / А.В. Володарский, М.Н. Сигал, И.М. Ничиков – К.: Техника, 1986. – 136 с.
2. Михелев А.А., Володарский А. В. Практикум по курсу Промышленные печи хлебопекарного и кондитерского производства / А.А. Михелев, А.В. Володарский –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.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЛОСКИХ ІНФРАЧЕРВОНИХ ВИПРОМІНЮВАЧІВ

В останні роки інфрачервоні теплові випромінювачі використовуються все ширше. Їх спектр застосування охоплює різні сфери. Це обігрів житлових, службових, та виробничих приміщень, медицина, технологічні операції виробництва, у сільському господарстві та при виготовленні продуктів харчування [1].

Інфрачервоні нагрівачі мають такі переваги: направлене випромінювання, об'ємне поглинання випромінювання об'єктами, що опромінюються, енергоефективність.

Розрізняють інфрачервоні випромінювачі по конструкції, за методом нагріву і температурі випромінюючого матеріалу. Довжина хвилі випромінювання залежить від температури випромінюючого матеріалу (закон Віна).

$$\lambda_{\max} = 2898/T \text{ (мкм)}$$

В харчовій промисловості застосовуються джерела інфрачервоного випромінювання різного типу. Умовно їх поділяють на «світлі», частина випромінювання яких відноситься до видимого спектру $\lambda < 1,3$ мкм, та «темні» інфрачервоні з $\lambda > 1,3$ мкм [2].

Відповідно температура «світлих» випромінювачів значно перевищує температуру «темних».

Найбільш розповсюджений метод нагріву ІЧ випромінюючого матеріалу є електроенергія.

Для обігріву приміщень використовуються прилади зі скляним циліндричним випромінюючим елементом та більш універсальні і безпечні плоскі «темні» випромінювачі, з температурою поверхні випромінювання 60-300°C.

Ми розглядали та вимірювали характеристики «темних» плоских ІЧ випромінювачів великої площі. Випромінюючим елементом цих інфрачервоних джерел є пластина з полірованого скла товщиною 3-5 мм. Це скло, має випромінюючу здатність наближену до максимального значення для твердих тіл. В таблиці 1 наведені дані по випромінюючій здатності деяких тіл [2]. В якості нагрівального елемента використовують тонкий напівпровідниковий шар товщиною 0,3 мкм, що працює в режимі тонкоплівкового резистора.

Таблиця 1 – Випромінююча здатність матеріалів

Матеріал	Температура, °С	Інтегральний коефіцієнт випромінювання по нормалі
Полірований алюміній	0	0,03
Полірований алюміній	100	0,05
Анодований алюміній	100	0,55
Поліроване золото	100	0,02
Поліроване залізо	40	0,21
Окиснене залізо	100	0,64
Полірована сталь	100	0,07
Окиснена сталь (до 800 °С)	100	0,79
Чорна сажа	20	0,95
Поліроване скло	20	0,94

У якості нагрівального елемента використовують тонкий напівпровідниковий шар товщиною 0,3 мкм, що працює в режимі тонкоплівкового резистора.

В таблиці 2 наведено основні електричні характеристики таких ІЧ-випромінювачів та її ефективність по ІЧ-випромінюванню.

Таблиця 2 – Основні характеристики інфрачервоних випромінювачів.

Тип ПЧО*	Показники				
	Напруга, В змін./пост.	Потужність, Вт	Розміри, мм	Випромінююча здатність	Ефективність по ІЧ випромінюванню
1,5С	220/110	2000/1500	1200x600x30	94%	75-80%
1,0С		1000/750	600x600x30		
0,5С		500/400	600x300x30		
0,3С	- /36	300	300x300x20		70-75%
	- /12		600x200x20		
1,5К	220/110	2000/1500	1200x600x30	92-95%	75-80%
1,0К		1000/750	600x600x30		
0,5К		500/400	600x300x30		
С-0,5С	- / 220	500	600x300x30	94%	65-70%

ПЧО – плівковий інфрачервоний обігрівач.

Для визначення ефективності інфрачервоного випромінювача було визначено відсоткове співвідношення спожитої потужності до потужності інфрачервоного випромінювача. Температура вимірювалась пірометром марки НТ-822 в 10 точках на поверхні зразка. Знаючи питому потужність (1,5 кВт) і середнє значення величини температури в стаціонарному режимі, визначаємо потужність інфрачервоного випромінювання:

$$P = S \cdot \sigma \cdot T^4 \text{ (Вт)},$$

де S – площа поверхні випромінювача, σ - постійна Стефана-Больцмана, T – температура, К.

Дослідження розподілу температури по поверхні зразків показало високу однорідність з різницею в межах 5%.

Висновки. Проведені дослідження доводять ефективність розглянутих зразків інфрачервоні плоских випромінювачів Ми вважаємо, що такі пристрої можуть бути використані у технологіях виробництва харчових продуктів, наприклад при виготовленні хлібо-булочних виробів [3,4].

Література

1. Гінзбург А.С., Инфракрасная техника в пищевой промышленности. – М.: Пищевая промышленность – 1966. - 408с.
2. Ільясов С.Г., Краснікова В.В. Физические основы инфракрасного облучения пищевых продуктов. – М.: Пищевая промышленность – 1978. - 360с.
3. Лісецькі В. Исследование процесса выпечки хлебобулочных изделий различной массы при инфракрасном облучении: автореф. дис. . канд. техн. наук. - М.: МТПП -1974. - 265 с.
4. Спирін Р.Н. Разработка технологии хлеба из целого зерна пшеницы с предварительной ИК-обработкой зерна: автореф. дис. . канд. техн. наук. – М.-2007

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ БРОДІННЯ ДРІЖДЖОВОГО ПШЕНИЧНОГО ТІСТА ПІД ТИСКОМ

Вступ. В сучасних умовах виробництва одним з основних завдань розвитку харчової промисловості є інтенсифікація технологічних процесів, у тому числі зміною фізико-хімічних якостей природної сировини різними методами при забезпеченні якісної продукції.

Актуальність теми. Аналіз літературних джерел, досвіду виробництва виробів із дріжджового тіста дозволяє зробити висновок, що єдиним способом проведення обов'язкової стадії технологічного процесу - розрихлення тістових заготовок перед випіканням в практиці роботи підприємств хлібопекарської промисловості, є вистоювання сформованих тістових заготовок за визначених умов на спеціальному обладнанні - шафах для вистоювання.

Запропонований нами спосіб розрихлення полягає в тому що, насичення тіста газоподібними продуктами відбувається під надлишковим тиском, а при падінні тиску до атмосферного відбувається виділення газу і розрихлення тістової заготовки. Розрихлення відбувається без додаткового введення газу в тісто, а за рахунок газоподібних продуктів, які виділяються при бродінні.

Накопичення вуглекислого газу відбувається не в сформованій тістовій заготовці, а у всій масі тіста в закритому об'ємі під тиском. При цьому немає втрат газу внаслідок дифузії через стінки пор і весь газ, що виділився розчиняється та поглинається білково-колоїдною структурою тіста.

Матеріали та методи. Для практичного застосування запропоновано способу виробництва нами досліджено процес бродіння тіста під тиском та його поведінка після зняття надлишкового тиску. Дослідження проводили на розробленій нами експериментальній установці (рис.1.), яка складається з термостату 1 в якому підтримувалась температура 32 – 33 °С; двох мірних циліндрів 2, один з яких поміщали в посудину 3, що герметично закривалась і з'єднувальним трубопроводом 4 через регулювальний вентиль 5, під'єднана до компресора 8. Для контролю та регулювання тиску призначений манометр 6.

Тісто готували безопарним способом на пресованих дріжджах вологістю 33%, за рецептурою сухарів пшеничних з борошна вищого гатунку.

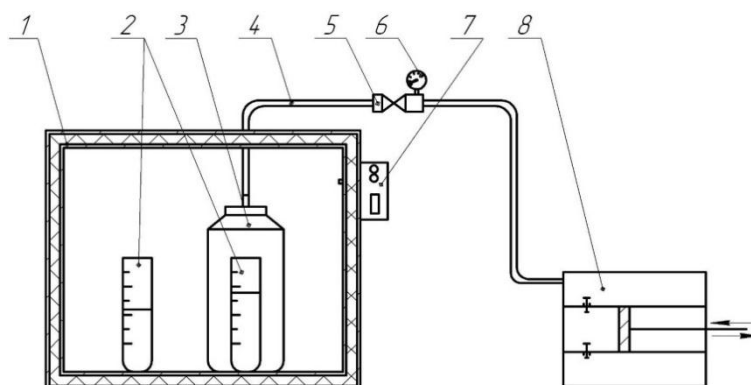


Рисунок 1 – Схема експериментальної установки

1 – термостат, 2 – мірні циліндри, 3 – посудина під надлишковим тиском, 4 – з'єднувальний трубопровід, 5 – регулювальний вентиль, 6 – манометр, 7 – цит керування термостатом, 8 – компресор.

Якщо в процесі бродіння зняти тиск, об'єм тістової заготовки швидко збільшується на протязі однієї хвилини і досягає максимального значення за рахунок CO₂ що переходить із розчинного стану в газоподібний.

Результати та обговорення Приріст об'єму дослідного зразка відносно контрольного зразка в залежності від тривалості бродіння представлено на рис.2. і може бути описана рівнянням

$$\Delta V = 1,3 \cdot \tau - 0,03 \cdot \tau^2 - 3$$

де τ – тривалість бродіння під тиском хв.

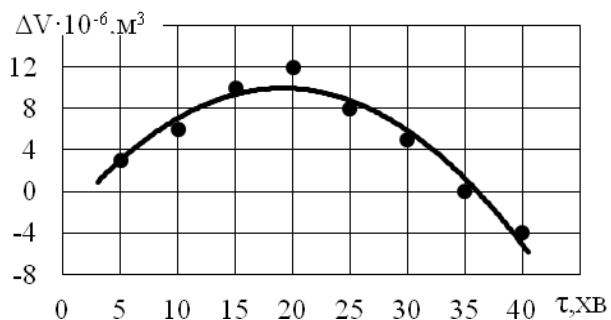


Рисунок 2 – Приріст об'єму дослідного зразка відносно контрольного в залежності від тривалості бродіння

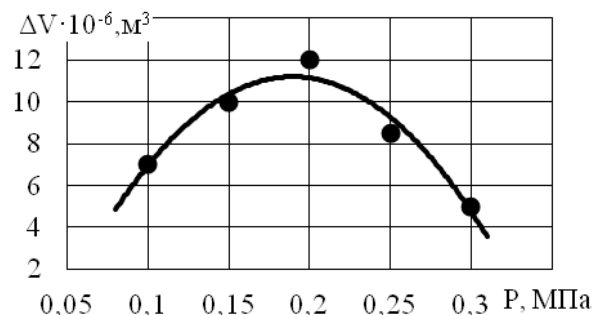


Рисунок 3 – Приріст об'єму тістової заготовки в залежності від надлишкового тиску під час бродіння

Отримана залежність дає можливість визначити оптимальне значення тривалості перебування тіста під надлишковим тиском в агрегаті, з наступним його формуванням в динамічних умовах на під печі.

Приріст об'єму зразка змінюється в залежності від надлишкового тиску (рис.3.). Найбільший приріст об'єму тіста при бродінні спостерігається за значень тиску 0,2 МПа, що відповідає оптимуму на кривій.

Різке падіння тиску до атмосферного зумовлює інтенсивне виділення вуглекислого газу що знаходиться в розчиненому стані. Результати досліджень свідчать про існування області оптимальних значень надлишкового тиску (близько 0,2 МПа), яка забезпечує найбільший приріст об'єму.

Висновки. Розрихлення тістових заготовок в динамічних умовах під час екструдуювання за рахунок газоподібних продуктів, що утворилися в результаті бродіння тіста в закритому об'ємі під надлишковим тиском дозволяє скоротити вдвічі (до 20 хвилин) тривалість вистоювання тістової заготовки.

Найбільший приріст об'єму тістової заготовки після зняття надлишкового тиску досягається за 20 хв бродіння під тиском 0,2 МПа. Результати досліджень доцільно використовувати під час конструювання та розробки обладнання в хлібопекарській промисловості.

Література

1. Telichkun Yu. Perspective direction of complex improvement of rusk wares / Yu. Telichkun, V. Telichkun, M. Desik, O. Kravchenko, A. Marchenko, A. Birca S. Stefanov// Journal of Food and Packaging Science, Technique and Technologies. -2013. - №2. – pp.67-70.
2. O. Kravchenko, Yu. Telychkun, V. Telychkun, Perfection of equipment for improvement of dough semi finished, Ukrainian Journal of food science, 2(1), (2014), pp. 81-88.
3. A. Shehzad, H. Chiron, G. Della Valle, B. Lamrini, D. Lourdin Energetical and rheological approaches of wheat flour dough mixing with a spiral mixer / Journal of Food Engineering – 110 (2012) – P.60–70.

УДК 664.653.122

Шпак М.С., к.т.н.

Чепелюк О.О., к.т.н.

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

ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ У ПРОЦЕСІ ЗАМІШУВАННЯ ХЛІБНОГО ТІСТА МЕТОДОМ ПІКОВИХ ТОЧОК

Найбільші витрати енергоносіїв при виготовленні хлібобулочної продукції відбуваються на етапі її випікання. Цей етап також суттєво впливає на якість виробів. Але не варто недооцінювати роль іншої стадії виробництва – замісу тістових напівфабрикатів і тіста. Від неї залежить рівномірність розподілу компонентів, майбутня структура виробів, здатність утримувати ними форму та інші якісні показники. Процес замісу також впливає на економічні показники роботи підприємства, оскільки енергетичні витрати при перемішуванні високов'язких рідин, до яких належить тісто, досить великі.

Приготування опари і тіста являє собою складний гідродинамічний та фізико-хімічний процес. Для змішування необхідних компонентів тіста і розвитку його структури використовують тістомісильні машини періодичної або неперервної дії з місильними органами різної форми, кожен з яких по-своєму впливає на якість тістових напівфабрикатів.

Одним з основних показників при аналізі процесу замішування є інтенсивність. Вона визначається кількістю енергії, яка вводиться в одиницю об'єму маси, що перемішується, за одиницю часу.

В сучасних економічних умовах слід привертати увагу не тільки до якості тістових напівфабрикатів і готової продукції, а й до ефективного використання енергії, необхідної для їх виготовлення. Актуальним завданням для проектувальників є розробка методів, здатних істотно спростити процес визначення енергетичних показників роботи тістомісильного обладнання, зокрема, потужності, необхідної для замісу тіста. Вирішувати поставлені питання доцільно не тільки з використанням емпіричних методів і фізичного моделювання, а й можливостей сучасного програмного забезпечення.

Визначити витрати енергії в процесі замішування можливо двома методами: методом інтегральних характеристик (визначення загальної енергії, яка витрачається на заміс тіста) та визначенням потужності для піка розвитку тіста (метод пікових точок). Перший метод набув широкого застосування при технологічних розрахунках для визначення питомої роботи замісу. Однак для конструювання нових тістомісильних машин найчастіше використовують метод максимальної потужності (пікових точок).

Об'єктом дослідження є процес замісу пшеничного дріжджового тіста. Предметом досліджень – енергетичні витрати на заміс. Дослідження виконані методами математичного і фізичного моделювання. Замішувалося тісто, виготовлене за рецептурою батона звичайного.

Процес замісу тіста промодельовано у ліцензованому програмному пакеті для персональних комп'ютерів FlowVision. Враховано властивості тіста як псевдопластичної рідини. Для моделювання процесу замісу хлібного тіста обрана модель "Вільна поверхня".

Характеристики тістового напівфабрикату визначені за стандартними методиками, які використовуються в хлібопекарській галузі. Для визначення необхідної потужності електродвигуна в процесі замісу тіста при фізичному моделюванні на експериментальній установці використовувався самописний ватметр типу Н 379 з діапазоном вимірів до 0.1 кВт.

Метою досліджень є визначення максимальної потужності, що витрачається на заміс.

В попередніх роботах [1–3] обґрунтовано, що найбільш раціональним місильним органом є штифтовий (рис.1). Така конструкція забезпечує рівномірність змішування компонентів на стадії первинного змішування та утворення циркуляційних вихорів на стадії пластифікації тіста.

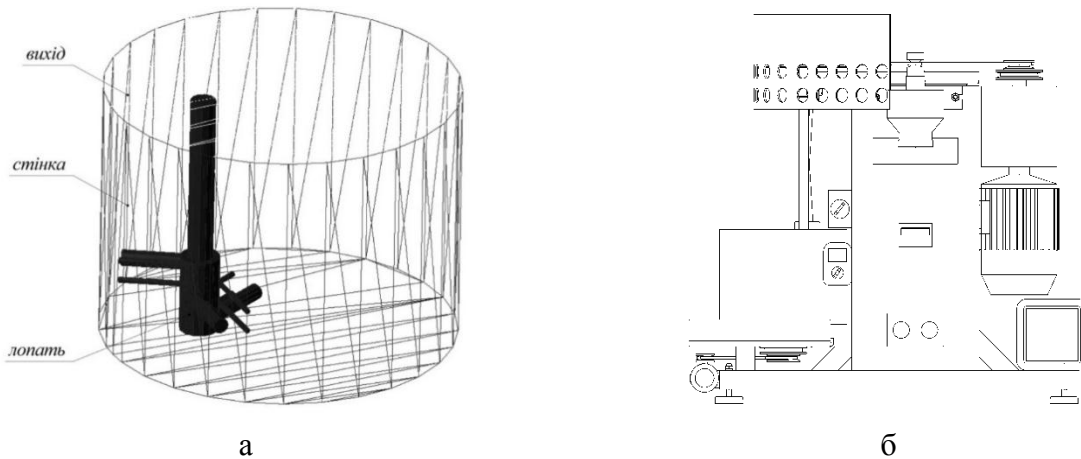


Рисунок 1 – Схема тістомісильної машини зі штифтовими робочими органами:

а – постановка задачі при математичному моделюванні, б – експериментальна установка

Відомо, що на потужність замісу істотно впливає сила опору:

$$N = \omega \cdot M_{кр} = \omega \cdot F_{оп} \cdot l,$$

де ω – кутова швидкість місильних органів, c^{-1} ;

$F_{оп}$ – сила опору, Н;

l – плече дії сили, м.

Силу опору $F_{оп}$ можна виразити через дві складові: силу опору, обумовлену внутрішнім тертям в масі F_{θ} , і силу тиску F_m на робочий орган. Так як хлібне тісто відноситься до неньютонівських високов'язких рідин, то ключову роль при розрахунку потужності тістомісильних машин відіграє F_{θ} .

Опір, який зазнає робочий орган при замісі, залежить від величини швидкості потоку v , густини продукту ρ , перерізу S , характерного для кожного тіла, і коефіцієнту опору ζ , який залежить від форми тіла. Силу опору циліндра (штифта) потоку, який набігає, визначають за формулою:

$$F_{оп} = \frac{4\pi\eta v}{\ln(3,7/Re)},$$

де η – в'язкість продукту, Па·с;

v – швидкість потоку, м/с.

Однак більш доцільно визначати силу опору, використовуючи можливості сучасного прикладного програмного забезпечення. При визначенні числових значень сил опору $F_{оп}$ в програмному комплексі FlowVision застосовано метод інтегральних характеристик, для чого був створений новий об'єкт (супергрупа) в дереві побудов з граничної умови “Лопать”, який надалі експортований в постпроцесор. На отриманому об'єкті “От ЛопатьГруппы” створено шар характеристик, в якості змінної служить “Давление”.

Використовуючи запропоновану методику, можна обчислювати опір, який зазнає лопать будь-якої іншої, більш складної геометричної форми.

Отримані числові значення сили опору для різних частот обертання місильних органів використані для розрахунку максимальної потужності, яка споживається в процесі замісу тіста.

Фізичне моделювання виконувалося на експериментальній установці (див. рис.1б). Час завершення процесу t_k визначено за умови:

$$t_k = t_2 - 5\%,$$

де t_2 – кінцевий час процесу, при досягненні якого структура тіста починає руйнуватися, що призводить до зниження енергозатрат.

При сталій конструкції елементів тістомісильного обладнання, потужність, яка витрачається на заміс, визначається режимом роботи місильного органу (його частотою обертання n) і консистенцією тіста, яка насамперед залежить від його вологості. Збільшення вологості тіста призводить до зниження енергетичних затрат в процесі замісу. Тому доцільно

проводити дослідження при найменшій з можливих вологості тіста $w=40\%$, що дасть змогу визначити максимальну необхідну потужність замісу. Частота обертання, як і при математичному моделюванні, змінювалася в межах 200-400 об/хв. З інтервалом 50 об/хв.

Аналізуючи отримані результати як фізичного, так і математичного моделювання (рис.2), можна стверджувати, що зі збільшенням частоти обертання місильного органу значення максимальної потужності, яка витрачається в процесі замісу, експоненційно збільшується:

$$N = 0,017e^{0,0035n}$$

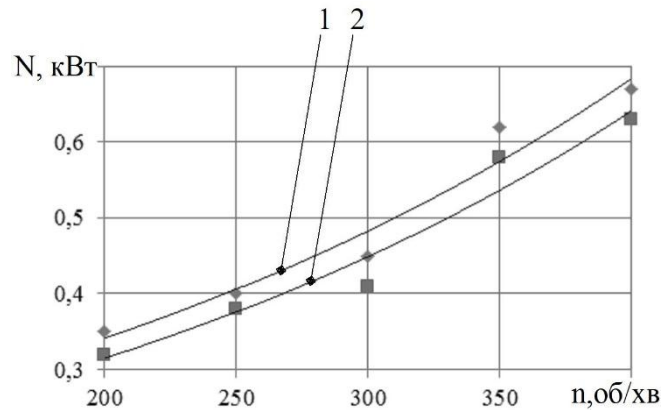


Рисунок 2 – Залежність максимальної потужності замісу від частоти обертання місильного органу: 1 – фізичний експеримент; 2 – моделювання

Зростання споживаної потужності при зміні частоти обертання пояснюється збільшенням сили опору місильного органу внаслідок зростання швидкості потоку, що набігає.

Відносна похибка результатів математичного та фізичного моделювання становить 6,7 %, що свідчить про адекватність отриманих результатів.

Висновки. При проектуванні нового обладнання для замісу тістових напівфабрикатів для визначення потужності приводу слід використовувати метод пікового розвитку тіста.

В результаті моделювання в програмному комплексі FlowVision доцільно отримувати інтегральні характеристики сили опору F_{on} , значення яких надалі використовувати для розрахунку максимальної потужності, що споживається при замісі. Ця методика може використовуватися для лопатей будь-якої геометричної форми.

Споживання потужності під час замісу тістових напівфабрикатів при збільшенні частоти обертання робочих органів експоненційно зростає внаслідок підвищення сили опору. Отримані результати математичного і фізичного моделювання є адекватними, похибка не перевищує 6,7%.

Література

1. Патент 98577 UA, МПК А21С 1/02 (2006.01) Тістомісильна машина / Шпак М. С., Литовченко І. М.; заявник Національний університет харчових технологій. – № а201105303; заявл. 26.04.2011 ; опубл. 25.05.2012, Бюл. № 10. – 8с.
2. Шпак М. С. Определение рациональных параметров замеса хлебного теста цилиндрическими рабочими органами / М. С. Шпак, И. Н. Литовченко // Тезисы докладов региональной научно-практической конференции “Молодежь и научно-технический прогресс”, апрель–июль 2011, Владивосток, Российская федерация, 2011, часть 1. – С. 344-346.
3. Шпак М. С. Разработка методики определения проектной мощности привода тестомесильных машин / М. С.Шпак, О.О. Чепелюк // Международная научно-практическая конференция «Инновационные технологии производства продуктов питания функционального назначения» г. Кутаиси, Грузия, 2015. – С. 508 – 511.

УДК 663.

Десик М.Г., к.т.н.

Теличкун Ю.С., к.т.н.

Теличкун В.І., к.т.н.

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

ЗАСТОСУВАННЯ ПОПЕРЕДНЬОЇ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ ТІСТОВИХ ЗАГОТОВОК, ЯК МЕТОДУ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ ПРИ ВИПІКАННІ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ

Вступ. Низька ефективність використання ресурсів в хлібопекарській промисловості України пов'язана з використанням традиційних технологій та обладнання, яке, хоча модернізується, все ж базується на застарілій структурі виробничо-технічної бази. Тому аналіз та визначення можливості збереження енергії на окремих стадіях виробничого процесу і впровадження конкретних заходів, спрямованих на зменшення енерговитрат, обґрунтування шляхів удосконалення процесів та обладнання хлібопекарського виробництва, в першу чергу, інтенсифікації тепломасообмінних процесів є одним із основних завдань для наукових співробітників і інженерів – виробників обладнання хлібопекарської галузі.

Актуальність теми. Вирішення актуального завдання хлібопекарської галузі промисловості по підвищенню ефективності використання енергетичних та природних ресурсів полягає в зміні підходу до виготовлення хлібобулочних виробів, впровадженні вдосконалених машино-апаратних схем виробництва і нового обладнання, впровадження систем автоматизації і контролю за витратами палива, максимального використання вторинних енергоресурсів та утилізації теплових відходів.

Матеріали та методи. На основі аналізу складових теплового балансу пічного агрегату та витрат енергоресурсів на ділянках виробництва хлібобулочних виробів визначені шляхи підвищення ефективності використання енергетичних ресурсів.

Предметами дослідження є тепломасообмінні процеси, які відбуваються при випіканні хлібобулочних виробів та витрати енергії на дані процеси.

Результати та обговорення.

Аналіз складових теплового балансу пічного агрегату свідчить, що на випікання хліба (прогрівання заготовки та утворення м'якушки) витрачається лише 15% теплоти, яка підводиться в пекарню камеру, витрати на упікання складають 10-12%, а найбільші втрати теплоти - з відхідними газами - 38%, і парою на гігротермічне оброблення тістових заготовок - 35% (тобто більше 70%). Отримані результати дозволили визначити найбільш актуальні питання, які потребують рішення для підвищення ефективності роботи пічного агрегату, а саме – зниження витрат на гігротермічне оброблення заготовок та з відхідними газами.

Зниження витрат на гігротермічне оброблення можливе за рахунок регенерації пари в пекарній камері [1], також за рахунок використання конструктивно відокремленої, рухомої камери гігротермічної обробки з системою герметизації.

Система регенерації пари передбачає стиснення компресором пароповітряної суміші пекарної камери, яка складається із пари, що подається на зволоження, парів упікання та вентиляційного повітря та її подачу в міжтрубний простір теплообмінника, для її конденсації. 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. 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. Така система регенерації пари дозволяє виключити паровий котел як джерело пари.

Конструктивно відокремлена камера для гігротермічного зволоження має ряд переваг порівняно з зволоженням в пекарній камері, оскільки дозволяє провести даний процес в закритому об'ємі з мінімальною кількістю вільного простору, що дозволяє зменшити

вентиляційні втрати і раціонально використовувати пар на зволоження без перегрівання її до температури середовища пекарної камери. Також відокремлена камера сприяє створенню оптимальних умов для гіротермічної обробки тістових заготовок, що дозволить зменшити кількість поданої на зволоження пари, оскільки відповідно до рекомендацій Міхельєва А.А. достатня кількість сконденсованої пари на поверхні хліба для утворення глянцевої складки складає 0,014-0,016 кг пари/м² поверхні хліба в той час як в сучасному виробництві реальний показник витрат на порядок вищий [2].

В процесі випікання тістова заготовка прогривається від початкової температури, яка складає близько 30 °С до температури гарячого хліба, яка в центрі заготовки складає близько 98 °С в кінці процесу. Даний процес потребує певного часу, який залежить від асортименту заготовки, режимних параметрів роботи пічного агрегату. Збільшення тривалості процесу випікання хлібобулочних виробів супроводжується додатковими втратами теплоти огороженнями пічного агрегату в навколишнє середовище, а також витратами теплоти з вентиляційними процесами.

Для зменшення витрат теплоти з вентиляційними процесами в пекарній камері доцільно перед випіканням проводити нагрівання тістової заготовки на стадії формування перспективним методом екструзії, що дозволяє формувати вироби з дріжджового тіста безпосередньо на під печі [3].

Попереднє теплове оброблення тістових заготовок контактним, або електроконтактним способами на стадії формування дозволяє частково прогріти тістові заготовки, скоротити тривалість процесу випікання і відповідно знизити витрати на випікання хліба, оскільки при формуванні вказаними способами енергія витрачається безпосередньо на нагрівання тістової заготовки. Крім того неізотермічне формування виброжденного тіста збільшує продуктивність лінії в цілому внаслідок скорочення тривалості процесу випікання та збільшення продуктивності екструдера [4]. Варто зазначити, що попередній підігрів заготовки при її формуванні призводить також до зменшення величини упікання.

Висновок. Запропоновані технологічні та конструкційні рішення є перспективним напрямом удосконалення процесу виробництва хлібобулочних виробів, що дозволяють знизити енергетичні витрати та інтенсифікувати тривалість виробничих процесів.

Література

1. Теличкун В.І. Шляхи підвищення ефективності використання енергетичних та матеріальних ресурсів в хлібопекарській промисловості / В. І. Теличкун, Ю. С. Теличкун, М.Г. Десик, О. О. Губеня та ін. // Ресурсо та енергоощадні технології виробництва і пакування харчової продукції – основні засади її конкурентоздатності : міжнародна спеціалізована науково-практична конференція, 9 вер. 2014 р., м. Київ. – Київ : НУХТ, 2014. – С. 135-136.
2. Михельєв А.А., Расчет и проектирование печей хлебопекарного и кондитерского производств / Михельєв А.А., Ицкович Н.М.. – М.: Пищевая промышленность, 1968.-487с.
3. Теличкун Ю. С. Особливості екструдювання виброженного тіста / Ю. С. Теличкун, В. І. Теличкун, О. О. Губеня, О. О. Чепелюк // Наукові праці Національного університету харчових технологій. - 2008. - № 25, Ч. 2. - С. 70-71.
4. Теличкун, Ю. С. Екструдювання дріжджового тіста в неізотермічних умовах / Ю. С. Теличкун, В. І. Теличкун, В. М. Таран, М. Г. Десик // Наукові праці НУХТ. - 2008. - № 25, ч. 2. – С. 74-75.

ВПЛИВ ПРОЦЕСУ ПРОРОЩУВАННЯ НАСІННЯ ЛЬОНУ НА ЙОГО БІОХІМІЧНИЙ СКЛАД

Вступ. Розроблення та впровадження у виробництво конкурентоспроможних і принципово нових технологій є одним з актуальних напрямів прискорення науково-технічного прогресу в галузі створення харчових продуктів оздоровчого та профілактичного призначення. Відомо, що якість і ефективність таких продуктів залежать від біохімічного складу сировини, її харчової та біологічної цінності, а також від правильного вибору технологічного обладнання і параметрів технологічних процесів виробництва.

Актуальність теми. Останнім часом насіння льону починає грати все більш важливу роль у світовому виробництві харчових продуктів, у тому числі продукції функціонального призначення. Цінність насіння льону як природного функціонального та дієтичного продукту в першу чергу зумовлена його біохімічним складом. Основними нутрієнтами, які визначають біологічну цінність лляного насіння, є гліцериди ліноленової (35-45%), лінолевої (25-35%), олеїнової (15-20%), стеаринової (8-9%) жирних кислот, білки (18-33%), вуглеводи (12-26%), органічні кислоти [1]. Особлива цінність насіння цієї рослини полягає в тому, що в ньому містяться поліненасичені жирні кислоти, які не можуть бути синтезовані організмом людини, але необхідні йому; лігнани - речовини, здатні уповільнювати поділ клітин деяких злоякісних пухлин, поліпшувати функції сечової системи, допомагають запобігти запаленню нирок [2]. В натуральному вигляді насіння використовується як функціональна добавка до хлібобулочних, кондитерських виробів та харчових концентратів. Продукти його перероблення – олія, концентрати поліненасичених жирних кислот, розчинні гідроколоїди, концентрати білків, препарати лігнінів, можуть використовуватись у вигляді дієтичних добавок.

Відомо, що в пророщеному зерні раціонально використовуються всі поживні та біологічно активні речовини, закладені в зерно природою. При проростанні зерна важкозасвоювані з'єднання перетворюються в більш прості сполуки, синтезується значна кількість вітамінів, амінокислот, мінеральних речовин, легкозасвоювані вуглеводи. У паростках пророщеного зерна зернових та бобових руйнуються речовини, які перешкоджають повноцінному засвоєнню магнію, кальцію, цинку. Такі властивості біоактивованого зерна створюють широкі перспективи для використання пророщеного насіння льону у виробництві харчових продуктів оздоровчого та профілактичного призначення. Оскільки на даний час в літературі недостатньо відомостей про біохімічний склад пророщеного насіння льону, проведення наукових досліджень в даному напрямі є актуальним завданням.

Матеріали і методи. У ході дослідження вивчали біохімічний склад різних видів насіння льону, вирощеного у Київській області (с. Чабани), а саме: льон-довгунець «Вручий» та «Оригінал», льон-олійний «Блакитно-помаранчевий» та «Євріка».

Визначення вмісту вітаміну Е проводили згідно з ДСТУ EN 12822:2005 «Продукти харчові. Визначення вітаміну Е методом рідинної хроматографії високороздільної здатності. Вимірювання α -, β -, σ -, λ -токоферолів».

Визначення кількості вітаміну С проводили згідно з EN 14130:2003. «Foodstuffs – Determination of vitamin C by HPLC» (Продукти харчові. Визначення вмісту вітаміну С методом вискоєфективної рідинної хроматографії.).

Хроматографічний аналіз вмісту вітамінів Е та С проведено на вискоєфективному рідинному хроматографі UltiMate 3000 (Німеччина), Dionex, з фотодіономатричним детектором, на хроматографічній колонці Acclaim 120, C18 (Dionex).

Результати та обговорення. Процес проростання насіння льону поділяється на стадії замочування і пророщування насіння. Метою пророщування є синтез і активація ферментів.

Намочування має на меті дати можливість насінню набубнявіти і підготувати його до проростання. Процеси хімічних змін починаються вже при набуханні насіння. Для аналізу використані зразки пророслого насіння, в яких довжина паростка складала 2 мм. В контрольній партії та в зразках пророслого насіння льону визначили вміст вітамінів-антиоксидантів: аскорбінової кислоти, а також α -, γ -, та δ -токоферолів.

Встановлено, що в складі ліпідів всіх досліджених сортів переважають λ -токофероли, а β -токофероли практично відсутні. За загальним вмістом вітаміну Е насіння різних сортів можна розташувати в такий ряд: «Вручий», «Оригінал», «Евріка», «Блакитно-помаранчевий». Особливо слід відзначити, що вміст α -токоферолів, які характеризуються найвищою антиоксидантною здатністю [3], є найбільшим для сорту «Вручий». Він вдвічі перевищує відповідний показник сорту «Блакитно-помаранчевий» та в 2,5 рази більший, ніж для сорту «Евріка».

Порівняння біохімічного складу насіння до та після пророщування свідчить про значне збільшення вмісту вітаміну Е в усіх сортах насіння льону після пророщування. Найвищий рівень вітаміну Е спостерігається у пророслому насінні льону сортів «Вручий», «Оригінал» та «Блакитно-помаранчевий». Для сорту «Вручий» загальний вміст токоферолів збільшився з 58,4 мг до 231,6 мг, тобто в 4 рази, зокрема вміст α -токоферолів – в 3,2 рази, γ -токоферолів – також в 3,2 рази, а λ -токоферолів в 4,2 рази. Для сорту «Оригінал» загальний вміст токоферолів зріс з 45,4 мг до 212,3 мг, тобто в 4,7 рази, зокрема вміст α -токоферолів – в 2,6 рази, γ -токоферолів – в 6,3 рази, а λ -токоферолів в 5,2 рази. Аналогічні закономірності виявлені і для двох інших сортів.

Вітамін Е відіграє важливу роль в окислювально-відновлювальних процесах організму, переміщенні електронів дихальним ланцюгом. Біологічна роль токоферолів зумовлена тим, що вони характеризуються антиоксидантними властивостями та запобігають надмірному окисленню ліпідів в організмі й утворенню перекисів ліпідів, накопиченню в тканинах вільних радикалів, які проявляють високу активність і шкідливо впливають на тканини організму [3].

У процесі пророщування насіння льону спостерігається значне збільшення вмісту вітаміну С в усіх сортах: «Вручий» - в 13,3 рази, «Оригінал» - також в 13,3 рази, «Блакитно-помаранчевий» - в 11,8 рази, «Евріка» - в 10,9 рази. Найбільший вміст аскорбінової кислоти після пророщування виявлено в насінні льону сорту «Оригінал» - 16,56 мг, в той час як в нативному насінні кількість вітаміну С складала 1,24 мг.

Вітамін С має антиоксидантну дію, підтримує у здоровому стані кровоносні судини, шкіру й кісткову тканину, нормалізує діяльність імунної, ендокринної та центральної нервової системи [3].

Такі зміни в біохімічному складі насіння льону підтверджують ефективність та актуальність його використання для створення продукції оздоровчого призначення.

Висновок. Пророщене насіння льону є перспективною сировиною у виробництві дієтичних добавок, а також оздоровчих та функціональних харчових продуктів. Для подальших досліджень обрано сорти «Вручий» та «Оригінал», які відрізняються найкращим біохімічним складом.

Література

1. Потребительская ценность семян льна. Нутрицевтическое действие льняного семени / В.А. Зубцов, Т.И. Лебедева, Л.Л. Осипова и др. // Аграрная наука. – 2002. - №11. – С.7-9.
2. Зубцов В.А. Льняное семя, его состав и свойства / В.А. Зубцов, Л.Л. Осипова, Т.И. Лебедева // Российский химический журнал. – 2002. – Т. XLVI. – №.2. – С. 14-16.
3. Исаев В.А. Незаменимые факторы питания и физиологические аспекты их действия в организме человека / В.А. Исаев. – М.: Мир и согласие, 2008. – 247 с.

УДК 598.221.1

Романюк А.М., головний менеджер

ТОВ «Матілекс-Україна», м. Київ, Україна

ЕНЕРГООЩАДЛИВІ ТЕХНОЛОГІЇ В ПРОЦЕСАХ ХОЛОДНОГО ТА ГАРЯЧОГО КОПЧЕННЯ

Для удосконалення висушування в камерах холодного копчення та камерах дозрівання і висушування ковбас німецька компанія АУТОТЕРМ розробила систему контролю ефективності циркуляції повітря Air-Efficiency-Control.

Завдяки системі А-Е-С вдалося не тільки оптимізувати процес сушіння, а й перешкодити появі небажаних наслідків цього процесу, а саме закалу або плісняви.

Вирішальну роль при сушінні в камерах холодного копчення і камерах дозрівання ковбас відіграє циркуляція повітря. Перш за все, повітря що циркулює необхідне для того, щоб рівномірно висушити весь продукт, що знаходиться в камері. Проходячи через спеціальний агрегат підготовки повітря, циркулююче повітря нагрівається або охолоджується, потім рівномірно розподіляється по всьому приміщенню через повітропроводи з повітряними соплами, після чого повітря знову повертається по спеціальним повітропроводам назад в агрегат підготовки повітря. Так в приміщенні встановлюється клімат, який визначається заданими параметрами температури і відносної вологості.

При цьому продукт висихає швидше при високій швидкості прямищення повітря і повільніше при низькій.

Якщо швидкість сушіння продукту занадто висока, то виникає небезпека появи закалу, який не тільки псує зовнішній вигляд, але й заважає подальшій висушуванню продукту. Якщо ж швидкість повітря дуже низька, то продукт сушиться занадто довго, що може призвести до утворення плісняви. Повітря швидше охолоджується / обігривається при високій швидкості руху повітря, а при низькій навпаки повільніше.

Звісно, обмін повітря в приміщенні також відбувається швидше при високій швидкості руху повітря, ніж при низькій.

Система А-Е-С враховує всі ці фактори і регулює швидкість циркуляції повітря в приміщенні на основі заданих і фактичних параметрів відносної вологості повітря. За рахунок цього відбувається більш інтенсивне або менш інтенсивне висушування саме тоді коли це необхідно.

Цей процес делікатного висушування дозволяє швидко і без будь-яких помилок висушити продукт.

Таким чином досягається не тільки оптимізація сушіння, але й економія енергії.

Ще однією розробкою компанії AUTOTHERM у сфері енергозбереження в камерах холодного копчення і камері дозрівання ковбас стала система Clima–Energy–Saving

Така система була розроблена для підвищення ефективності роботи камер холодного копчення і камер дозрівання ковбас.

Звичайний режим роботи камер холодного копчення і камер дозрівання ковбас це температура від 10 до 25 ° С і вологість повітря від 70 до 96%.

Бажаний клімат в камері створюється за допомогою зволоження (через форсунки або парю), осушення (охолодженням з або без участі клапанів свіжого повітря), обігриву або охолодження.

Клапани свіжого повітря відкриті під час осушення. Їх головним завданням є висушування, не дивлячись на показники свіжого повітря по температурі і вологості. Крім цього, при відкритих клапанах відбувається зміна повітря в камері, що перешкоджає утворенню плісняви.

Завдяки системі AUTOTHERM С-Е-S з'явилася можливість економити енергію при процесах обігриву, охолодження, зволоження і осушення.

Параметри свіжого повітря, що надходить в камеру через клапани, вимірюються датчиками. Мікропроцесор порівнює параметри цього повітря з параметрами температури і відносної вологості повітря усередині камери.

І в тому випадку, якщо свіже повітря сприятиме наближенню параметрів до заданих, клапани відкриваються і повітря надходить усередину камери.

Якщо свіже повітря не відповідає потрібним параметрам, тому що воно наприклад занадто вологе, дуже сухе, занадто холодне або тепле, то клапани залишаються закритими і повітря в камеру не надходить, а задані параметри досягаються включенням обігріву, охолодження та / або зволоження.

Цим вдасться уникнути потрапляння занадто холодного або занадто вологого повітря в камеру, яке потім необхідно знову підводити до заданих параметрів, витрачаючи велику кількість енергії.

Це вдосконалення забезпечує до 35% економії енергії.

Систему AUTOTHERM C-E-S можна встановити майже на всі стандартні камери холодного копчення і камери дозрівання і висушування ковбас AUTOTHERM

Щодо камер AUTOTHERM традиційного (гарячого) і пародимового копчення компанія AUTOTHERM впровадила спеціальну систему рекуперації тепла.

Система PFE (Prepare - Fresh - Exhaust) була розроблена для оптимізації витрат електроенергії при роботі з установками AUTOTHERM традиційного і пародимового копчення.

Процес сушіння продукту здійснюється шляхом регулювання заданої температури і відносної вологості повітря.

Під час сушіння температура зазвичай підтримується в межах 45 - 75 ° C, а відносна вологість повітря 20 - 60%.

Необхідна температура підтримується включенням / виключенням обігріву, а відносна вологість повітря - відкриванням і закриванням клапанів свіжого повітря. Обидва процеси керуються автоматично.

Якщо відносна вологість повітря в камері нижче заданої, то клапани залишаються закритими, якщо ж вологість в камері вище, то клапани відкриваються.

Через відкриті клапани в камеру надходить свіже повітря, а вологе, тепле повітря виводиться з камери назовні.

Повітря, що надходить до камери кімнатної температури, а повітря що виводиться має температуру камери (45 - 75 ° C).

Свіже повітря, звісно, охолоджує повітря в камері. Температурні датчики в свою чергу реагують на це включенням обігріву.

Таким чином, процес сушіння вимагає великої витрати енергії.

Фірма AUTOTHERM розробила систему PFE, завдяки якій витрата енергії при відкритих клапанах знижується до 20%.

Ця система передбачає управління рухом повітря і дає можливість використовувати енергію відпрацьованого повітря для підготовки свіжого.

Завдяки попередній підготовці свіжого повітря витрата енергії на обігрівання повітря скорочується, а процес сушіння прискорюється.

Систему PFE можна встановити практично на всіх стандартних установках AUTOTHERM традиційного і пародимового копчення.

УДК 637.523.38.001.5

Бабанов І.Г., к.т.н.

Беседа С.Д.,

Бабанова О.І.

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

ПРИСТРІЙ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ

З метою технічного і технологічного переоснащення обладнання м'ясопереробної промисловості необхідно передбачити створення нових технічних засобів, які дозволять комплексно механізувати та автоматизувати технологічні процеси. Широке застосування повинні знайти автоматизовані комплекси і лінії, нові види обладнання, гнучкі виробничі системи з мікропроцесорним керуванням, робототехніка.

Запропонований пристрій відноситься до обладнання м'ясопереробної промисловості і може бути використаний при виробництві м'ясопродуктів, в тому числі, ковбасних виробів в натуральній та штучній оболонці.

Недоліками існуючих пристроїв є невелика інтенсивність процесу термічної обробки ковбасних виробів при значних теплових втратах.

В основу модернізації пристрою для теплової обробки ковбасних виробів поставлена задача його удосконалення, що дозволить інтенсифікувати процес шляхом обробки виробів безпосередньо в теплоносії (вода температурою 82-85 °С), що призведе до зменшення втрат тепла.

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

Згідно модернізації в секції варки встановлюють ємність з водою температурою 82-85 °С в яку занурюються носії ланцюгового транспортера з ковбасними виробами, з метою збільшення інтенсивності процесів теплообміну за рахунок посилення площі контакту робочого середовища з продуктом, що дає змогу в результаті зменшення тепловтрат скоротити тривалість робочого циклу, понизити енерговитрати та втрати готового продукту.

Запропонований пристрій містить привід, опорні вузли, механізми для завантаження та вивантаження і дає змогу виконувати послідовну обробку ковбасних виробів в режимах обжарки, варки та охолодження.

Робота пристрою для термічної обробки ковбасних виробів здійснюється наступним чином. Вироби в вигляді ковбасних батонів укладаються безпосередньо в носії ланцюгового транспортера. За допомогою приводу ланцюговий транспортер приводиться в рух і вироби поступають в секцію обжарки. Робоче середовище підігрівається до заданих параметрів в калориферах, а потім за допомогою вентилятора подається в повітропровід. Із секції обжарки ланцюговий транспортер переміщає вироби в секцію варки, де носії занурюються в ємність, де виконується варка водою температурою 82-85 °С. Потім вироби транспортуються в секцію охолодження де за допомогою форсунок вони зрошуються холодною водою.

Висновки. Модернізація пристрою для термічної обробки ковбасних виробів дозволяє інтенсифікувати процес шляхом обробки виробів безпосередньо в теплоносії, скоротити тривалість робочого циклу, понизити енерговитрати та втрати готового продукту

Література

1. А. с. 1364266 СССР, А 23 В 4/00. Агрегат для термической обработки вареных колбасных изделий / Г.К. Бабанов, Н.П. Духненко (СССР).- №4050898/31-13; заявл. 04.03.1986; опубл. 07.01.88, Бюл. № 1.

УДК 664:339.5

Юлія Теличкун, к.т.н, **Олексій Губеня**, к.т.н, **Володимир Теличкун**, к.т.н

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Думітру Мнеріе, д-р

Політехнічний університет Тімішоари, Румунія

Марк Шамцян, к.т.н

Санкт-Петербурзький державний технологічний інститут, Росія

Габріела Мнеріе, д-р

Університет «Іоан Славіч», м. Тімішоара, Румунія

СПОЖИВЧА КУЛЬТУРА ТА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ ВИБОРУ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Вступ. Сучасні стратегії, що стосуються здорового харчування, проблем зі здоров'ям та зайвою вагою передбачають необхідність для споживача мати доступ до чіткої, послідовної та доведеної інформації про харчовий продукт [2, 4, 6]. На жаль, більшість споживачів в Україні не звертає уваги на маркування харчових продуктів. Мета даного дослідження – встановити причини, згідно яких споживач не звертає уваги на маркування, та акцентувати увагу споживача на правильному та відповідальному виборі харчових продуктів.

Матеріали та методи. На основі попередніх досліджень, виконаних в рамках Міжнародного проекту «Дослідження маркування харчових продуктів в державах Чорноморського регіону (NUTRILAB)» 7-ї рамкової програми ЄС, було виділено основні причини, згідно яких споживач не звертає увагу на маркування (етикетку) харчового продукту [3, 7].

Проведено соціологічне опитування, на основі якого респонденти вибрали одну із вказаних причин як основну. Всього в опитуванні взяли участь 420 осіб, жителів м. Києва та Київської області. Розподіл респондентів репрезентабельно представляє населення вказаних регіонів за віком та статтю (табл. 1), та в значній степені за рівнем освіти, місячним доходом, місцем проживання. Структура населення Києва та Київської області взята зі статистичних даних за 2014 рік.

Таблиця 1 - План опитування

Вік	Всього опитано	Стать	
		Чоловіча	Жіноча
60-80	92	35	57
40-60	142	65	77
25-40	107	53	54
15-25	79	41	38
Усього	420	194	226

Результати та обговорення. Основні причини, згідно яких споживач не враховує інформація на маркуванні (етикетці) харчового продукту:

1. Я завжди купую продукти одних і тих же брендів; я виходжу зі своїх звичок і попереднього позитивного досвіду; я не вважаю, що потрібно кожного разу читати інформацію на етикетках.
2. Я вважаю, що мій вибір здоровий (корисний для здоров'я), тому не читаю етикеток.
3. Я занадто зайнятий, щоб читати етикетки.
4. У мене немає проблем із здоров'ям.
5. Надто багато інформації на етикетках. Її складно зрозуміти.
6. Рішення купити визначається тільки ціною продукту.

7. Я знаю, що куплений мною продукт може бути шкідливий для здоров'я, але я купую, тому що він мені подобається.

8. Я вважаю, що інформація на етикетках не має користі.

Харчова
цінність
18%

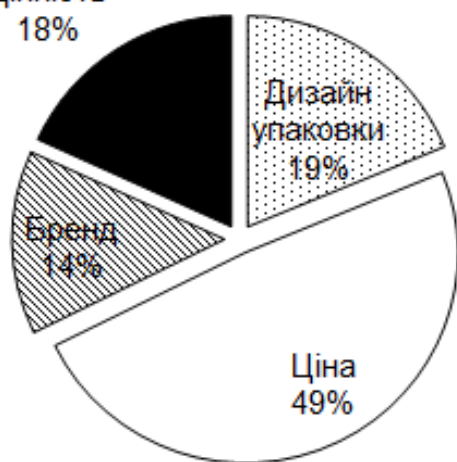


Рисунок 1 – Розподіл факторів, згідно яких споживач приймає рішення про придбання харчового продукту

Враховуючи кризовий стан української економіки та низьку купівельну спроможність населення, складно робити конкретні рекомендації щодо культури та відповідальності вибору харчового продукту, проте слід звернути увагу на те, що дизайн упаковки не може бути показником якості та безпечності харчового продукту. В меншій мірі, але це стосується ціни та бренду.

Респонденти також вказали причини, згідно яких вони не завжди читають інформацію на маркуванні (етикетці) харчового продукту (таблиця 2).

Таблиця 2

Причина, згідно яких споживачі не читають інформацію на етикетці	%
Я завжди купую продукти одних і тих же брендів; я керуюсь своїми звичками та попереднім позитивним досвідом; я не вважаю, що потрібно кожного разу читати інформацію на етикетках	36,3
Надто багато інформації на етикетках. Її складно зрозуміти	21,3
Рішення придбати визначається лише ціною продукту	17,4
Я дуже зайнятий, щоб читати етикетки	7,5
Я вважаю, що мій вибір здоровий (корисний для здоров'я), тому не читаю етикеток	7,4
Я знаю, що придбаний мною продукт може бути шкідливий для здоров'я, але я купую, тому що він мені подобається	5,0
У мене немає проблем із здоров'ям	4,2
Я вважаю, що інформація на етикетках не має користі	0,9

Результати свідчать про звичку та довіру споживача до певного бренду, торгової марки. Враховуючи намагання виробників (особливо підприємств великої потужності) мати перевагу на ринку, намагання підтримувати достатню якість продукту, довіра споживача не бренду не є шкідливим фактором. Проте, враховуючи зниження купівельної спроможності населення останніми роками, навіть великі виробники харчової продукції можуть використовувати такі методи зниження її вартості, як зниження маси продукту в упаковці, зниження харчової цінності та вмісту деяких поживних елементів. Це вказує на необхідність споживача, не дивлячись на впевненість, брати до уваги інформацію на маркуванні. 21 % споживачів вказали на занадто велику кількість інформації на етикетці. Законодавством України та ЄС передбачена раціональна кількість необхідної інформації на маркуванні. Проте, на багатьох

продуктах інформація надана багатьма мовами, з графічними та рекламними елементами. Основна ж, регламентована законодавством інформація вказана дрібними шрифтом, часто потрібно витратити час, щоб знайти інформацію українською мовою. На нашу думку, в технічних регламентах щодо маркування потрібно обмежити кількість мовних варіантів представлення обов'язкової інформації, наприклад, раціональним буде представлення інформації українською мовою та на вибір виробника – англійською або російською.

Звернемо увагу, що часто обов'язкова інформація на етикетці розміщується в довільному порядку. Споживачу незручно кожного разу шукати, де саме цього разу розміщена потрібна інформація. Тому, на нашу думку, інформація на етикетці має бути представлена в певному, постійному порядку, наприклад, як це описано в технічних регламентах України або ЄС [4]. Частина споживачів, вибираючи продукт, звертає увагу лише на його ціну і не цікавиться інформацією на маркуванні. Не дивлячись на низьку купівельну спроможність населення, потрібно підвищувати культуру та відповідальність споживчого вибору продукту.

Звернемо увагу на такі відповіді, як «У мене немає проблем із здоров'ям», «Я дуже зайнятий, щоб читати етикетки», «Я вважаю, що мій вибір корисний для здоров'я, тому не читаю етикеток», на які відповіли близько 20 % респондентів. Такий результат свідчить про шкідливу самовпевненість частини споживачів у власному виборі, і є наслідком низької споживчої культури.

Підвищення споживчої культури можливе за сприяння засобів масової інформації та масового залучення до роз'яснювальної роботи спеціалістів в галузі харчування та здоров'я. Позитивним є факт, що лише менше відсотка респондентів вважають інформацію на етикетках непотрібною.

Висновок. Низька купівельна спроможність населення України, недостатня поінформованість населення щодо здорового споживчого вибору, занадто велика кількість інформації на етикетці, а також необґрунтована самовпевненість частини населення у власному виборі знижують споживчу культуру населення, підвищують ризик до захворювань, пов'язаних з неякісним харчуванням. Основний шлях для удосконалення культури здорового вибору харчових продуктів – тісна співпраця між науковцями, фахівцями в галузі харчування та охорони здоров'я та засобами масової інформації.

Acknowledgement: *The study was performed in an international mobility supported by FP7-PEOPLE-2012-IRSES, 318946 – NUTRILAB, NUTritional LABELing Study in Black Sea Region Countries project.*

Література

1. С. Стефанов, Й. Стефанова, С. Дамянова, Н.Василева, Ю.Теличкун, В.Теличкун, А. Губеня (2013), Проблеми при реалізоване на інформаційна функція на опаковките, *University of Ruse "Angel Kanchev". Proceedings*, 52(10.2), pp. 146-149.
2. Шамцян М., Колесников Б., Яцко Ю., Бирка А., Гачеу Л., Тица О., Мнеріє Д., Цуку Д., Стефанов С., Дамянова С. (2014), Изучение состояния пищевого этикетирования, *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, с. 143.*
3. Dumitru Mnerie, Liviu Gaceu, Oana Bianca Oprea, Gabriela Victoria Mnerie, Mark Shamtsian (2014), Web based forms regarding consumer's opinion in food products labelling, *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*, p. 148.
4. 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.
5. (2013), Міжнародний проект «Nutritional labeling study in Black Sea region countries», *Ukrainian Food Journal*, 2(2), p. 304.

КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД ДО ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ У ХЛІБОПЕКАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Вступ. На сучасному рівні розвитку виробництва харчової продукції вимоги до якості виробів в більшості випадків стабільно забезпечуються за допомогою методів сучасної технології та розвиненого машино-апаратного оформлення процесів. Обсяги виробництва, попит на продукцію в даних умовах залежать від рентабельності виробництва, тобто від кінцевої ціни продукту. Відносно велику складову у фінансових затратах на випуск продукції мають витрати енергії – електричної та теплової.

Актуальність теми. Технологічна лінія з виробництва хлібопекарської продукції – це складний комплекс взаємоузгоджених машин і апаратів. Від узгодженості, синхронності дії окремих пристроїв залежить якість кінцевого продукту.

Не менш важливою є економічна складова процесу виробництва хліба: питомі витрати енергії на випуск одиниці продукції. Як правило, це кількість Джоулів що витрачається на випуск 1 тони готового хліба.

В ході пошуку шляхів зменшення витрат енергії необхідно проаналізувати роботу основних складових технологічної лінії, визначити місця втрат та нераціональних енергетичних перетворень.

Матеріали та методи. Одним зі шляхів детального дослідження роботи технологічного обладнання є використання комп'ютерних технологій, а саме чисельного моделювання теплових та гідро- аеродинамічних процесів під час виконання виробничих функцій.

Сучасні програмні засоби ґрунтуються на використанні методу скінчених елементів, який з достатньою точністю дозволяє відслідковувати зміни польових функцій під час енергетичних, кінематичних, динамічних, тепломасобмінних процесів, пов'язаних з виробництвом хліба.

Також цей метод дозволяє оперативної та ефективно перевіряти доцільність заходів, які пропонуються для зменшення втрат енергії, підвищення стабільності та ефективності роботи обладнання.

Результати та обговорення. Пропонуються для комплексного дослідження наступні машини і апарати лінії виробництва подових сортів хлібобулочних виробів з вказанням енергетичних процесів, що в них відбуваються, які можуть впливати на якість продукції.

Просіювачі – аерація борошна, яка впливає на хлібопекарські властивості борошна, збільшує формоутримуючу здатність тістових заготовок.

Дозатори борошна – використання декількох живильників для дотримання точності дозування (наприклад, Ш2-ХДБ).

Змішувачі для приготування рідких сумішей та емульсій – інтенсивність змішування, яка визначає активність емульсій (наприклад, А2-ШУИ).

Місильні машини для опари – інтенсивність замісу, яка впливає на активність бродіння напівфабриката. Діапазон змін питомої роботи замісу дуже великий, від машин типу А2-ХТБ до машин типу „Діосна”.

Місильні машини для тіста – інтенсивність замісу, яка впливає на тривалість бродіння тіста. В свою чергу інтенсивність залежить від будови робочих органів машини та швидкості їх руху під час замісу.

Бродильні ємкості – наявність рушійних органів (шнеків, лопатей), які активізують процес бродіння.

Тістоподільники – тиск у нагнітальному об'ємі, від величини якого залежить точність поділу і одночасно енергія, яка передається тістовій масі. Аналізувати потрібно два типи подільників: з надлишковим тиском нагнітання та такі, які навпаки використовують розрідження повітря для всмоктування тіста в мірну кишеню.

Тістоокруглювачі – довжина шляху пробігу тістової заготовки, пропорційно якій збільшується енергія, витрачена для її обробки. При недостатній довжині в лінії встановлюють по два тістоокруглювачі.

Тістозакатні машини – кратність розкочування тістової заготовки та ступінь її обминання на кінцевому етапі обробки впливають на розвиток клейковинної структури заготовки.

Вистійні шафи – кількість теплоти, яка підводиться до шафи, а також витрати пари для зволоження повітря визначають активність процесу вистоювання, впливають на питомий об'єм готової продукції та на її пористість.

Печі хлібопекарські – основний споживач енергії, від витрат якої залежить якість продукції. Зменшення втрат енергії через огороження, шляхом небажаної вентиляції пекарної камери, через нагрівання транспортних засобів, також втрат за рахунок нерівномірності експлуатації, значно підвищує ефективність всього технологічного процесу.

Кулери – на даному етапі розвитку хлібопекарської галузі відбувається їх впровадження у виробництво та розгортаються дослідження їх впливу на якість продукції та тривалість її зберігання.

Шляхом моделювання енергетичних потоків, якими обмінюються механічні та теплові елементи хлібопекарської лінії з сировиною, напівфабрикатами та хлібом під час випікання, визначаються пріоритетні напрямки їх спрямування, взаємний баланс. Кінцевими функціями в даному випадку є якість продукції та мінімізація витрат енергії.

Висновки. Використання комп'ютерного моделювання підтвердило ефективність даної методики вивчення особливостей роботи обладнання. Наприклад, в списку літератури даної доповіді наведені результати вже проведених комп'ютерних досліджень окремих складових елементів технологічної хлібопекарської лінії, які закінчувались визначенням „слабких місць” в роботі обладнання та пропозиціями для їх модернізації та реконструкції з метою підвищення ефективності використання електричної, механічної та теплової енергії.

В даний момент відбувається моделювання інших елементів технологічної лінії, перелічених вище. Після завершення цього етапу роботи стає можливим аналіз взаємного впливу енергетичних потоків окремих машин на інші. Для його реалізації потрібно задіяти математичні методи пошуку оптимальних рішень в умовах складного взаємопов'язаного впливу окремих показників обладнання на технологічні процеси.

Використання методів багатofакторного планування на кінцевому етапі досліджень дозволить визначити раціональні межі витрат енергії та ув'язати їх з якістю готової продукції.

Література

1. Литовченко И. Моделирование технологических процессов при создании оборудования пищевой промышленности / И. Литовченко, В. Хаджийски, С. Стефанов, М. Шпак; Научни трудове на руссенския университет, том 49, 2010, Русе, България
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. 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 - November 2011, Nuiireghaza, 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. 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

УДК 664.143

Лобосова Л.А., к.т.н.

Максименкова А.В., студентка

ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»
(ВГУИТ), г. Воронеж, Россия

ПРИМЕНЕНИЕ В РЕЦЕПТУРНОМ СОСТАВЕ ПЕСОЧНО-ВЬЕМНОГО ПЕЧЕНЬЯ ЧЕРЕМУХОВОЙ МУКИ И ПОРОШКА ИЗ ТОПИНАМБУРА

В условиях огромной конкуренции кондитерская промышленность решает сегодня задачи по созданию инновационных технологий, повышению потребительских свойств, сокращению расхода импортного и дорогостоящего отечественного сырья, совершенствованию ассортимента продукции путем разработки рецептур кондитерских изделий с использованием функциональных пищевых ингредиентов.

Мучные кондитерские изделия наиболее востребованы у потребителей. Однако, в их рецептурном составе содержится большое количества сахара и жира, мало микро-макроэлементов, витаминов.

Поэтому разработка технологии мучных кондитерских изделий, например песочно-вьемного печенья, с новыми видами растительного сырья актуальна.

В качестве обогащающих растительных добавок были выбраны мука черемуховая и порошок из топинамбура.

Порошок из топинамбура богат инулином, клетчаткой, незаменимыми аминокислотами (аргинин, валин, гистидин, изолейцин, лейцин, метионин, треонин, триптофан, фенилаланин), микроэлементами, витаминами: С, В₁ и В₂, улучшает обмен веществ, помогает при психоэмоциональной и физической нагрузке [1, 2].

В составе черемуховой муки много калия, фосфора, кобальта и дубильных веществ. Она оказывает бактерицидное, витаминное, общеукрепляющее, противовоспалительное действие. За контрольный образец принята унифицированная рецептура печенья «Листики».

Экспериментальные образцы песочно-вьемного печенья готовили с заменой муки пшеничной высшего сорта на порошок из топинамбура (СВ= 93,75 %) и муку черемуховую (СВ= 93,33 %) в пересчете на сухие вещества.

Для анализа сырья, полуфабрикатов и готовых изделий применяли органолептические, химические, физические и микробиологические методы исследования.

Внешний вид, вкус, цвет, запах, форму, поверхность, вид в изломе изделий определяли органолептически (ГОСТ 5897-90 «Изделия кондитерские. Методы определения органолептических показателей качества, размеров, массы нетто и составных частей»), массовую долю сухих веществ (СВ) в сырье, полуфабрикатах и изделиях рефрактометрическим методом (ГОСТ 5900-73 «Изделия кондитерские. Методы определения влаги и сухих веществ»); щелочность согласно ГОСТ 5898-87 «Изделия кондитерские. Методы определения кислотности и щелочности»; намокаемость при погружении изделия в металлической сетке в воду при температуре 20 °С на определенное время. Исследование основных микробиологических показателей полуфабрикатов и готовых изделий проводили стандартными методами микробиологического анализа, включающими подготовку продукта, посева его на благоприятные питательные среды, культивирование микроорганизмов при определенной температуре и подсчет выросших колоний, либо выявление основных признаков их роста. В качестве основных микробиологических показателей определяли общее количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов по ГОСТ 10444.15-94 и количество плесневых грибов и дрожжей по ГОСТ 30518-97; определение пищевой и энергетической ценности осуществляли расчетным путем.

В производстве печенья важным является приготовление полуфабрикатов – эмульсии и теста.

В целях снижения сахароемкости изделий проводили замену сахарной пудры на порошок из топинамбура в количестве 5, 10, 15, 20, 25 % по сухим веществам и готовили эмульсию. Определяли в ней эффективную вязкость. Введение в эмульсию 20 и 25 % порошка из топинамбура отрицательно сказывается на реологических свойствах полуфабриката. Органолептические показатели также ухудшаются: эмульсия приобретает кремовый цвет, становится более вязкой за счет связывания влаги порошком. Это затрудняет процесс ее перекачивания и дозирования, а, следовательно, приводит к ухудшению качества изделий.

Из эмульсии готовили тесто, заменяя муку пшеничную высшего сорта на порошок из топинамбура и черемуховую муку. Определяли влияние рецептурных компонентов на качественные показатели теста. С увеличением дозировки порошка из топинамбура и черемуховой муки от 5 до 25 % снижается доля упругих деформаций и повышается доля пластических свойств теста. Влажность теста при этих дозировках уменьшается на 4,1 % по сравнению с контролем.

Из теста готовили печенье. Добавление порошка из топинамбура и черемуховой муки свыше 25 % способствует образованию излишне прочных изделий с пониженной намокаемостью, увеличивается плотность теста, т.к. влага связывается с частицами порошка, обладающим высокой влагоудерживающей способностью, и образуется более прочная клейковинная структура теста. При этом химическим разрыхлителям тяжелее разорвать клейковинный каркас, изделия получаются более плотными.

Методом симплекс-центроидного планирования проведена оптимизация рецептурного состава и выбрано оптимальное соотношение муки пшеничной высшего сорта, черемуховой муки и порошка из топинамбура (75:5:20 соответственно), при этом соотношении печенье обладает наилучшими показателями качества.

Определены органолептические и физико-химические показатели печенья: вкус и запах – свойственные данному наименованию печенья с запахом шоколада; цвет – свойственный данному наименованию печенья темно-коричневого цвета; вид в изломе – пропеченное печенье с равномерной пористостью, без пустот и следов непромеса; поверхность – гладкая, неподгорелая; влажность – 8,5 %; щелочность – 2 град; намокаемость – 190 %.

Энергетическая ценность нового изделия ниже энергетической ценности контрольного образца на 54 ккал, а пищевая ценность выше, чем в контроле, по содержанию органических кислот в 2 раза, пищевых волокон – 1,6 раз, крахмала – 2 раза, флавоноидов – в 1,1 раза, калию – 1,3 раза, железа – 1,13 раз, марганца – в 5 раз, цинка – в 2 раза, меди – в 3 раза, йода – в 0,25 раз, витаминов: С – в 0,15 раз, группы В – в 0,6 раз.

Выводы. Проведенные маркетинговые исследования позволяют сделать вывод, что данная продукция будет востребована на рынке, так как ее отличает привлекательный внешний вид, высокие вкусовые качества и качественные показатели: более низкая энергетическая ценность, повышенная пищевая ценность.

Литература

1. Лобосова, Л.А. Функциональные кондитерские изделия с нетрадиционным сырьем [Текст] / Л.А. Лобосова, Т.Н. Малютина, М.Г. Магомедов, И.Г. Барсукова // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. – 2013. № 3. – С. 25-26.
2. Магомедов, Г. О. Функциональные пищевые ингредиенты и добавки в производстве кондитерских изделий [Текст]: учебное пособие / Г. О. Магомедов, А. Я. Олейникова, И. В. Плотникова, Л. А. Лобосова. – СПб. : ГИОРД, 2015. – 440 с.

ВПЛИВ МАТЕРІАЛУ ФОРМ НА ТЕХНОЛОГІЧНІ ПАРАМЕТРИ ТА ЯКІСТЬ ВІДЛИВНИХ ПОМАДНИХ ЦУКЕРОК

В нашій країні великою популярністю користуються різні кондитерські вироби, серед цієї великої групи солодоців слід виділити групу помадних цукерок. Різноманітний асортимент помадних цукерок та їх невисока вартість обумовлює високий попит на таку продукцію.

На сьогодні на більшості підприємств кондитерської промисловості, що спеціалізуються на виробництві цукерок, виробляються помадні цукерки. Формування корпусів для цього типу цукерок здійснюється способом відливання у крохмальні форми на високопродуктивних потоково-механізованих лініях. Але такий спосіб формування є морально застарілим і має ряд технологічних недоліків:

- забруднення повітря цеху частинками крохмалю, що призводить до значного погіршення умов праці;
- необхідність підготовки крохмалю до виробництва і періодична його заміна;
- збільшення частки бракованих виробів за рахунок деформації крохмальних форм;
- погіршення якості готових виробів за рахунок не повного очищення корпусів цукерок від формуючого матеріалу.

Зараз підприємства-виробники кондитерського обладнання пропонують більш сучасний спосіб формування цукерок – відливання у безкрохмальні форми. Пропонуються сучасні потоково-механізовані високопродуктивні лінії по формуванню корпусів цукерок без використання в якості формуючого агенту крохмалю, і це обладнання поступово займає лідируючі позиції в технології цукерок. Це обумовлено низкою переваг безкрохмальних форм, а саме:

- покращуються умови праці у відділенні формування виробів;
- відсутня адгезія цукеркової маси до матеріалу форм;
- можливість багаторазового використання форм зі збереженням характеристик;
- матеріал форм безпечний для здоров'я людини;
- широкий температурний діапазон використання, що дозволяє формувати різноманітний асортимент цукеркових мас на одному технологічному обладнанні.

Враховуючи ці обставини, метою наших досліджень є порівняння різних матеріалів форм (крохмальні і силіконові форми) і їх вплив на параметри процесу структуроутворення та якість помадних корпусів.

Нами були проведені дослідження впливу різних форм (форми, виштампувані в кукурудзяному крохмалі, та силіконові форми) на тривалість структуроутворення корпусів помадних цукерок.

Встановлено, що зразки корпусів, що відлиті в крохмаль швидше охолоджуються і набувають необхідної міцності, в порівнянні зі зразками, що відлиті в силіконові форми при температурі оточуючого середовища 18-20°C. При структуроутворенні корпусів в силіконових формах за більш низьких температур (6-8°C) процес охолодження значно скоротився. Під час охолодження корпусів спостерігалася зміна їх структурно-механічних властивостей, а саме відбувалося збільшення міцності виробів. Цей показник залежить від ступеня охолодження корпусів, чим нижче температура корпусів, тим міцніше виріб. Зразки корпусів на основі цукрової помади набували достатньої міцності при охолодженні до температури 45-40°C.

В зразках корпусів відформованих в крохмальні форми процес структуроутворення відбувався швидше, ніж в зразках виробів, що відформовані в силіконові форми за однакових умов вистоювання. Дану закономірність можна пояснити тим, що структуроутворення

помадних цукерок зумовлено процесом кристалізації цукрози. В процесі структуроутворення в крохмальних формах відбувається тепло та вологообмін між цукерковою масою та крохмалем. За рахунок кристалізації цукрози і перехід її з рідкого в кристалічний стан, а також за рахунок переходу частки вологи із рідкої фази в крохмаль, відбувається збільшення твердої фази і зменшення рідкої. Це викликає затвердіння цукеркових корпусів.

Нами були проведені дослідження по визначенню швидкості структуроутворення помадних цукерок в формах з різних матеріалів. Для цього визначали на приладі «Структурометр-1» граничну напругу зсуву помадної цукеркової маси під час вистоювання її в формах з різних матеріалів. Цукеркова маса в силіконових формах дещо повільно набувала необхідної для виймання міцності в порівнянні з цукерковою масою в крохмальних формах. Це можна пояснити тим, що механізм структуроутворення помадних корпусів в безкрохмальних формах передбачає процес зміцнення корпусів лише за рахунок охолодження помадної маси, тобто лише за рахунок теплообміну між масою та оточуючим повітрям. Саме тому зразки відформовані в силіконові форми, при умові охолодження повітрям температурою 6°C, потребують найменше часу для структуроутворення. Тому, для інтенсифікації процесу структуроутворення помадних мас в безкрохмальних формах на потоково-механізованих лініях передбачається примусовий процес структуроутворення у вистійних шафах різних конструкцій за більш низьких температур робочого повітря (4-6°C), ніж при вистоюванні виробів в крохмальних формах, де температура повітря у вистійній шафі підтримується на рівні 8-12°C [1].

Після процесу структуроутворення помадних корпусів цукерок була проведена оцінка їх якості за органолептичними показниками та визначена масова частка вологи в досліджуваних корпусах. Органолептичні показники визначали відповідно до ДСТУ 4135:2014 [2]. Зразки помадних корпусів, що були відформовані шляхом відливання в крохмальні та силіконові форми відповідали всім вимогам ДСТУ «Цукерки» за органолептичними показниками. На корпусах цукерок, що формувалися в крохмальні форми є невелика кількість крохмалю, але це регламентується стандартом для даного способу формування. Корпуси цукерок, відформовані в силіконові форми мають гладеньку блискучу поверхню і володіють меншою міцністю в порівнянні з корпусами відформованими в крохмальні форми.

Відомо, що при формуванні корпусів в крохмальні форми, недостатнє очищення корпусів від крохмалю перед стадією глазурування може призвести до виникнення такого браку як «вічки», коли глазур не повністю покриває корпус цукерки і на її поверхні з'являються незаглазуровані ділянки. Також, при формуванні виробів в крохмаль на кожній тонні готових виробів залишається приблизно 4 кг кукурудзяного крохмалю. Отже, з цієї точки зору, спосіб формування цукерок в безкрохмальні форми є більш економічно вигідним, так як зменшується кількість браку на стадії глазурування та відсутня технологічна операція очищення корпусів виробів від крохмалю.

Крім органолептичних показників, нами визначався фізико-хімічний показник – масова частка вологи, що регламентується стандартом, в двох зразках помадних корпусів. Досліджувані зразки помадних цукерок відповідають вимогам стандарту, але масова частка вологи у зразка, що був відформований у крохмаль дещо менше (10,2 %), ніж у зразка, що відформований в силіконові форми (10,5 %). Цю закономірність можна пояснити частковим переходом вологи з корпусів виробів в формувальний матеріал – кукурудзяний крохмаль, який володіє гігроскопічними властивостями.

Враховуючи це, було цікаво дослідити як будуть зберігатися показники якості помадних корпусів цукерок протягом їх зберігання. Це питання є достатньо актуальним, бо термін зберігання саме неглазурованих помадних цукерок дуже незначний, під час зберігання цієї групи виробів відбувається інтенсивне видалення вологи з корпусів цукерок, що призводить до значного зростання міцності виробів, погіршення структури помади – вона стає більш грубодисперсною, і виробу дуже швидко втрачають свої показники якості. Протягом терміну зберігання досліджуваних зразків помадних цукерок проводились дослідження зміни масової частки сухих речовин та зміни органолептичних показників виробів, а саме зміни консистенції

цукерок. В зразку корпусів помадних цукерок, що формувалися в крохмальні форми процес черствіння спостерігався вже після тижня зберігання, консистенція помади ставала грубодисперсною, корпус цукерок - твердим, на якому з'являлись білі плями – скупчення мікрочастин, що свідчило про значне видалення вологи з корпусів цукерок та швидку втрату споживчих якостей. В зразках цукерок, що формувалися в силіконові форми після тижня зберігання консистенція була напівтвердою, але дрібнодисперсною. Після 2 тижнів зберігання непакованими всі зразки мали монолітну структуру зі значним погіршенням споживчих характеристик виробів.

Зміна структури помадних корпусів, перш за все, пов'язана з видаленням вологи зі зразків цукерок, чим інтенсивніше відбувається цей процес, тим швидше відбувається погіршення структури виробів. Процес черствіння спостерігається при масовій частці сухих речовин корпусу 94,0 % [3], саме цього значення вмісту сухих речовин досягає зразок, відформований в крохмаль після 7 діб зберігання в не загорнутому вигляді. Зразки неглазурованих помадних корпусів цукерок, що формувалися в силіконові форми після 7 діб зберігання непакованими мали дещо міцнішу скоринку в порівнянні зі свіжевикотвленими, але структура помади залишалася дрібнодисперсною. Через 14 діб зберігання ці зразки ставали досить міцними, мали монолітну грубодисперсну структуру, що можна пояснити видаленням з корпусів цукерок вологи та збільшення масової частки сухих речовин до значень, що наближаються до критичних 94,0%.

Зміна масової частки сухих речовин помадних цукерок, що обумовлена інтенсивним видаленням вологи, призводить до значних змін структурно-механічних властивостей виробів. Тому, нами було проаналізовано вплив матеріалу форм на зміну структурно-механічних властивостей помадних цукерок під час зберігання. При зберіганні помадних корпусів цукерок непакованими, міцність корпусів, що були відформовані в крохмальні форми була початковою більше ніж в корпусах цукерок, що відформовані в силікон. І це тенденція збереглася і під час їх зберігання непакованими. Більшої міцності набували корпуси цукерок, відформованих в крохмальні форми. Дані досліджень по зміні структурно-механічних властивостей корпусів помадних цукерок корелюються з органолептичними дослідженнями зміни структури цукерок під час їх зберігання.

Висновок. Під час проведення дослідження впливу матеріалів форм (форми, виштамповані в кукурудзяному крохмалі, та силіконові форми), було виявлено, що використання безкрохмальних силіконових форм є більш прогресивним технологічним заходом, так як є менш енергоємним та ресурсозатратним. А зразки цукерок, відформовані у силіконові форми мають більш високі показники якості готової продукції протягом всього терміну їх зберігання, в порівнянні з цукерками, що відформовані у традиційні крохмальні форми.

Література

1. Олейникова, А. Я. Проектирование кондитерских предприятий. / А. Я. Олейникова, Г. О. Магомедов - СПб.: Гиорд -2005. - 416 с.
2. Цукерки. Загальні технічні умови : ДСТУ 4135-2014 . — [Чинний від 2014–01–01]. — К. : Держстандарт України, 2014. — 21 с.
3. Гавва О. О. Удосконалення технологій неглазурованих цукерок з метою подовження терміну їх зберігання : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01 /Гавва Олена Олександрівна. - НУХТ. - К., 2006. - 20 с.

УДК 664.143

Оболкіна В. І., д.т.н.

Кияниця С. Г., к.т.н.

Каліновська Т.В., к.т.н.

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

ВИКОРИСТАННЯ НЕТРАДИЦІЙНОЇ СИРОВИНИ В ТЕХНОЛОГІЯХ ЦУКЕРКОВИХ МАС ТИПУ М'ЯКОЇ НУГИ

Вступ. Серед збивних цукеркових мас останнім часом спостерігається зростання популярності різних видів м'якої нуги. Нуга – кондитерський виріб, який відноситься до східних солодошів. В перекладі з латинського «нуга» означає горіх, тому що до рецептурного складу входять різні види горіхів. Походження нуги достеменно невідомо, але вважається, що в теперішньому вигляді ці ласощі з'явилися в країнах Південної Європи приблизно в XV столітті, де ї зараз є одним з атрибутів Різдвяних свят, але ймовірно, вони були завезені з Близького Сходу.

Одним з основних компонентів збивних цукеркових мас є піноутворювач. У кондитерській промисловості в якості піноутворювачів найчастіше використовуються свіжі, заморожені, висушені або законсервовані цукром яєчні білки (ЯБ) та продукт гідролізу казеїну голландської фірми «Хайфоама». Інші піноутворювачі, такі як білки сої, кров'яний альбумін, екстракт цукрового буряку, екстракт мильного кореня, корінь солодки не знайшли широкого застосування, так як не відповідають вимогам за органолептичними показниками [1, 2].

Оскільки білки володіють не тільки піноутворювальними властивостями та здатністю стабілізувати дисперсні системи, але і є джерелами цінних амінокислот, вирішено дослідити властивості протеїну сироватки та його комбінацій з яєчним білком для застосування у збивних цукеркових масах типу «м'яких нугатинів».

Актуальність теми. Серед внутрішньо групового асортименту цукерки з комбінованими корпусами (ЦКК), що складаються з декількох кондитерських мас, зокрема збивної, користуються підвищеним попитом у споживачів. Основними завданнями під час створення нового асортименту неглазурованих ЦКК є підвищення їх харчової цінності, подовження терміну придатності та забезпечення агрегативної стійкості з врахуванням умов механізованого формування корпусів методом екструзії.

Матеріали і методи. В якості матеріалів дослідження використовували сухий яєчний білок 80% виробництва ТОВ «OVOSTAR» (Україна) та протеїн сироватки Lactomin 80 КСБ УФ 80% виробництва Німеччини. Для оцінки піноутворювальних властивостей та стійкості білкової піни визначали піноутворювальну здатність за методом Рауха, який полягає у співставленні об'єму отриманої білкової піни до та після збивання; стійкість піни фіксували за висотою стовпа піни після завершення збивання.

Результати та обговорення. У молоці міститься в середньому 30 – 39 г/л загального білка, який володіє високими нутритивними властивостями. Білки молока представлені двома групами білкових фракцій – казеїном та білками сироватки. Казеїн складає 80 % всіх білків коров'ячого молока, в результаті агломерації казеїнових міцел акумулюється в згусток. Решта білків переходить у сироватку, і тому їх називають білками сироватки. У минулому, найчастіше, сироватка йшла у відходи, але в даний час розроблені економічно ефективні способи концентрування або виділення білків сироватки з високими технологічними та функціональними властивостями.

Біологічна цінність білків сироватки вище, ніж у казеїнів. Крім β -лактоглобулін та α -лактальбуміну, вони містять альбумін сироватки, імуноглобуліни, а також значну кількість цистеїну. Переваги використання білків сироватки в якості сировинних інгредієнтів збивних цукеркових мас пояснюються їх високими нутритивними та функціонально-технологічними властивостями.

Для застосування у технологіях збивних цукеркових мас, по-перше, необхідно з'ясувати піноутворювальну здатність та стійкість білку сироватки порівняно з яєчним та їх комбінацій

у певних співвідношеннях.

Оскільки в літературі не знайдено відомостей про відновлення сироваткових білків (СБ), нами проведено дослідження щодо встановлення піноутворювальної здатності (ПУЗ) від часу збивання і співвідношення води до білка. Результати досліджень наведені на рис. 1.

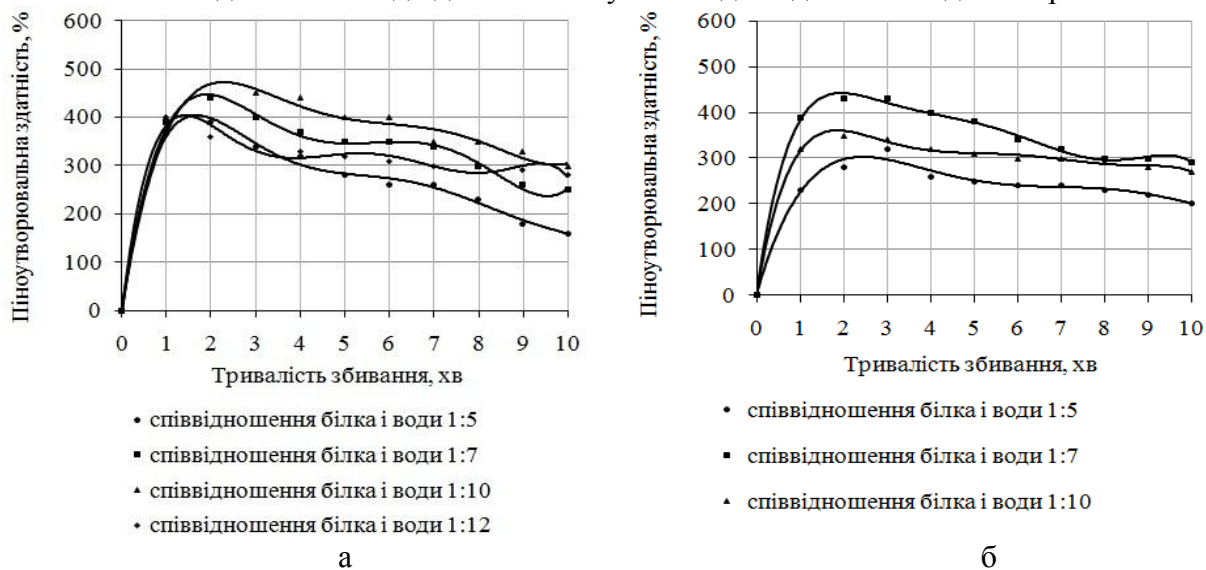


Рисунок 1 — Залежність ПУЗ яєчного і сироваткового білків від співвідношення білка і води та тривалості збивання: а – сироватковий білок; б – суміш яєчного і сироваткового білків

Працями науковців [1, 2] встановлено, що для відновлення сухого ЯБ водою, оптимальним співвідношенням є 1:7. При такому співвідношенні білку та води ПУЗ розчину максимальна, при зміні концентрації починає знижуватися або залишається на постійному рівні. Крім того, при досягненні такого співвідношення відбувається формування адсорбційного шару, який має максимальну міцність [3].

Для СБ найвища ПУЗ спостерігалася у співвідношенні 1:10 при збиванні 3 хв. (рис. 1 а). Це пояснюється більшою гідратаційною здатністю СБ, порівняно з ЯБ. Максимальне значення ПУЗ суміші ЯБ та СБ (рис. 1 б) – 430% спостерігається у співвідношенні комбінованої білкової суміші до води 1:7 при 2 – 3 хв. збивання. На підставі отриманих даних були розроблені рекомендації щодо відновлення сухого СБ для білкової суміші.

Для збагачення збивних цукерок типу «м'який нугатин» незамінними амінокислотами вирішено використовувати яєчний та білки сироватки у співвідношенні 50:50. При такому співвідношенні білків показники піноутворювальної здатності складають 250%, а стійкість піни через годину вистоювання 80%.

Висновки. Застосування білків сироватки в технологіях збивних цукеркових мас дозволить збагатити збивні кондитерські вироби та створити вироби з новою агрегатною білковою структурою.

Література

1. Прилуцька, Л. П. Удосконалення технології білково-збивного печива на основі цукрозамінників : дис. ... кандидата техн. наук : 05.18.01 / Прилуцька Ліна Петрівна ; НУХТ. — К., 2010. — 130 с.
2. Кондратова, И. И. Оптимизация технологических режимов изготовления сбивных кондитерских масс / Кондратова И. И., Томашевич С. Е. // Пищевая промышленность: наука и технологи. — 2010. — №1 (7). — С. 38-45.
3. Зубченко, А. В. Физико-химические основы технологии кондитерский изделий / А. В. Зубченко. — [2-е изд., перераб. и доп.] — Воронеж: Воронеж. гос. технол. акад., 2001 — 389 с.

НОВІТНЯ ТЕХНОЛОГІЯ ОЗДОБЛЮВАЛЬНОГО НАПІВФАБРИКАТУ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ПЮРЕ З ГОРОБИНИ ТА ГЕЛАНОВОЇ КАМЕДИ

Вступ. Одним з пріоритетних напрямків кондитерської галузі є створення нового асортименту виробів, збагачених поліфункціональними комплексами, зокрема, вітамінами, макро - та мікронутрієнтами, подовженим терміном придатності. Традиційними оздоблювальними напівфабрикатами для тортів та тістечок є різноманітні креми, які характеризуються високою калорійністю, зниженою харчовою цінністю, обмеженим терміном зберігання. Для подовження термінів їх придатності, як консерванти використовуються сорбінова та бензойна кислоти або їх солі, але у промисловості їх отримують хімічним шляхом. Безумовно натуральні рослинні консерванти мають переваги, тому при розробленні нових видів оздоблювальних напівфабрикатів з підвищеною біологічною цінністю та з подовженим терміном зберігання доцільніше використовувати рослинну сировину, яка крім природних консервантів, має комплекс біологічно-активних речовин. Перспективною сировиною, в цьому плані, є дикорослі і культивовані ягоди, до яких відноситься горобина звичайна. Тому доцільним є створення новітніх технологій оздоблювальних напівфабрикатів із застосуванням напівфабрикатів з горобини та додаткових структуроутворювачів.

Актуальність теми. Розробка новітньої технології заварного білкового крему, завдяки додаванню в рецептурний склад пюре з горобини та геланової камеди з метою поліпшення органолептичних показників, підвищення харчової цінності, збагачення біологічно-активними речовинами, подовження терміну придатності є актуальним завданням для кондитерської галузі.

Матеріали і методи. Під час проведення досліджень в якості матеріалів використовували пюре з горобини та геланову камедь. Фізико-хімічні, структурно-механічні показники сировини, і напівфабрикатів визначали загальноприйнятими та спеціальними методами.

Результати та обговорення. Завдяки багатому комплексу біологічно активних речовин плоди горобини звичайної знайшли широке застосування в народній медицині як полівітамінний засіб при авітамінозах. За вмістом вітаміну С плоди наближаються до лимону, чорної смородини. Крім вітаміну С в плодах горобини ідентифіковано також вітаміни Р, В2, РР, Е, фолієву кислоту, пектинові речовини [1, 2]. Було встановлено, що кількість пектину у пюре становить – 1,45 мг, ступень етерифікації пектину у горобиновому пюре становить 62%.

У фітохімічному аспекті важливим компонентом плодів горобини являється сорбінова кислота [1]. У літературних даних існує велика розбіжність даних по вмісту сорбінової кислоти у горобині. Було встановлено, що вміст сорбінової кислоти у пюре з горобини становить 327 мг/кг. Таким чином пюре з горобини має бути ефективним консервантом при приготуванні нових видів кремів.

Плоди горобини містять також парасорбінову кислоту, яка знаходиться у плодах як у вільному стані, так і у вигляді моноглікозида. Вміст парасорбінової кислоти зумовлює гіркий смак плодів. При замороженні свіжих плодів горобини її гіркість поступово зникає, ймовірно внаслідок розкладу моноглікозиду парасорбінової кислоти. Тому був запропонований наступний спосіб приготування пюре з горобини: заморожування плодів при температурі - 20°C на протязі 6 годин з наступним бланшуванням на пару на протязі 2-3 хв. [3]. Зазначені технологічні режими дозволяють отримати пюре з горобини з приємним кислувато солодким смаком, м'якої, ніжної консистенції.

З метою розробки технології крему з використанням пюре з горобини вивчали його вплив на органолептичні та структурно-механічні показники заварного білкового крему. Горобинове пюре вводили в білково-заварний крем замість повидла від 10 до 25 % від маси крему. За

органолептичними показниками за оптимальне дозування горобинового пюре вважали 20-25 % від маси крему.

Відомо, що агар в кислому середовищі, внаслідок гідролізу, частково втрачає драглеутворювальну здатність. Тому у якості додаткового структуроутворювача та стабілізатора структури білкового крему доречно використовувати інші полісахариди, зокрема, геланову камедь. Геланова камедь являє собою позаклітинний аніонний полісахарид, що продукується бактеріями *Sphingomonas Elodea* з цукру. Геланова камедь на ринку України є новим продуктом і широкого використання у кондитерській галузі не знайшла. Тому, з наукової точки зору викликає інтерес її використання при формуванні структури оздоблювальних напівфабрикатів. З метою прогнозування впливу камеді на структурні властивості білкового крему було визначені її сорбційні, реологічні властивості та здатність до драглеутворення. За допомогою багатофакторного експерименту була проведена оптимізація рецептурних компонентів та технологічних режимів приготування білкового крему з використанням геланової камеді та пюре з горобини.

На підставі проведених досліджень розроблена рецептура білкового крему «Rowan souffle» для оздоблення комбінованих борошняних кондитерських виробів (тортів, тістечок, печива) та технологічні режими його виготовлення.

В процесі зберігання білкового крему швидкість видалення вологи буде залежати від форм зв'язку вологи. Термографічними дослідженнями встановлено, що використання геланової камеді сприяє зростанню кількості осмотично зв'язаної вологи, зниженню показника активності води у білковому кремні. Встановлено що для крему на гелановій камеді кількість міцно зв'язаної води становить 2,6 %, що порівняно з контролем зменшується в 2,5 рази.

На підставі проведених досліджень, можна зробити висновки, що введення в білкові креми горобинового пюре та горобинової пасті з цукром доцільно з мікробіологічної точки зору.

Впродовж 1,5 місяця зберігання зразків, не були виявлені бактерії роду сальмонели, бактерій групи кишкової палички (БГКП), плісняві гриби та дріжджі. Сповільнений розвиток мікрофлори кремів, можна пояснити наявністю в напівфабрикатах з плодів горобини пектинових речовин, поліфенольних з'єднань, в горобиновому пюре також сорбінової кислоти, що володіє антимікробною дією. Наявність органічних кислот в ягідному пюре і пасті піднімає активну кислотність кремів, в порівнянні з традиційними. Кисліше середовище також перешкоджає активному розмноженню мікроорганізмів.

Завдяки додаванню в рецептурний склад пюре з горобини та геланової камеді спостерігається поліпшення його органолептичних показників, підвищення вмісту вітамінів, макро- та мікроелементів, дозволяє вилучити з рецептури синтетичні барвники, ароматизатори, консерванти та подовжити термін його придатності. Кількість драглеутворювача зменшено в 2,2 рази в порівнянні з контрольним зразком крему.

Висновки. Впровадження новітньої технології дозволило збагатити заварний білковий крем біологічно-активними речовинами, покращити його споживчі властивості та подовжити термін придатності.

Література

1. Сарычева З. А. Дикорастущие лекарственные и пищевые растения Украины /З. А. Сарычева // Киев.: Фитон. . – 2005. – 147с.
2. Злобин А.А. Пектиновые полисахариды рябины обыкновенной *Sorbus aucuparia* L. rugosa II / А.А. Злобин, Е.А. Мартинсон, С.Г. Литвинец и др. // Химия растительного сырья. – 2011. – №1. – С. 39-44.
3. Патент №73052 Україна, МПК А23L 1/064 Спосіб виробництва пюре з горобини /Крапивницька І.О., Сивній І.І., Оболкіна В.І., Джуренко Н.І. - опубл. 10.09.2012, Бюл.№ 17. – 4с

УДК 664.682

Скрипко А. П., к.т.н.

Оболкіна В. І., д.т.н.

Кияниця С. Г., к.т.н.

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

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЗДОБНОГО ПЕЧИВА З ПІДВИЩЕНОЮ ХАРЧОВОЮ ЦІННІСТЮ

Вступ. Пріоритетним напрямком розвитку кондитерської галузі є створення інноваційних технологій нового асортименту виробів з метою удосконалення структури асортименту, підвищення харчової цінності, зниження калорійності. Борошняні кондитерські вироби (БКВ), зокрема здобне печиво, належать до висококалорійних харчових продуктів з низьким вмістом біологічно - активних речовин (БАР). Дефіцит у продуктах есенціальних нутрієнтів сприяє поступовому розвитку обмінних порушень і хронічних захворювань у людини. Враховуючи зростаюче споживання населенням кондитерських виробів, дедалі пріоритетнішим стає створення БКВ оздоровчого призначення, збагачених вітамінами, мінеральними речовинами, харчовими волокнами [1, 2, 3].

Актуальність теми. Перспективним об'єктом модифікації з формуванням функціональних властивостей є продукти із злаків, у тому числі кондитерські вироби, які відносяться до продуктів постійного вжитку, асортимент яких в останній час активно збільшується. Особливу увагу вчені приділяють науковим розробкам виробів з використанням рослинної сировини з підвищеним вмістом фізіологічно-функціональних інгредієнтів (ФФІ), зокрема харчових волокон та пребіотиків. Тому створення нового асортименту здобного печива оздоровчого призначення з підвищеною харчовою та біологічною цінністю, зниженою калорійністю, збагаченого ФФІ, із застосуванням борошна солоду вівса (БСВ) та застосування рослинного полісахариду гуміарабіка «Fibregum», який має пребіотичні властивості є актуальним завданням для кондитерської галузі та має важливе соціальне значення.

Матеріали і методи. В якості об'єктів дослідження використовували борошно солоду вівса та додатковий структуроутворювач – гуміарабік «Fibregum™» у різних співвідношеннях. Методи досліджень – органолептичні, фізико-хімічні, структурно-механічні сировини та готових виробів визначали згідно із загальноприйнятими і спеціальними методиками.

Результати та обговорення. До нетрадиційної для кондитерської галузі сировини належать продукти переробки солоду зі злакових культур, які розроблені вченими НУХТ. Під час пророщування зерна відбувається активація ферментів, під дією яких проходять процеси гідролізу запасних речовин. При цьому в зерні накопичуються низькомолекулярні водорозчинні білки, амінокислоти, цукри, вітаміни тощо. Для визначення біологічної цінності продукту потрібно знати його амінокислотний склад, особливо незамінні амінокислоти. У зерні вівса велика кількість азотистих речовин знаходиться в формі високомолекулярних сполук, які під час пророщування під впливом протеолітичних ферментів гідролізується до низькомолекулярних та амінокислот.

Встановлено, що в борошні солоду вівса (БСВ) містить 18 амінокислот, загальна кількість – 11591 мг/100г, з них незамінних амінокислот – 3059 мг/100г (табл. 1). Співвідношення частини незамінних амінокислот до загальної кількості складає 26,4%.

У БСВ кількість вільних амінокислот збільшується в 2,1 раза порівняно з борошном вівсяним, з них незамінних вільних амінокислот в 2,87 раза. Найбільший приріст під час солодощення мали такі незамінні амінокислоти : лізин, треонін, пролін, валін, лейцин і фенілаланін.

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.

Таблиця 1 – Вміст амінокислот у борошні вівса та БСВ

Амінокислоти	Борошно вівсяне		БСВ	
	Кількість амінокислоти, мг/100 г			
	загальної	вільної	загальної	вільної
1	2	3	4	5
незамінні амінокислоти				
Валін	373	6	394	14
Ізолейцин	198	2	228	4
Лейцин	700	2	809	7
Лізин	420	6	494	20
Треонін	350	4	396	10
Метіонін	140	1	148	1
Фенілаланін	500	2	590	10
Кількість НАК	2681	23	3059	66
замінні амінокислоти				
Гістидин	185	6	171	13
Аргінін	440	9	458	25
ГАМК	–	4	17	11
Аспаргінова кислота	880	23	1342	13
Серин	600	4	626	11
Глютамінова кислота	2820	56	3108	64
Пролін	620	5	606	77
Гліцин	560	3	941	4
Аланін	590	9	709	20
Цистеїн	230	2	255	1
Тирозин	310	3	299	6
Кількість ЗАК	7235	124	8532	245
Загальна кількість АК	9916	147	11591	311
У тому числі НАК, %	27	18,5	26,4	21,2

Це свідчить про те, що у солоді містяться амілолітичні ферменти дуже в активному стані. Таким чином додавання борошна солоду вівса має сприяти зменшенню цукру у рецептурах здобного печива. На підставі проведених досліджень можна стверджувати, що повна чи часткова заміна пшеничного борошна на БСВ у виробництві здобного печива буде значно підвищувати його біологічну цінність.

Відомо, що споживач звертає увагу на привабливий вигляд, аромат, приємний смак виробу. Тому замінюючи пшеничне борошно на БСВ органолептичні показники якості печива оцінювали за такими диференційними показниками: флейвор, структура, колір, форма (табл. 2).

Зі збільшенням дозування БСВ структурні характеристики тіста погіршувалися, зокрема знижувалася гранична напруга зсуву (ГНЗ). Так, додавання 40 % БСВ знижувалась ГНЗ у 1,37 рази, 60 % БСВ – у 1,7 рази, за повної заміни пшеничного борошна на БСВ – у 1,85 рази. Тістові заготовки під час відсаджування не тримали форму і розпливалися. Оскільки, під час формування на відсаджувальних машинах ГНЗ тіста повинна бути у діапазоні 2,6 – 3,2 кПа, необхідно корегувати його рецептурний склад та технологічні режими приготування.

Проведені дослідження показали дуже низькі технологічні властивості БСВ. Зниження структурних властивостей тіста з додаванням БСВ можна пояснити відсутністю клейковинного комплексу у борошні солоду вівса та активністю протеолітичних ферментів.

Таблиця 2 – Органолептичні показники здобного печива з додаванням БСВ

Зразки	Диференційні показники				Органолептична оцінка, бали
	флейвор	структура	колір	форма	
Здобне печиво (контроль)	Характерний здобному печиву, дуже солодке	Розвинена пористість, крихке	Світло - жовтий	Форма фігурна, згідно з фільєрою	4,8
30 % БСВ	Зі слабо вираженим присмаком солоду, помірно солодке	Пористість більш розвинена, крихке	Світло коричневий	Форма фігурна, трохи розпливчаста	4,5
40 % БСВ	Приємний присмак солоду, помірно солодке	Пористість щільна, крихке	Світло коричневий	Форма фігурна, більш розпливчаста	4,5
60 % БСВ	Присмак вівсяного солоду, солодке.	Пористість більш щільна, дуже крихке	Помірно коричневий	Форма розпливчата	4,2
100 % БСВ	Присмак вівсяного солоду, більш солодке.	Дуже крихке	Коричневий	Не тримає форму філь'єри	3,8

Гуміарабік широко застосовується у різних харчових технологіях як харчова добавка з технологічними функціями стабілізатора дисперсних систем, регулятора структури і консистенції. Внесення гуміарабіку до рецептурного складу БКВ сприяє підвищенню пружно-пластичних властивостей тіста, поліпшує структуру готових виробів. З метою визначення доцільності застосування гуміарабіку для регулювання структурних властивостей тіста для здобного печива з додаванням БСВ був проведений комплекс досліджень визначення його технологічних властивостей

Для створення структури тіста з додаванням борошна солоду вівса з певними структурно-механічними властивостям додавали гуміарабік «Fibregum™» у кількості 1,0 – 3,0 % до рецептурного складу. Встановлено дозуванням гуміарабіку 2,5% до маси емульсії (1,0 % до маси тіста), БСВ – 40% до маси пшеничного борошна. Для тіста з повною заміною пшеничного борошна на БСВ кількість гуміарабіку становить 4,5 % до маси емульсії (1,8 % до маси тіста). Додаванням гуміарабіка збільшує граничну напругу зсуву, поліпшує структурно-механічні властивості здобного тіста.

Висновки. Застосування борошна з вівсяного солоду та гуміарабіка «Fibregum™» доцільно використовувати для поліпшення органолептичних показників якості здобного печива, підвищення його харчової та біологічної цінності, зниження калорійності.

Література

1. Вплив борошна пророщених злаків на якість і подовження терміну зберігання заварних пряників / В. Оболкіна, Г. Своєволіна, А. Дорохович [та ін.] // Харчова і переробна промисловість . – 2005 . – № 12 . – С. 22 – 23
2. Лозова, Т.М. Наукові основи формування споживних властивостей і зберігання якості борошняних кондитерських виробів : Монографія / Т.М. Лозова, І.В. Сирохман. – Л.: Вид – во Львів. комерц. акад., 2009. – 456 с.
3. Пащенко, Л. П. Новое печенье из овсяной муки / Л. П. Пащенко, В. Л. Коваль // Кондитерское производство. — 2007. — № 3. — С. 24-26.

УДК 664.653.124

Рачок В.В.

Теличкун В.І., к.т.н.

Теличкун Ю.С., к.т.н.

Національний університет харчових технологій (НУХТ), Київ, Україна

ЗАСТОСУВАННЯ ЕНЕРГООЩАДНИХ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ БЕЗПЕРЕРВНОГО ЗАМІШУВАННЯ ДРІЖДЖОВОГО ТІСТА

Вступ. У хлібопекарській промисловості спостерігається тенденція використання прискорених технологій тістоготування. Замішування тіста важлива технологічна операція, від якої у подальшому залежить якість готового виробу. Постає питання впровадження потокової механізованої лінії в складі якої буде тістомісильна машина безперервної дії. В практиці конструювання широкого використання набувають кулачкові робочі органи. Кулачкові робочі органи є ефективним інструментом для інтенсифікації процесу замішування дріжджового тіста.

Актуальність теми. Нові інноваційні досягнення в науці та техніці неодноразово показали сприятливий результат машин безперервної дії. На сьогодні актуальною є проблема безперервного замішування дріжджового тіста. Машини періодичної дії при замішуванні, займають багато часу та є економічно не ефективними.

Матеріали і методи. Нами розроблена експериментальна установка безперервної дії з двовальними робочими органами (рис.1), в якості змішувальних елементів були виготовлені та використовуються кулачкові робочі органи (рис2).

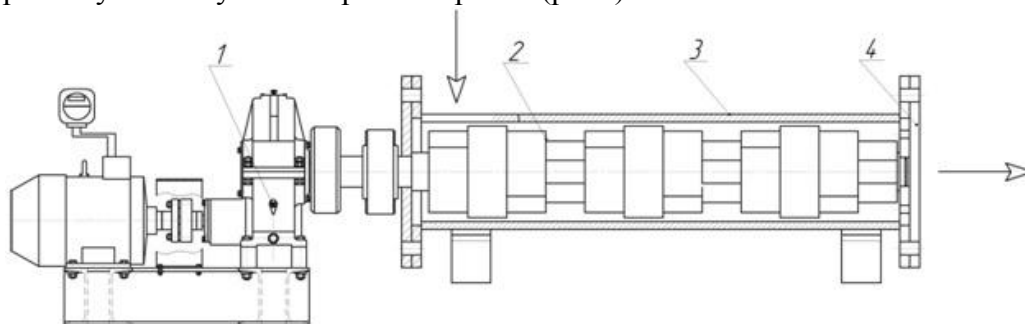


Рисунок 1 – Експериментальна установка: 1 - привід; 2 - кулачковий робочий орган; 3 - двовальний корпус; 4 - решітка для вивантаження тіста

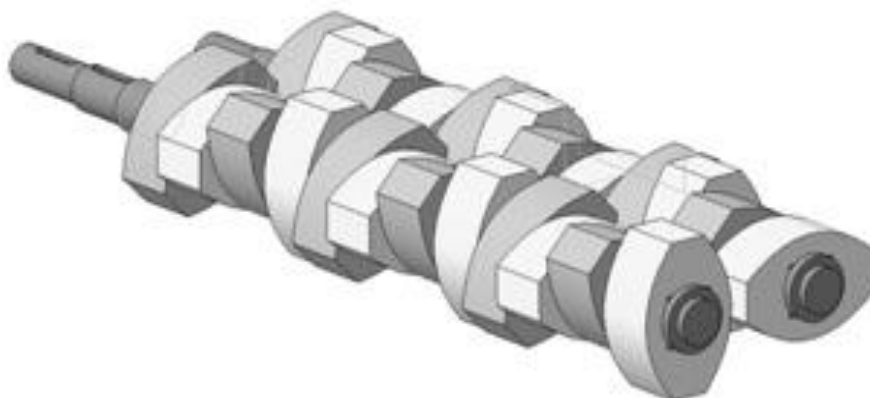


Рисунок 2 – Кулачкові робочі органи

Результати та обговорення. Згідно теорії продуктивності технологічні машини рівномірно-потокової дії є більш удосконаленими у порівнянні з машинами періодичної дії. Коефіцієнт безперервності, який визначається як відношення теоретичної продуктивності до технологічної, для таких машин наближається до 1, в той час, як для машин періодичної дії, він менше половини.

В процесі замішування тіста спостерігається спочатку змішування всіх компонентів в однорідну масу. Механічна дія сприяє прискоренню набухання білків і утворенню каркасу з клейковини, в результаті чого тісто набирає еластичності і фізичні властивості його покращуються. Подальше замішування робить тісто більш м'яким, однорідним, на вигляд більш сухим, високоеластичним, що забезпечує найвищу якість продукту.

Продовження замішування, підсилена механічна обробка тіста веде до розриву макромолекул клейковини з порушенням поперечних зв'язків, тісто втрачає еластичність, стає дуже розтягнутим і липким, що може призвести до погіршення структури м'якуша хліба, особливо при замішуванні тіста із слабого борошна.

При інтенсивній механічній обробці макромолекули клейковини під дією напруг, що виникають в тісті, частково руйнуються, але внаслідок внутрішньої перебудови структури знову відновлюються і клейковина набуває хорошої еластичності і пружності.

Інтенсивність замішування тіста, його структурно-механічні параметри та якісні показники готової продукції залежать від ступеня впливу робочого органу тістомісильної машини, його конфігурації та частоти обертання.

Проведені дослідження процесу замішування дріжджового тіста, визначені витрати питомої роботи в залежності від частоти обертання та зміну реологічних властивостей тіста, встановлено вплив режимів замішування на протікання наступних стадій технологічного процесу та якість готових виробів.

Кулачкові робочі органи забезпечують посилений механічний вплив на тістову масу під час замішування сприяють частковій дезагрегації макромолекул білків, відбувається їх перебудова, розриваються внутрішні та міжмолекулярні зв'язки, утворюються нові. Це покращує еластичність пшеничного тіста. Зростає гідроліз білків, гідролітичний розклад крохмалю, збільшується вміст водорозчинних речовин, зменшується в'язкість тіста, відбувається повніше набухання клейковини і крохмальних зерен, зменшується кількість вільної води, швидше формуються структурно-механічні властивості тіста. Завдяки підвищенню оклюзії кисень повітря інтенсивніше окислює пігменти борошна. Всі ці фактори сприяють прискореному дозріванню тіста.

Висновки. Використання кулачкових робочих органів забезпечує інтенсивний процес замішування тіста, скорочується тривалість процесу виробництва хліба, внаслідок чого стабілізується якість напівфабрикату та підвищується якість готового виробу в цілому.

В результаті використання машин безперервної дії, зменшуються енерговитрати, привід працює в умовах стабільного навантаження.

Застосування машин рівномірно-потокової дії дозволяє механізувати та автоматизувати виробничі процеси, виключити використання людської праці.

Література

1. Kudinova O., Kravchenko O., Lytovchenko I., Telychkun Y., Gubenia O., Telychkun V., Dovgun I. (2014), Modelling of process in twin-screw dough-mixing machines, *Journal of Food and Packaging Science, Technique and Technologies*, 5, pp. 64-68.
2. Oleksandr Kravchenko, Yuliya Telychkun, Volodymyr Telychkun (2014), Perfection of equipment for improvement of dough semi finished, *Ukrainian Journal of food science*, 2(1), pp. 81-88.
3. 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.

УДК 637.146.23

Науменко О.В., к.т.н.

Даниленко С.В., к.т.н.

Кігель Н.Ф., д.т.н.

Інститут продовольчих ресурсів (ІПР), м. Київ, Україна

ПРИНЦИПИ КОНСТРУЮВАННЯ ТА ЗАСТОСУВАННЯ ЗАКВАШУВАЛЬНИХ КУЛЬТУР ШРОВІТ

Безперечно, що для виробництва якісної ферментованої продукції, необхідно мати відповідні заквашувальні культури. Закваски є, напевно, найважливішим фактором, що визначає кінцеву якість та властивості того чи іншого продукту. За останні роки відбулися колосальні зміни на ринку заквашувальних культур. Так, всі ми знайомі з заквашувальними культурами прямого внесення, так званими DVS (Direct Vat Set) культурами європейських фірм Tegel (Франція), Chr.Hansen і VISBI (Данія), DSM Food Specialities (Голландія) та інш. Ці бакпрепарати, як правило, є багатокомпонентними (окремі містять до 10 штамів різних видів бактерій), універсальними (одна культура може бути застосована для виробництва різних продуктів), зручними у використанні (не потребують попередньої підготовки).

Необхідно зауважити, що на сьогодні виробники та споживачі висувають більші, суворіші вимоги до заквасок і ферментованої ними продукції, відповідно. Так, продукти, виготовлені з використанням закордонних DVS - культур, інколи дуже подібні між собою за органолептичними характеристиками та не забезпечують характерного оригінального смаку властивого конкретному типу національних продуктів. Необхідно також відзначити, що імпортовані бакпрепарати інколи містять генномодифіковані мікроорганізми, пролонгований вплив яких на організм людини не достатньо вивчено. Крім того споживачі все частіше надають перевагу “автентичним продуктам” (тобто справжнім). Тому і заквашувальні мікроорганізми, і продукти, вироблені за їх допомогою, повинні бути природними, звичними для харчового раціону людей певного регіону України. Широке впровадження закордонних бакпрепаратів обумовлено також недостатньою поінформованістю виробників стосовно сучасних вітчизняних розробок, відсутністю плідного спілкування між науковими підрозділами та виробниками, не достатнім висвітленням, рекламуванням і просуванням на ринок вітчизняних технологій заквашувальних культур.

Зважаючи на вищенаведені виклики сьогодення, розробка сучасних технологій нових заквашувальних препаратів є головним напрямом науково-дослідної роботи відділу біотехнології Інституту продовольчих ресурсів Національної академії аграрних наук. Науковцями відділу біотехнології створено вітчизняні заквашувальні культури (ЗК) прямого внесення, які вирізняються за складом мікрофлори і спектром функціональної активності, для виробництва різноманітних кисломолочних продуктів – як традиційних (сметани, сиру кисломолочного, ряжанки, кефіру), так і інноваційних, функціональних продуктів підвищеної біологічної активності з використанням пробіотичних штамів біфідо- та лактобактерій, які є ефективними засобами корегування мікрофлори організму людини та ліпідного обміну, знижують алергічні реакції, стимулюють імунну систему тощо.

При проведенні селекційних досліджень користувались низкою критеріїв (табл.1), згідно яких відібрали виключно з природних джерел, без застосування методів генної модифікації, високоактивні штами молочнокислих бактерій (насамперед *L. acidophilus*, *L. casei*, *S. thermophilus*), пропіоновокислих та біфідобактерій. Відібрані культури характеризувались жовчо- та кислоторезистентністю, високою антагоністичною та адгезивною активностями, здатністю знижувати вміст лактози та холестерину під час ферментації молока (див. табл. 2).

Таблиця 1 – Критерії відбору біологічно активних штамів до колекції

Технологічні	Функціональні
Здатність до розвитку у молоці	Джерело походження
Аеротолерантність	Стійкість до метаболітів травної системи: - HCl, NaCl, фенолу
Вид ферментації	
Стабільність кислотності за зберігання продукту	Адгезія до епітеліальних клітин
Рівень ферментативної активності	Колонізація шлунково-кишкового тракту
Забезпечення смаку та ароматичного букету під час виробництва та зберігання продукту	Утворення антибіотичних сполук
Конкурентоздатність зі сторонньою мікрофлорою	Антагонізм щодо патогенних та умовно патогенних бактерій
Ростові характеристики бактерій	Холестеразна активність
Здатність до спільного росту у композиціях	Безпека при використанні
Стійкість до технологічних операцій	Клінічно підтверджений вплив на здоров'я

Таблиця 2 – Основні показники біологічної активності культур

Показник	<i>L. casei</i>	<i>L. acidophilus</i>	<i>Bifidobacterium ssp.</i>	<i>S. thermophilus</i>
Зниження вмісту лактози, % ^{*)}	25,6-26,7	28,6-31,1	5,0-7,9	26,3 -25,5
Жовчостійкість, $K_{инг}$, %	0,89-0,92	0,75-0,88	0,78-0,97	0,60-0,66
Кислоторезистентність, %	78-81	65-70	20-40	52-56
Адгезія до НЕР-2, <i>IA</i>	1,43±0,24	0,36±0,18	2,19±0,24	0,99±0,14
Зниження рівня холестерину, % ^{*)}	58,6-64,0	21,2-25,8	10,5-15,0	28,9-35,4
Антагоністична активність, зона відсутності росту тест-культур у мм				
<i>Escherichia coli</i> 0113	28±1	18±1	10±1	12±1
<i>Proteus vulgaris</i> 2029	30±1	20±2	10±1	10±1
<i>Staphylococcus aureus</i> 209	30±1	12±1	12±2	7±1
<i>Enterococcus cloaceae</i>	30±1	19±1	9±1	10±1
<i>Shigella sonnei</i> 12S	30±1	10±1	11±1	9±1

Примітки: ^{*)} - від вихідного вмісту. Результати достовірні при $p=0,05$

В процесі виконання роботи одержано експериментальні дані щодо встановлення факту залежності антагоністичної, холестеразної та лактазної активностей лакто- і біфідобактерій від їх штамових особливостей та умов культивування. Також було виявлено різні типи взаємовідносин між досліджуваними штамми лакто- і біфідобактерій при їх сумісному вирощуванні (взаємне стимулювання, взаємне пригнічення, стимулювання молочнокислих бактерій біфідобактеріям, пригнічення біфідобактерій лактобактеріями), що є одним з головних критеріїв формування складу створених на їх основі бактеріальних композицій.

Найважливішим чинником створення ефективних заквашувальних культур є технологія застосування. Основними на сьогоднішній день є технології, що передбачають використання заквашувальних культур з високим рівнем біотехнологічної активності для безпосереднього сквашування молока, та технології збагачення готових продуктів концентратом клітин мікроорганізмів. Природно, що перший шлях є складнішим, оскільки для деяких, насамперед,

пробіотичних бактерій молоко не є природним середовищем мешкання. Для подальшого розвитку цього напряму молочної промисловості в Україні необхідне розширення вітчизняного ринку бактеріальних концентратів, які б забезпечували широкомасштабне використання обох типів технологій кисломолочних продуктів.

При виконанні роботи встановлено особливості розвитку інтестинальних та молочних штамів термофільних стрептококів за умов лабораторного та промислового культивування у різних за складом поживних середовищах. У результаті стало можливим корегування органолептичних характеристик молочних продуктів, виготовлених з використанням бактеріальних препаратів з пробіотичними властивостями, шляхом залучення до їх складу молочних штамів термофільних стрептококів з високими показниками ефективною в'язкості. За цією методологією створено більшість із розроблених нами ЗК, а саме, наприклад, ЗК ЛТС. До її складу введено "кишкові" штами *L. casei* та *L. acidophilus* з високим біологічним потенціалом, які було доповнено молочним стрептококом *S. thermophilus* на основі сумісності між ними та синергізму біологічної активності. Інший спосіб - модифікація бактеріальних композицій уведенням до їх складу штамів-пробіотиків. Таким чином підвищували їхню функціональну активність. Так, за цією методологією було створено ЗК для йогурту СІ-2 (додатково ввели пробіотичні штами виду *L. acidophilus*), ЗК МПК для біопростокваші (введено штам-пробіотик *L. casei*). При створенні біфідовмісних ЗК реалізували підхід, який базується на відтворенні природних асоціативних зв'язків біфідобактерій. Відомо, що основним симбіотом біфідобактерій в кишечнику є лактобактерії, які постачають необхідні для їхнього росту амінокислоти. Водночас біфідобактерії потребують для свого росту вітамін В₁₂, продуцентом якого в кишечнику є пропіоновокислі бактерії. Враховуючи вищевикладене, нові ЗК БТП-Ф і БАТП-Ф розробляли на основі комплексної композиції з біфідобактерій, молочнокислих та пропіоновокислих бактерій.

Створені ЗК можуть бути використані у різний спосіб – ферментацією молочної суміші або як збагачувачі сухих молочних продуктів.

Не менш важливим напрямом є застосування ЗК Іпровіт для приготування кисломолочних продуктів у домашніх умовах або вживання їх у чистому вигляді без сквашування. Бактеріальні закваски Іпровіт не тільки натуральні, але і абсолютно безпечні, оскільки обов'язково проходять перевірку за всіма показниками якості.

Висновки. Вилучено із природних джерел штами молочнокислих, пропіоновокислих та біфідобактерій з високим рівнем біологічної активності та перспективних для виробництва кисломолочних продуктів. Створено низку оригінальних вітчизняних ЗК з залученням біологічно активної мікрофлори, що характеризувались високим технологічним та функціональним потенціалом. Розроблено способи застосування нових ЗК: ферментацією молочної основи, збагачуванням рідких та сухих молочних продуктів, як біологічно активні добавки.

Література

1. Lantinen S., Ouwehand A., Salminen S., Wight A. Lactic acid bacteria microbiological and functional aspects. Fourth edition / CRC Press New York. – 2012. – P. 2-13.
2. Інструкція щодо організації виробничого мікробіологічного контролю на підприємствах молочної промисловості / НААН; Ін-т прод. Ресурсів НААН. – К.: ННЦ «ІАЕ». -2014. – 372 с.

УДК 665.37:542/543

Осейко М.І.¹, д.т.н., проф.

Левчук І.В.², к.т.н., с.н.с.

Кіщенко В.А.², к.т.н., с.н.с.

¹Національний університет харчових технологій (НУХТ), м. Київ, Україна

²ДП «Укрметртестстандарт», м. Київ, Україна

СИСТЕМА КТІОЛ-I: ЕКОЛОГО-АНАЛІТИЧНІ АСПЕКТИ ІННОВАЦІЙНОГО СПОСОБУ ВИЯВЛЕННЯ ФТАЛАТІВ ЩОДО БЕЗПЕКИ І КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ПРОДУКЦІЇ ОЛІЄЖИРОВОЇ ГАЛУЗІ

Вступ. Система КТІОЛ-I (Комплексні Технології, Інжиніринг, Обладнання, Лінії) на першому етапі була спрямована на синтез нових ліпидовмісних продуктів (оліє-жировоскозамінників КТІОЛ) з наноструктурою для використання в області високих тисків і імпорт заміщення продуктів спеціального призначення [1]. Зазначимо, що у подальшому, виходячи зі системних інноваційних досліджень продуктів і добавок функціонального призначення, екологічних (довкілля) і ендоекологічних аспектів здоров'я Особистості, запропоновано систему КТІОЛ-II (Комплексна Терапія (технологія) Індивідуального Оздоровлення Людини) [2].

Актуальність теми. Глобальне забруднення навколишнього середовища і несприятлива екологічна ситуація обумовлюють необхідність постійного еколого-аналітичного контролю забруднення води та накопичення небезпечних сполук у ґрунті, воді і можливого забруднення харчових продуктів. Перелік контрольованих забруднювачів в об'єктах довкілля постійно розширюється, що у свою чергу вимагає розробки нових методів і методик виконання вимірювань (МВВ). Це дозволить визначати з необхідною точністю і надійністю небезпечні для людини сполуки. Є очевидним, що створення ефективної системи моніторингу показників безпеки стає все більш складною і багато плановою проблемою [3-5].

Джерелом викидів фталатів у навколишнє середовище є підприємства, які займаються виробництвом або використовують у виробництві полімерні матеріали промислового, побутового, медичного та харчового призначення. У багатьох країнах світу встановлено вимоги для полімерних матеріалів, що контактують з харчовими продуктами (пакувальна плівка, шланги, тара для зберігання і транспортування продовольчих товарів).

Ді (2-етилгексил) фталат через його розчинність в оліях застосовується тільки у матеріалах для пакування свіжих овочів, фруктів і інших продуктів з високим вмістом вологи і для водножирових емульсій зі вмістом олії до 5%. Тара, що містить ді(2-етилгексил) фталат, в деяких Європейських країнах заборонена для упаковки рослинних олій, майонезу, маргарину, вершкового масла, сирів.

У навколишнє середовище фталати надходять у результаті їх виробництва, переробки та у результаті повсюдного використання пластмас у товарах побутового споживання. Здатність до міграції з полімерів у навколишнє середовище і харчові продукти - особливість фталатів, яка слугувала причиною їх включення до списку пріоритетних органічних забруднювачів [6,7].

При гострому впливі на організм людини фталати малотоксичні, але в умовах тривалого надходження в організм вони кумулюються і можуть викликати хронічні захворювання [8].

Тому актуальною науковою проблемою є розробка методики виявлення фталатів, яка б дозволила в рамках одного дослідження отримувати найбільш повну інформацію про забрудненість зразка фталатами. Розробка інноваційних МВВ сприятиме підвищенню конкурентоспроможності харчової продукції щодо сучасних вимог безпеки, якості і споживацької цінності.

Матеріали та методи. У дослідженнях для вилучення фталатів з матриці використано реактиви (чисті речовини, стандартні розчини) виробництва Sigma-Aldrich, розчинники:

етилацетат, метиленхлорид і гексан. Неорганічні сорбенти: оксид алюмінію і флорісил, обернено фазний матеріал RP-18.

Вилучення фталатів виконано при екстракції в системі рідина- рідина, очищення – методом твердо фазної екстракції.

Хроматографічні дослідження виконано в системі: газовий хроматограф «Agilent 6890N» / мас-селективний детектор «Agilent 5973N».

Результати та обговорення. У результаті аналізу стандартного способу хроматографічного визначення фталатів у воді [8] і практики його застосування виявлено еколого- аналітичні та інноваційні аспекти і окремі критичні точки.

Пробопідготовка [8] включає вилучення фталатів із води твердофазною екстракцією з використанням сорбента і органічного розчинника. Далі виконується газохроматографічне розділення проби, ідентифікація і кількісне визначення фталатів.

Вихідна проба води пропускається через колонку, що містить обернено фазний матеріал RP-18, для адсорбційного вилучення фталатів. Колонка просушується азотом для зневоднення та елююється етилацетатом для екстракції фталатів. Отриманий екстракт очищається на колонці з оксидом алюмінію. Підготовлена проба вводиться у хроматограф.

У результаті попередніх аналітичних досліджень було виявлено: недостатню ефективність умов вилучання фталатів із вихідної проби води; значні загальні витрати щодо пробопідготовки і хроматографічного аналізу проб; практичну недоступність способу для більшості аналітичних лабораторій підприємств і організацій в Україні.

При виконанні системних досліджень виявлено нове технічне рішення щодо способу підготовки проб матриць (води та водних екстрактів) і хроматографічного визначення фталатів.

Вилучення фталатів із води чи водних екстрактів виконується рідин-рідинною та твердофазною екстракцією з використанням у якості розчинника гексану і метиленхлориду відповідно, у якості сорбента - флорісилу, упарений залишок екстракту розчиняється у гексані.

Вихідна проба води чи водного екстракту екстрагується гексаном при заданому об'ємному співвідношенні, екстракт упарюється за температури не більше 35°C до 1 мл.

Упарений екстракт для очищення пропускається через колонку, що містить флорісил. Елюювання фталатів із флорісилу здійснюється метиленхлоридом при їхньому визначеному співвідношенні. Екстракт упарюється до безводного органічного залишку та розчиняється в 1 мл гексану. Підготовлена проба вводиться у хроматограф.

Основна складність аналізу фталатів полягає у високій ймовірності забруднення зразка «вторинними» фталатами з лабораторного фону. Тому процедура визначення фталатів повинна бути орієнтована на використання мінімальної кількості реактивів і матеріалів. Це досить складно при їх визначенні в зразках води, олієжировмісних стічних водах, рослинній олії та олієжировмісних продуктах.

При цьому процес аналізу має включати ряд обов'язкових етапів:

- 1) відбір проби;
- 2) виділення речовин, що визначаються, з матриці (екстракція);
- 3) очистка екстракту від заважаючих компонентів;
- 4) аналіз концентратів, отриманих після очистки екстракту.

У цьому випадку процедура очищення екстракту повинна забезпечувати з одного боку - максимально повне видалення компонентів з матриці (проби), з іншого - збереження всіх цільових сполук.

Встановлено, що з флорісилу аналіти кількісно елююються тільки чистим метиленхлоридом. Ні в одній з фракцій, отриманих з оксиду алюмінію, аналіти не були виявлені. Запропонована схема очистки випробувана на модельних розчинах фталатів з добавкою. Необхідно враховувати, що процес підготовки проби неминуче призводить до додаткових забруднень зразка внутрішньо лабораторними фталатами, тому аналіз «холостої

проби» є обов'язковим. Ідентифікуються фталати за абсолютним часом утримування, відхилення яких від встановлених при градуванні не перевищує 1.5%.

Хроматографічне розділення фталатів проведено на капілярній колонці HP-5MS довжиною 30 м з внутрішнім діаметром 0.25 мм і товщиною плівки нерухомої фази 0.25 мкм, газ-носії гелій.

Для ідентифікації отримані спектри порівнювали з позиціями у бібліотеках даних. Використовували дві аналітичні електронні бібліотеки даних NIST і AMDIS [10]. Використання мас-спектрометрії для підтвердження та ідентифікації речовин має високу результативність і приймається у сучасних аналітичних дослідженнях як основний метод.

З високою імовірністю за двома бібліотеками даних у складі екстракту олії нерафінованої було ідентифіковано 12 хімічних сполук, з них сполуки №№ 2 (діметилфталат), 3 (діетилфталат), 8 (діізобутилфталат), 9 (ді-п-бутилфталат), 12 (Біс (2-етилгексил) фталат).

Значна кількість фталатів була виявлена нами у зразку олії нерафінованої. При подальших аналітичних дослідженнях встановлено, що наявність фталатів у соняшниковій олії вагомий внесок вносить їх міграція з пакувального матеріалу та внутрішньо лабораторна забрудненість екстракту зразка олії. Про це свідчить скринінг «холостого зразку» на наявність забруднювачів (лабораторна забрудненість). Враховуючи високу ймовірність присутності в оліях та олієжировмісних продуктах сполук, що заважають визначенню фталатів (наприклад, мінеральні оливи, коекстрактивні речовини), розроблено процедуру очищення забруднених зразків.

Висновок. На основі системних еколого-аналітичних досліджень розроблено інноваційний спосіб виявлення фталатів у воді і водних екстрактах щодо безпеки і конкурентоспроможності оліє-жирової продукції.

Література

1. Осейко, М. І. Технологія рослинних олій [Текст] /М. І. Осейко. — К.: Варта, 2006. — 280 с.
2. Осейко, М.І. Система КТЮЛ: методологія техне самовизначення і самореалізації в інноваційних технологіях і оздоровленні особистості [Текст] /М.І. Осейко, В.І. Шевчик, І.В. Левчук / Виховна робота у ВНЗ – невід'ємна складова підготовки високо кваліфікованих фахівців: традиції та новаторство: Всеукраїнська наук.-метод. конф., м. Київ, 21 листопада 2013 р.: матеріали. — К.: НУХТ, 2013. — С. 68-69.
3. WHO 1992: Diethylhexyl phthalate, Environmental Health Criteria 131.
4. Hubert W.W., Grasl-Kraupp B., Schulte-Hermann R. /Critical Rev. in Toxicol., 1996. —26:365-481.
5. В.Н. Майстренко, Н.А. Ключев. Эколого-аналитический мониторинг стойких органических загрязнителей [Текст] //М: Изд. «Бином. Лаборатория знаний». — 2004. — 323с.
6. Михеева А.Ю. Особенности анализа фталатов в различных типах вод [Текст] //Материалы II Всероссийской конференции «Аналитика России». Краснодар. – 2007. — С. 324.
7. George C. and Prest H. (2001) Agilent Application note 5988-2244EN: to be downloaded from www.agilent.com.
8. IUPAC. Compendium of Chemical Terminology, 2nd ed. (the "Gold Book"). Compiled by A. D. McNaught and A. Wilkinson. Blackwell Scientific Publications, Oxford (1997). XML on-line corrected version: <http://goldbook.iupac.org> (2006-) created by M. Nic, J. Jirat, B. Kosata; updates compiled by A. Jenkins. ISBN 0-9678550-9-8. doi:10.1351/goldbook
9. ДСТУ ISO 18856:2012. Якість води. Визначення певних фталатів методами газової хроматографії та мас-спектрометрії.
10. The NIST 11 Mass Spectral Library (NIST11/2011/EPA/NIH) and NIST 08 (NIST08/2008)/ <http://www.sisweb.com/software/ms/nist.htm>.

Управління внутрішнім опором дифузії вологи зміненням тиску внутрішньокапілярних газів

Анотація: обґрунтовано гіпотезу зменшення внутрішньо капілярного опору дифузії вологи зміненням тиску внутрішньо капілярних газів, обґрунтовано способи змінення тиску внутрішньо капілярних газів заданим їх вмістом, експериментально доведено теоретично обґрунтовану гіпотезу та отримано напівемпіричні рівняння управління внутрішньо капілярним опором дифузії заданим зміненням внутрішньо капілярного тиску газів для малорухомого шару зерна товщиною 0,22 ... 0,34 м.

Ключові слова: зерно, вологість, зневоднення, опір дифузії, внутрішньо капілярні гази.

Annotation the hypothesis of reduction inwardly of capillary resistance of diffusion of moisture is reasonable by the change of pressure inwardly capillary gases, the methods of change of pressure are reasonable inwardly capillary gases by set their content, an in theory reasonable hypothesis is experimentally well-proven and semiempiric equalizations of management are got inwardly by capillary resistance of diffusion by the set change inwardly of capillary pressure of gases for the not mobile layer of grain in 0,22 .0,34 m. thick.

The keywords: grain, humidity, dehydration, resistance of diffusion, inwardly capillary gases.

В структурі енерговитрат зневоднення капілярно-пористих тіл частка витрат на подолання внутрішньо капілярного опору дифузії вологи може становити від нуля, для поверхневої вологи, до 300...600 % і більше, для віддаленої від поверхневого шару вологи різних за розмірів тіл та швидкості зневоднення. Наведені значення вказані для капілярно-пористих колоїдних тіл із розмірами капілярів меншими від 10^{-7} та вологи із порівняно невеликою енергією зв'язку, як механічно-утримуюмої, осматично- чи капілярно-утримуюмої вологи та частково для утримуюмої поверхневими силами.

Очевидно, що вказані співвідношення енерговитрат зневоднення подібні і іншим капілярно-пористим тілам, як глина, торф, деревина, фарфор, ґрунт, хлібо-булочні та макаронні вироби. Проте в подальших дослідженнях нами будуть розглянуті способи управління внутрішнім опором внутрішньо капілярної дифузії лише для динамічних білково-вуглеводних систем у яких мають місце перебіг окислювально-відновлювальних процесів десинтезу вуглеводно-білкових комплексів із утворенням значної кількості вуглекислого газу, води та виділенням енергії які узагальнено отримали назву «аеробного» та «анаеробного» дихання. До таких тіл відносяться плоди зерно-бобових та олійних культур, продукти їх переробки, тощо.

Для побудови програми досліджень нами було обґрунтовано гіпотезу щодо можливості впливу продуктів життєдіяльності білково-вуглеводних систем на внутрішньо капілярний тиск цих систем, або тіл, та енергію течії пари в капілярах цих тіл. Інакше кажучи, управляючи активністю процесів життєдіяльності вологих капілярно-пористих колоїдних тіл на початковому етапі підготовки цих тіл до зневоднення, можна управляти внутрішньокапілярним тиском газів які і можуть змінювати градієнт тиску капілярів системи «внутрішні шари тіла зернини – доквілля» створенням надлишкового внутрішньо капілярного тиску який і мігби спричиняти «витисненню» парів (вологи) із внутрішніх шарів зневоджуваного тіла в доквілля.

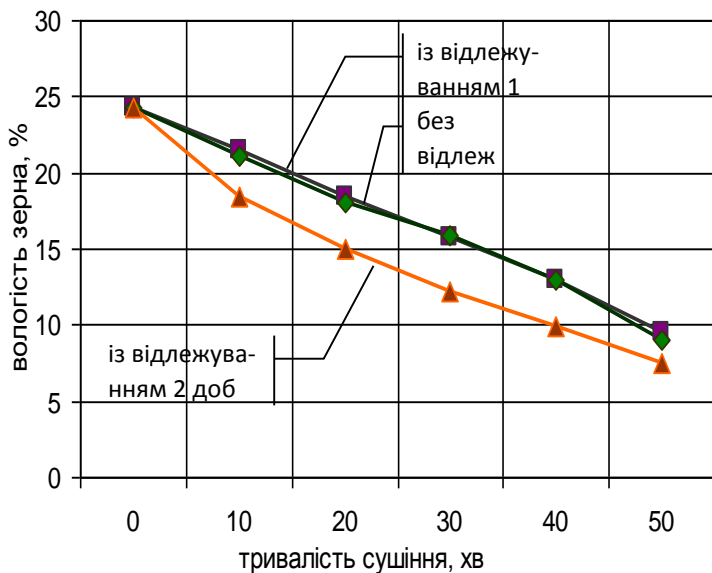


Рисунок 1 – Кінетика сушіння зерна із зміненим вмістом внутрішньокапілярних газів

В наших дослідженнях нами було виділено два способи управління внутрішньо капілярним тиском газів температурою зневоджуваного тіла та тривалістю біохімічного розщеплення вуглеводних комплексів цих тіл.

За результатами досліджень впливу вмісту внутрішньо капілярних газів в тілі зернини на процеси між фазового тепловогообміну встановлено суттєвий вплив вмісту цих газів із швидкістю вологообміну (рис.1) та незначний вплив із швидкістю нагрівання тіла зернин (рис.2). Особливо помітний вплив тиску внутрішньо капілярних газів на початковому етапі зневоднення (рис.1).

Дослідження впливу тиску внутрішньокапілярних газів зернини

на тепловологообмінні процеси міжфазової взаємодії виконували в 2 етапи:

1-й етап – змінням вмісту внутрішньокапілярних газів зернини;

2-й – змінням температури цих газів.

Тиск внутрішньо капілярних газів змінювали вмістом і температурою цих газів. При цьому їх вміст змінювали використанням особливостей процесу аеробного дихання зерна в нормальних умовах (атмосферний тиск, температура і відносна вологість довкілля та доступ повітря довкілля до шару зерна).

Інтенсивність утворення внутрішньокапілярних газів пов'язували із вологовмістом та температурою тіла зернини.

Зневоднювали зразки зерна робочими газами температурою $t_1=80, 100$ та 120 °C впродовж 0...50 хв при швидкості течії робочих газів $v=0,19$ м/с, а спосіб підведення робочих газів приймали «під розрідженням».

Результати досліджень наведено на рис.1, 2.

Для контрольного та дослідного зразків зневоджуваного зерна початкової вологості $W_0=40$ % із переміним тиском внутрішньо капілярних

газів отримано напівемпіричні рівняння сушіння та нагрівання шару зерна товщиною 0,24 м:

а) для контрольного зразку зерна:

$$\left(\frac{\partial W}{\partial \tau}\right) = -0,001 \cdot \tau^2 + 0,002 \cdot \tau + 0,29, \quad (1)$$

$$\left(\frac{\partial\theta}{\partial\tau}\right)=0,213\cdot\tau^2-1,94\cdot\tau+5,14, \quad (2)$$

б) дослідного, із незначним додатково створеним тиском внутрішньо капілярних газів:

$$\left(\frac{\partial W}{\partial\tau}\right)=0,0043\cdot\tau^2-0,0537\cdot\tau+0,392, \quad (3)$$

$$\left(\frac{\partial\theta}{\partial\tau}\right)=0,8\cdot\tau^2-6,56\cdot\tau+13,36, \quad (4)$$

в) дослідного, із суттєво підвищеним тиском внутрішньо капілярних газів:

$$\left(\frac{\partial W}{\partial\tau}\right)=0,031\cdot\tau^2-0,27\cdot\tau+0,81, \quad (5)$$

$$\left(\frac{\partial\theta}{\partial\tau}\right)=0,75\cdot\tau^2-6,29\cdot\tau+12,99, \quad (6).$$

Висновки. Змінням тиску внутрішньо капілярних газів капілярно-пористих колоїдних тіл можна суттєво, до 35...45 % інтенсифікувати міжфазовий вологообмін, до 30...40% зменшити енерговитрати зневоднення малорухомого шару зерна різної товщини – від 0,150...0,220 м, вітчизняних конструкцій зерносушарок, до 0,305...0,420 м – зерносушарок провідних іноземних компаній;

Тиск внутрішньо капілярних газів капілярно-пористих колоїдних тіл несуттєво впливає на кінетику нагрівання шару зерна;

Отримані напівемпіричні рівняння міжфазового тепло- і вологообміну малорухомого шару зерна вологістю до 40 % і товщиною 0,22 м дозволяють більш раціонально зневоджувати вологе зерно, що дозволяє прискорювати тривалість сушіння до 35...45 % зерна різної вологості і розмірів тіла зернини;

Розроблено практичні рекомендації для виробничого застосування конвективного зневоднення малорухомого шару зерна товщиною 0,22...0,34 м способом змінення тиску внутрішньо капілярних газів капілярно-пористих колоїдних тіл.

Література

1. Флауменбаум Б.Л. Основы консервирования пищевых продуктов / Б.Л. Флауменбаум, С.С. Танчев, М.А.Гришин // М.: Агропромиздат., – 1986. – 494 с.;
2. Гапонюк І.І. Удосконалення технології сушіння зерна. [Монографія] – Одеса.: Поліграф, 2009. – 182 с.;
3. Бурдо О.Г. Енергетика харчових нанотехнологій // Наукові праці ОДАХТ, 2003. – № 27. – С. 192 –198;
4. Остапчук М.В. Наукові основи процесів зберігання зерна // Наукові праці ОНАХТ, вип. 29. т.2. – С. 58–62;
5. Roberson G.H. Wheat Proteins Extracted from Flour and Batter with Aqueous Ethand at Sub ambient Tempertures / G.H.Roberson, T.K.Cao, W.I. Orts // Cereal Chemistry. – 2007. – vol.84. № 5. – P.497-501;
6. <http://agropost.com.ua/elevators>.

УПРАВЛІННЯ МІЖФАЗОВИМ ТЕПЛОВОЛОГООБМІНОМ НЕРУХОМОГО ШАРУ ЗЕРНА ВОЛОГІСТЮ РОБОЧИХ ГАЗІВ

Анотація: виконано аналіз параметрів відпрацьованих робочих газів зерносушильних агрегатів, досліджено особливості використання теплоти відпрацьованих робочих газів різного вологовмісту, обґрунтовано режими та підтверджено умови між фазової взаємодії нерухомого шару зерна від параметрів відпрацьованих газів за яких критерій Кірпічова набуває найменших, а Нусельта найбільших значень.

Ключові слова: зерно, теплообмін, зневоднення, енерго-ощадність, інтенсивність.

Annotation: the analysis of parameters of exhaust working gases of aggregates of drying of grain is executed, the features of the use of warmth of exhaust working gases of different content of moisture are investigational, the modes are reasonable and terms are confirmed between phase co-operation of immobile layer of grain from the parameters of exhaust gases for that the criterion of Kirpicheva acquires the least, and Nuselt of most values.

The keywords: grain, heat exchange, dehydration, economy of energy, intensity.

Зважаючи на степеневу залежність швидкості зневоднення зерна ($dW/d\tau$) від його температури ($d\theta$), нами було обґрунтовано та апробовано в стендових умовах енергоощадний спосіб інтенсифікації вгнутрішньокапілярної дифузії вологи збільшенням рушійного потенціалу вологообміну фазових середовищ. Для цього було обґрунтовано ідею використання теплоти робочих газів підвищеного вологовмісту для попереднього нагрівання малорухомого шару вологого зерна. Очевидно, що за умов підвищеного вологовмісту робочих газів та різниці температур фазових середовищ між фазовий вологообмін буде мінімальним, а теплообмін – максимальним. При цьому відомо графоаналітичні та емпіричні способи встановлення граничних умов вологовмісту фазових середовищ різної температури за яких вологообмін буде мінімальним [1 – 4].

Досить зручно в практичній діяльності характеризувати співвідношення кількості теплоти на зневоднення вологих матеріалів до теплоти на їх нагрівання критерієм Косовича (K_0).

При конвективному тепловологообміні вологого зерна (θ_0, W_0) із відпрацьованими робочими газами (t_2, d_2) його вологість може збільшуватись, або залишатись незмінною. За умов незначної різниці температур фазових середовищ волога переміщається під дією градієнту рівноважного вологовмісту та зерна [1 – 3].

За умов значної різниці температур фазових середовищ та незначної відмінності вологовмісту цих середовищ ($\delta t = (t_2 - \theta_0) \gg 0$, $\delta W = (W_0 - W_{pivn}) \leq 0$), при зустрічних градієнтах теплоти та вологи, домінуючу роль на дифузю вологи відіграють енергетичні стани цієї вологи поверхневих шарів [5], і зі збільшенням парціального тиску пари капілярів периферійних шарів зернини, зерно може не зволожуватися.

Для встановлення кінетики тепло- і вологообміну міжфазових середовищ газами підвищеного вологовмісту параметрами близькими до відпрацьованих робочих газів зерносушильного агрегату, нами були виконані експериментальні дослідження.

Кінетику тепловологообміну встановлювали для зразків зерна пшениці продовольчої 4 кл, об'ємної ваги 797 г/л, із вмістом смітної домішки – 0,42%, вмістом сирової клейковини – 19,6%, якість клейковини по ІДК 95 група якості – 11.

Вологовміст відпрацьованих робочих газів d_2 (г/кг) приймали для гірших умов міжфазового тепловологообміну, тобто перевищення їх вологонасиченості на 30% та пониженої температури на 10 – 15 °С від фактичних для шахтних прямотечійних зерносушарок.

Результати представлено в табл.1 для зразків вологого зерна пшениці.

За змінних параметрів робочих газів (t_2 , d_2), швидкість нагрівання зерна пшениці коливалась в діапазоні $d\theta/d\tau = 4,5 - 6,5$ (°C/хв.). Більші значення швидкості нагрівання зерна відповідають умовам більшої різниці температури фазових середовищ та швидкості течії газів.

При міжфазовому теплообміні газу охолоджуються, а зерно нагрівається. Із охолодженням газів зменшується їх вологопоглинаюча спроможність, що за певних обставин (перевищення повного насичення вологою газів, тобто $\varphi \geq 100$ %) може спричинити конденсацію вологи на поверхню шарів зерна.

Оскільки в наведених дослідженнях вологість газів становила $\varphi \approx 100$ %, 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 величині конденсату $\delta W_{\text{конд}}$ ($W_p = W_0 + \delta W_{\text{конд}}$). Величину конденсату $\delta W_{\text{конд}}$ встановлювали по добутку різниці вологовмісту газів при їх температурі до шару зерна t_2 (d_t) та середнього шару зерна θ_i на продуктивність газів L (м³/хв):

$$M_{\text{конд}} = (d_t - d_{\theta}) \cdot L, \quad (1)$$

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_t), температури зерна (θ) та шкали рівноважної вологості [1, 4] можна встановити градієнт вологи. Майже на всьому проміжку зростання температури зерна θ_i (6 °C < θ < 28 °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 $\delta W_{\text{конденс}}$ (табл. 1). А із збільшенням швидкості течії робочих газів кінцева вологість зерна порівняно із розрахунковими значеннями зменшувалась.

Із врахуванням конструктивних особливостей шахтних зерносушарок та газопроводів з підведення відпрацьованих газів для повторного використання їх теплоти, втрати теплоти можуть становити від 7% [3] до 15% [1, 6]. Для наведених розрахунків економічної доцільності використання теплоти цих газів приймемо найбільші втрати теплоти, а температуру відпрацьованих газів найменшою, з урахуванням чого розрахункова температура перед шаром зерна буде становити: $t_2 = 26 - 28$ °C. Відносну вологість відпрацьованих газів φ_2 , з урахуванням найінтенсивнішого вологообміну та зменшення їх температури при транспортуванні, приймемо $\varphi_2 \approx 100$ %, із відповідним вологовмістом $d_2 = 20 - 21$ г/м³.

При міжфазовій взаємодії, зерно можна нагріти до температури газів $\theta_1 = 26 - 28$ °C і одночасно із цим воно може додатково зволожитися на $\delta W = 0,5 - 1,5$ % (табл. 1).

Для нагрівання зерна до температури відпрацьованих газів необхідно витратити теплоту $Q_{\delta\theta}$, яку можна розрахувати за формулою [1, 3 - 5]:

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

де G – маса зерна, кг; c_0 – питома теплоємність зерна при вологості W_0 , кДж/(кг·К); θ_0 і θ_1 – кінцева та початкова температура зерна, °C.

Витрати теплоти на висушування додаткової вологи зерна, що може зволожитися при вологообміні із відпрацьованими газами під час його нагрівання можна розрахувати за відомою формулою [1, 3, 4]:

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

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

В останніх колонках табл.1 наведено розрахункові дані витрат теплоти на нагрівання та сушіння зерна пшениці в умовах міжфазової взаємодії.

Таблиця 1 – Вплив параметрів газів на тепловологообмінні процеси зерна пшениці

Тривалість взаємодії, $t, \text{хв.}$	Параметри газів				Параметри зерна					Баланс теплоти, кДж/кг:		
	$t_2, ^\circ\text{C}$	$d_2, \text{г/м}^3$	$\varphi_2, \%$	$v_2, \text{м/с}$	$\theta_{\text{серед. шару}}$	$\delta\theta$	$W_{\text{факт}}$	$\delta W_{\text{факт}}$	$W_{\text{розра.}}$	$\delta Q_{\delta\theta}$ нагрівання	$\delta Q_{\delta W}$ сушіння	$\delta Q = \delta Q_{\delta\theta} - \delta Q_{\delta W}$
0	28	22,5	100	1,7	6	0	20	0	20	74,8	24,9	50
1	28	22,5	100	1,7	23	17	20,6	0,6	21,2			
2	28	22,5	100	1,7	27	21	20,9	0,9	21,4			
3	28	22,5	100	1,7	28	22	21,0	1,0	21,4			
5	28	22,5	100	1,7	28	22	21,0	1,0	21,4			
0	26	20,5	100	1,7	10	0	22,5	0	22,5	47,6	20,0	27,6
1	26	20,5	100	1,7	16	6	22,8	0,3	23,0			
2	26	20,5	100	1,7	21	11	23,1	0,6	23,2			
3	26	20,5	100	1,7	24	14	23,2	0,7	23,5			
4	26	20,5	100	1,7	24	14	23,3	0,8	23,6			
0	27	21	100	4,3	11	0	22,5	0	22,5	54,4	25,2	29
1	27	21	100	4,3	23	12	22,9	0,4	24,8			
3	27	21	100	4,3	25	14	23,2	0,7	26,0			
5	27	21	100	4,3	27	16	23,4	0,9	26,7			
7	--	--	--	--	27	16	23,5	1,0	--			
0	28	22	100	4,3	11	0	25	0	25	40,8	20,1	21
1	28	22	100	4,3	23	12	25,3	0,3	27,5			
2	28	22	100	4,3	25	14	25,6	0,6	28,3			
3	28	22	100	4,3	27	16	25,7	0,7	28,8			
4	28	22	100	4,3	28	17	25,7	0,7	29,0			
6	--	--	--	--	28	17	25,8	0,8	--			
0	28	22,5	100	4,3	17	0	17,5	0	17,5	34,0	12,2	22
2	28	22,5	100	4,3	26	9	17,8	0,3	21,0			
5	28	22,5	100	4,3	27,5	10,5	17,9	0,4	22,1			
8	28	22,5	100	4,3	28	11	18,0	0,5	22,7			

Висновки. При міжфазовій взаємодії газами підвищеної волого- та теплоємності можна керувати градієнтом вологоємності швидкістю течії робочих газів та станом рухомості шару зерна. Теоретично обґрунтовано та апробовано енергоощадний спосіб інтенсифікації знегоднення малорухомого шару зерна товщиною 0,2...0,3 м попереднім його нагріванням за мі німальних значень критерія Косовича ($Ko = 3...5$).

Література

1. Лыков А.В. Тепломассообмен (Справочник)// – М.: Энергия. 1972. – 560 с.
2. Малин Н.И. Энергосберегающая сушка зерна// – М.: КолоСС, 2004. – 240 с.
3. Флауменбаум Б.Л. Основы консервирования пищевых продуктов / Б.Л. Флауменбаум, С.С. Танчев, М.А.Гришин // М.: Агропромиздат., – 1986. – 494 с.
4. Остапчук М.В. Наукові основи процесів зберігання зерна // Наукові праці ОНАХТ, вип. 29. т.2. – С. 58–62.
5. Гапонюк І.І. Удосконалення технології сушіння зерна. [Монографія] – Одеса.: Поліграф, 2009. – 182 с.

УДК 664.723:005.591.6

Гапонюк І.І., д.т.н., проф.

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

Гапонюк О.І., д.т.н., проф.

Одеська національна академія харчових технологій (ОНАХТ), м. Одеса, Україна

ПРОГРЕСИВНІ РІШЕННЯ ЗНЕПИЛЮЮЧИХ УСТАНОВОК

Анотація: наведено методики розрахунків аспіраційних систем та ефективності роботи пилоочисного устаткування, наведено конструктивні особливості знепилюючих пристроїв та способи їх компонування зернозаготівельних та зернопереробних підприємств.

Ключові слова: пил, системи знепилення, аспірація, санітарні норми, зерно.

Annotation methodologies over of calculations of the aspiration systems and efficiency of work of equipment of cleaning of air are brought from a dust, structural features over of devices of cleaning of air and methods of their arrangement of enterprises are brought from a purveyance and processing of grain.

The keywords: dust, systems of cleaning of air from a dust, aspiration, sanitary norms, grain.

Аспіраційні установки (АУ) є складовою і невід'ємною частиною транспортно-технологічних ліній підприємств зі зберігання та переробки зерна. Принципи проектування аспіраційних установок передбачають компоновку основних елементів, вибір раціональних режимів функціонування аспіраційних відборів у тісному зв'язку з технологічною схемою та фізичними властивостями продуктових та повітряних потоків. Основною метою надійного функціонування аспіраційної системи є створення та підтримка в устаткуванні та ємностях заданого розрідження (вакууму), що виключає проникнення пилоповітряних потоків у приміщення робочої зони, а знепилені повітряні потоки не спричиняють забруднення довкілля від вище встановлених норм [2].

Складність досягнення вказаної мети пов'язано із значними обсягами аспіраційних відборів, надмірними концентраціями пило-повітряних сумішей та із-за недостатньої ефективності роботи більшості типів пилоочисного устаткування. Виробничими дослідженнями вітчизняних та закордонних науковців встановлено, що на одну тону виробленої продукції транспортується та очищується до 10 тонн повітря, а на борошномельних підприємствах навіть до 25 тонн [1 – 3]. Для проектування систем знепилення можна застосувати кілька методів проектування систем знепилення - із автономним знепиленням кожного джерела пилоутворення, централізованим, комбінованим, тощо.

Першим методом передбачається відбір пило-повітряних сумішей безпосередньо від кожного джерела пилоутворення з подальшим транспортуванням та очищенням суміші від пилу. Другим і третім зменшення об'ємів пилоповітряних сумішей досягається застосуванням способів дроселювання, повторного використання пилоповітряних потоків для знепилення іншого устаткування чи використання для технологічних потреб, тощо. Очевидно, що перший метод обумовлює порівняно із іншими надмірної протяжності системи знепилення, їх значну енергозатратність та складність в обслуговуванні. Попри це він ліг в основу розроблених в 1995 році правил з проектування аспіраційних установок підприємств по збереженню та переробці зерна [1]. Другий метод був опрацьований в період після 2000 року і використаний в розробці нових правил проектування та налагоджування аспіраційних установок в 2015 році.

Застосуванням науково-обґрунтованих методик розрахунків цих систем, їх компонування й налагодження, обґрунтованих підходів з локалізації пилових потоків, зменшення їх енергії й імовірності утворення застійних зон, комплексного використання повітря для технологічних потреб, транспортування, обґрунтованих місць відбору й вибору устаткування можна суттєво зменшити енерго- та матеріалоємність АУ із одночасним підвищенням їх експлуатаційної надійності. Ці напрацювання науковців одеської школи науковців ОНАХТ в період після 2000 року із залученням науковців НУХТ дозволили сформулювати нові підходи в проектуванні аспіраційних систем і розробити оновленої редакції

правила проектування та налагоджування аспіраційних установок [2]. Уже перші впровадження нових принципів проектування аспіраційних систем на ряді зернозаготівельних підприємствах та портових елеваторах дозволили кількакратно зменшити кількість систем знепилення, їх енерго-матеріалоємність та підвищити експлуатаційну надійність цих систем. Для прикладу, завдяки впровадженням нових підходів в проектуванні систем знепилення Миколаївського портового елеватора зменшено загальну кількість аспіраційних систем із 126 до 38 од з відповідним зменшенням матеріало-габаритоємності, кількості електродвигунів й точок викидів у довкілля, трудовитрат з їх обслуговування, тощо

Новим в проектуванні АУ слід виділити таке [1, 2]:

- місця відборів повітря вибирати на віддаленій від зони інтенсивного пилоутворення;
- повітропроводи прокладати вертикально або з нахилом не менше 60°;
- за наявності технічно-обумовлених прямих горизонтальних ділянок, необхідно підвищити швидкість течії пилоповітряних потоків до 16...18 м/с та передбачити лючки для їх очищення від покладів пилу.

Запиленість повітря C визначають за формулою 1, а ефективність роботи пилоочисника C_e – з урахуванням питомого навантаження l_i [3]:

$$C_e = \frac{q_2 - q_1}{v_n} \cdot \frac{l_i}{l_n}, \quad (1)$$

де C – запиленість повітря у вимірюваному перетині повітропроводу, г/м³, q_1 – маса чистого фільтру, мг, q_2 – маса фільтру з пилом, мг, v_n – сумарний обсяг проби повітря у вимірюваному перетині, л, l

Запиленість повітря C_n та витрати пилу що надходить до пиловловлювача G_n , визначають за формулами 2 відповідно:

$$C_n = \frac{3600 \cdot G_n}{Q_n}, \quad G_n = G_v + M, \quad (2)$$

де G_n – витрати пилу, що надходить до пиловловлювача, г/с, Q_n – витрати повітря, що надходить до пиловловлювача, м³/с, де G_v – витрати пилу, затриманого пиловловлювачем, г/с, M – витрати пилу на виході з пиловловлювача (потужність викиду), г/с.

Витрати пилу на виході з пиловловлювача визначають за формулою:

$$M = \frac{C_k \cdot Q_k}{3600} \quad (3)$$

де C_k – запиленість повітря після пиловловлювача, г/м³, Q_k – витрати повітря на виході з пиловловлювача, м³/с.

Висновки: Існуюча нормативна документація в частині проектування технологій елеваторів та зернопереробних підприємств є застарілою і не відповідає вимог часу. Застосуванням прогресивних наукових розробок можна кількакратно зменшити енерго-матеріалоємність зернозаготівельних та переробних підприємств.

Література

1. Правила проектування аспіраційних установок підприємств по збереженню та переробці зерна. –Одеса–Київ, :Мінсільгосппрод, 1995. – 131 с.
2. Правила проектування та налагоджування аспіраційних установок підприємств із зберігання та переробки зерна. – Одеса– Київ, :Мінсільгосппрод, 2015. – 122 с.
3. Гапонюк О.І. Нові нормативні документи проектування аспіраційних систем/О.І. Гапонюк, І.І. Гапонюк// Хранение и переработка зерна. – 2014. – № 7 (184) – С.40–41.
4. Гапонюк О.І. Після оптимізації аспіраційних мереж/О.І. Гапонюк, І.І.Гапонюк// Зерно і хліб, 2004 № 2, с.44.
5. Гапонюк О.І. Аспіраційні системи елеваторів поки що вкрай енергоматеріаломісткі /О.І. Гапонюк, І.І.Гапонюк// Зерно і хліб, 2006 № 3, с.50-51.
6. Гапонюк І.І. Пилові викиди та зависока енергоємність аспіраційних систем, мов гирі на ногах заготівельників/ І.І.Гапонюк, О.А.Гома// Зерно і хліб. – 2010. – № 3. – С.18 – 19.

УДК 664.143

Магомедов Г.О., д.т.н.

Лобосова Л.А., к.т.н.

Журавлев А.А., к.т.н.

ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»
(ВГУИТ), г. Воронеж, Россия

ИННОВАЦИОННЫЕ УПАКОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ ПРИ КОНСЕРВИРОВАНИИ ЯГОД МАРМЕЛАДНОЙ МАССОЙ

В результате научно-технического прогресса у производителей продуктов питания появились новые технологические возможности, которые позволяют не только совершенствовать технологии получения традиционных продуктов, но и создавать функциональные продукты питания со сбалансированным составом, низкой калорийностью, с пониженным содержанием сахара и повышенным количеством полезных для здоровья ингредиентов, с увеличенным сроком хранения.

Известны различные способы консервирования ягод. Однако в подавляющем большинстве случаев при консервировании ягоды подвергаются продолжительной термической обработке, что приводит к значительным потерям содержащихся в них витаминов и тем самым к снижению пищевой ценности, а также ухудшению органолептических свойств, таких как консистенция и внешний вид.

В процессе хранения ягод в них уменьшается содержание сахаров, кислот, дубильных веществ, происходит гидролиз части протопектина до растворимого пектина, а также сахарозы, улетучивание части ароматических веществ.

Поэтому разработка перспективных методов консервирования и хранения является одной из актуальных задач на сегодняшний день.

Целью нашего исследования является разработка способа консервирования ягод путем заливки их мармеладной массой, что позволит более полно использовать ягодное сырьё и значительно сократить отходы при его переработке, а также использовать продукты консервирования в качестве полуфабрикатов для художественного оформления кондитерских изделий.

Для проведения исследований использовали следующее сырьё: сахар-песок; крахмальную патоку; агар пищевой; фруктозу; кислоту лимонную пищевую; глицерин натуральный; свежие ягоды: клюкву; смородину черную; воду питьевую.

В ходе работы применяли органолептические и физико-химические методы исследования.

Внешний вид, вкус, цвет, запах, консистенцию, форму, поверхность и вид на изломе определяли органолептически; массовую долю влаги (в сыпучих компонентах – методом высушивания на приборе ПИВИ-1, в жидких компонентах и мармеладе – рефрактометрическим методом; титруемую и активную кислотность – титрометрическим и потенциометрическим методами соответственно; массовую долю редуцирующих веществ – феррицианидным методом; вязкостные свойства – на ротационном вискозиметре Воларовича РВ-8; пластическую прочность – на структурометре С-1. Исследование основных микробиологических показателей готовых изделий проводили стандартными методами микробиологического анализа, включающими подготовку продукта, посеvy его на благоприятные питательные среды, культивирование микроорганизмов при определенной температуре и подсчет выросших колоний, либо выявление основных признаков их роста; определение пищевой и энергетической ценности – расчетным путем.

Разрабатывали технологию получения желеино-фруктового мармелада на агаре с добавлением свежих ягод. В ходе исследований были изучены следующие соотношения ягод и мармеладной массы: 1:1, 3:7, 7:3, 3:2, 2:3. При этом оценивались органолептические показатели готовых изделий: внешний вид, консистенция, наличие ягод, незалитых массой, поверхность, вид в изломе.

Установили, что лучшими показателями качества обладает образец с соотношением ягод и мармеладной массы 2:3. При этом ягоды полностью покрыты мармеладной массой, в изломе не наблюдается пустот, ягоды распределены равномерно, а прослойка мармеладной массы одинакова по толщине во всем объеме готового изделия.

Одной из важных особенностей предлагаемого способа является использование глицерина, который применяется для предварительной обработки ягод перед внесением в мармеладную массу с целью предотвращения их высыхания.

Мармеладную массу готовили с использованием сахара-песка и при замене патоки и сахара на фруктозу.

Были проведены исследования изменения пластической прочности приготовленных образцов с ягодами клюквы, черной смородины в зависимости от продолжительности выстойки по сравнению с контрольным образцом. Наибольшей пластической прочностью – 50 кПа, обладает контрольный образец. Пластическая прочность изделий на сахаре с ягодами 35-40 кПа, на фруктозе – 25-30 кПа, но она достаточна для формоудерживающей способности готовых изделий.

Изделия были упакованы в полиэтиленовую пленку, ПВХ-пленку, многослойную барьерную оболочку «Амифлекс Мини» по типу «флоу-пак».

Микробиологические исследования анализируемых образцов показали, что наименьшее развитие микроорганизмов в процессе хранения обеспечивает многослойная барьерная оболочка. Для производства разработанных мармеладных изделий с ягодами в промышленных условиях можно использовать поточно-механизированные линии А2-ШЛЖ, «Винклер-Дюнебир» и др. Для получения мармеладных изделий с ягодами можно воспользоваться другими способами формования на существующем оборудовании. На рис. 1 представлен участок формования и упаковки студнеобразных изделий в индивидуальную пленку.

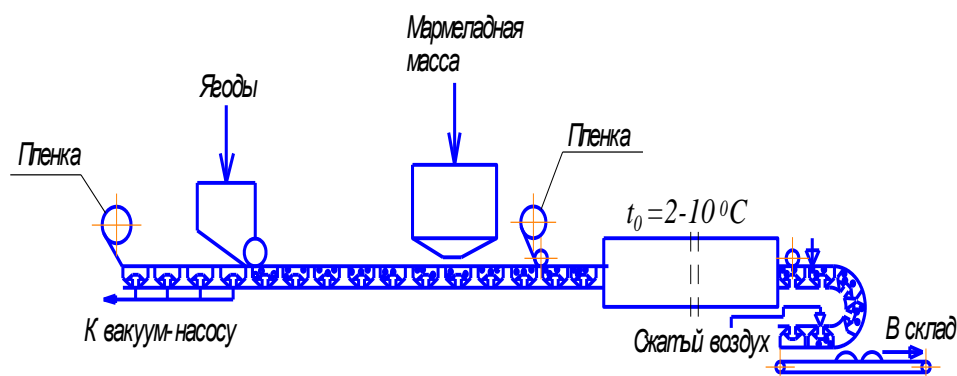


Рисунок 1 – Участок формования и упаковки мармеладных изделий в индивидуальную пленку

Каждая ячейка (форма), в которую производится отливка желейной массы, покрывается полимерной пленкой, после чего из расходного бункера дозируются предварительно подготовленные ягоды. Затем осуществляется отливка мармеладной массы и сверху форма также покрывается пленкой. Отформованные изделия направляются в камеру охлаждения, на выходе из которой пленка разрезается дисковыми ножами вдоль и поперек. Производится выемка изделий из форм на транспортер. Таким образом, каждое изделие оказывается упакованным в индивидуальную пленку.

Такой способ формования и упаковки позволяет производить студнеобразные изделия с великолепным качеством различных фигурок, высоким пространственным разрешением и четкостью рисунка. Использование индивидуальной упаковки каждой фигурки в красочную полимерную пленку позволяет обеспечить ее сохранность при транспортировке, хранении и продаже.

Для формования мармеладных изделий в промышленных условиях мы предлагаем использовать вакуумный шприц, применяемый для формования колбасных изделий.

Наиболее перспективным способом получения мармеладных изделий является формование мармеладной массы методом «шприцевания» с одновременной закруткой в герметичную многослойную барьерную оболочку «Амифлекс Мини» с последующим термоспаиванием методом «флоу-пак».

К преимуществам оболочки «Амифлекс Мини» относятся: механическая прочность, позволяющая осуществлять формование на различных типах формующего оборудования (высокопроизводительные автоматические и полуавтоматические клипсаторы, автоматические и полуавтоматические линии, перекручивающие устройства); низкая проницаемость для кислорода и водяного пара, которые обуславливают отсутствие потерь при термообработке и хранении продукции, микробиологическую стабильность в процессе хранения, торможение окислительных процессов, сохранение товарного вида на протяжении всего срока годности; физиологическая безопасность, обусловленная тем, что оболочка инертна по отношению к воздействию бактерий и плесневых грибов.

Основными технологическими стадиями инновационной технологии являются: получение рецептурной смеси; получение мармеладной массы; формование мармеладной массы с ягодами методом «шприцевания» с последующей перекруткой или клипсованием жгута мармеладной массы в металлизированной пленке; охлаждение; термоспаивание методом «флоу-пак»; фасовка; упаковка.

Использование такого способа формования и упаковки значительно упрощает технологический процесс и сокращает производственные площади. Предлагаемая технология выгодно отличается от применяемых в настоящее время способов производства и упаковки мармелада: применением новых подходов к формованию изделий, что обеспечивает разнообразие и качество форм; применением индивидуальной упаковки. Предлагаемая технология обеспечивает высокую производительность при минимальных издержках. Упрощается технологический процесс, то есть ликвидируется стадия сушки, обсыпки сахаром, упаковки в индивидуальную упаковку, сокращается продолжительность выстойки и охлаждения.

Срок годности мармеладных изделий с ягодами – 4 месяца.

Выводы

Таким образом, следствием выполненной работы явилась разработка технологии мармеладных изделий с добавлением свежих ягод, повышенной пищевой ценности, увеличенного срока годности, формируемых методом «шприцевания» в герметичную многослойную барьерную оболочку «Амифлекс Мини» с последующим термоспаиванием методом «флоу-пак».

Литература

1. Инновационные технологии переработки овощного сырья и функциональные кондитерские изделия на его основе [Текст] : монография / [Г. О. Магомедов, Л.А. Лобосова, М. Г. Магомедов, А. А. Журавлев и др]. – Воронеж: ВГУИТ, 2014. – 176 С.
2. Магомедов, Г. О. Желейный мармелад функционального назначения с ягодами малины и садовой земляники [Текст] : Г. О. Магомедов, Л. А. Лобосова, И. Х. Арсанукаев / Хранение и переработка сельхозсырья. 2010. № 8. С. 37-39.
3. Магомедов, Г. О. Расчет давления нагнетания вязкопластичной кондитерской массы в оболочку [Текст] / Г. О. Магомедов, А. А. Журавлев, Л. А. Лобосова, И. Г. Барсукова, И. Х. Арсанукаев // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2013. – № 7. – С. 5-7.

УДК Д621.789

О.М. Гавва, д.т.н.

Л.О. Кривопляс-Володіна, к.т.н.

О.О. Кохан, к.т.н.

Національний університет харчових технологій (НУХТ), м. Київ

КРИТЕРІЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА СИНТЕЗ СТРУКТУРИ ПАКУВАЛЬНИХ МАШИН

Під час створення новітніх зразків пакувальних машин важливим є вибір критеріїв для оцінювання їх ефективності, визначення перспективних напрямків їх розвитку та дослідження.

Вибрані критерії ефективності дають змогу виконати синтез структурно-компонувальної схеми пакувальної машини із обмеженого набору уніфікованих функціональних модулів та сформулювати кращий варіант машини.

За характером відображення ефективності такі критерії умовно можна поділити на економічні та технічні [4, 5]. До економічних критеріїв можна віднести капітальні витрати на створення пакувальної машини, зведені витрати, собівартість пакованої продукції тощо.

Для оцінювання ефективності функціонально-модульного проектування пакувальної машини із серійних функціональних модулів, варіанти структурних компонувань машини оцінюють за капітальними витратами на створення машини або за собівартістю пакованої продукції.

Однак застосування економічних критеріїв-показників на етапі проектування нової пакувальної машини має певні обмеження:

- похибка оцінювання капітальних витрат може становити 300-400 %, що суттєво впливає на прийняття важливих рішень;
- відсутні зворотні зв'язки між економічними показниками та конструктивними характеристиками машини.

Ці недоліки здебільшого сприяють застосовувати під час проектування нових машин технічні критерії ефективності.

Показники, які кількісно характеризують функціональне призначення пакувальної машини, називають вихідними експлуатаційними. В основу функціонального призначення машини покладають дані про продукцію – її вид, якість, кількість. За допомогою цих показників визначають функціональну точність машини.

Придатність пакувальної машини до пакування продукції в заданій кількості характеризується її продуктивністю та надійністю.

Таким чином якість пакувальної машини характеризують такими техніко-експлуатаційними показниками: функціональна точність, продуктивність та надійність.

Для аналізу функціональної точності пакувальної машини за якістю виготовленої продукції використовують такі показники [4]:

- коефіцієнт точності K_T ;
- коефіцієнт моментальної точності K_{MT} ;
- коефіцієнт зміщення налагодження K_H ;
- коефіцієнт зміщення налагодження в момент $t-K_T(t)$;
- коефіцієнт запасу точності.

Для оцінювання функціональної точності пакувальної машини за якістю виробу використовують комплексний показник, який враховує одночасно ступінь розсіювання значень показника якості і величину похибки налагодження [3,4]:

$$K_c = \max \left| \frac{\omega}{2(y_{\max} - \bar{y})}; \frac{\omega}{2(\bar{y} - y_{\min})} \right|, \text{ або } K_c = \max \left| \frac{\omega}{T_y - 2E_H}; \frac{\omega}{T_y + 2E_H} \right|,$$

де ω – поле розсіювання показника якості; T_y – поле допуску на показник якості; y_{\max}, y_{\min} – найбільші допустимі значення показник якості виробу; y – центр розсіювання від середини поля допуску y_0 ; E_H – похибка налагодження, $E_H = \left| \bar{y} - y_0 \right|$.

За значенням K_C функціональну точність пакувальної машини класифікують:

- $K_C > 1,5$ – дуже погана;
- $1,0 < K_C < 1,5$ – погана;
- $0,75 < K_C < 1,0$ – посередня;
- $0,6 < K_C < 0,75$ – задовільна;
- $0,5 < K_C < 0,6$ – добра;
- $K_C < 0,5$ – дуже добра.

Для визначення коефіцієнтів функціональної точності використовують методи теоретичного аналізу залежностей між показниками якості виробу та параметрами пакувальної машини, або експериментальні методи за якими визначають відповідність дослідних даних певному типу закону розподілу.

Визначення продуктивності пакувальної машини – це одне з основних завдань, що виникає під час її створення. Оскільки в пакувальних машинах продукція видається поштучно, то і продуктивність визначається поштучними виробами за одиницю часу.

З точки зору режимів роботи пакувальної машини розрізняють: технологічну, циклову та технічну продуктивність [2].

Технологічна продуктивність не враховує витрату часу на виконання холостих ходів та виконання допоміжних переходів. Циклова або теоретична продуктивність визначає кількість виготовлених пакувальних одиниць за один робочий цикл T_p . Технічна продуктивність враховує витрату часу на внутрішні машинні простоювання робочих органів.

Існують такі шляхи підвищення циклової продуктивності пакувальної машини:

- при зменшенні тривалості робочого ходу (операції) зростає технологічна продуктивність. При зростанні технологічної продуктивності зростає циклова продуктивність, але за незмінної конструкції машини, коли тривалість холостого ходу є величиною сталою. За цих умов зменшується коефіцієнт продуктивності машини; і циклова продуктивність наближається до певної обмеженої величини;
- при зменшенні тривалості робочого ходу і тривалості холостого ходу межі підвищення продуктивності немає.

Надійність пакувальних машин, як більшості технічних об'єктів, характеризуються одиничними показниками безвідмовності, довговічності, ремонтпридатності, придатності до зберігання, а також комплексними показниками, які одержують із комбінацій цих одиничних показників [1]. Для характеристики пакувальних машин найбільш широко використовують коефіцієнт готовності машини, який характеризує її безвідмовність і ремонтпридатність.

Коефіцієнт готовності визначається за виразом [4]:

$$K_G = \frac{m_t}{m_t + m_e},$$

де m_t , m_e – середнє напрацювання на віднову та середній час відновлення роботоздатності пакувальної машини.

При визначенні коефіцієнта готовності не беруть до уваги заплановані періоди на технічне обслуговування. Ці періоди враховують за допомогою коефіцієнта технічного використання η_T , який визначається:

$$\eta_T = \frac{m_t}{m_t + m_e + m_{TO}},$$

де m_{TO} – сумарний час технічного обслуговування за певний період експлуатації.

У практичних розрахунках часто визначають K_G , тобто $\eta_T \approx K_G$.

Сучасні пакувальні машини складаються з багатьох функціональних модулів. Здебільшого компоновання функціональних модулів характеризується жорсткими міжмодульними зв'язками. Для такого типу пакувальних машин коефіцієнт готовності визначається за виразом:

$$K_{Г.М} = \frac{1}{1 + \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{K_{zi}} - 1 \right)},$$

де n – кількість функціональних модулів; K_{zi} – коефіцієнт готовності i -го функціонального модуля.

За відомих значень коефіцієнта готовності технічну продуктивність функціонального модуля можна визначити:

$$Z_{ТХ} = K_{Г} \frac{1}{t_p + \max\{t_{T_1} : t_{T_2} : t_{T_i}\}},$$

де t_p – тривалість робочого ходу (виконання операції) робочого органу; t_{T_1} , t_{T_2} , t_{T_i} – тривалість холостого ходу робочого органу, або тривалість транспортування i -их матеріальних потоків.

Для синтезу багатопозиційної пакувальної машини із елементів структури будують графову модель варіантів структури машини, у якій враховується можливість виконання окремих операцій процесу пакування різними технічними засобами.

Поетапний синтез проводиться таким чином, щоб забезпечити максимальну технічну продуктивність пакувальної машини не тільки на окремому етапі, а й на всіх наступних та машини загалом [6].

При переході від одного типу функціонального модуля до іншого для визначення технічної продуктивності приймають тривалість виконання переходу найповільнішим модулем. Загалом множина функціональних модулів M , придатних для створення пакувальної машини, складається з множин відповідних типів окремих функціональних модулів M_k . Для обмеження розміру цих множин використовують дерево технічних рішень.

При послідовному розгляді етапів пакування продукції, кожний наступний перетворюється в робочу позицію, яка приєднується до вже створених. При об'єднанні двох елементів структури машини враховують можливість послідовного або паралельного виконання операцій. На наступних кроках синтезу розмітка охоплює всі вершини графа. Отриманий максимальний шлях на графі синтезу дає інформацію про характер приєднання кожного із функціональних модулів до пакувальної машини.

Запропонована методика синтезу структурної схеми пакувальної машини із обмеженого набору комплектів уніфікованих функціональних модулів дає змогу створювати кращий за надійністю та технічною продуктивністю варіант пакувальної машини.

Література

1. ГОСТ27.002-89. Надежность в технике: Основные понятия и определения. – М.: Госстандарт, 1990. – 38с.
2. Благодарский В.А. Машины автоматы для упаковки пищевых продуктов: Справ. – К.: Техника, 1985. – 232 с.
3. Пальчевский Б.О. Технологічні основи гнучкого автоматизованого виробництва / Львів: Світ, 1994. – 208с.
4. Пальчевский Б.О. Автоматизация технологических процессов (выготовления и пакування виробів) / Львів: Світ, 2007. – 392.
5. А.А. Вайнберг Технологическая эффективность оборудования зерноперерабатывающей промышленности / Вайнберг А.А., Котлер Л.И. – М.: Колос, 1975. – 239с.
6. Ю.М. Кузнецов Компоновки верстатів з механізмами паралельної структури / Кузнецов Ю.М., Дмитрієв Д.О.

УДК 621.313

Гавва А.М., д.т.н., проф.

Кривопляс – Володина Л.А., к.т.н., доц.

Васильченко А.В., инженер технической поддержки «Камоцци»

Национальный университет пищевых технологий (НУПТ), г. Киев, Украина

ИНТЕГРИРОВАННЫЕ РЕШЕНИЯ МЕХАНОТРОНИКИ В ЭРЛИФТНЫХ СИСТЕМАХ ДОЗИРОВАНИЯ

Вступ. Создание конкурентоспособного однотипного дозирочного оборудования для механизации и автоматизации производственных технологических процессов, - является актуальной задачей. В этой связи в работе предложена новая технология построения систем автоматизированного дозирования жидкостей, рассматриваемых в виде совокупности дозирующего устройства, как объекта управления - и устройства управления, обеспечивающего управление исполнительными органами дозатора по заданному алгоритму технологического процесса. Проектирование систем дозирования для пищевых производств, ведется на основе использования методов отмеривания дозы по косвенным параметрам, аппаратуры промышленной электропневмоавтоматики в узлах управления и датчиков параметров течения жидкостей. Используя электропневматику, можно управлять самыми разными физическими величинами: координатой и скоростью, ускорением и силой, давлением и расходами, временем и температурой, центрированием и ориентацией при расположении потребительской тары. В настоящее время на рынке существует достаточное количество дозаторов, которые отличаются как способом дозирования, так и степенью автоматизации (автоматическое и полуавтоматическое оборудование).

Актуальность темы. Компоновки дозирующего оборудования с расходомерами имеют низкую точность при малых величинах производительности, что связано с нестабильностью характеристик регулирующих клапанов, особенно при работе с малыми перепадами давлений. Другим недостатком дозирующего оборудования с системами контрольно-измерительных устройств, является наличие конструктивно сложных расходомеров, устанавливаемых в линиях подачи дозируемой среды, и вторичных приборов, понижающих надежность данных систем[3-4].

Выбор исполнительных и регулирующих компонентов электропневмосистемы наряду с их функциональным назначением, габаритными размерами, долговечностью, стоимостью должен быть обусловлен ещё и их динамическими возможностями. Наряду с дискретной электропневматикой, обеспечивающей конечное число рабочих состояний, существует класс задач, в которых требуется управлять объектом в режиме «слежения», непрерывно в функции времени реагируя и на входные сигналы, и на внешние возмущения. Одним из стратегически важных направлений развития пневматики является пропорциональная техника.

Основная часть. Объект исследования – процесс дозирования ньютоновских сред в эрлифтных системах. Исследования проводились на основах гидродинамики неустановившегося движения жидкости, математической теории обработки данных экспериментов, на применение формализованного описания последовательности технологических операций автоматизируемого процесса. Также были обозначены основные направления моделирования и проектирования систем автоматизированного дозирования.

Компоновка оборудования рассматривалась как исполнительное устройство в составе автоматизированной системы, в которой, помимо средств автоматического контроля и регулирования основных параметров, должны содержаться контуры управления собственно процессами дозирования. И здесь проектировщик сталкивается с еще более сложной задачей, когда объект управления обладает инерционным запаздыванием и параметрической нестационарностью. Последняя выражается в непостоянстве во времени его динамических параметров.

Учитывая особенности работы стандартных конструкций дозирующих устройств для ньютоновских сред, предложено использование LR пропорционального регулятора [1], что позволяет обеспечить мгновенную величину расхода $Q(t)$ посредством ее автоматического программного регулирования по заданному закону: $Q(t) = Q_3(t)$. Расход $Q(t)$ сначала увеличивается в течение времени t^* от его начального (в момент времени $t=0$) минимального значения Q_{\min} до некоторого, фиксированного для каждой дозы, заданного значения Q_3^* , а затем уменьшается до нуля. Указанные изменения $Q(t)$ формируются с помощью показанных на рис.1 пунктирными линиями монотонно возрастающей ($\psi_1(t)$) и монотонно убывающей ($\psi_2(t)$) базовых функций, имеющих нулевой корень [3].

Таким образом, контроль и управление процессами как порционного, так и непрерывного дозирования можно вести по единому выходному параметру - мгновенной величине расхода $Q(t)$ жидкости. При непрерывном дозировании расход $Q(t)$ должен поддерживаться на заданном постоянном уровне $Q(t) = Q_3^* = \text{const}$, определяющем производительность дозирующего устройства (ДУ). При порционном дозировании параметр $Q(t)$ должен изменяться по заданным - $Q_{1,3}(t)$ и $Q_{2,3}(t)$ законам:

$$Q(t) = Q_{1,3}(t) + Q_{2,3}(t),$$

где $Q_{1,3}(t) \equiv Q_{\min} + \psi_1(t)$ - при $0 < t \leq t^*$,

$$Q_{2,3}(t) \equiv Q_3^* + \psi_2(t - t^*) - \text{при } t^* \leq t \leq T_d \quad (1)$$

При этом объем дозы и время дозирования могут изменяться в широких пределах за счет изменения базовых функций $\psi_1(t)$ и $\psi_2(t)$ и параметра задания дозы Q_3^* .

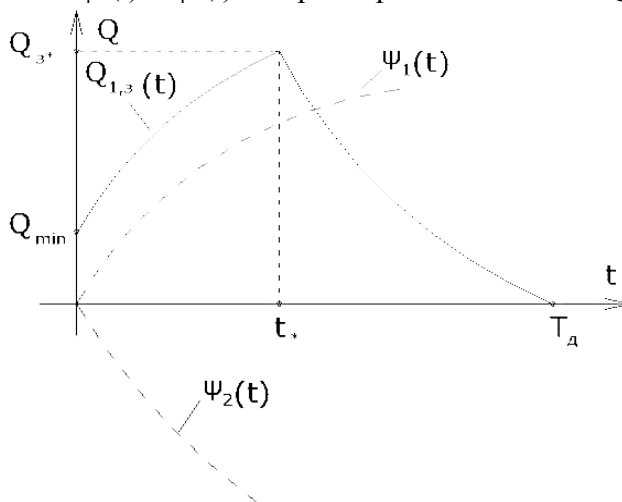


Рисунок 1 – Характеристики изменения расходных характеристик при порционном дозировании

С учетом (1) объем дозы V_d , формируемый за время T_d цикла порционного дозирования, связан с расходом $Q(t)$ соотношением:

$$V_d = \int_0^{t^*} Q_{1,3}(t) dt + \int_{t^*}^{T_d} Q_{2,3}(t) dt = \int_0^{t^*} [Q_{\min} + \psi_1(t)] dt + \int_{t^*}^{T_d} [Q_3^* + \psi_2(t - t^*)] dt \quad (2)$$

где время t^* изменения расхода в сторону его увеличения и полное время дозирования T_d определяются из граничных условий:

$$\begin{aligned} Q_{1,3}(t^*) &\equiv Q_{\min} + \psi_1(t^*) = Q_3^*; \\ Q_{2,3}(T_d) &\equiv Q_3^* + \psi_2(T_d - t^*) = 0 \end{aligned} \quad (3)$$

На рис.2 показана схема конструкции с использованием LR преобразователя мгновенной величины расхода $Q(t)$ в давление $p(t)$ сжатого воздуха [1], представляющего собой замкнутую дозирочную емкость (ДЕ) 1 с входным патрубком 2 и короткой цилиндрической трубкой фасования 3.

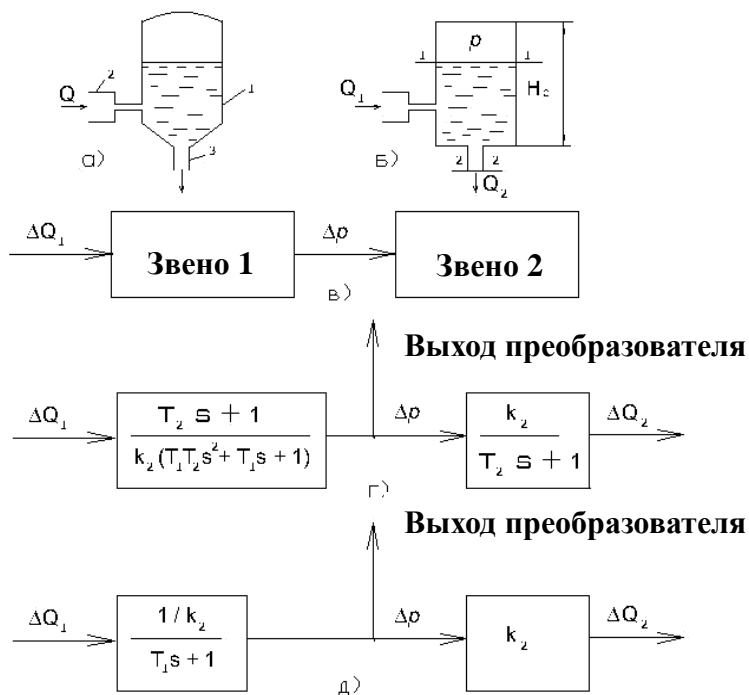


Рисунок 2 - Схемы преобразователя: а - принципиальная, б - расчетная, в, г, д - структурные.

Истечение жидкости из ДЕ имеет стабильный характер (происходит с заполнением ею внутренней полости рабочей камеры ДУ и сопровождается повышением давления p при расходах Q , превышающих некоторое минимальное значение Q_{min} (зону нечувствительности преобразователя), которая зависит от конструктивных параметров ДЕ и может быть определена из статической характеристики преобразователя. Для выбора величин конструктивных параметров ДЕ и оценки их влияния на точность дозирования получены статическая и динамические характеристики преобразователя.

Давление p сжатого воздуха в газовом пространстве ДЕ при подаче дозируемой жидкости через входной патрубок 2 и далее, через насадок 3, - к потребителю.

Согласно рекомендациям, изложенным в научно-технической литературе [2-4], при выборе закона регулирования для дозаторов ньютоновских систем, необходимо учитывать величину отношения τ_0/T_0 , служащую общей динамической характеристикой объекта управления (ОУ). В зависимости от величины τ_0/T_0 рекомендуется выбирать двухпозиционный закон регулирования при $\tau_0/T_0 < 0,2$; пропорциональный - при $0,2 \leq \tau_0/T_0 \leq 1,5$; импульсный - при $\tau_0/T_0 > 1,5$.

Практика показала что, ввиду параметрической нестационарности данных объекта управления (ОУ) и ограниченности времени процесса дозирования, применение какого-либо одного из указанных законов регулирования не обеспечивает нужные характеристики управления технологическим процессом по точности и быстродействию. Для достижения должного качества очистки в реальных условиях, необходимо применение САР с перенастраиваемой структурой, для реализации которых требуется определенный класс практически отсутствующих в промышленности универсальных САД, конструктивно и функционально приспособленных к выполнению операций как порционного, так и непрерывного дозирования. Термин «функционально приспособленных» означает, что эти системы должны иметь датчики выходных параметров и соответствующие функциональные блоки, воспринимающие входные управляющие сигналы для реализации того или иного алгоритма управления дозированием. Для решения поставленных задач проведены исследования работы серво - системы Linator, холдинга Camozzi Group, предложены решения по обеспечению надежности и точности дозирования в системах оборудования с преобразователями LR. Примерами применения высокоточных серворегуляторов давления в упаковочной промышленности это дозированный розлив жидкости в ёмкости из резервуара.

«Сердцем» серворегулятора является вращающийся золотник, размещенный внутри картриджа с каналами входа, выхода и сброса и связывающий эти каналы, отклоняясь всего на $\pm 30^\circ$. Золотник приводится в движение прямым действием вала сервоэлектрического привода, который имеет замкнутый по углу расширяя границы возможного вращения внутренний контур. Благодаря высокой полосе пропускания сервопривода обеспечивается

высокая динамическая точность регулирования потоков воздуха. Трущаяся пара «металл по металлу» между золотником и картриджем обеспечивает повышенный ресурс работы преобразователей, а отсутствие резиновых уплотнений значительно снижает влияние нелинейных составляющих сил трения и обеспечивает высокую статическую точность позиционирования золотника. Компановка дозатора с использованием серво-регулятора LR позволяет изменить концепцию стандартных технических решений для оборудования по фасованию «тихих напитков». Сервопневматические устройства серии LR бывают нескольких типов: регуляторы расхода, давления и модули для следящих приводов (рис 3). Внутри модулей программно реализован пропорционально-интегро-дифференцирующий (ПИД) - регулятор с механически настраиваемыми коэффициентами. При необходимости он исключит режим автоколебаний, сведёт к нулю статическую ошибку и влияние возмущений и попытается предугадать поведение системы на следующем шаге.

В основе пневмомеханической части - все модули имеют 3/3 структуру распределителя.

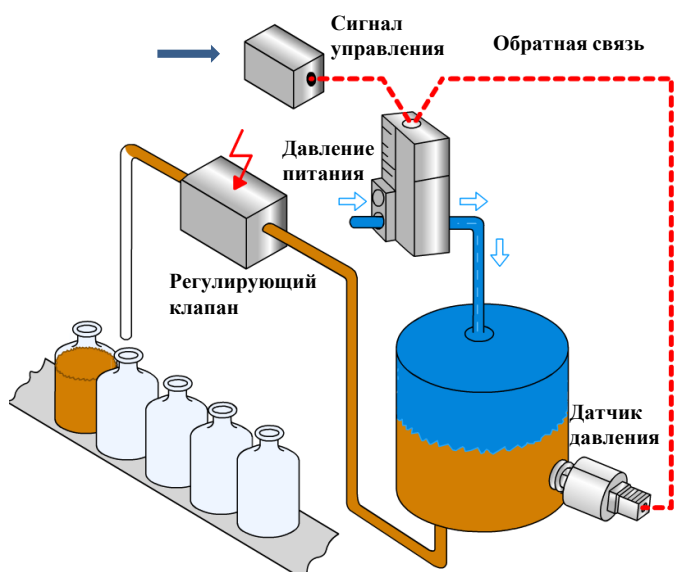


Рисунок 3 – Технологическая схема процесса дозирования при использовании LR регулятора

Прецизионные регуляторы показали расход от 0 до 1100 Нл/мин, значит могут применяться для управления потоками воздуха без контроля давления на выходе регулятора. Система LR имеет два контура управления: внутренний по углу вращения золотника и внешний, построенный с помощью интегрированного в регулятор датчика давления. Фактическое значение, полученное с датчика давления, поступает на контроллер серворегулятора. Контроллер сравнивает текущее и желаемое значения давления и по разнице этих сигналов с учётом ПИД-закона регулирования формирует сигнал на электропривод для поворота золотника.

Жидкость поступает ко входу наполняющего клапана с постоянным давлением, независимо от уровня жидкости. Для прецизионного управления подачей ньютоновских жидкостей и газов, компоновка оборудования строится на базе двух распределителей серии LRWA4, пневматического цилиндра с датчиком положения и высокопроизводительного контроллера, способных опросить датчик, реализовать алгоритм ПИД-регулирования и выдать команды на сервораспределители LRWA4 не более чем за 1 мс (рис. 4).

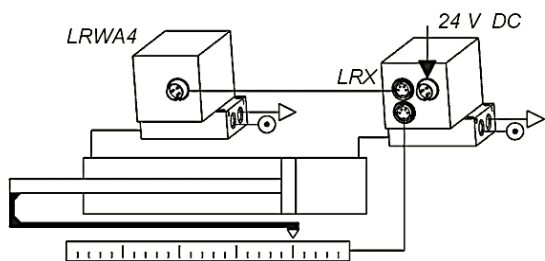


Рисунок 4 – Экспериментальная установка на базе пропорционального регулятора серии LR.

Датчик положения: Balluff. Контроллер производства технического центра Камоцци на базе семейства микроконтроллеров STM32

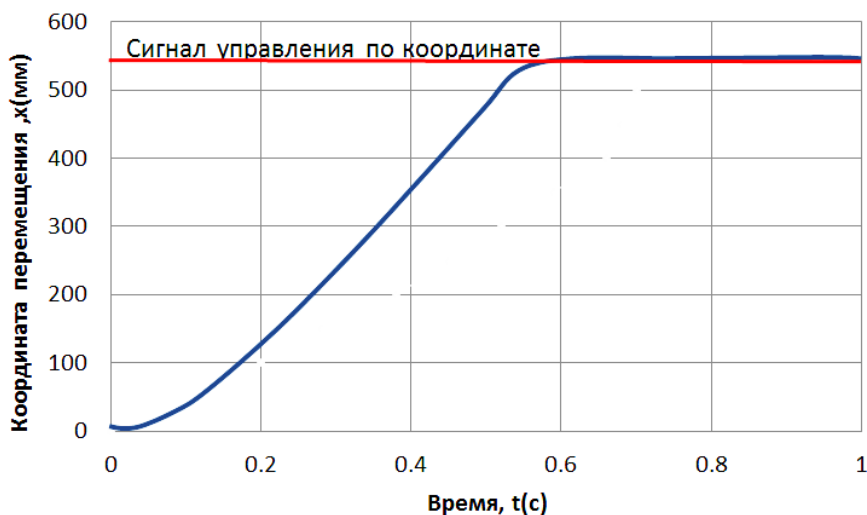


Рисунок 5 - Реакция следящего привода на базе серии LR в экспериментальной системе.

На примере реакции на ступенчатое воздействие следящего пневмопривода на базе серии LR показана эффективность применения регуляторов (рис. 5).

Выводы. При проведении исследований работы LR, в большинстве задач, сам сервораспределитель достаточно воспринимать как «чёрный ящик»: для тестирования необходимо подвести к нему питание и подать на вход аналоговый сигнал. В результате – для воспроизведения реакции на входное воздействие LR требуется несколько миллисекунд, в отличие от стандартных широко эксплуатируемых систем управления дозирующим оборудованием.

Переходный процесс в экспериментальной установке - завершился за 0,56 секунды при перемещении на 550 мм инерционной нагрузки в 70 кг. Погрешность позиционирования (при многократном тестировании) не превышает 0,1 мм. Серворегулятор LR сжатым воздухом создает постоянное давление на поверхность жидкости независимо от степени наполненности резервуара. В системах дозирования с помощью серворегуляторов возможно прецизионное управление подачей ньютоновских жидкостей и газов.

В отличие от традиционных решений, где управление положением подвижного элемента происходит с помощью пропорциональных магнитов и обеспечивается частота среза 5–10 Гц, сервораспределители серии LR имеют частоту среза более 100 Гц. При проведении эксперимента система показала: динамическую точность сервоэлектрического привода и высокую удельную мощность сжатого воздуха. LR модули органично вписываются в состав электропневматических систем управления с замкнутыми и разомкнутыми внешними контурами регулирования и позволяют получать результаты с малыми допустимыми погрешностями общего технологического процесса .

Література

1. Технічні інформаційні ресурси. [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Київ :CAMOZZI. - Режим доступу до каталогу.: <http://catalog.camozzi.ua> — Назва з екрану.
2. Черкашенко М.В. Автоматизація проектування систем гідро- і пневмо-приводів з дискретним управлінням / Навч. посібник.-2-е вид., перероб.-Харків: НТУ"ХПІ", - 2001.- 182с.
3. Аверьянов А.А., Дьяченко В.Ю., Клюкин В.Ю. Разработка программного пакета для исследования процесса функционирования мультидозатора. / XXXI Неделя науки СПбГПУ 4.III. Материалы межвузовской конференции. -СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2003. -С. 3-4.
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.

МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ МЕМБРАН ВАКУУМНИХ КРИШОК

Вступ. Світовий ринок харчових продуктів висуває досить жорсткі вимоги до захисних властивостей упаковки, особливо для продуктів тривалого зберігання та дитячого харчування, часто пакованих у скляну тару.

Поширеним засобом фіксації початкового відкриття упаковки та герметичності системи закупорювання скляної тари є спеціальний рельєф центральної частини поля металевих кришок відомий як “контрольна кнопка”. Цей рельєф являє собою пружну мембрану, розташовану в центрі поля кришки. Мембрана виконує функцію індикатора, який в залежності від її стану – втягнутого або опуклого – свідчить про наявність або відсутність в упаковці вакууму а отже про її герметичність та сигналізує про її початкове відкриття.

Актуальність. Більшість кришок з мембранами на ринок України постачається закордонними виробниками, які мають значний досвід їх виробництва. Налагодження виробництва кришок з мембранами вітчизняними виробниками стикається з проблемами обумовленими ускладненням штампового оснащення, необґрунтованістю конструкції мембран та застосування жерсті з різними властивостями, а також незначним досвідом їх виробництва або його відсутністю. Загалом цей напрямок досліджень пов'язаний з удосконаленням технологій пакування, що забезпечують тривалий термін зберігання високої біологічної цінності продуктів харчування.

Основна частина. Мембрани функціонують за принципом контрольованої втрати стійкості, рис. 1. Вони втрачають стійкість від виникнення в тарі вакууму певної глибини, який спричиняє перепад тиску на поле кришки, та відновлюють початкову форму коли перепад тиску зникає. Надалі цей перепад тиску називатимемо тиском.

Закупорювання здійснюється паро-вакуумним способом, в результаті чого в упаковці створюється початковий вакуум. В процесі теплової обробки продукції на поле кришок діють зусилля. Тут можливі два випадки: перший, коли тиск в системі перевищує тиск всередині упаковки, та другий, коли внутрішній тиск в упаковці перевищує тиск в системі.

Теплова обробка продукції може суттєво впливати на роботу мембран. Для запобігання відкриттю затвора на етапах теплової обробки продукції (нагрівання та витримка), у більшості випадків необхідне відповідне регулювання протитиску системи. Можливі два випадки:

– протитиск в системі значно перевищує внутрішній тиск в упаковці, тоді під час стерилізації може відбутися прорізання ущільнювальної прокладки або порушення функціонування мембрани кришки і навіть пластична деформація поля кришки;

– внутрішній тиск в упаковці значно перевищує протитиск в системі, тоді під час стерилізації може відбутися зміна посадки кришки шляхом обертання в бік відкриття аж до розгерметизації затвора, що є неприпустимим.

В цілому в процесі теплової обробки продукції для кришок більш сприятливим є стале перевищення протитиску.

Крім того, упродовж всього терміну зберігання готової продукції внаслідок паро-вакуумного способу закупорювання в упаковці виникає кінцевий вакуум.

Очевидно, що із зазначених випадків силової дії на поле кришки величина перепаду тиску на поле може досягти максимальної величини під час теплової обробки продукції.

Значення критичних тисків втрати стійкості та відновлення початкової форми, які визначають робочий інтервал функціонування існуючих мембран, загалом відомі і надаються фірмами-виробниками кришок.

Конструктивно мембрана складається з чутливої до перепаду тиску частини зовнішнім діаметром D_2 (рис. 1), яку називають робочий конус, та з жорсткої конічної частини діаметром D_3 , яку називають опорний конус. Жорсткість цих частин визначається кутом нахилу твірної конусів.

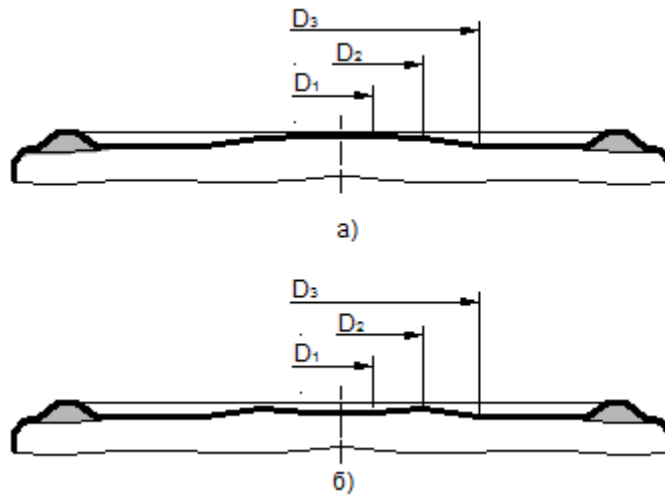


Рисунок 1 – Поле кришки системи ТО (твіст-офф):
 а) мембрана в ненавантаженому стані;
 б) мембрана у стані втрати стійкості

Дотримуватимемось розрахункової схеми в якій робочий конус защемлений по контуру, з вільним радіальним зміщенням точок контуру (рис. 2).

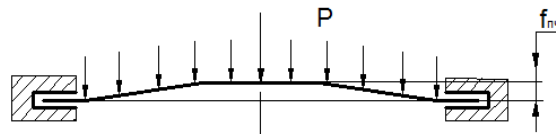


Рисунок 2 – Схема закріплення мембрани

Розрахункова математична модель для аналізу роботи мембран, отримана на основі математичного апарату теорії пластин та оболонок з використанням методів інтегрування [3], має вигляд

$$\frac{8}{3}Df - \frac{PR^4}{24} + \frac{1}{28}E\delta(f^3 - 3f^2f_{nч} + 2f_{nч}^2f) = 0; \quad (1)$$

де $D = \frac{E\delta^3}{12(1-\mu^2)}$ – циліндрична жорсткість мембрани; $f_{nч}$, f – початковий та додатковий прогини центра мембрани;

P – тиск (навантаження) на мембрану; R – радіус контуру мембрани ($D_2/2$, рис. 1); E – модуль нормальної пружності матеріалу мембрани; δ – товщина мембрани (жерсті); μ – коефіцієнт Пуассона матеріалу мембрани.

Представимо рівняння (1) в безрозмірному вигляді і для полегшення програмування шляхом перетворень подамо його в загальній формі кубічного рівняння

$$\zeta^3 - 3\zeta_{nч}\zeta^2 + 2\left(\zeta_{nч}^2 + \frac{28}{9}\frac{1}{1-\mu^2}\right)\zeta - \frac{7}{6}P^* = 0; \quad (2)$$

де $\zeta_{nч} = \frac{f_{nч}}{\delta}$ та $\zeta = \frac{f}{\delta}$ – початковий та додатковий безрозмірні прогини центра мембрани;

$P^* = \frac{PR^4}{E\delta^4}$ – безрозмірний тиск на мембрану.

Комп'ютерне моделювання виконувалось за допомогою програмного забезпечення MATLAB R2008a. було розроблено комп'ютерну програму для розрахунку ζ та P^* і подальшого представлення залежності «тиск – прогин» ($P^*(\zeta)$) в графічному вигляді.

Розглянемо характеристики роботи мембран кришки ТО-82 для деяких можливих значень початкових безрозмірних прогинів $f_{nc1} = 0,20$ мм, $\zeta_{nc1} = 1,11$; $f_{nc2} = 0,25$ мм, $\zeta_{nc2} = 1,39$; $f_{nc3} = 0,30$ мм, $\zeta_{nc3} = 1,67$, зображені на рис. 3. Інші геометричні та механічні параметри: $\delta = 0,18$ мм; $R = 12$ мм; $\mu = 0,35$; $E = 190 \cdot 10^9$ Па. Вони відповідають параметрам для маловуглецевої сталі. В цих мембранах f_{nc} малий по відношенню до δ , тому їх відносять до мембран з малим прогином.

З рис. 3 видно, що наявність початкового прогину викликає порушення монотонності ходу кривих. Зі зростанням початкового прогину від ζ_{nc1} до ζ_{nc3} порушення монотонності ходу кривої зростає. Порушення монотонності свідчить про наявність ділянки нестійкого режиму роботи мембрани. Цей режим роботи має місце в інтервалі між критичними тисками: P_1^* – тиском втрати стійкості та P_2^* – тиском розвантаження. Він і є режимом контрольованої втрати стійкості.

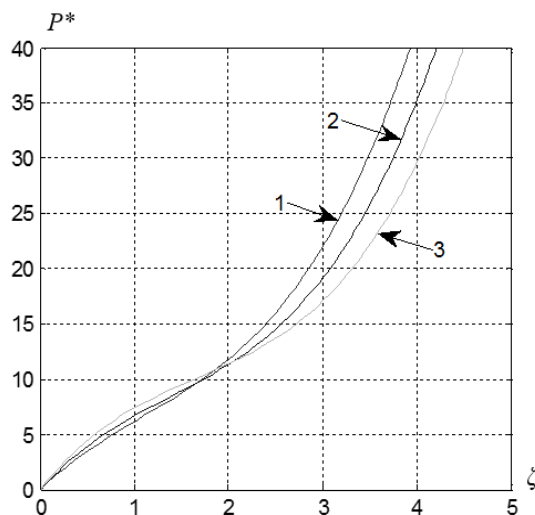


Рисунок 3 – Залежність між тиском та прогином для мембран металевих кришок з початковими прогинами: 1 – $\zeta_{nc1} = 1,11$; 2 – $\zeta_{nc2} = 1,39$; 3 – $\zeta_{nc3} = 1,67$

Розглянемо далі деформаційні характеристики мембрани кришки ТО-82 для деяких можливих значень зовнішнього діаметру робочого конуса D_2 , тобто радіусів закріплення контуру мембрани, згідно розрахункової схеми (рис. 2), $R_1 = 12$ мм, $R_2 = 13$ мм, $R_3 = 14$ мм. Інші геометричні та механічні параметри: $f_{nc} = 0,25$ мм; $\delta = 0,18$ мм; $\mu = 0,35$; $E = 190 \cdot 10^9$ Па.

З рис. 4 бачимо, що в зазначеному діапазоні зміни діаметру закріплення контуру мембрани, за сталої товщини жерсті та початкового прогину центра мембрани, характеристики роботи мембран практично не змінюються. Спостерігається однакове для всіх трьох випадків порушення монотонності ходу кривих. На відміну від попереднього випадку (рис. 3) динаміка роботи мембран не зазнає змін.

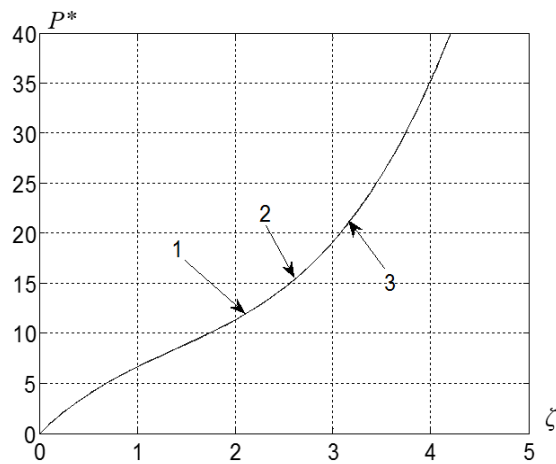


Рисунок 4 – Залежність між тиском та прогином для мембран металевих кришок радіусами: 1 – $R_1 = 12$ мм; 2 – $R_2 = 13$ мм; 3 – $R_3 = 14$ мм

Конструктивно, функціонування мембрани в режимі контрольованої втрати стійкості перш за все пов'язане з жорсткістю опорного конуса (рис. 1). Припустимо, що опорний конус починає втрачати стійкість одночасно з робочим, тоді фактично він стає частиною робочого конуса. При цьому f_{nc} такого складеного робочого конуса різко зростає (більш ніж у 2 рази) і мембрана з класу мембран з малим прогином переходить у клас мембран з великим прогином [1].

В цьому випадку порушення монотонності ходу кривої $P^*(\zeta)$ кардинально збільшиться. Інтервал між критичними тисками P_1^* та P_2^* розшириться. Тиск P_1^* зросте, а тиск P_2^* зменшиться. Зменшившись тиск розвантаження P_2^* може досягти значення 0, перетнути вісь абсцис і перейти в зону від'ємних значень, тоді мембрана після втрати стійкості і розвантаження початкову форму не відновить і збереже пружний залишковий прогин. Така мембрана в існуючому робочому інтервалі тисків P_1 та P_2 функціонувати не буде.

Висновки. Надійне функціонування мембран в режимі контрольованої втрати стійкості забезпечується за умови невеликих порівняно з товщиною значень f_{nc} . В іншому випадку після втрати стійкості мембрана може перейти в режим пластичних деформацій і зберегти пружний залишковий прогин, втративши функціональність.

Опорний конус за будь-яких обставин не повинен входити в режим контрольованої втрати стійкості інакше мембрана втратить функціональність.

Математична модель в якісному плані відповідає загальній картині роботи мембран і може використовуватись для удосконалення мембран та пояснення їх роботи.

Література

1. Вольмир, А.С. Гибкие пластинки и оболочки / А.С. Вольмир. – М.: Изд-во технико-теоретической лит., 1956. – 419с.
2. P. Frank Pai. (April 2007) Total-Lagrangian Formulation and Finite-Element Analysis of Highly Flexible Plates and Shells. *Mathematics and Mechanics of Solids*, vol. 12, no. 2, 213-250.
3. Ватренко, О.В. Мембрани кришок консервної скляної тари (обґрунтування їх роботи) / О.В. Ватренко // Упаковка. – 2014. – № 6. – С. 26-29.

УДК 621.798

Чорна А.І., аспірант

Голь А.О., студент

Шульга О.С., к.т.н., доц.

Арсеньєва Л.Ю., д.т.н., проф.

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

«ЇСТІВНА ПЛІВКА» ЯК СПОСІБ ПОДОВЖЕННЯ ТЕРМІНУ ЗБЕРІГАННЯ ПРЯНИКІВ

Пряники представляють собою борошняні кондитерські вироби різноманітної форми з опуклою поверхнею, що містять велику кількість цукру і різні смакові добавки.

Основною проблемою, з якою стикаються виробники пряників, є черствіння продукту при зберіганні, обумовлене старінням крохмальних колоїдів. У ході технологічного процесу виготовлення виробів крохмаль зв'язує велику кількість води і далі клейстеризується при випіканні. Під час зберігання готової продукції крохмаль ущільнюється, зменшується його здатність зв'язувати воду, і маса «старіє». Цей процес і викликає черствіння, при цьому м'якуш починає кришитися, а при подальшому висиханні ущільнюється, корочка виробів втрачає крихкість [1].

Поширеними способами запобігання черствіння є введення полімерних речовин (наприклад, пектинових речовин [2]) у склад пряників, що допомагає утримувати воду у зв'язаному стані, що виділяється з колоїду крохмалю. Також запропонований спосіб використання борошна з пшениці ваксі, особливість якого полягає в тому, що у його складі відсутня амілоза [3].

Ще одним фактором, що запобігає черствінню пряників їх глазурування, яке здійснюють цукровим сиропом [4]. Проте цукрова глазур несе додаткові калорії виробам, які і так перенасичені простими вуглеводами. Альтернативою даного заходу є нанесення покриття на поверхню пряника, яке б захищало від висихання, не давало зайвих калорій при споживанні та не псувало органолептичних показників виробів.

На сьогодні «їстівна плівка» все більш активно входить у склад різних харчових продуктів, що дає можливість подовжувати термін зберігання запакованого продукту. «Їстівна плівка» є необхідною альтернативою традиційним полімерним матеріалам з поліетилену, поліпропілену тощо з екологічної точки зору. В існуючій проблемі засмічення навколишнього середовища відходами пакувальних матеріалів вже нікого не потрібно переконувати. «Їстівна плівка» вирішує і це питання, оскільки, по-перше, вона споживається разом з продуктом, а отже відходів не залишається, а по-друге, в разі якщо споживач занадто не довіряє сучасним технологіям і відокремлює плівку від продукту, то небезпеки для навколишнього середовища така плівка нести не буде, адже якщо вона розщеплюється ферментами людського організму, то і ферменти мікроорганізмів ґрунту також здатні її розкласти до речовин, що не будуть засмічувати навколишнє середовище.

Існує ще одна перевага використання «їстівної плівки» у виробництві пряників – можливість внесення БАР, які не витримують дії високої температури під час випікання. Адже просте обсипання, наприклад, прянощами які містять БАР, по-перше, не передбачені існуючими рецептурами, а по-друге, не утримуватимуться на поверхні виробу. А такі БАР як пробіотики на поверхню без допомоги плівки взагалі нанести неможливо. Даний аспект являє перспективу наших досліджень.

Отже, «їстівна плівка» – фактор подовження свіжості пряників.

Згідно ДСТУ 4187:2003 «Вироби кондитерські пряникові. Загальні технічні умови» передбачені наступні терміни зберігання, не більше:

10 діб — для сирцевих і заварних пряників і ковриг типу м'ятних та пряникових виробів для хворих на цукровий діабет — в літній період;

15 діб — для сирцевих, заварних пряників і ковриг типу м'ятних, пряникових виробів для хворих на цукровий діабет — у зимовий період; для ковриг, що містять більше 11,0 % жиру;

20 діб — для сирцевих (крім м'ятних) глазурованих і неглазурованих пряників і ковриг; для заварних пряників в літній період та заварних ковриг;

1 міс. — для заварних пряників у зимовий період; для сирцевих пряників (крім м'ятних) глазурованих і неглазурованих та заварних ковриг, упакованих в повітронепроникні полімерні матеріали;

1,5 міс. — для вагових заварних пряників, упакованих в мішки-вкладиші з повітронепроникних полімерних матеріалів;

2 міс. — для заварних пряників, упакованих в повітронепроникні полімерні матеріали;

3 міс. — для заварних пряників, виготовлених з використанням рослинних твердих жирів тривалого зберігання, конфітурів та плодово-ягідних наповнювачів з сорбіновою кислотою і упакованих герметично у повітронепроникні полімерні матеріали.

Нами досліджувалися сирцеві пряники виготовлені в лабораторних умовах максимальний термін зберігання яких 20 діб, згідно наведених вище даних. В якості покриття було використане їстівне покриття на основі декстрину та желатину з пластифікатором гліцерин. Плівка наносилася одразу після випікання пензлем, проте також можливий варіант занурення у розчин та розприскування. Динаміку зміни масової частки вологи пряників досліджували шляхом порівняння зі зразками без покриття та глазурованим цукровим сиропом.

Результати досліджень наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Зміна масової частки вологи пряників при зберіганні

Пряник	Масова частка вологи при зберіганні, %				
	свіжевипічений	7 діб	14 діб	21 доба	28 діб
без покриття	13,5	7,7	4,8	3,4	1,8
глазурований цукровим сиропом	13,8	10,9	7,8	5,9	3,1
з «їстівною плівкою»	13,7	11,1	8,2	7,0	3,5

Висновки. Результати досліджень вказують на те, що «їстівна плівка» є можливою альтернативою при виробництві пряників, оскільки зміна вологості пряників відбувається аналогічними темпами як і для глазурованих пряників. Проте плівка дає можливість зменшити вміст простих легкозасвоюваних вуглеводів та підвищити вміст білку в продукті за рахунок наявності желатину у складі покриття, а також введення до складу згадуваних раніше БАР дозволить суттєво збільшити біологічну цінність пряників, що важливо оскільки однією з груп їх споживачів є діти.

Література

1. Степанова, Л.И. Способы замедления процесса черствения пряников / Л.И. Степанова, С.Н. Петрова // Кондитерское и хлебопекарное производство. – 2005. - №3 (43). - Режим доступу: <http://www.breadbranch.com/magazine/archive/viewdoc/2005/3/174.html>
2. Челидзе, З. Ж. Разработка технологи приготовления заврных пряников с внесением пектина и пектиносодержащего сырья : автореф. дис... канд. тех. наук : спец. 05.18.01 «Технология хлебопекарных, макаронных и кондитерских продуктов» / Челидзе Заал Жораевич. – М., 1995 - Режим доступу: <http://www.dissercat.com/content/razrabotka-tehnologii-prigotovleniya-zavarnykh-pryanikov-s-vneseniem-pektina-i-pektinsoderz>.
3. Иоргачева, Е.Г., Макарова О.В., Хвостенко Е.В. Стабилизация качества сырцовых пряников при хранении / Е.Г. Иоргачева, О.В. Макарова, Е.В. Хвостенко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2014. - №2/12 (68). – С.138-143.
4. Лебедева, Л.Н. Производство кондитерских изделий на предприятиях и в цехах малой мощности / Л.Н. Лебедева, С.Д. Дудко, В.И. Оболкина. – К.: Фирма «ИНКОС», 2010. – 312 с.

УДК 621.789

Деренівська А.В.,

Гавва О.М., д. т. н., проф.

Кривопляс-Володіна Л.О., к. т. н., доц.

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

НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПАКУВАННЯ СИПКОЇ ПРОДУКЦІЇ В КАРТОННІ ПАЧКИ

В останнє десятиріччя відмічено стрімке зростання різноманіття видів сипкої харчової продукції (СХП). Для її зберігання, транспортування та реалізації використовують різні типи упаковки. Актуальною тенденцією з точки зору екології та відновлювальних ресурсів є зростання попиту на картонну упаковку.

Відмінність конструктивних виконань обладнання для пакування СХП в картонні пачки зумовлена не лише різними структурно-механічними характеристиками продукції, умовами дозування та фасування, конструкцією споживчої тари, а й відсутністю цілісного науково обґрунтованого методологічного підходу до їх проектування.

Створенням наукового підґрунтя для конструювання такого обладнання займалися наступні вчені: Сторіжко Й.І., Кривопляс О.П., Зенков Р.Л., Пальчевский Б.О., Масло М.А., Кірія Р.В. та ін. Але їх роботи носять фрагментарний характер і відображають наукові дослідження, що стосуються окремих операцій та робочих органів пакувального обладнання. Проектування новітнього пакувального обладнання потребує комплексного підходу до визначення його структури, взаємодії робочих органів його функціональних модулів та вибору раціональних параметрів їх роботи. Такий принцип проектування визначає актуальність даної роботи і забезпечує не тільки відповідність функціональних модулів критеріям ефективності, а й дає можливість вибору оптимальної технологічної схеми, компоновання та конструкційного виконання пакувального обладнання для сипкої харчової продукції.

На основі проведеного аналізу технологічних схем і конструкційних рішень пакувальних машин (ПМ) нами були розроблені графи, які відображають наявність та порядок виконання технологічних операцій в окремих функціональних модулях та ПМ загалом.

Для вибору раціональної структури ПМ нами були виділені такі основні критерії ефективності: енерговитрати, надійність, продуктивність і точність дозування.

Одним з основних критеріїв, який необхідно враховувати під час аналізу конструкційних схем функціональних модулів (ФМ) обладнання поряд з продуктивністю та якістю пакування є мінімізація енерговитрат як під час виготовлення, так і під час їх експлуатації. Однією з основних складових експлуатаційних витрат є споживання обладнанням енергії.

Для оцінювання якості пакувальної машини використані критерії надійності типових функціональних модулів, які були визначені експериментально у виробничих умовах за методикою, яка передбачає проведення хронометражу роботи та простоїв машини, що полягає в реєстрації періодів її роботоздатного та нероботоздатних станів.

Поряд із визначеними коефіцієнтами надійності ФМ пакувальних машин встановлено, що для підвищення надійності і продуктивності ПМ потрібно визначити раціональні параметри таких ФМ: дозувально- фасувального; транспортної системи ПМ; формоутворення картонної пачки з ПСЗП, який поєднує пристрої виділення одиничної ПСЗП з магазину та внутрішньомашинного переміщення.

Для оцінювання раціональної структури ПМ було використано SADT моделювання на трьох рівнях побудови концептуальної моделі, які дозволяють більш глибоко проаналізувати характер зміни структури ПМ. На рис.1 зображено s- модель із застосуванням методів синтезу, яка відображає ієрархічну структуру ПМ. На основі цього графу можна вийти на будь- яку структуру технологічного процесу.

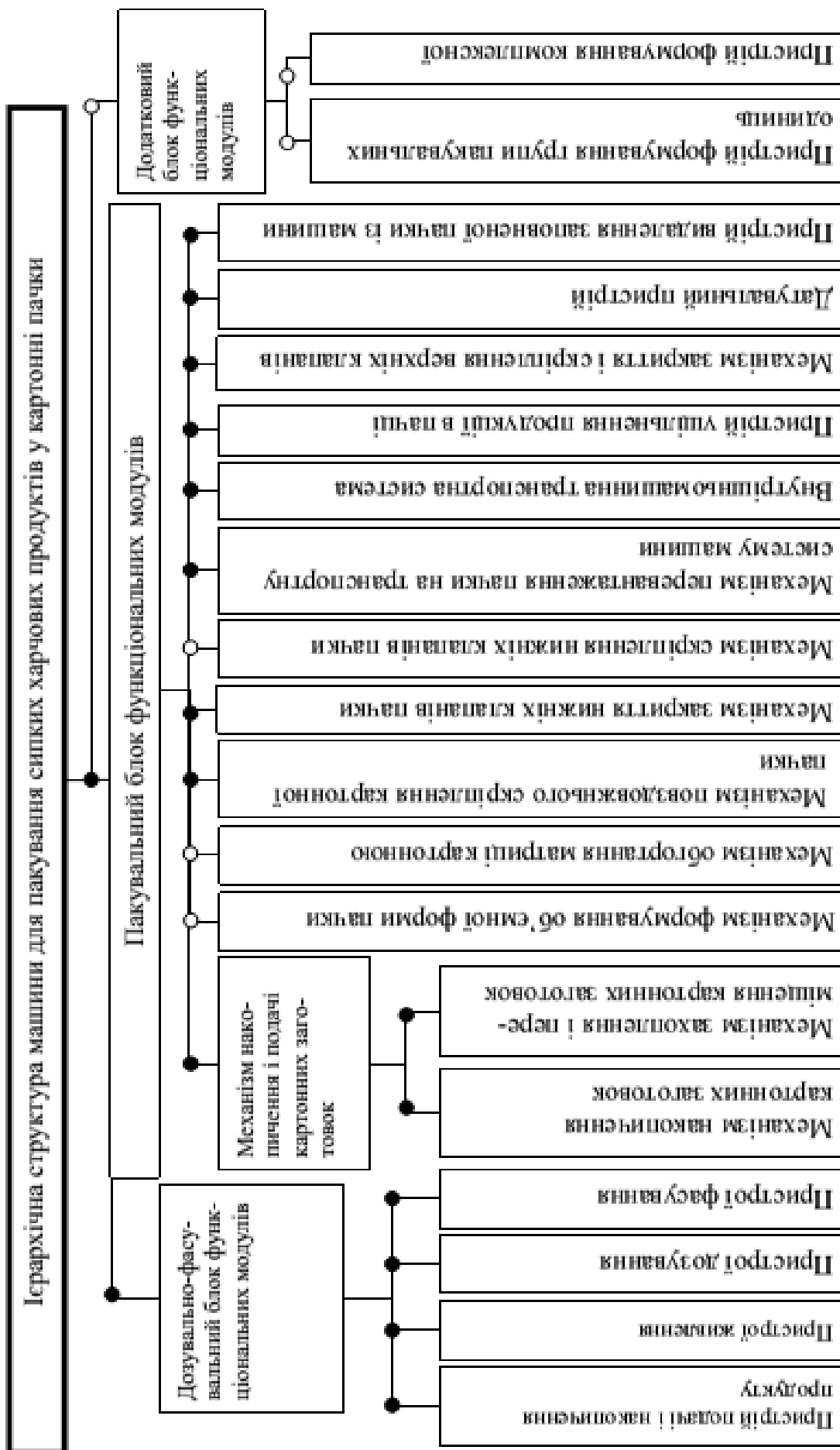


Рисунок 1 - Узагальнений граф ієрархічної структури машини для пакування сигаретного продукту в картонні пачки:
 ● - вершини зв'язані «стан», ○ - вершини зв'язані «об'єкт»

У зв'язку з тим що з точки зору критеріїв ефективності – дозувально- фасувальний модуль енергомісткий і недостатньо надійний, та відповідає за одну із основних технологічних характеристик ПМ - точність дози продукції, проведено дослідження конструктивних, динамічних і кінематичних параметрів процесу дозування.

Між точністю дозування та продуктивністю існує певна функціональна залежність: точність дозування зменшується при підвищенні продуктивності за рахунок: збільшення швидкості витікання продукції з випускного каналу бункера; збільшення швидкості подачі продукції живильником; збільшення шару продукції на робочому органі живильника; збільшення відносної частки тривалості «грубого» дозування за рахунок зменшення частки тривалості «тонкого» дозування.

За об'єкт дослідження прийнято лінійно- ваговий дозатор, що характеризується відносно не високою вартістю, має високу точність дозування та відносно низьку продуктивність.

У загальному вигляді структуру сучасного порційного лінійного вагового дозатора для сипкої продукції можна навести сукупністю елементів, кожний з яких виконує окремі функції операції дозування (рис.2).

Дослідження процесу витікання сипкої харчової продукції з випускного каналу у боковій частині бункера дало можливість: - визначити раціональні геометричні параметри бункера; визначити параметри переміщення продукції з бункера на живильник; забезпечити рівномірне розподілення сипкої продукції на живильнику; зменшити режимну складову динамічної похибки дозування.

Розроблена математична модель руху заслінки дає можливість: реалізувати раціональні режими роботи лінійних вагових дозаторів; забезпечити реалізацію будь-якого безперервного закону руху заслінки та регулювання інтенсивності видачі продукції з бункера за рахунок зміни площі перерізу вхідного отвору порожнини наповнення пневмоциліндра.

У результаті дослідження раціонального розташування зважувальної місткості було встановлено, що: відхилення від раціонального розташування зважувальної місткості відносно робочої поверхні переміщення продукції призводить до зниження точності дозування; за умови раціонального розташування зважувальної місткості режимна складова динамічної похибки дозування зменшується в межах від 15-38% відносної похибки; значущим параметром, який впливає на значення раціонального розташування зважувальної місткості, є швидкість руху продукції в момент її сходження з несучої площини живильника; одним із технічних рішень для регулювання положення зважувальної місткості відносно поверхні робочого органу живильника може бути встановлення зважувальної місткості на приводні рухомі напрямні за допомогою яких здійснюється відповідне керування.

Проведений огляд можливих станів сипкої продукції при її ущільненні за рахунок вібрації показав, що для забезпечення динамічної стабільності переміщення продукції в картонній пачці без втрат та просипання її за межі пачки, необхідно використовувати віброущільнення.

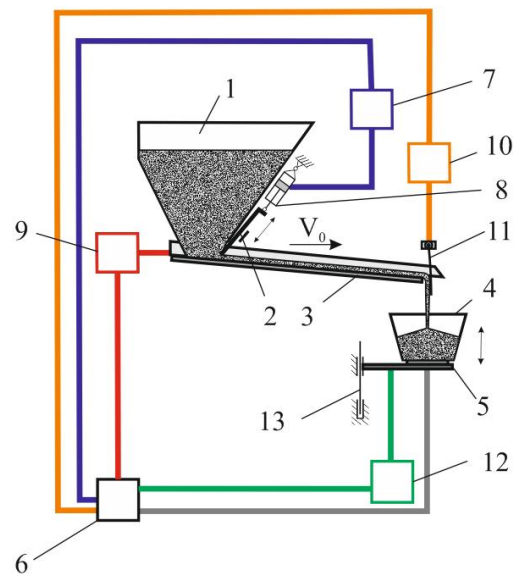


Рисунок 2 – Структурна схема лінійного вагового дозатора для сипкої продукції:

- 1 – приймальний бункер,
- 2 – живильник,
- 3 – зважувальна місткість,
- 4 – датчик ваги,
- 5 – системи керування вагою дози продукції,
- 6 – системи керування видачі продукції з бункера,
- 7 – заслінка

Проведене дослідження ущільнення дає можливість попередньо визначити на скільки зменшиться висота гірки сипкої продукції в картонній пачці при ущільненні за рахунок вертикально направленої вібрації.

Другим по важливості функціональним модулем є модуль формоутворення заготовки картонної пачки. Від якості формоутворення залежить якість пакування СХП – забезпечення герметичності та збереження вмісту пачки.

При розкритті плоскоскладеної заготовки пачки робочий орган пристрою формоутворення повинен подолати моменти сил опору, які виникають в лініях бігування.

Для дослідження необхідного зусилля на робочих органах механізму формоутворення при розкритті плоскоскладеної заготовки попередньо були проведені експериментальні дослідження на приладі для визначення опору згину Bending Resistance Tester 79-25 Series (рис.3), у результаті чого була отримана залежність між питомим моментом сил опору по лінії бігування для зразка (рис.4) висіченого: вздовж машинного напрямку волокон з розкритими гранями; впоперек машинного напрямку волокон з розкритими гранями; вздовж машинного напрямку волокон з попередньо складеними гранями; вздовж машинного напрямку волокон картону через 15 с після розкриття граней.

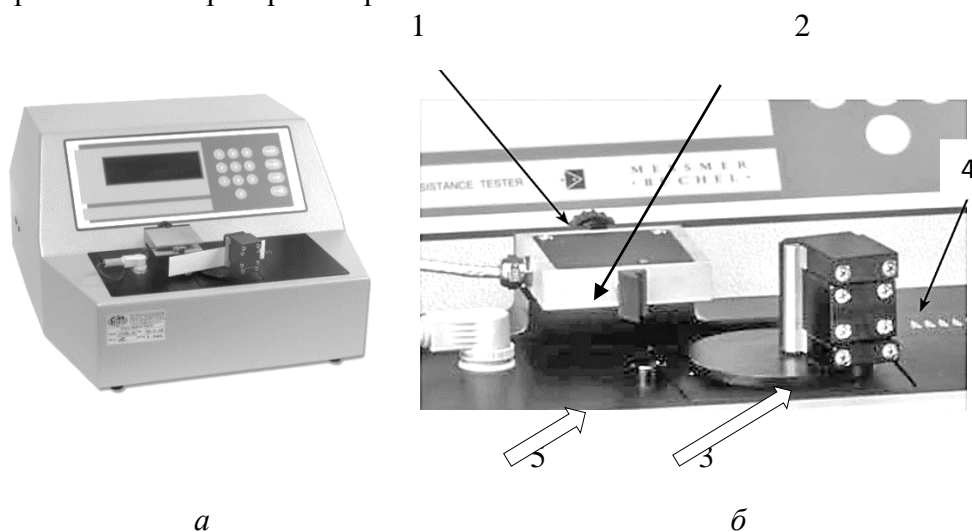


Рисунок 3 – Прилад для визначення опору згину Bending Resistance Tester 79-25 Series: а – загальний вигляд, б- робочі органи та механізми регулювання; 1- механізм зміни положення головки з тензодатчиком; 2- головка з тензодатчиком; 3- пневматичний захват на поворотній платформі; 4- механізм позиціонування пневматичного захвату, 5- опора для фіксації заготовки в коректному положенні

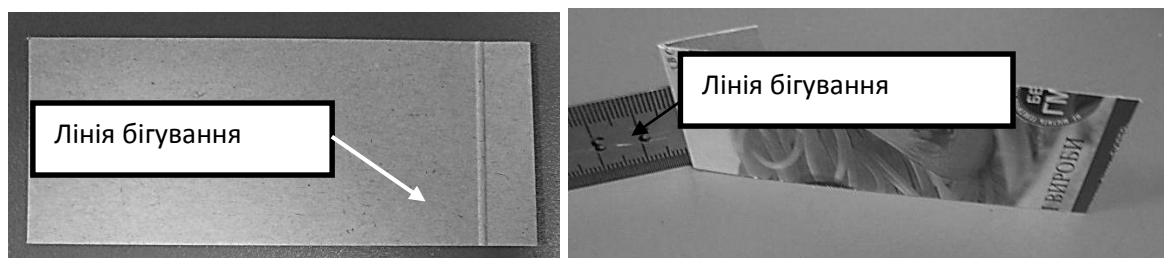


Рисунок 4 – Типи випробувальних зразків: а) грані розкриті, б) грані попередньо складені

У результаті проведених експериментальних і аналітичних досліджень була розроблена методика визначення раціональних параметрів модуля формоутворення з робочими органами у вигляді: штовхача, поворотного захвату, вакуумного поворотного захвату, системи криволінійна напрямна та вакуумний захват.

Для даних конструкцій карманних носіїв мінімальні величини реактивних моментів в шарнірі MR, які не спричинюють деформацію пачки, утримують її в карманному носії і забезпечують її правильну форму та які необхідні для замикання захватів на кожному із етапів переміщення, дорівнюватимуть:

$$\begin{cases} M_{N_1} \geq 0,5 \cdot N_1 \cdot B_n; \\ M_{N_2} \geq N_2 \cdot r_{зах}, \end{cases}$$

-для карманного носія з одним фіксуєчим захватом:

$$\begin{cases} M_{N_1} \geq N_1 \cdot r_{зах}; \\ M_{N_2} \geq N_2 \cdot r_{зах}, \end{cases}$$

-для карманного носія з двома фіксуєчими захватами:

де N_1, N_2 зусилля, які діють з боку пачки на повороті захвати відповідно 1 та 2; B_n – ширина пачки; $r_{зах}$ – радіус захвату, тобто відстань від точки контакту захвату з ребром пачки

Готова пакована одиниця подається на наступні технологічні операції з позиціонуванням за заданим кроком. Для покрокового розміщення пачок доцільно використовувати шнекові транспортні системи (рис. 9).

Була розв’язана задача з визначення геометричних параметрів шнеків відповідно до обраного закону зміни прискорення переміщення пачки з виходом на раціональні параметри шнеків – кількості витків та довжини.

Висновки. Проведені теоретичні та експериментальні дослідження дали змогу науково обґрунтувати раціональні значення параметрів таких ФМ пакувальної машини, як: дозувально- фасувальний, пристрій формоутворення картонної пачки, механізм ущільнення СХП в пачці, внутрішньомашинні транспортні системи – з карманними носіями та шнековими конвеєрами.

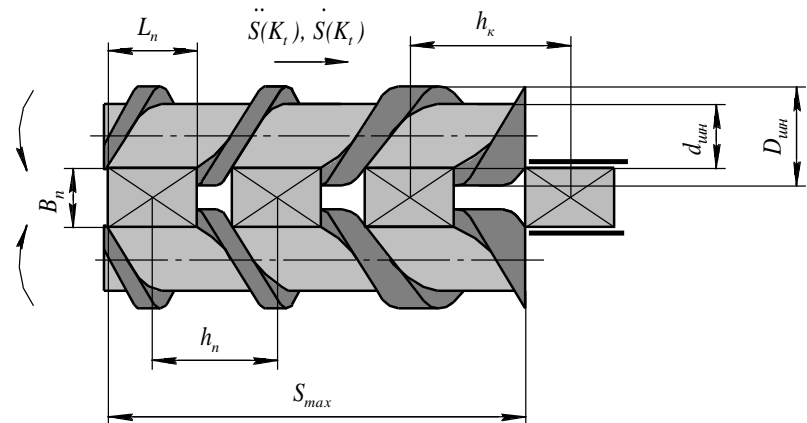


Рисунок 9 – Технологічна схема переміщення картонної пачки шнековим конвеєром зі змінним кроком: 1, 2 - шнековий конвеєр зі змінним кроком; 3- картонна пачка

Література

1. Edward Keith Lloyd, Norman Biggs, Robin James Wilson. Graph Theory 1736-1936. Oxford University Press, 1986
2. Структурно-механические характеристики пищевых продуктов / А.В. Горбатов, А.М. Маслов, Ю.А. Мачихин и др.; под ред. А.В. Горбатова. — М.: Легкая и пищевая пром-ть, 1982. — 296 с.
3. Феклин К. П. Основы структурно-параметрического синтеза упаковочных машин / К. П. Феклин // Тара и упаковка. - 2001. - №6. - С. 4-6.
4. Марка Дэвид. Методология структурного анализа и проектирования (SADT) / Дэвид А. Марка, Клемент МакГоуэн // М.: МетаТехнология, 1993г. 243с.
5. Спиваковский А.О., Дячков В.К. Транспортирующие машины: Учебное пособие для машиностроительных вузов. – 3-е изд. перераб.– М.: Машиностроение, 1983. – 487 с.
6. Масло, М. А. Конструктивні елементи транспортних систем пакувального обладнання / М. А. Масло, О. М. Гавва // Упаковка. – 2006. – № 2. – С. 44–46.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ МАШИН ДЛЯ ПАКУВАННЯ В'ЯЗКОЇ ТА ПЛАСТИЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ У СПОЖИВЧУ ТАРУ

Вступ. Результатом виконання операцій пакування є отримання необхідної кількості пакованої продукції заданої якості. Оцінку результату цього процесу здійснюють за показниками ефективності роботи пакувальної машини (ПМ).

За характером відображення показники ефективності поділяють на економічні і технічні [1]. До основних технічних експлуатаційних показників належать надійність, продуктивність, функціональна точність, гнучкість, енерговитрати, технологічність тощо/

Мета дослідження. Надійність - це властивість ПМ зберігати в заданому інтервалі часу у заданих межах значення всіх параметрів, що характеризують її здатність виконувати необхідну функцію в заданих режимах і умовах застосування. Для оцінки ПМ найбільш широко використовуються **комплексні показники надійності**, які характеризують їх безвідмовність та ремонтпридатність. До комплексних показників **надійності** належить, передусім, *коефіцієнт готовності* K_g , який визначає ймовірність того, що ПМ буде в працездатному стані у довільний момент часу, окрім запланованих періодів, під час яких її використання за призначенням не передбачено. Визначення дійсного значення *готовності* K_g кожного окремого функціонального модуля (ФМ) відкриває шляхи до підвищення надійності і продуктивності ПМ загалом..

Методика досліджень. Величина *коефіцієнта готовності* K_g визначається як:

$$K_g = \frac{m_t}{m_t + m_b}, \quad (1)$$

де m_t - середній час напрацювання на відмову функціонального модуля; m_b - середній час відновлення працездатності функціонального модуля, або

У виробничих умовах надійність можна визначити за методикою, яка передбачає проведення хронометражу роботи та простоїв машини, що полягає в реєстрації періодів її роботоздатного (випуск виробів необхідної якості та із заданою продуктивністю) та нероботоздатних (відхилення значень параметрів від заданих вимог, зупинка роботи) станів [2]. Нероботоздатний стан настає тоді, коли виникають несправності при роботі її функціональних модулів, тобто настає відмова. Необхідність налагодження хоча б одного з функціональних модулів викликає зупинку всієї машини.

Об'єктами дослідження обрано наступні зразки діючих ПМ [3]: АВ - для пакування в жорстку тару (банки «Твіст Офф»); АТЛ - для пакування в напівжорстку тару (полімерні та алюмінієві туби); ПВ1 - для пакування в жорстку тару (полімерні відра); ДПН - для пакування в м'яку тару (пакети типу Дой-пак); ИН-ПЗ - для пакування в м'яку тару (пакет «саше» (3-х шовний пакет); МА-500 - для пакування в м'яку тару (пакет); М2 - для пакування в напівжорстку тару (полімерні стаканчики); «ПАСТПАК 4Р» - для пакування в напівжорстку тару (полімерні стаканчики); ВЕННІЛ 8362 MULTIPACK для пакування пластичної продукції методом обгортання (для масла).

Збої у роботі дозатора, пов'язані із відхиленням маси дози продукту, регулюються без зупинки роботи машин, тому тривалість відновлення роботоздатності приймається рівною часу, затраченому на виготовлення або подачі однієї упаковки.

Продуктивність досліджуваних машин варіювалась в залежності від типу ПМ в межах від 14 уп./хв. до 120 уп./хв. [3].

Результати досліджень. У ході спостереження за роботою машин для пакування в'язкої і пластичної продукції було виявлено ряд характерних для пакувальних машин цього типу видів відмов (табл.1).

Таблиця 1 – Характерні відмови функціональних модулів машин для пакування в'язких та пластичних харчових продуктів

Функціональний модуль, що спричинив відмову	Вид відмови	
Дозатор	S1	Порушення точності дозування, прокапування продукту
Механізм подачі, акумулювання пакувального матеріалу	S2	Зміщення, заминання плівки пакувального матеріалу
Рукавоутворювач	S3	Утворення складок
Механізм поздовжнього зварювання	S4	Неякісний зварний шов (зміна температури зварювання, потрапляння продукту на зварні губки, недостатнє зусилля притискання, розрив плівки)
Механізм поперечного зварювання	S5	
Механізм виділення, подачі та орієнтації одиничної тари	S6	Деформування тари, порушення точності позиціонування тари
Механізм розкриття пакета	S7	Неповне розкриття пакету
Механізм внутрішньомашинного переміщення тари	S8	Порушення точності позиціонування, деформування пакувального матеріалу/тари
Механізм подачі основного закупорювального засобу	S9	Деформування закупорювального засобу, порушення точності позиціонування закупорювального засобу
Механізм герметизації зварюванням	S10	Деформація/руйнування закупорювального засобу, неякісна герметизація тари
Механізм датування	S11	Нечіткий друк, перекіс друку
Механізм етикетування	S12	Деформація етикетки, перекіс етикетки
Механізм подачі додаткового закупорювального засобу	S13	Деформування закупорювального засобу, порушення точності позиціонування закупорювального засобу
Механізм герметизації притисканням	S14	Деформація/руйнування закупорювального засобу, неякісна герметизація тари
Механізм виведення тари	S15	Деформування тари, падіння упаковки
Блок керування	S16	Неспрацьовування датчиків

Виходячи із хронометражу роботи ПМ визначено періоди безвідмовної роботи машин та тривалості відновлення роботоздатності кожного з функціональних модулів машин. На основі часових проміжків для кожного функціонального модуля визначено середній час напрацювання на відмову функціонального модуля, середній час відновлення ФМ, та коефіцієнт готовності кожного ФМ пакувальної машини. Так оброблені та розраховані характеристики надійності ФМ пакувальної машини АВ наведено в таблиці.

Таблиця 2 – Характеристики надійності ФМ машин АВ

№	Функціональний модуль	Інтервали безвідмовної роботи, хв.	Тривалість відновлення, хв.	m_{cp}	m_{pp}	$K_{Гі}$	$K_{вг}$
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Механізм подачі банки	292	5	292	5	0,983	0,017
2	Механізм внутрішньо машинного переміщення тари	277-318	5-5	297,2	5	0,983	0,017
3	Дозатор	142-178	3-3	160	3	0,982	0,018

1	2	3	4	5	6	7	8
4	Механізм подачі кришки	97-133-152	3-4-4	127,33	3,67	0,972	0,028
5	Механізм герметизації	105-153-177-143	4-4-4-5	144,5	4,25	0,971	0,029
6	Механізм етикетування	141-163-192-115	3-3-4-4	152,75	3,5	0,9776	0,0224
6	Механізм етикетування	141-163-192-115	3-3-4-4	152,75	3,5	0,9776	0,0224
7	Блок керування	306	5	306	5	0,984	0,016

На основі одержаних даних зробимо порівняльний аналіз надійності досліджуваних машин та їх ФМ (рис. 1). По осі О-Х відображено порядкові номери функціональних модулів (у відповідності до табл.2), а по осі О-У відображено значення коефіцієнта готовності.

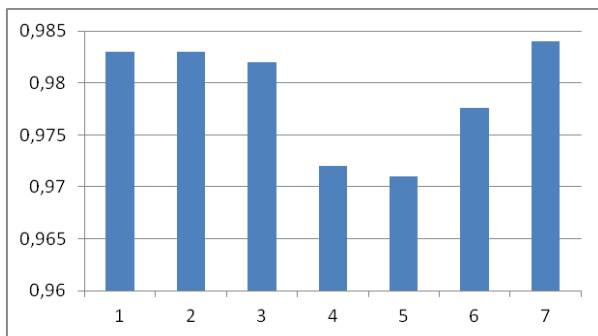


Рисунок 1 – Гістограма надійності ФМ машини АВ для пакування в жорстку тару (банки «Твіст Офф»)

Отримані гістограми дають змогу оцінити надійність розглянутих функціональних модулів для представлених зразків пакувальних машин. До найменш надійних модулів з множини розглянутих можна віднести:

механізм герметизації та датування туб, механізм переорієнтації туби (машина АТЛ); механізм подачі і протягування пакувального матеріалу (машина Venhil 8362 Multipack). Це зумовлено як певною недосконалістю конструкцій модулів, так і певними особливостями технологічних операцій і характеристиками пакувальних матеріалів.

На основі отриманих даних визначимо коефіцієнти готовності машин загалом, наприклад для машини ДПН:

$$K_{Г.М} = \left(1 + \left(\left(\frac{1}{0,957} - 1 \right) + \left(\frac{1}{0,971} - 1 \right) + \left(\frac{1}{0,947} - 1 \right) + \left(\frac{1}{0,98} - 1 \right) + \left(\frac{1}{0,957} - 1 \right) + \dots \right) \right)^{-1} = 0,801$$

Висновки. У результаті виконаних досліджень поряд із визначеними коефіцієнтами надійності ФМ пакувальних машин встановлено, що для підвищення надійності і продуктивності ПМ потрібно визначити раціональні параметри таких ФМ:

- дозування продукції;
- протягування полімерної плівки по робочих поверхнях пристроїв формування рукава;
- герметизації упаковки термозварюванням та натисканням пружної кришки;
- внутрішньомашинного транспортування тари і пакувальних одиниць.

Література

1. Пальчевський, Б. О. Дослідження технологічних систем: моделювання, проектування, оптимізація / Б. О. Пальчевський. – Львів: СВІТ, 2001. – 232 с.
2. Шаповал О. М. Програмне забезпечення автоматизованого пошуку оптимального компонування пакувального автомату / Б. О. Пальчевський, О. М. Шаповал // Автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні та приладобудуванні. – Львів, 2010. – № 44. – С. 90–95.
3. Гавва О. М. Обладнання для пакування продукції у споживчу тару / О. М. Гавва, А. П. Беспалько, А. І. Волчко. – К.: ІАЦ «Упаковка», 2008. – 436 с.

УДК 621.898.88

Соколенко А.І., професор, д.т.н.,

Васильківський К.В., доцент, к.т.н.

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

РОЗРОБЛЕННЯ РЕКУПЕРАЦІЙНИХ СИСТЕМ КІНЕТИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В ЦИКЛІЧНОМУ ОБЛАДНАННІ ПОТОКОВИХ ЛІНІЙ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

Вступ. Динаміка перехідних процесів, як розділ механіки, пройшла своє становлення у період 60-х років минулого століття і в узагальненому вигляді результати їх моделювання спрямовувалися на визначення динамічних складових навантажень, часу перебігу процесів, кінематичних параметрів, оптимізації механічних систем за обраними параметрами тощо. Вказані пошуки, доповнені сучасними комп'ютерними програмами, привели до можливостей розв'язання достатньо складних механічних систем, які моделюються сукупностями диференціальних рівнянь тощо. Виник і знаходиться в стадії активного розвитку розділ механотроніки.

В становленні цих нових технологій приймали участь закордонні та вітчизняні вчені, однак стародавня задача рекуперації кінетичної енергії в транспортних машинах і системах технологічних машин вирішена лише для окремих випадків. Так для транспортних систем значної потужності знаходить використання переведення електричних двигунів в генераторні режими. Спроби щодо створення систем з механічними накопичувачами-маховиками успіху не мали [1, 2].

Актуальність теми. У випадку циклічного режиму роботи машин-автоматів необхідно періодично забезпечувати рух веденим ланкам з наступною повною зупинкою, час якої може бути заданим. Для забезпечення короткочасного руху веденої ланки в одному напрямку використовуються механізми з однією діючим зв'язком, механізми з нижчими парами, деякі точки яких описують траєкторії, що на окремих ділянках можуть мало відрізнятися від кола або прямої тощо. До механізмів з однією діючим зв'язком відносяться храпові і анкерні механізми, а до механізмів виродження –мальтійські та зірчкові, неповні зубчасті колеса тощо.

Використання вказаних механізмів дозволяє реалізувати задані перехідні процеси розгону і вибігу. В сучасних технологіях крокове обертання або поступальне переміщення може бути реалізовано за рахунок використання технологій механотроніки. Проте засоби забезпечення циклічного руху ведених мас не мають принципового значення з точки зору інтересів рекуперації механічної енергії, оскільки всі вони на ділянці розгону мають забезпечити задану кінематичну точність.

У загальному випадку час режимів розгону і вибігу може бути різним, що відображується засобами регулювання нерівномірності ходу машини, у тому числі за рахунок використання маховиків. Але ці можливості відносяться до випадків усталених рухів ведених мас. З цієї точки зору маховик має виконувати роль накопичувача енергії та регулятора в системі, однак з таким призначенням в машинах-автоматах з циклічними переміщеннями ведених мас можливості маховика обмежені.

За повного розуміння важливості задачі рекуперації кінетичної енергії в режимах вибігу щодо механічних систем позитивного результату практично не досягнуто.

Зважаючи на це пошуки нових технологій поступово припинилися, як і публікації з цієї теми. Однак при відсутності загального рішення проблеми автори вбачають за можливе досягти позитивного результату для систем, які знаходяться в режимі циклічної роботи в обертальних або зворотно-поступальних переміщеннях.

Матеріали і методи. Метою дослідження обрано розробку теоретичних положень для створення механічних систем з рекуперацією кінетичної енергії в циклічному обладнанні поточкових ліній харчових виробництв.

Циклічно діюче обладнання є характерним для харчової промисловості, особливо на операціях формування пакувальних оболонок з плоскоскладених заготовок, фасування продукції

та її оформлення, створення збільшених вантажних одиниць тощо. Для такого обладнання характерною є присутність перехідних процесів розгону і гальмування, які безперервно чергуються з наступними етапами вистою, під час яких здійснюються технологічні операції, з подальшими переходами до інших операцій. В циклічних переміщеннях забезпечується нове позиціонування робочих органів і разом з ними прототипів упаковок продукції [3, 4].

В промисловості поширені карусельні автомати і автомати з лінійними переміщеннями робочих органів, вибір кінематичних параметрів яких визначається заданою продуктивністю. Збільшення останньої вимагає нарощування швидкостей переміщення, наслідком чого є зростання енергетичних витрат. Під час перехідного процесу розгону системи відбувається подолання сил інерції разом з технологічними опорами переміщенню. При цьому робота проти сил інерції відповідає рівню кінетичної енергії рухомої частини системи, яка в режимі гальмування має зменшитися до нуля. Це означає, що існує теоретична можливість використання накопиченої кінетичної енергії на організацію вибігу системи, однак це пов'язано з законами переміщення, які не вкладаються в рамки вимог циклограми, і призводять до похибок позиціонування робочих органів. Разом з відміченими особливостями рекуперація кінетичної енергії циклічно діючих механічних систем дозволить в енергетичних витратах дійти до рівня, що відповідає роботі проти сил технологічних опорів і опорів тертя. Енергетичні витрати в циклічних системах, пов'язані з подоланням сил інерції, можуть перевищувати витрати на подолання сил опору на один порядок і більше.

Рекуперація кінетичної енергії може бути поширена на інше технологічне обладнання і розробка відповідних теоретичних положень складає мету цього дослідження.

Розроблена теорія дозволить здійснити геометричний і кінематичний синтез та розробити пропозиції щодо технічної реалізації систем з рекуперацією кінетичної енергії [4].

Результати і обговорення. Більшість технологічних машин зорієнтовані на споживання електричної енергії, для одержання якої необхідно здійснити трансформацію хімічної енергії первинних носіїв у енергію електричного струму. Головним недоліком такого ланцюга енергетичних перетворень є присутність в ньому теплових машин з обмеженими коефіцієнтами корисної дії.

З врахуванням останнього розробку систем з рекуперацією кінетичної енергії слід оцінювати актуальною, яка дозволить скоротити енергетичні витрати і буде економічно ефективною. Ідея утилізації кінетичної енергії, що накопичується в режимах розгону, може бути використана не тільки відносно спарених технологічних машин з кінематичними зв'язками, а і відносно робочих органів з близькими значеннями масових характеристик або з еквівалентними значеннями кінетичних енергій за умови різних значень кінематичних і масових параметрів. Таке розширення стосується вже спарених мас і це означає доцільність і необхідність вносити відповідні корективи в технологію синтезу машин і механізмів.

Ідея проекту зводиться до наступного. Циклічні переміщення проміжних передавальних елементів, що здійснюють переміщення робочих органів, супроводжуються періодами розгону і гальмування. Пік енергетичного накопичення відповідає моменту завершення робочого ходу. У випадку спарених робочих органів (або спарених машин) реалізується їх асинхронний режим переміщення, за якого моменту завершення робочого ходу першого робочого органу відповідає початок робочого ходу другого. В результаті накопичена кінетична енергія першого органу забезпечує розгін другого. Таким чином реалізується «перетікання» кінетичної енергії, напрямок якого почергово змінюється.

Проектування нових машин супроводжується розрахунками їх елементів на міцність, жорсткість та стійкість. Розміри ланок визначаються у відповідності з тими силами, які на них діють. Важливим результатом синтезу машин є витрати енергії на подолання технологічних і механічних опорів. Очевидно, що за певного узагальнення до числа завдань синтезу машин слід віднести виконання технологічних вимог з одночасним обмеженням силових впливів на ланки і елементи кінематичних пар та обмеженням енергетичних витрат. У першому наближенні здається, що дві названі задачі практично збігаються за призначенням і методами досягнення, однак при цьому мають місце принципові відмінності. У зв'язку з викладеним до

числа завдань даного проекту віднесено створення теорії одночасного обмеження силових і енергетичних витрат.

Робота машини супроводжується наявністю рушійних сил, сил технологічних опорів, сил тяжіння ланок, механічних або додаткових опорів і сил інерції. Сили тяжіння ланок у формі їхніх рівнодіючих прикладаються в центрах мас ланок, і робота цих сил за цикл дорівнює нулю, оскільки центри тяжіння переміщуються по замкнутих траєкторіях, а напрямки сили є незмінним. Однак у середині циклу руху механізму робота сили тяжіння є відмінною від нуля. Механічні або додаткові опори стосуються проявів середовищ або відносних переміщень елементів кінематичних пар. Сили інерції виникають за нерівномірного руху ланок, і методи їхнього визначення відомі. Реакції зв'язків у кінематичних парах є попарно зрівноваженими і в розрахунок не вводяться.

Очевидно, що за певного узагальнення до числа завдань синтезу машин слід віднести виконання технологічних вимог з одночасним обмеженням силових впливів на ланки і елементи кінематичних пар та обмеження енергетичних витрат. У першому наближенні здається, що названі дві задачі у своєму призначенні і методах досягнення практично збігаються, однак при цьому мають місце принципові відмінності.

На рис. 1 зображено схему симетричного подвоєного кривошипно-повзунного плоского механізму. Дана схема може бути запропонована, наприклад, у дозаторах в'язкої продукції, здвоєних роторах пакувальних машин тощо. Сили інерції в механізмі орієнтовані у протилежних напрямках, і при цьому досягається повне зрівноваження системи. Хоча у плоскому механізмі їхня сума дорівнює нулю, проте фізично вони присутні у своїй дії на ланки.

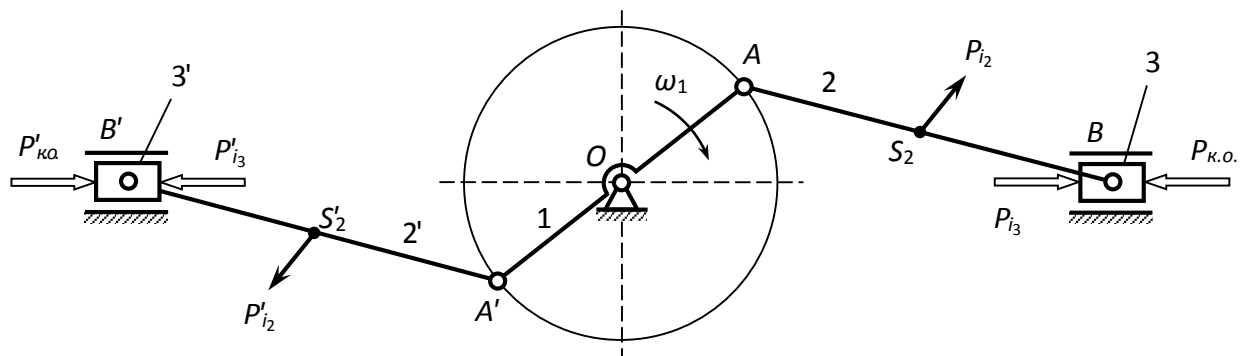


Рисунок 1 – Схема симетричного подвоєного кривошипно-повзунного плоского механізму

Якщо робочим ходом вихідної ланки (у даній статті ланок) вважати переміщення, на яких їхні швидкості і напрямки сил корисного опору є протилежними, то це означає присутність у робочому ході прискореного і сповільненого руху. При цьому у прискореному русі сила корисного опору і сила інерції будуть збігатися за напрямком, що означає необхідність зростання рушійних сил (рис. 2). Такому співвідношенню відповідає поворот вхідної ланки на кут 90° між нульовим і першим положенням кривошипа. На ділянці 1-2 положень кривошипа рух вихідної ланки буде сповільненим, а сили $P_{к.о.и}$ і P_G будуть різнонаправленими (рис. 2, б). Таким чином, на другій половині робочого ходу сила інерції P_G бере участь у подоланні сили корисного опору. На ділянці холостого ходу ведучої ланки (між положеннями 2-3-0, рис. 2, в та 2, г) також мають місце прискорений і сповільнений рухи вихідної ланки, що також відображується зміною напрямків P_{im} . При цьому на ділянці 2-3 (прискорений рух) сила інерції протидіє переміщенню повзуна, а на ділянці 3-0 має місце рекуперативний режим, у якому кінетична енергія повертається. Робота рушійних сил, пов'язана з подоланням сил інерції, визначається рівнем кінетичної енергії рухомих мас, який досягається на визначений момент часу.

Висновки. 1. Аналіз схем по рис. 2 приводить до висновку про доцільність влаштування механізмів двосторонньої дії, що на додаток до позитивних загальних

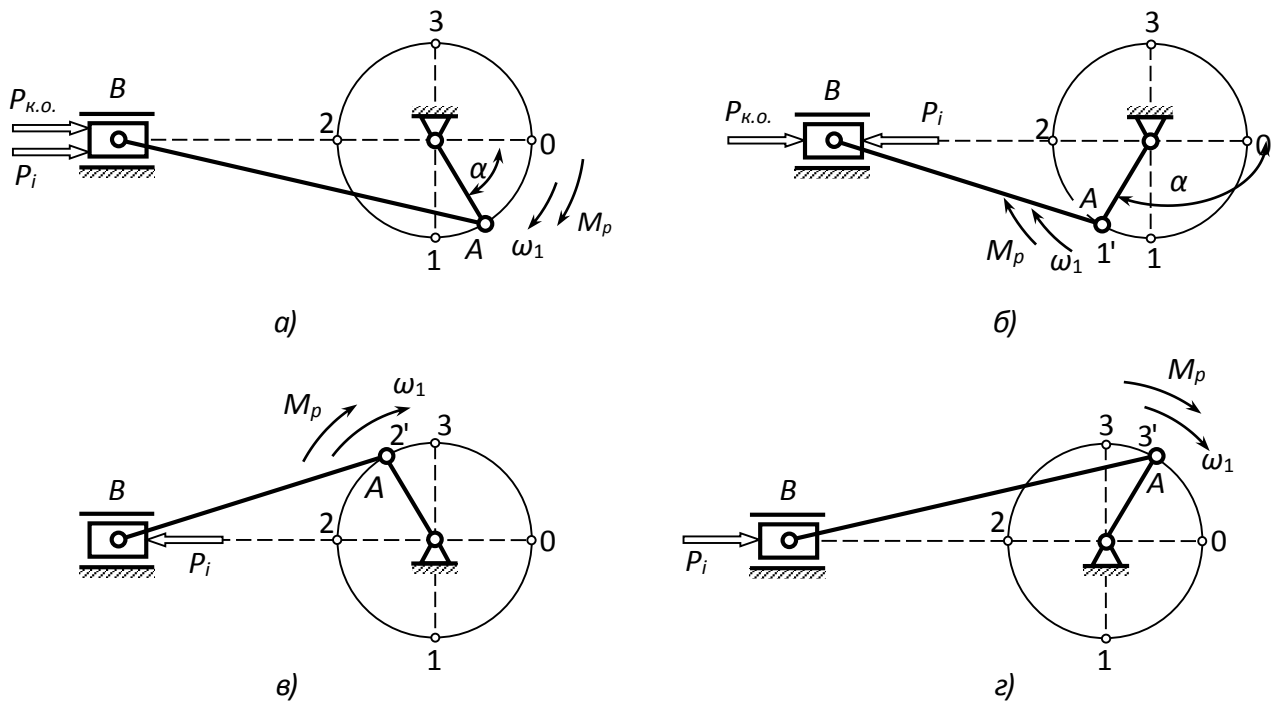


Рисунок 2 – Схеми із співставленням напрямків сил корисного опору і сил інерції, що прикладаються до вихідних ланок: робочого (а, б) та холостого (в, г) ходу

результатів буде супроводжуватися обмеженням нерівномірності ходу вхідної ланки механізму. Останнє твердження пов'язане з тим, що відсутність сили корисного опору на ділянці холостого ходу супроводжується прискоренням руху вхідної ланки.

2. З аналізу роботи кривошипно-повзунного механізму витікає, що за симетричних законів руху на ділянках прискореного і сповільненого руху вихідної ланки сили інерції також відображаються симетричними законами. Проте, навіть відсутність такої симетрії на повноту енергетичної рекуперації не впливає, оскільки початку і завершенню робочого ходу відповідають нульові швидкості вихідної ланки.

3. Оскільки максимальному рівню кінетичної енергії відповідає точка 1 на траєкторії переміщення кінематичної пари А, то це означає, що в ній завершується накопичення кінетичної енергії повзуна і що саме цей її рівень повернеться у періоду сповільненого руху вихідної ланки. Звідси витікає, що з точки зору інтересів енергетичних трансформацій закони руху вихідних ланок на ділянках робочого ходу значення не мають.

4. Енергетичні витрати, пов'язані з подоланням сил інерції на ділянках робочого ходу, які стосуються безпосередньо маси вихідної ланки, компенсуються під час прискореного і сповільненого руху.

Література

1. Криворотько, В.М. Рекуперація механічної енергії в машинах циклічної дії / В.М. Криворотько, К.В. Васильківський, А.І. Соколенко // Харчова промисловість. – 2014. – № 15. – С. 160–164.
2. Криворотько, В.М. Динаміка і рекуперація вторинних енергетичних ресурсів у механічних системах / В.М. Криворотько, А.І. Соколенко, С.А. Бут, К.В. Васильківський // Наукові праці НУХТ. – 2014. – Т. 20. – № 1. С. 171–180.
3. Соколенко, А. Взаимосвязь между кинематическими и энергетическими параметрами в упаковочной технике / А. Соколенко, К. Васильковский, С. Бут // Русенски университет "Ангел Кънчев". Научни трудове. – Том 53. – Серия 10.2. Биотехнологии и хранителни технологии. – Русе, 2014. – С. 59–64.
4. Криворотько, В.М. Замкнені контури енергокористування в харчових технологіях / В.М. Криворотько, А.І. Соколенко, О.М. Семенов // Харчова промисловість. – 2013. – № 14. – С. 163–166.

ПРУЖНІ ВЛАСТИВОСТІ ГАЗОРІДИННИХ СЕРЕДОВИЩ І ГЕНЕРУВАННЯ ПУЛЬСАЦІЙНИХ РЕЖИМІВ

Вступ. Газорідинні середовища притаманні значній кількості харчових і мікробіологічних середовищ. До їх числа відносяться технології очищення дифузійного соку цукрових заводів. Перелік операцій в них стосується попередньої дефекації, основної дефекації, першої сатурації, дефекації перед другою сатурацією, сульфитації, фільтрування соків та ін. Названі процеси відбуваються в певній послідовності з метою максимально досяжного видалення нецукрів.

Актуальність теми стосується якісних показників продукції, обмеження матеріальних і енергетичних втрат. Вони пов'язані з особливостями створення міжфазної поверхні в процесах барботажу CO_2 в рідинне середовище. Пропонується до використання метод інтенсифікації масообміну за рахунок використання пружних властивостей газорідинних середовищ.

Матеріали і методи. Теоретичний аналіз квазіпружних газорідинних систем ґрунтується на феноменологічних посилках з використанням понять приведеної жорсткості і приведеної маси.

Результати і обговорення дослідження. Газорідинні середовища при певних умовах можуть розглядатися як пружні, що реагують на зовнішні впливи подібно до реакцій твердих тіл. Відомо, що останні реагують на зовнішні дії силових факторів в рамках закону Гука. У загальному вигляді останній свідчить, що деформації в межах пружних пропорційні силовим діям. При цьому можливо стосовно вказаної пропорційності нагадати хоча б випадки розтягування-стискання або деформації кручення:

$$\Delta l = \frac{P\ell}{EF}; \quad \varphi = \frac{M\ell}{I_p G}, \quad (1)$$

де P і M – відповідно фактори стискання і кручення; ℓ – довжини елементів, що підлягають деформаціям; E і G – відповідно модулі пружності матеріалів першого і другого роду; Δl і φ – абсолютні деформації стискання (розтягування і кручення).

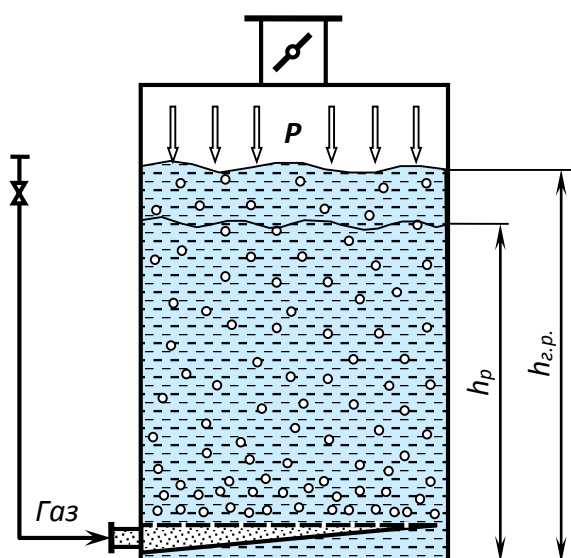


Рисунок 1 – Схема до пояснення пружних властивостей газорідинних середовищ

Пружні властивості твердих тіл забезпечуються їх клітинними структурами і якщо зовнішні навантаження не перевищували межі пружності, то елементи конструкцій залишкових деформацій не мають і після припинення дії силових факторів приходять до своїх попередніх розмірів.

Аналогію між деформаціями твердих тіл і газорідинних середовищ вбачаємо в тому, що присутність газової диспергованої фази за умови зміни тиску над середовищем приведе її до реакції стискання або розширення в залежності від зміни тиску.

На схемі (рис. 1) позначимо висоту шару рідинної фази за відсутності подавання газу як h_p . При подаванні газу відбувається зростання

газорідинної суміші до висоти $h_{г.р.}$.

Очевидно, що зростання рівня суміші пов'язане у тому числі з газоутримувальною здатністю. Зростання тиску P над газорідинним шаром приведе останній до деформації стискання. При цьому кожна бульбашка газової фази реагує на підвищення тиску, зменшується в об'ємі і зафіксована величина $h_{г.р.}$ зменшується.

Хоча стискання газу повинно супроводжуватися зростанням температури, однак ним доцільно знехтувати, оскільки в наступному розширенні газова фаза повинна охолоджуватися. Таким чином, теплові ефекти нівелюються і тому процеси стискання-розширення з певним припущенням можуть вважатися ізотермічними.

Після підвищення тиску і зменшення висоти газорідинного шару до рівня $h_{р.ф.}$ величина абсолютної деформації становитиме:

$$\Delta h_{г.р.} = h_{г.р.} - h'_{г.р.}, \text{ м.} \quad (2)$$

Очевидно, що зростання тиску має здійснюватися за певним законом рівно як і зворотне зниження тиску. На останнє реагує стиснута газова фаза і середовище повертається до свого попереднього розміру.

Подібні дії в сатураторі окрім чисто фізичних явищ стискання і розширення супроводжуються ефектами інтенсифікації масообміну. Такі ефекти пов'язані з динамікою зміни тисків, що піддається моделюванню. З точки зору динаміки систему можливо звести до одно масової, в якій маса фізично розподілена. Однак у відповідності до принципу Релея приводимо її до сконцентрованої у формі:

$$m_{пр} = \frac{m}{3}, \text{ кг,} \quad (3)$$

де $m_{пр}$ – приведена маса рідинної фази; m – маса рідинного середовища.

В математичних моделях коливальних процесів присутня жорсткість системи. Жорсткістю називають відношення силової дії до деформації, яка дією цієї сили викликана. В нашому випадку маємо:

$$c_{пр} = \frac{PF}{\Delta h_{г.р.}}, \text{ Н/м,} \quad (4)$$

де F – площа поперечного перерізу апарата.

В останній формулі добуток PF є силовою дією на газорідинну фазу, стискаючи її.

Значення абсолютної деформації розраховується за величиною газоутримувальної здатності системи. Газоутримувальною здатністю називають об'єм газової фази, яка присутня в середовищі. Визначити її можна за різницею рівнів набухлого шару і рідинної фази:

$$u = F(h_{г.р.} - h_p). \quad (5)$$

Хоча газова фаза в сатураційному апараті знаходиться у формі диспергованого масиву, її стискання супроводжується деформаціями, які відповідають законам термодинаміки. Кожна бульбашка реагує на зовнішню силову дію і відповідно реагує, змінюючи розміри. При цьому слід визначити умови перебування газової фази в середовищі, а загальний результат щодо останнього відповідає принципу суперпозиції. У відповідності до останнього будемо визначати результат за деформацією газової фази, що представлена величиною u .

Раніше було показано, що умови деформацій газової фази наближені до ізотермічних. Тоді маємо залежність між тисками і газоутримувальною здатністю:

$$P_2/P_1 = u_1/u_2. \quad (6)$$

Якщо u_1 започатковано певною величиною, то

$$u_2 = (P_1 u_1)/P_2. \quad (7)$$

Різниця між початковою і кінцевою газоутримувальною здатністю становитиме:

$$\Delta u = u_1 - u_2 = u_1 - \frac{P_1 u_1}{P_2} = u_1 \left(1 - \frac{P_1}{P_2} \right). \quad (8)$$

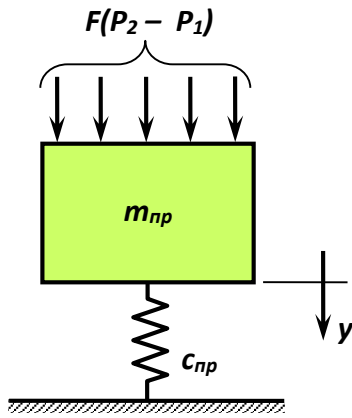


Рисунок 2 – Розрахункова еквівалентна схема щодо деформацій газорідної суміші

При цьому силова дія, що викликає деформацію становить $F(P_2 - P_1)$. Звідси знайдемо деформацію Δh газорідного шару і величину приведеної жорсткості:

$$\Delta h = \frac{V_{\text{рід}} + u_1}{F} - \frac{V_{\text{рід}} + u_1 \frac{P_1}{P_2} P_2^2 F^2}{F} = \frac{u_1 (P_2 - P_1)}{P_2 F};$$

$$c_{\text{np}} = \frac{P_2^2 F^2}{u_1 (P_2 - P_1)}.$$
 (9)

Фізична модель для нашого випадку має вид, наведений на рис. 2.

Вважаємо, що до початку зміни тиску система знаходиться в стані рівноваги. Тоді рівняння руху записується у формі [1, 2]:

$$m_{\text{np}} \ddot{y} = m_{\text{np}} g + P_2 F - c_{\text{np}} y.$$
 (10)

Остаточне розв'язання умови (10) записуємо у формі:

$$y = \frac{P_2 F}{c_{\text{np}}} + \frac{g m_{\text{np}}}{c_{\text{np}}} - \frac{P F}{c_{\text{np}}} \cos \sqrt{\frac{c_{\text{np}}}{m_{\text{np}}}} t.$$
 (11)

Диференціюванням останньої умови одержуємо швидкість і прискорення приведеної маси рідинної фази:

$$\dot{y} = \frac{P F}{c_{\text{np}}} \sqrt{\frac{c_{\text{np}}}{m_{\text{np}}}} \sin \sqrt{\frac{c_{\text{np}}}{m_{\text{np}}}} t;$$
 (12)

$$\ddot{y} = \frac{P F}{c_{\text{np}}} \cdot \frac{c_{\text{np}}}{m_{\text{np}}} \cos \sqrt{\frac{c_{\text{np}}}{m_{\text{np}}}} t = \frac{P F}{m_{\text{np}}} \cos \sqrt{\frac{c_{\text{np}}}{m_{\text{np}}}} t.$$
 (13)

Обраний фізичний підхід, за якого газорідне середовище розглядається як пружна системи, привів до визначення кінематичних параметрів і частоти власних коливань. Остання визначається залежністю:

$$f = \sqrt{c_{\text{np}} / m_{\text{np}}}.$$
 (14)

Висновки. 1. Оцінці величини міжфазної поверхні в газорідних середовищах відповідає показник газоутримувальної здатності. Газоутримувальною здатністю вважають об'єм газової фази в кубічних метрах, що одночасно знаходиться в газорідному середовищі.

2. Інтенсифікація масообмінних процесів на поверхнях поділу фаз досягається за рахунок повнооб'ємних пульсацій тисків, які можуть створюватися управлінням цього параметру за рахунок регулювання у вторинному потоці газу або повітря або за рахунок зовнішніх впливів.

3. Частота власних коливань квазіпружних систем пропорційна відношенню приведеної жорсткості до приведеної маси в степені 0,5.

4. Регенерація вторинного вхідного потоку газової фази досягається за рахунок її відбирання, стискання і спрямування до газорозподільного пристрою в сукупності з первинним потоком CO_2 .

5. Опір, що виникає в результаті стискання газорідних систем в результаті деформації диспергованої газової фази, є аналогом опору деформаціям твердих тіл.

Література

1. Стоцько, З.А. Моделювання технологічних систем: навч. посіб. / З.А. Стоцько. – 2-ге вид., перероб. і доп. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. – 188 с.
2. Соколенко, А.І. 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 666.171:663.5

Олійник С.І., к.т.н., доцент

Тарасюк Л.А., Сівер Т.Г.

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

ПРИДАТНІСТЬ ДО ВИКОРИСТАННЯ У ЛІКЕРО-ГОРІЛЧАНОМУ ВИРОБНИЦТВІ СКЛЯНИХ ПЛЯШОК МІСТКІСТЮ 0,05 дм³

У лікєро-горілчаному виробництві горілки, горілки особливі та лікєро-горілчані напої розливають в пляшки скляні згідно з ГОСТ 32131-2013, ДСТУ ГОСТ 10117.1-2003 та іншими чинними нормативними документами.

Перед розливом готової продукції служба якості лікєро-горілчаного заводу здійснює обов'язковий контроль якості нових скляних пляшок або пляшок, які зберігались відповідно вимогам чинного стандарту. [1]

Контролювання скляних пляшок здійснюють відповідно до вимог чинного стандарту або нормативних документів за такими показниками, як: зовнішній вигляд та основні розміри, наявність припливів скла та скляних ниток всередині, сколів, гострих швів, включень та пухирців, місткість за рівнем заповнення, наявність забруднень, а також фізико-хімічними показниками: об'єм розчину соляної кислоти концентрації $c(\text{HCl})=0,01$ моль/дм³, витраченим на титрування 50 см³ водної витяжки (водостійкість) та хімічна корозія із застосуванням метиленового блакитного хлоргидрату. [1]

Визначання об'єму розчину соляної кислоти концентрації $c(\text{HCl})=0,01$ моль/дм³, витраченого на титрування 50 см³ водної витяжки виконують методом вилужування внутрішньої скляної поверхні під впливом води згідно з ДСТУ ГОСТ 13905-2005.

Українські виробники виготовляють скляну тару місткістю від 0,05 дм³ до 1,0 дм³, вимоги до якої визначаються конструктивними особливостями, місткістю та призначенням. Раніше склозаводи виготовляли свою продукцію за державними стандартами, на сьогодні - застосовують технічні умови, в яких встановлюють, в залежності від складу скла та додаткового покриття на внутрішню поверхню пляшки, збільшені значення об'єму розчину соляної кислоти концентрації $c(\text{HCl})=0,01$ моль/дм³, витраченого на титрування 50 см³ водної витяжки. [1, 2]

Значення фізико-хімічних показників якості у лікєро-горілчаному виробництві є дуже важливими і визначають на скільки є стійким скляний посуд для контактування з водно-спиртовою сумішшю (ВСС).

Для встановлення придатності до використання у лікєро-горілчаному виробництві було взято нові скляні пляшки місткістю 0,05 дм³ згідно з ТУ У 26.1-30923971– 001:2006 „Пляшки скляні для харчових рідин. Технічні умови” ПрАТ „Костопільський завод скловиробів”.

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.

Узагальнюючи дослідження виявлено, при зберіганні горілок і горілок особливих в скляних пляшках місткістю 0,05 дм³ виробництва згідно з ТУ У 26.1-30923971– 001:2006 забезпечується встановлений ДСТУ 4256:2003 строк зберігання готової продукції – не менше 24 місяці (табл. 1).

Таблиця 1 – Зміна стійкості ВСС від якості скляної тари

Показник, одиниця виміру	Вимоги	Значення показника для пляшок місткістю 0,05 дм ³			
		нова вересень 2012 р.	після тестування 09.2012 р.	після тестування 09.2013 р.	після тестування 10.2014 р.
Хімічна корозія	не повинно бути синього забарвлення внутрішньої поверхні пляшки при споліскуванні метиленовим блакитним	не спостері- гається синього забарвлення внутрішньої поверхні пляшки	не спостері- гається синього забарвлення внутрішньої поверхні пляшки	не спостері- гається синього забарвлення внутрішньої поверхні пляшки	не спостері- гається синього забарвлення внутрішньої поверхні пляшки
Об'єм розчину с(НСІ)=0,01 моль/дм ³ , витра- чений на титрування 50 см ³ водної витяжки, см ³	0,50-0,53	0,50	0,51	0,52	0,52
Оптична густина ВСС, D (λ=364 нм, S=50 мм)	не більше 0,005	0,0	0,0	0,001	0,002
Масова концентрація альдегідів в б.с., мг/дм ³	не більше 4	2,8	3,2	3,5	3,7
Лужність - об'єм с(НСІ)= 0,1 моль/дм ³ , витрачений на титрування 100 см ³ горілки, см ³	не більше 3,5	2,0	2,1	2,2	2,3
Збільшення у ВСС масової концентрації, мг/дм ³ :					
- натрію	-	0,3	0,5	0,8	1,1
- кремнію	-	0,5	0,8	1,1	1,3

Висновок. Для розливу лікєро-горілочаної продукції, з забезпеченням її якості та стійкості, можна використовувати скляні пляшки місткістю 0,05 дм³ з показником водостійкості не більше ніж 0,53 см³ розчину соляної кислоти, що зберігаються в закритих опалювальних складах.

Література

1. Кривоший, В. М. Стекло тары в Украине [Текст] / В. М. Кривоший // Упаковка. – 2009. – № 3. – С. 7–10.
2. Олійник, Д. М. Скло України [Текст] / Д. М. Олійник, А. А. Бокотей, А. І. Сікорський. – К. : Світ успіху, 2007. – 223 с.

УДК 664:339.5

Юлія Теличкун, к.т.н, Олексій Губеня, к.т.н, Володимир Теличкун, к.т.н
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Стефан Стефанов, д-р
Університет харчових технологій, Пловдив, Болгарія

Станка Дамянова, д-р
Русенський університет «Ангел Канчев», філія в м. Разград, Болгарія

Йорданка Стефанова, д-р
Пловдивський університет «Паїсій Хілендарські», Пловдив, Болгарія

РОЗУМІННЯ СПОЖИВАЧЕМ ЕЛЕМЕНТІВ МАРКУВАННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

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].

Фахівці в галузі охорони здоров'я акцентують увагу на навичках правильного харчування, на формуванні культури харчування та підтримки здорового способу життя [2]. Ці фактори тісно пов'язані з врахуванням споживачем інформації на етикетці харчових продуктів. Споживачі та виробники продукції різним чином сприймають та оцінюють інформацію, представлену на маркуванні (етикетці). Для зацікавлення споживача виробнику варто прислухатись до його побажань.

В Європейських країнах у даний час правила маркування регламентуються окремими технічними регламентами [4,7]:

1. Європейський Союз. Регламент (EU) №1169/2011 Європейського Парламенту і Ради від 25.10.2011 про надання споживачам інформації про харчову продукцію.

2. Україна. Технічний регламент щодо правил маркування харчових продуктів і N 183/18921 від 11.02.2011р.

Мета даного дослідження – встановити, наскільки український споживач розуміє окремі важливі елементи харчового маркування.

Матеріали та методи. Проведено соціологічне опитування, на основі якого респонденти відповідали на ряд питань, а саме, про міру важливості (дуже важлива, важлива, менш важлива, неважлива), на їхню думку, різних елементів на маркуванні харчових продуктів, та на скільки вони розуміють (дуже легко, легко, складно, не розуміють) інформацію на етикетках харчових продуктів.

Всього в опитуванні взяли участь 420 осіб, жителів м. Києва та Київської області. Розподіл респондентів репрезентабельно представляє населення вказаних регіонів за віком та статтю (таблиця 1), та в значній степені за рівнем освіти, місячним доходом, місцем проживання. Структура населення Києва та Київської області взята зі статистичних даних за 2014 рік.

Таблиця 1 - План опитування

Вік	Всього опитано	Стать	
		Чоловіча	Жіноча
60-80	92	35	57
40-60	142	65	77
25-40	107	53	54
15-25	79	41	38
Усього	420	194	226

Результати та обговорення. Результати опитування представлені в таблицях 2 та 3.

Таблиця 2 - Відповідь на питання «Яка міра важливості різних елементів харчової упаковки?» (% респондентів)

	Дуже важлива	Важлива	Менш важлива	Неважлива
Країна походження	15,2	31,1	25,1	28,6
Нетто вага продукту	12,5	33,4	29,2	24,8
Термін придатності	89,7	8,9	1,1	0,3
Найменування і адреса виробника	19,4	27,4	28,7	24,5
Рекомендації для здоров'я	37,7	24,8	21,8	15,7
Список компонентів, що містяться, і структура вмісту	40,1	25,3	23,1	11,5
Речовини, що викликають алергію або непереносимість	46,0	26,1	13,8	14,1
Мова, розмір і колір тексту	11,8	21,9	30,3	36,0
Особливі умови зберігання і / або умови використання	26,0	32,5	20,3	21,2
Енергетична цінність	37,8	31,9	23,7	6,6
Кількості певних інгредієнтів або категорій інгредієнтів	25,4	28,2	25,6	20,9
Вміст жирів (насичених, мононенасичених, поліненасичених), вуглеводнів, цукрів, крохмалю, солі, харчових волокон, білку, вітамінів, мінералів	25,5	33,4	26,6	14,6

Із запропонованих елементів маркування більшість респондентів (98 %) підтвердили важливість для себе лише терміну придатності харчового продукту. Інші елементи маркування вважає важливими менше 60% споживачів. Виникає занепокоєння, що 38 % респондентів не вважають важливими рекомендації для здоров'я на маркуванні харчових продуктів, 42 % - умови зберігання, 31 % - енергетичну цінність, 41 % - вміст певних елементів, які можуть негативно впливати на здоров'я. Це вказує на недостатню проінформованість населення України щодо здорового харчування, та недостатньо відповідальне відношення до культури споживання.

Таблиця 3 - Відповідь на питання «Якою мірою Вам зрозумілі відомості на етикетках харчових продуктів?» (% респондентів)

	Дуже легко	Легко	Складно	Незрозумілі
Список інгредієнтів	33,0	26,8	23,1	17,2
Енергія (калорії, кДж)	21,9	44,7	21,2	12,2
Білки	21,0	32,1	23,9	23,0
Зміст жирів	18,4	39,3	25,2	17,2
Холестерин	12,6	25,4	40,8	21,1
Вуглеводи	21,8	35,5	29,5	13,2
Волокна	10,2	26,0	24,6	39,2
Вітаміни	31,6	33,0	18,9	16,5
Натрій/сіль	13,6	32,5	24,9	29,0
Мінерали	9,5	33,0	30,4	27,2
Рекомендована добова доза	17,7	40,8	18,6	22,9
Терміни типу - "без жиру", "light" (легкий), "низькокалорійний", "дієтичний продукт", "багатий волокнами"	33,7	23,6	26,4	16,2

Для 33 % споживачів є складно зрозумілими або незрозумілими всі наведені елементи етикетки. Найбільш незрозумілою є інформація про вміст білків, холестерину, вуглеводів, харчових волокон, мінералів та солі.

Нерозуміння споживачем наведених на етикетці даних може негативно вплинути на здоров'я.

Слід зазначити, що в опитуванні не враховані дійсні знання респондентів щодо наведених питань.

Висновки. Велика кількість споживачів в Україні недостатньо відповідально відносяться до вибору харчових продуктів, вважають неважливою частину інформації на етикетці. В першу чергу це пояснюється необізнаністю пересічного споживача щодо інформації, представленій на етикетці. Як наслідок – значні ризики для здоров'я [2, 3, 4, 6, 7].

На це потрібно звернути увагу в роз'яснювальній роботі фахівцям в галузі харчування та охорони здоров'я, акцентуючи увагу на навичках правильного харчування та споживчій культурі, та підвищувати рівень обізнаності споживача з елементами маркування харчових продуктів.

***Acknowledgement:** The study was performed in an international mobility supported by FP7-PEOPLE-2012-IRSES, 318946 – NUTRILAB, NUTritional LABELing Study in Black Sea Region Countries project.*

Література

1. Стефан Стефанов, Йорданка Стефанова, Станка Дамянова, Настя Василева, Юлія Теличкун, Владимир Теличкун, Алексей Губеня (2013), Проблеми при реалізації на інформаційна функція на опаковките, *University of Ruse "Angel Kanchev". Proceedings*, 52(10.2), pp. 146-149.
2. Шамцян М., Колесников Б., Яцко Ю., Бирка А., Гачеу Л., Тица О., Мнеріє Д., Цуку Д., Стефанов С., Дамянова С. (2014), Изучение состояния пищевого этикетирования, *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, с. 143.*
3. Dumitru Mnerie, Liviu Gaceu, Oana Bianca Oprea, Gabriela Victoria Mnerie, Mark Shamtsian (2014), Web based forms regarding consumer's opinion in food products labelling, *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*, p. 148.
4. Мнеріє Думітру, Шамцян Марк, Тіма Овідіу, Теличкун Володимир (2014), Інформація про термін придатності харчових продуктів на етикетці та її розуміння споживачем, *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, с. 102.*
5. 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.
6. (2013), Міжнародний проект «Nutritional labeling study in Black Sea region countries», *Ukrainian Food Journal*, 2(2), p. 304.
7. Available at: <http://www.nutrilabproject.eu>

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ПАКУВАННІ СИРІВ

Вступ. Операція пакування і пакувальні матеріали відіграють значну роль у процесах виробництва і збуту харчових продуктів, забезпечуючи доставку товарів в найкращому стані і придатними для споживання. У сучасному суспільстві упаковка важлива і необхідна - вона захищає товари з моменту їх виробництва і до реалізації кінцевому споживачеві. Упаковка суттєво впливає на стабільність і термін придатності харчових продуктів. У розвинених країнах практично відсутні харчові продукти, які реалізуються в неупакованому вигляді. У країнах Європи споживання фасованого сиру у декілька разів перевищує споживання нефасованого.

Існує безліч способів пакування сиру як для продажу, так і для зберігання. Виробництво упаковок стало в останні роки самостійною галуззю. Найбільш поширеними є вакуумне пакування, а також модифіковане пакування в газовому середовищі [1].

Актуальність теми. На розробку і успішність нових пакувальних матеріалів впливають численні фактори, у тому числі політичні та законодавчі зміни, глобальний попит на продукти харчування і тенденції до зниження викидів вуглекислого газу в атмосферу. Безумовно, що сфера застосування існуючих пакувальних матеріалів розширюється, але в пошуках більш стабільних пакувальних систем виробники харчових продуктів прагнуть знизити масу пакувальних матеріалів на одиницю продукції, що відповідно позначиться і на термінах її придатності. Великі роздрібні мережі вже сьогодні спонукають постачальників використовувати менше пакувальних матеріалів. Застосування пакувальних матеріалів з біологічної сировини, як правило, з більш низькими бар'єрними властивостями, ставить нові завдання перед виробниками харчових продуктів щодо забезпечення необхідного терміну придатності продукції для організованого збуту та маркетингу.

Матеріали та методи. Нами було проаналізовано останні досягнення та тенденції у сфері пакування сирів в Україні і закордоном. Досліджено основні проблеми щодо пакування сирів, які виникають в торгівлі під час продажу у роздрібній мережі.

Результати та обговорення. Розрізняють два типи пакування сиру. До першого типу відносять загортання сиру для зберігання і дозрівання, до другого відносять споживну упаковку від 15 г до 4,5 кг. У деяких випадках сири пакують незрілими у вигляді блоків, однак дана практика виправдовує себе тільки для сирів з коротким терміном зберігання. Значний вплив на методи пакування і використані матеріали має зростання обсягів продукції, що випускається і трудових витрат. Вартість пакувальних матеріалів залежить від терміну зберігання, що в свою чергу залежить від ефективності герметизації і гідроізоляційного шару, а також міцності матеріалу.

Для забезпечення щільного прилягання плівки до поверхні сиру зазвичай застосовують вакуумний метод. Разом з тим, використання традиційної вакуумної упаковки має свої недоліки: без повітря сир деформується, термін придатності становить не більше 20 діб. В інертній упаковці сир виглядає свіжим, упаковка прикрашає зовнішній вигляд. Сир в такій упаковці зберігається до 2-х місяців. Суттєве значення під час пакування сирів має суміш газів. Азот використовується як наповнювач для запобігання стиснення упаковки, а вуглекислий газ пригнічує ріст бактерій. В основі технології упаковки у газовому середовищі лежать три взаємопов'язаних компоненти: газ або газова суміш, пакувальний матеріал бар'єрного типу та пакувальна машина. Основними газами, які застосовують є кисень, вуглекислий газ і азот, співвідношення яких залежить від типу пакованого продукту. Зазвичай в якості пакувального матеріалу для сирів використовують багат шарові плівки з бар'єрними властивостями. Саме вони забезпечують необхідну гаму споживних властивостей сирів, що дозволяють зберігати

продукт без втрати якості протягом тривалого часу. Також важливо, що на даній плівці може розміститися логотип виробника та інформація про товар. Яскрава упаковка приверне увагу споживача на тлі звичайних прозорих плівок конкурентів.

Упаковка в модифікованому середовищі (МС) - порівняно нова технологія. Вона швидко поширюється в Європі та за її межами. Суть її полягає в тому, що з трьохшовні пакети видаляється атмосферне повітря і натомість за допомогою газового змішувача створюється змінене газове середовище, яке дозволяє: припинити ріст мікроорганізмів на поверхні сиру, підтримуючи його мікрофлору на необхідному рівні; зберегти первинні смакові, ароматичні та інші властивості сиру протягом певного періоду часу; значно збільшити терміни зберігання сиру без зміни його якості.

Основні переваги упаковки сирів у газовому середовищі:

- висока продуктивність - до 140 уп./хв. (залежно від моделі машини);
- на машинах *FlowPack* набагато нижче вартість використовуваного матеріалу;
- невисокі енерговитрати;
- універсальність обладнання - можливість пакування продуктів різних типорозмірів.

При цьому асортимент пакованої продукції практично ніяк не впливає на вартість машини. Терміни зберігання упакованого сиру у газове середовище, досягає 3 місяців, при цьому зберігаються органолептичні і фізико-хімічні властивості продукту.

Споживча упаковка *Flow Pack* із застосуванням технології пакування в модифікованій атмосфері (газовому середовищі) сприяє продовженню терміну зберігання сиру, забезпечує зовнішню привабливість продукту, приводить до зменшення або зведення нанівещь консервантів. Така упаковка дозволяє просувати бренд, виділити певний сир із загальної маси. Технологія *Flow Pack* ідеально підходить для упаковки твердих сирів нарізаних сегментами. По-перше, упаковка фасованого сиру в газовому середовищі значно знижує витрати торговельних організацій. Наприклад, сир, фасований і упакований в стрейч-плівку, необхідно перефасувувати і заново зважувати кожні 36 годин, що є додатковими трудовитратами. По-друге, упаковка в модифікованому газовому середовищі є більш естетичною, ніж вакуумна або упаковка в стрейч-плівку, на що відповідно звертає увагу все більша кількість споживачів сиру.

Також, слід зазначити, що компанією *Multivac* було розроблено унікальне пакувальне рішення - упаковка у вигляді конверта для сиру з можливістю численних повторних закривань. Нова пакувальна концепція передбачає упаковку скибочок сиру в «сирний конверт». Неперевершеною перевагою цієї концепції є зниження споживання пакувальних матеріалів більш ніж на 65%. Крім того, новий тип упаковки надає ряд переваг споживачам: вона легко відкривається і може повторно закриватися. Це означає, що органолептичні показники сиру можуть зберігатися більш тривалий термін. З метою задоволення вимог до безпеки продуктів харчування, упаковка що складається, являє собою конверт, якій пройшов подвійну спайку. Це робить практично неможливим будь-які протікання або прориви. Повторне закриття забезпечується спеціальним типом етикетки, яка дозволяє закривати упаковку повторно багато разів, що практично забезпечує можливість її використання.

Висновок. Таким чином, процес пакування є важливим етапом формування споживних властивостей сирів. Сучасні методи і технології пакування дозволяють донести до споживача якісну продукцію, споживні властивості якої зберігаються довше, разом з меншими втратами виробників продукції.

Література

1. Yam K. L. The Wiley Encyclopedia of Packaging Technology / K. L. Yam – NY: John Wiley & Sons Inc., – 2009. – 1368 p.

ОПТИМІЗАЦІЯ ЕНЕРГОВИТРАТ ТА ПІДВИЩЕННЯ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ В ТРАНСПОРТНИХ ОПЕРАЦІЯХ

Вступ. Важливим чинником проектування технологічних ліній є мінімізація енерговитрат для переміщення вантажів. Визначити раціональні умови переміщення вантажів можливо за допомогою математичного моделювання на основі силового аналізу руху вантажу.

Дані про режими руху вантажу в транспортних операціях дозволяють визначити роботу, яка витрачається на переміщення, і необхідну потужність обладнання. Це дозволяє вибрати оптимальні енергетичні характеристики приводного механізму, забезпечити на етапі проектування міцність деталей і вузлів обладнання, його мінімальну металоємність при дотриманні умов міцності і зносостійкості, а також забезпечити цілісність вантажу під час переміщення.

Матеріали та методи. Математичне моделювання руху вантажів виконано з використанням рівнянь рівноваги зусиль і диференціальних руху другого порядку, та методів символічної математики на основі програмного пакету Maple.

Результати та обговорення. Розглянемо рух вантажу під дією рушійної сили по горизонтальній (рис. 1) та похилій (мал. 2) поверхні.

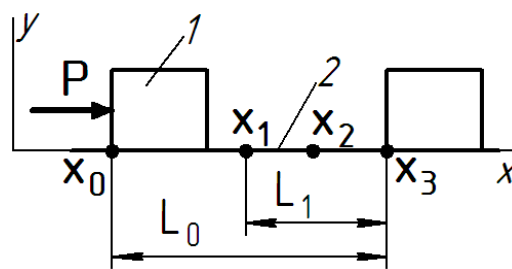


Рисунок 1 – Переміщення вантажу по горизонтальній поверхні

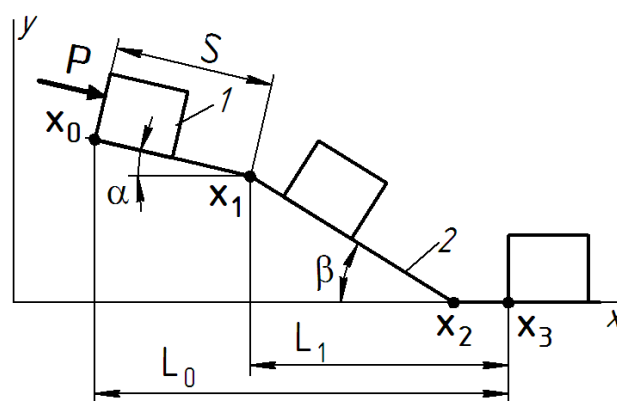


Рисунок 2 – Переміщення вантажу по похилій поверхні

Диференціальне рівняння руху вантажу:

$$P(t) = mg(f \cos \alpha - \sin \alpha) + m \frac{d^2 s}{dt^2}$$

Рушійна сила найчастіше лінійно зменшується: $P=a-bt$. За початкових умов: $t=0 \Rightarrow S(0)=0; V(0)=0$, отримаємо розв'язок - переміщення та швидкість вантажу:

$$S(t) = \frac{t^2}{2} \left(g(\sin \alpha - f \cos \alpha) + \frac{a}{2m} \right) - \frac{bt^3}{6m}; V(t) = \left(g(\sin \alpha - f \cos \alpha) + \frac{a}{m} \right) t - \frac{bt^2}{2m}$$

Рівняння руху по похилій поверхні, де вантаж рухається за інерцією:

$$fg \cos \beta - g \sin \beta + \frac{d^2 s}{dt^2} = 0$$

За початкових умов $t=0 \Rightarrow S(0)=0; V(0)=V_1$, отримуємо його розв'язок:

$$S(t) = \frac{t^2}{2} (g \sin \beta - fg \cos \beta) + V_1 t; V(t) = t(g \sin \beta - fg \cos \beta) + V_1$$

Роботу A , витрачену для переміщення, можна розрахувати, визначивши інтеграл.

$$A = \int_0^t P(t) ds(t) = \int_0^t (a - bt) \left(\frac{at}{m} - fgt - \frac{bt^2}{2} \right) dt = \frac{b^2 t^4}{8} - \frac{t^3}{3} \left(\frac{ab}{2} + b \left(\frac{a}{m} - fg \right) \right) + \frac{at^2}{2} \left(\frac{a}{m} - fg \right)$$

Для визначення потужності переміщення потрібно провести диференціювання рівняння роботи:

$$N = \frac{dA}{dt} = \frac{b^2 t^3}{2} - b^2 t^3 \left(\frac{a}{2} + \frac{a}{m} - fg \right) + at \left(\frac{a}{m} - fg \right)$$

Графічний аналіз отриманих закономірностей переміщення, швидкості, роботи та потужності руху вантажу показано на рис. 3.

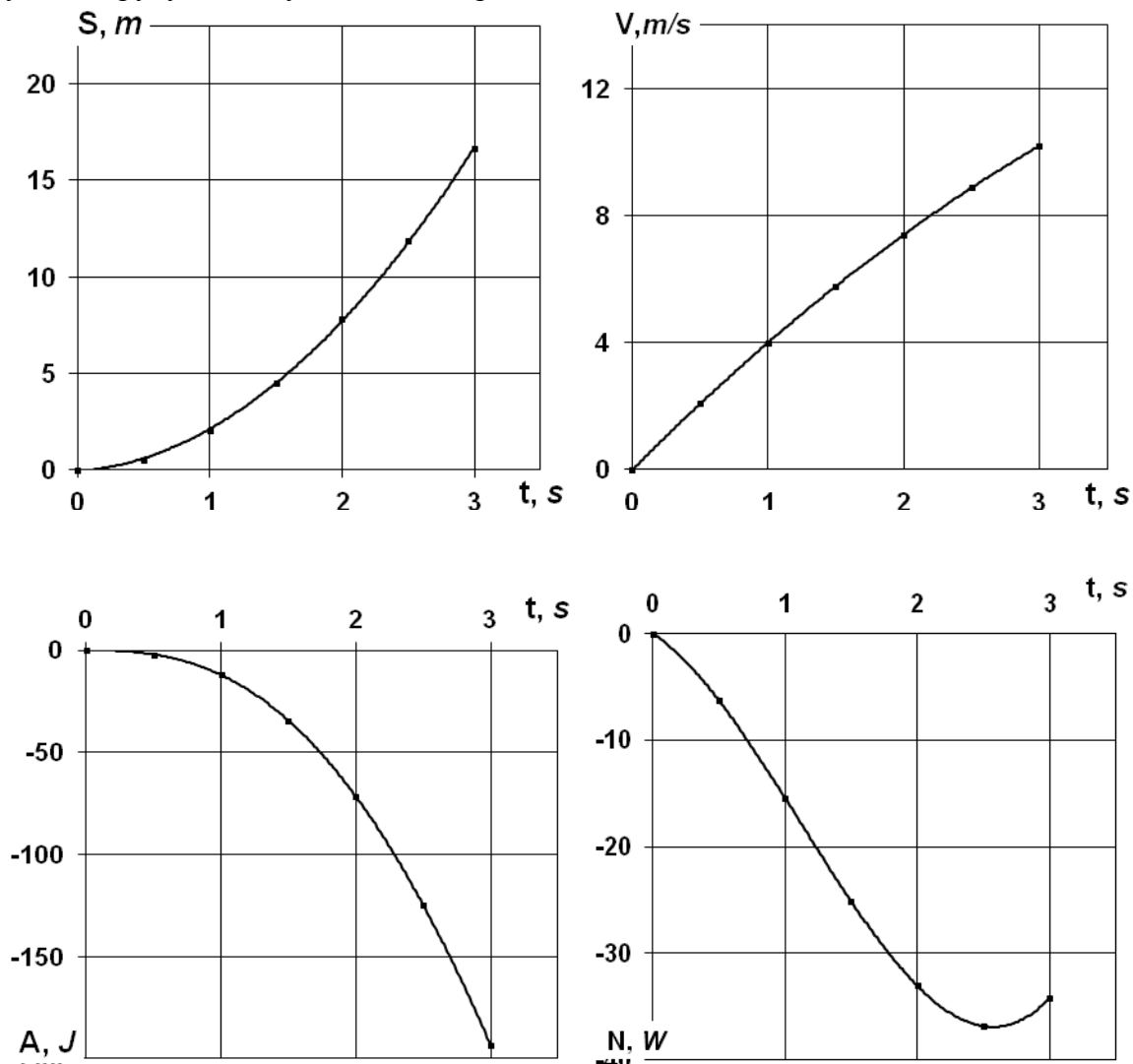


Рисунок 3 – Переміщення S , швидкість V , робота A та потужність N руху вантажу

Рушійна сила: $1 - P = const$; $2 - P = a + bt$.

Умови:

маса вантажу $m=15$ kg;

рушійна сила $P = 10$ N, коефіцієнт $a = 10$; $b = 3$;

коефіцієнт тертя $-f = 0.15$;

кут нахилу поверхні -30° .

Моделювання дозволяє визначити швидкість та переміщення вантажу в будь-який момент часу, та правильно вибрати кут нахилу поверхні, початкову швидкість вантажу та інші необхідні параметри.

Якщо відома початкова швидкість V_1 , з якою вантаж потрапляє на поверхню в точку x_1 , і далі він рухається за інерцією, рівняння руху без урахування опору повітря представлено рівнянням:

$$fg\cos\beta - g\sin\beta + \frac{d^2s}{dt^2} = 0$$

За початкових умов $t=0 \Rightarrow S(0)=0$; $V(0)=V_1$, отримуємо його розв'язок у вигляді:

$$S(t) = \frac{t^2}{2}(g\sin\beta - fg\cos\beta) + V_1t$$

Виконавши диференціювання, знайдемо швидкість руху вантажу:

$$V(t) = t(g\sin\beta - fg\cos\beta) + V_1$$

Вантаж зупиниться за умови, якщо $V=0$. Отримані рівняння дозволяють визначити необхідний для цього час t , та переміщення S до зупинки, як функцію від V_1 , t , f , β .

Висновок. Розроблені математичні моделі дозволяють розрахувати швидкість руху, переміщення вантажу, енергетичні витрати на переміщення залежно від орієнтації поверхні тертя, часу руху, рушійного механізму і закону зміни рушійної сили.

Наукова новизна полягає в отриманні математичних моделей руху вантажу на основі аналізу диференціальних рівнянь руху другого порядку. Робота і витрата енергії на переміщення вантажу представлені, як залежності від характеру і тривалості дії рушійної сили, що дозволяє розрахувати їх на будь-якому етапі руху.

Результати можуть бути використанні під час проектування транспортувального обладнання потокових ліній, а також для впровадження енергозберіжних технологій.

Література

1. 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.
2. Гуць В. С., Губеня О.О., Коваль О.А. (2015), Моделювання руху вантажів у транспортних операціях, *Упаковка*, 2, с. 36-38.
3. James S.J., James C., Evans J.A. (2006), Modelling of food transportation systems – a review, *International Journal of Refrigeration*, 29(6), pp. 947-957.
4. Соколенко А. І., Яровий В.Л., Піддубний В.А. (2004), Моделювання процесів пакування, Нова книга, Вінниця.
5. Oleksandr Gavva, Ludmyla Kryvoplyas-Volodina, Mykola Maslo (2014), Scientific bases of method of synthesis for the structure of machines that provide packing process by foodstuffs, *Ukrainian Journal of Food Science*, 2(1), pp. 89-97.
6. Гуць В.С., Губеня А. А. (2008), Методика определения усилий резания пищевых продуктов, *Вестник Могилёвского государственного университета продовольствия*, 2, с. 102-107.
7. Oleksandr Gavva, Ludmyla Kryvoplyas-Volodina, Genadii Valiulin (2014), Theoretical requirements of orientation for shallow products that move under act of vibration, *Ukrainain food journal*, 3(4), pp. 604-617.

МОДЕЛЮВАННЯ РУХУ ТА ДЕФОРМАЦІЇ ВАНТАЖУ ПІД ЧАС КОНТАКТУ З РОБОЧИМИ ОРГАНАМИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Під час транспортування вантажу необхідно враховувати його деформацію, оскільки вона призводить до зміни енергоспоживання і погіршення якості готової продукції. Проведено моделювання деформації вантажу як функції прикладених сил. Моделювання розкриває зв'язки між режимами руху вантажу і його структурно-механічними властивостями.

Матеріали та методи. Моделювання руху і деформації вантажу проведено на основі диференціальних рівнянь руху другого порядку з урахуванням структурно-механічних властивостей продукту.

Результати та обговорення. Розглянемо випадок, коли вантаж масою m рухається під дією робочого органу (рис. 1).

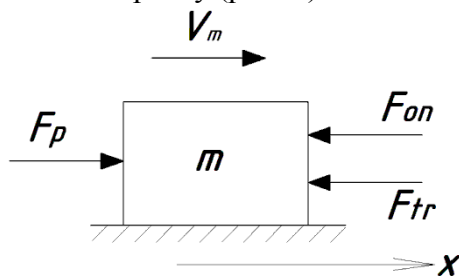


Рисунок 1 – Схема дії сил на вантаж масою m

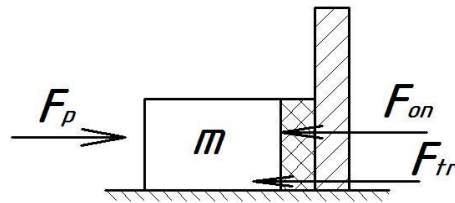


Рисунок 2 – Схема контакту продукту з упором

Диференціальне рівняння руху вантажу масою m у напрямі x :

$$F_p = m \frac{d^2 x}{dt^2} + F_{ii} + F_{tr}, \quad (1)$$

де F_p - рушійна сила; F_{on} - сила опору; F_{tr} - сила тертя.

Рух починається, коли $F_p > F_{on} + F_{tr}$. Вирішимо рівняння 1 при початкових умовах $t = 0 \Rightarrow x(0) = 0; \frac{dx}{dt} = 0$:

$$x(t) = \frac{1}{2} \frac{(F_p - F_{ii} - F_{tr}) t^2}{m} + x_0 \quad (2)$$

Диференціюючи рівняння (2), визначаємо швидкість руху:

$$\frac{dx(t)}{dt} = \frac{(F_p - F_{ii} - F_{tr}) \cdot t}{m} \quad (3)$$

Рівняння 2 і 3 дозволяють визначити шлях, на який переміщується вантаж, і його швидкість у будь-який момент часу.

Потужність приводу робочого органу у будь-який момент часу t :

$$N = F_p \frac{dx(t)}{dt} \quad (4)$$

Відомо, що максимальна енергія витрачається на початку руху.

Коли вантаж рухається зі швидкістю V_0 , потужність визначається так:

$$N = F_p \left(\frac{dx(t)}{dt} - V_0 \right) \quad (5)$$

Для розрахунку конструктивних параметрів технологічного обладнання отримаємо тиск, з яким вантаж масою m діє на упор (рис. 2). В цьому випадку сила опору не постійна, а залежить від реологічних властивостей упору:

Рівняння (1) запишемо:

$$Q = \frac{m}{S} \cdot \frac{d^2x}{dt^2} = \frac{1}{S} \cdot (F_p - F_{ii} - F_{tr}) \quad (6)$$

де S - площа контакту вантажу з упором, m^2 .

Підставляючи в залежність (6) рівняння (2), отримаємо зв'язок між тиском, переміщенням x вантажу і часом t . Аналогічно, використавши рівняння (3), отримаємо зв'язок між тиском, швидкістю dx/dt і часом t .

Розглянемо різні випадки переміщення вантажу масою m під час контакту з упором, який деформується.

1. Упором є пружне тіло (рис. 5), наприклад, і вантаж у момент контакту рухається із швидкістю V_0 .

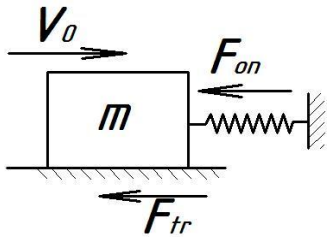


Рисунок 5 – Переміщення вантажу під час контакту з пружним тілом

Диференціальне рівняння руху:

$$m \frac{d^2x(t)}{dt^2} + F_{ii} + F_{tr} = 0 \quad (7)$$

Виходячи їх класичного розуміння реології, коли розглядається відносна деформація γ і напруження F_{op}/S , запишемо відносну деформацію ΔL (рис. 6):

$$\gamma = \frac{L_H - L_T}{L_H} = \frac{\Delta L}{L_H} = \frac{x}{L_H} \Rightarrow x = \gamma \cdot L_H \quad (8)$$

Силу опору F_{op} знайдемо як опір пружини деформації:

$$F_{ii} = \tilde{n} \gamma S \quad (9)$$

де c - складова реології, Па; γ - відносна деформація; S - площа контакту, m^2 .

Враховуючи, що $\gamma = \frac{x(t)}{L_H}$, перепишемо рівняння (7):

$$m \frac{d^2x(t)}{dt^2} + \frac{cx(t)S}{L_H} + F_{tr} = 0 \quad (10)$$

Знайдемо рішення рівняння (10) за $F_{tr} = \text{const}$ і початкових умов $t = 0 \Rightarrow x(0) = 0$; $V = V_0$

:

$$x(t) = \frac{\sin \left(\sqrt{\frac{c \cdot S}{L_H \cdot m}} \cdot t \right) \cdot V_0 \cdot \sqrt{L_H \cdot m}}{\sqrt{c \cdot S}} + \frac{\cos \left(\sqrt{\frac{c \cdot S}{L_H \cdot m}} \cdot t \right) \cdot F_{tr} \cdot L_H}{c \cdot S} - \frac{F_{tr} \cdot L_H}{c \cdot S} \quad (11)$$

2. У момент торкання вантажу упору на нього додатково починає діяти зовнішня постійна сила F_p стискування (рис. 7).

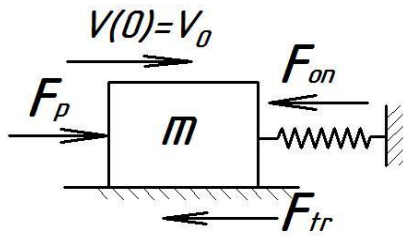


Рисунок 7 – Переміщення вантажу при $F_p = \text{const}$ і $V(0) = V_0$

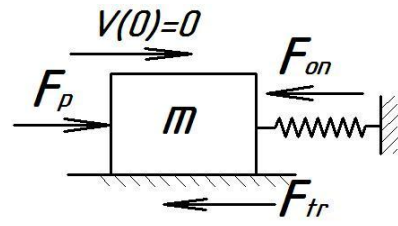


Рисунок 8 – Переміщення вантажу при $F_p = \text{const}$ і $V(0) = 0$

Диференціальне рівняння руху в цьому випадку:

$$m \frac{d^2 x(t)}{dt^2} + \frac{c x(t) S}{L_n} + F_{tr} - F_p = 0 \quad (12)$$

Рішення рівняння 12 за початкових умов $t = 0 \Rightarrow x(0) = 0$; $V = V_0$:

$$x(t) = \frac{\sin\left(\sqrt{\frac{c \cdot S}{L_H \cdot m}} \cdot t\right) \cdot V_0 \cdot \sqrt{L_H \cdot m}}{\sqrt{c \cdot S}} + \frac{\cos\left(\sqrt{\frac{c \cdot S}{L_H \cdot m}} \cdot t\right) \cdot L_H \cdot (F_{tr} - F_p)}{c \cdot S} - \frac{L_H \cdot (F_p - F_{tr})}{c \cdot S} \quad (13)$$

Після диференціювання рівняння (13) отримуємо швидкість вантажу:

$$V(t) = \frac{dx(t)}{dt} = \cos\left(\sqrt{\frac{c \cdot S}{L_H \cdot m}} \cdot t\right) \cdot V_0 - \frac{\sin\left(\sqrt{\frac{c \cdot S}{L_H \cdot m}} \cdot t\right) \cdot L_H \cdot (F_{tr} - F_p)}{\sqrt{m \cdot c \cdot S}} \quad (14)$$

3. У момент торкання вантажу з упором його швидкість дорівнювала нулю, і $F_p = \text{const}$ (рис. 8). Диференціальне рівняння руху:

$$m \frac{d^2 x(t)}{dt^2} + \frac{c x(t) S}{L_H} + F_{tr} - F_p = 0 \quad (15)$$

Рішення рівняння (15) за $F_p = \text{const}$:

$$x(t) = \frac{\cos\left(\sqrt{\frac{c \cdot S}{L_H \cdot m}} \cdot t\right) \cdot L_H \cdot (F_{tr} - F_p) + L_H \cdot (F_p - F_{tr})}{c \cdot S} \quad (16)$$

Виконавши диференціювання, визначаємо швидкість вантажу:

$$V(t) = \frac{dx(t)}{dt} = - \frac{\sin\left(\sqrt{\frac{c \cdot S}{L_H \cdot m}} \cdot t\right) \cdot \sqrt{L_H} \cdot (F_{tr} - F_p)}{\sqrt{m \cdot c \cdot S}} \quad (17)$$

Висновки. Застосування результатів під час проектування і вибору режимних параметрів пакувального, різального, формувального обладнання дозволяє враховувати деформацію вантажу, та впливати на якість готової продукції.

Література

1. Гуць В. С., Губеня А. А., Коваль О. А. (2011), Переміщення вантажу робочими органами технологічного обладнання, Упаковка, С. 39-40

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ИНЖЕНЕРНОГО РАСЧЕТА КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВИБРОПНЕВМАТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Исследования процессов сепарации семян отечественными и зарубежными авторами, а также многократные их испытания, подтверждают, что очистка семян от трудноотделимых примесей и массовый отбор посевного материала повышенной биологической ценности могут быть выполнены с наибольшей эффективностью только при применении вибропневматического оборудования. Работа вибропневматического оборудования при сепарировании сыпучей смеси основана на принципе избирательного разделения отличающихся удельной плотностью частиц зерновой смеси в псевдоожигенном слое. Под воздействием добавочной силы от вибраторов и восходящих потоков воздуха сыпучая масса находится на сетчатой деке в непрерывающемся движении, образуя непрерывные потоки, т.е. направленное движение всей исходной сыпучей смеси. Поэтому одним из основных параметров, обеспечивающих эффективность работы вибропневматического оборудования, является длина сетчатой деки, при которой будет происходить расслоение компонентов сыпучей смеси на фракции, отличающиеся по удельной плотности.

Проведённые нами теоретические исследования в области сепарирования сыпучей массы на рабочей поверхности – сетчатой деке, позволяют сделать вывод о том, что наиболее целесообразно для описания траектории движения потока использовать отдельную частицу, выделенную из общей массы методом флотации и отличающуюся от основного потока цветом и удельной плотностью. Схема движения и распределения средних скоростей погружения тяжелой частицы приведена на рисунке 1.

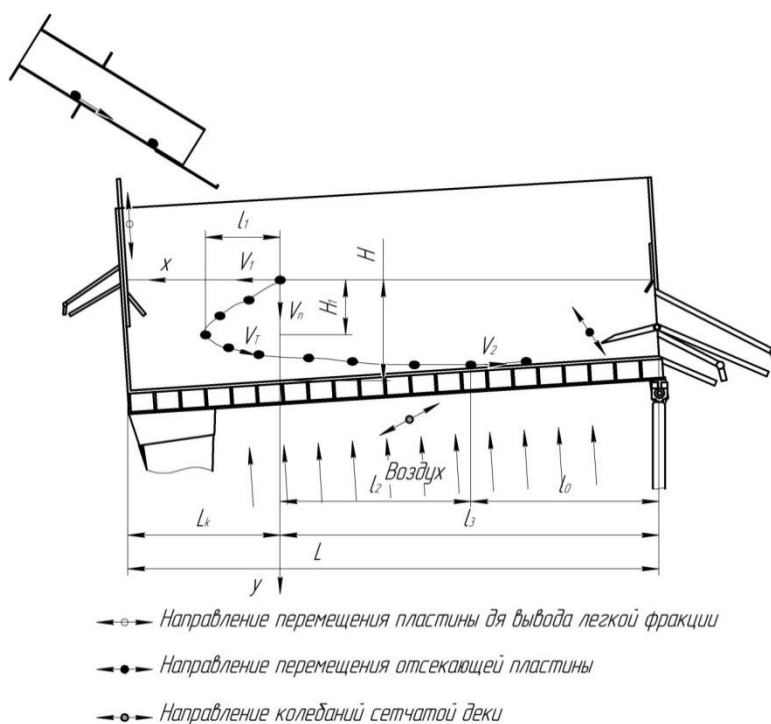


Рисунок 1 – Схема движения и распределения средних скоростей погружения тяжелой частицы по толщине сыпучего слоя

Сетчатую деку условно можно разделить на два участка: первый участок L_k , на котором наблюдается осаждение с одновременным перемещением тяжелой частицы к выходному патрубку для легкой фракции, и второй участок l_3 , на котором происходит окончательное осаждение тяжелой частицы и перемещение ее неотрывно от поверхности деки к выходному патрубку для плотной фракции.

Дифференциальные уравнения движения тяжелой частицы запишутся в следующем виде:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= V_1 - K^* y \\ \frac{dy}{dt} &= V_n = const \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где V_1 – скорость зерна верхнего слоя;

V_n – скорость погружения тяжелой частицы;

K^* – коэффициент пропорциональности.

Интегрирование (1) приводит к системе:

$$\left. \begin{aligned} x &= V_1 t - K^* V_n \frac{y^2}{2} \\ y &= V_n t \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Исключая t из (2), получим уравнение расчета траектории тяжелой частицы:

$$x = y \frac{V_1}{V_n} - \frac{K^*}{2V_n} y^2. \quad (3)$$

Для определения величины K^* используем уравнение неразрывности потока:

$$Q = \gamma_{\text{дин}} b H V_{cp}, \quad (4)$$

где Q – весовой расход продукта через поперечное сечение канала;

$\gamma_{\text{дин}}$ – средний динамический объемный вес зерновой массы;

b – ширина канала;

V_{cp} – средняя по толщине H скорость зернового потока.

Имеем

$$Q = \gamma_{\text{дин}} b \int_0^H \frac{dx}{dt} dy. \quad (5)$$

После подстановки (1) в (5) получим

$$Q = \gamma_{\text{дин}} b \int_0^H (V_1 - K^* y) dy. \quad (6)$$

$$Q = \gamma_{\text{дин}} b H \left(V_1 - \frac{K^* H}{2} \right). \quad (7)$$

Сравнивая (4) и (7), имеем:

$$V_{cp} = V_1 - \frac{K^* H}{2}. \quad (8)$$

Подставляя значение K^* из (8) в (3), получим уравнение расчета траектории тяжелой частицы:

$$x = \frac{y}{V_n} \left(V_1 - \frac{V_1 - V_{cp}}{H} y \right). \quad (9)$$

Движение тяжелой частицы по принятой схеме можно представить в следующем виде.

В начальное мгновение тяжелая частица на поверхности зернового потока имеет скорость V_1 его верхнего слоя в направлении оси x и движется в пределах длины L_k (см. рис. 1). В дальнейшем под действием веса частица погружается в поток, перемещаясь вместе с его

слоями вниз вдоль деки. На расстоянии H_1 от свободной поверхности потока частица проходит через слой, скорость которого равна нулю, и попадает в нижнюю часть потока, где скорости слоев направлены вверх вдоль деки. Двигаясь вместе с этими слоями, частица продолжает погружаться и достигает поверхности деки на расстоянии l_2 от места поступления исходной смеси. С этого мгновения тяжелая частица перемещается вверх, не отрываясь от поверхности деки, проходит первую — нижнюю зону (l_2), а затем вторую — верхнюю зону (l_0) до выходного отверстия (выпускного клапана).

Расстояние, на котором происходит полное осаждение частицы обозначим как l_3 и она будет складываться из двух зон нижней зоны (l_2), и верхней зоны (l_0).

Время t_0 от поступления частицы в рабочий канал до выхода к выпускному клапану складывается из двух интервалов:

$$t_0 = t_n + t_{mp}. \quad (10)$$

где t_n — время погружения;

t_{mp} — время транспортирования по деке.

Из (2) при $y = H$ имеем:

$$V_n = \frac{H}{t_n}. \quad (11)$$

Из (10)

$$t_n = t_0 - t_{mp}. \quad (12)$$

$$t_{mp} = \frac{l_2 + l_0}{V_T} \quad (13)$$

где V_T — средняя скорость тяжелой частицы при транспортировании по деке.

Из (9) при $y = H$ имеем:

$$l_2 = H \frac{V_{cp}}{V_n}. \quad (14)$$

Зная то, что

$$l_3 = l_2 + l_0. \quad (15)$$

Имеем

$$t_{mp} = \frac{l_3}{V_T} \quad (16)$$

Полная длина сетчатой деки:

$$L = L_k + l_3 \quad (17)$$

где L_k — конструктивный параметр (для установок вибропневматического принципа равен 200-300 мм)

l_3 — расстояние, на котором происходит полное осаждение частицы.

Решая совместно (11), (12), (16), (17) получим окончательную формулу определения минимальной длины сетчатой деки, необходимой для погружения тяжелой частицы:

$$L = L_k + \frac{V_T(V_n t_0 - H)}{V_n}. \quad (17)$$

В результате проведения теоретических и экспериментальных исследований разработана методика инженерного расчета конструктивных параметров вибропневматического оборудования, позволяющая научно обосновать минимальную длину сетчатой деки, при которой возможно полное осаждение тяжелой частицы и, соответственно, разделение компонентов сыпучей смеси по удельной плотности.

АНАЛІЗ ТА ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ РІВНЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ТРУБОПРОВІДНОЇ АРМАТУРИ В СИСТЕМАХ З ПОЗИЦІЙНИМИ ПРИВОДАМИ

Вступ. Сьогодні харчова промисловість вимагає використання ефективних технічно і економічно обгрунтованих рішень при виборі устаткування. Одним з етапів проектування харчових виробництв є правильно підібрана і скомпонована система технологічних комунікацій. Для трубопровідної системи вибір арматури повинен робитися на основі ретельно підготовлених і чітко поставлених технічних умов, що визначають необхідні параметри технологічного процесу.

Вирішення цієї проблеми тісно пов'язане з обгрутованим вибором видів технологічного устаткування, широкою автоматизацією технологічних процесів, впровадженням нових технічних рішень, використанням необхідних засобів контролю для реалізації завдань комплексної механізації технологічних операцій. Проведено аналіз роботи трубопровідної арматури на базі електропневматичних опозиціонерів "Камоцці" з реалізацією зворотного зв'язку за допомогою безконтактних пропорційних датчиків положення із струмовим виходом.

Основна частина. Арматура повинна мати герметичність, тобто не повинна пропускати робоче середовище в навколишню атмосферу і в закритому положенні не повинна пропускати середовище з однієї відокремленої нею ділянки трубопроводу в іншу. При виборі типу трубопровідної арматури, передусім мають бути встановлені умови роботи конструкції в трубопровідній системі і її допустимий гідравлічний опір.

Можна виділити два найбільш характерних випадки для процесів цукрового виробництва: 1) коли конструкція запорно-регулюючої арматури встановлюється на магістральній лінії з великою витратою середовища, необхідно мати арматуру з малим гідравлічним опором щоб уникнути великих енергетичних витрат на транспортування середовища, особливо рідкого; 2) в тупікових позиціях, з метою відбору проб, скидання або зливу робочого середовища, конденсату і т. д. цілком допустимо застосовувати вентилі, що мають значно більший гідравлічний опір.

Енергетичні витрати ΔN (кВт) на компенсацію перепаду тисків, що створюється гідравлічним опором арматури, виражаються формулою:

$$\Delta N = \frac{\Delta P \cdot F_y \nu}{102} \quad (1)$$

де ΔP — перепад тисків, Па; F_y - площа поперечного перерізу труби, м²; ν - швидкість робочого середовища, м/с²

$$\Delta P = \zeta \frac{\nu^2 \gamma}{2g10} \quad (2)$$

де ζ - коефіцієнт місцевого опору; γ — щільність середовища, кг/м³; $g = 9,81$ м/с² — прискорення сили тяжіння. Підставляючи значення ΔP у формулу (1) отримаємо:

$$\Delta N = \frac{\gamma \cdot F_y \nu^3 \zeta}{2040 \cdot g} \quad (3)$$

Таким чином, енергетичні витрати на подолання місцевого гідравлічного опору, що створюється арматурою, пропорційні кубу швидкості середовища, квадрату діаметру проходу D_u , коефіцієнту гідравлічного опору і щільності середовища. Звідси витікає, що найбільші енергетичні втрати будуть в магістральних або технологічних трубопроводах, в яких рідини переміщуються з великою швидкістю. У цих умовах в якості запорно-регулюючої арматури необхідно використовувати засувки або крани, що мають малі значення витрат [3]. Для вирішення питань, пов'язаних з управлінням запорно-регулюючої арматурою (вибір силової (пневматичної) частини приводу, системи управління і т. д.), необхідно знати її технічну характеристику, тобто зусилля і моменти, що діють при її закритті і відкритті. При закритті елементу запорно-регулюючої арматури, з поданням середовища, необхідно до робочої ведучої ланки прикласти крутний момент, величину якого можна описати формулою (4). Це необхідно ще і тому, що регулюючі клапани, які найчастіше застосовуються, не можуть забезпечити герметичне перекриття без правильно підібраних характеристик приводу. В окремих випадках, коли за умовами роботи потрібно герметично перекрити сідло, мають бути використані одиносідельні клапани, незважаючи на властивий їм недолік - неурівноваженість плунжера. Сумарний момент на провідній ланці можна описати так:

$$M = M_o + M_c + M_{ш} \quad (4)$$

де M_o - момент в зубчастому механізмі; M_c - момент тертя у сальнику; $M_{ш}$ - момент тертя у

п'яті:

$$M_o = Q_o \frac{d_{cp}}{2} \operatorname{tg}(\alpha + \rho); \quad (5)$$

$$M_c = T \frac{d_{cp}}{2} \cos \alpha; \quad (6)$$

$$M_{ш} = 1,32 Q_o \sqrt[3]{\frac{2 Q_o R_{\Gamma}}{E}}; \quad (7)$$

де d_{cp} - середній діаметр різьби шпинделя (м), α - кут підйому в градусах гвинтової лінії ходового різьблення на шпинделі (град); ρ - кут тертя в градусах в різьбі шпинделя ($\operatorname{tg} \rho = \mu$); $\mu = 0,15..0,25$ – коефіцієнт тертя в різьбі; R_{Γ} - радіус кулькової головки шпинделя (м); E – модуль пружності (Па); $Q_o = Q_{cp} + Q_y + T \sin \alpha$ - зусилля вздовж шпинделя (Н); $Q_{cp} = 0,785 D_k^2 p$ - зусилля від тиску робочого середовища на золотник(Н); $Q_y = \pi D_k b q_y$ - зусилля, необхідне для герметизації затвора; $T = \psi d_{c.sp}$ - сила тертя у сальнику (Н); D_k - середній діаметр ущільнюючих кілець (м); b - ширина ущільнюючих кілець (м); p – робочий тиск середовища в (Па) [2,3]. При обчисленні кінематичних і динамічних характеристик регулюючої системи, можна переходити до етапу розробки раціональної системи керування.

Метою проведених експериментальних досліджень, - було знаходження параметрів оптимального управління процесом роботи запорно-регулюючої арматури (регулюючого клапана [4] - PN 63-100 ANSI 600) трубопровідної арматури з використанням (в якості приводу) елетропневмопозиціонера серії SL (Камоцці). Така технічна система дозволить враховувати вимоги по якості керування рухом продукту в трубопровідній системі, враховувати специфіку технологічного процесу і робочого середовища, і дотримуватись параметрів оптимального керування.

Регулюючий клапан в системі автоматичного регулювання є виконавчим обладнанням рис.1.

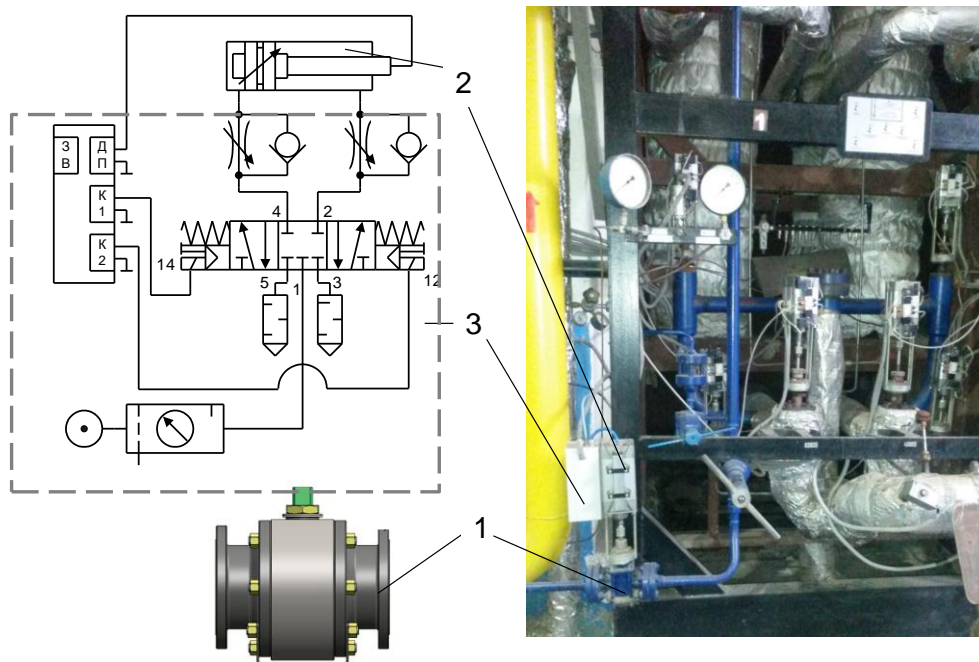


Рисунок 1 – Загальний вигляд електропневматичного приводу, встановленого на регулюючий клапан продуктопроводу: 1-виконавчий механізм; 2 - регулюючий орган (силовий пневмопривод - циліндр двосторонньої дії); 3 - командний модуль

Система приводу дозволяє переміщати механічний об'єкт керування за бажаним законом у функції від часу. Залежно від структури привід може реалізовувати позиційні і слідкуючі режими роботи. Завдання позиціонера, тобто приводу, працюючого в позиційному режимі, - перемістити і утримувати в необхідній позиції об'єкт із заданою статичною точністю. Технічна система позиціонера серії SL побудована за принципом зворотного зв'язку, тобто управління по відхиленню. Проведені дослідження електропневматичного приводу SL.



Рисунок 2 – Графічна інформація про положення вихідного елемента виконавчого механізму (затвора регулюючого органу). Похибка позиціонування: $|\delta_{пі}| \leq 1\text{мм}$, перерегулювання: $\sigma_i \leq 7\%$

В якості елемента головного зворотного зв'язку використано датчик положення з електричним вихідним аналоговим сигналом, який реагує на рухи поршня, із встановленим в ньому магнітним кільцем. Аналіз роботи трубопровідної арматури з електропневматичними позиціонерами "Камоцци" показав можливість реалізації зворотного зв'язку за допомогою безконтактних пропорційних датчиків положення із струмовим виходом. Ці приводи здійснюють пропорційне управління положенням кульових кранів, дискових затворів, донних пробок і інших запорно-регулюючих елементів, які використовуються на різних технологічних ділянках цукрових підприємств для регулювання рівня продукту, витрати води, повітря, хімічних реагентів. Датчик положення дає інформацію про положення вихідного елемента виконавчого механізму або затвора регулюючого органу (рис.2). Дослідження процесів роботи слідкуючого приводу серії SL на базі циліндра з діаметром поршня 100 мм за умови ходу 220 мм - показали наступні характеристики режиму відробітку ступінчастих дій (70 мм, 200 мм, 130 мм, 50 мм) для регулювання витратних характеристик трубопроводу. Режим відпрацювання синусоїдального сигналу управління : початкова координата - 160 мм, амплітуда дії - 100 мм, частота дії - 0,7 рад/с.

Висновок. Експлуатаційні властивості виконавчих пристроїв (регулюючих хлипаків) значною мірою визначають основні характеристики: гідравлічні, силові і конструктивні для приводу в цілому. Враховуючи характеристики виконавчих пристроїв, такі як: пропускна спроможність K_v (визначається об'ємною витратою середовища в $(\text{м}^3/\text{ч})$), щільність замикання (поступово змінювана органом регулювання при перепаді тиску на приводі в 0,1Мпа – можна розраховувати поточне значення пропускної спроможності при заданій величині ходу робочої ланки (штока пневмоциліндра) у відсотках.

У реальних умовах експлуатації трубопровідних систем перепад тисків на регулюючому клапані не залишається постійним, а змінюється залежно від гідравлічних характеристик насосної установки, складових елементів трубопровідної системи, витрат середовища, властивостей робочого середовища, його в'язкості, гідравлічного режиму руху, здатності скипання у зв'язку з пониженням тиску і інших чинників.

Пропускна характеристика має бути обрана так, щоб в експлуатаційних умовах створювалася необхідна витратна характеристика. Таким чином, використання приводу позиціонера серії SL дає можливість управління пропускною характеристикою з урахуванням ходу і тиску в пневмосистемі.

Література

1. Технічні інформаційні ресурси. [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Київ :CAMOZZI. - Режим доступу до каталогу.: <http://catalog.camozzi.ua> — Назва з екрану.
2. А.И.Гошко Арматура трубопроводная целевого назначения/ Москва.- Машиностроение.- 2003.- 280с.
3. Чорний О.П. Моделирование электромеханических систем / О.П.Чорний, А.В. Луговой и др. - Кременчук, 2001.- 410 с.
4. Научно-информационный журнал "В мире науки" — 2015. - Режим доступу до журн.: <http://www.sciam.ru/> — Назва з екрану.

УДК 621.87

Якимчук М.В., к.т.н.

Гавва О.М., д.т.н.

Захаревич В.Б., к.т.н.

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

МОНІТОРИНГ ЯКОСТІ СТИСНЕНОГО ПОВІТРЯ - ШЛЯХ ДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА

Вступ. Традиційно підприємства харчової та пакувальної промисловості використовують стиснене повітря як одне з основних джерел енергії для роботи обладнання. Досліджено, що повітря, яке всмоктується компресором, у середньому містить до 180 мільйонів частинок пилу на 1 м^3 , має вологість від 50 до 80 %, і містить від 0,01 до 0,03 мг/м^3 масла у вигляді незгорілих вуглеводнів. А при його стисканні, наприклад, до 0,1 МПа концентрація забруднюючих домішок зростає в 11 разів, тобто в 1 м^3 стисненого повітря буде міститися близько 2 мільярдів частинок пилу. Використання такого повітря у виробничому процесі без належного очищення може завдати суттєвої шкоди якості продукції, здоров'ю споживачів, довговічності технологічного устаткування та довкіллю [1].

Актуальність теми. Метою даної роботи є дослідження методів, методик та конструкцій обладнання, які дають можливість проводити моніторинг якості стисненого повітря на підприємствах харчової та пакувальної промисловостей.

У залежності від розташування та умов експлуатації робочих органів, які споживають енергію стисненого повітря. Стиснене повітря підлягає різним видам та способам очищення, які забезпечують відповідну його якість [2].

Так для харчової галузі нормативними документами Євросоюзу (директива EN 1672-2) визначається три види виробничих зон із різними вимогами до технічних характеристик пневматичного обладнання та якості очищення виготовленого стисненого повітря.

Перша зона – зона розташування харчових продуктів. Ця зона охоплює всі ділянки в яких пневматичні елементи знаходяться або можуть знаходитися в контакті з харчовими продуктами або їх інгредієнтами та де існує небезпека, що вихлопи відпрацьованого стисненого повітря можуть вплинути на якість технологічних процесів виготовлення продукції. Для запобігання останнього, клас якості очищення стисненого повітря для першої зони повинен бути не вищий - 1.1.2 (стандарт ISO 8573).

Друга зона - зона розсіювання. До цієї зони слід віднести пневматичні елементи, на поверхні яких, під час виконання технологічного процесу можуть попасти частини харчових продуктів або їх інгредієнтів та поверхні повз яких транспортуються виготовлені непаковані харчові продукти. Клас якості очищення стисненого повітря для другої зони повинен бути не вищим - 1.2.3 (стандарт ISO 8573).

Третя зона - зона де відсутні харчові продукти. До неї відносяться всі ділянки технологічного процесу, які не належать до першої та другої зон. Тут здебільшого діють загальні вимоги до технічних характеристик пневматичних елементів, а клас якості очищення стисненого повітря повинен бути не вищий - 5.4.4 (стандарт ISO 8573).

Забезпечення заданої якості очищення повітря для вказаних зон досягається шляхом використання фільтрів. Всі фільтри по степені очищення стисненого повітря умовно поділяють на три групи: фільтри грубого очищення - зупиняють частинки розміром понад 5 – 40 мкм ; фільтри тонкого очищення - зупиняють частинки розміром більше 1 мкм та забезпечують залишковий вміст мастила до 0,1 мг/м^3 ; мікрофільтри - зупиняють частинки розміром більше 0,01 мкм , а залишковий вміст мастила не перевищує 0,01 мг/м^3 [3].

У залежності від принципу роботи фільтрів, виділяють наступні види фільтрування: циклонний - повітря за допомогою спеціальних лопатей 5 закручується всередині стакану 4, що призводять до роботи відцентрові сили. (рис. 1)

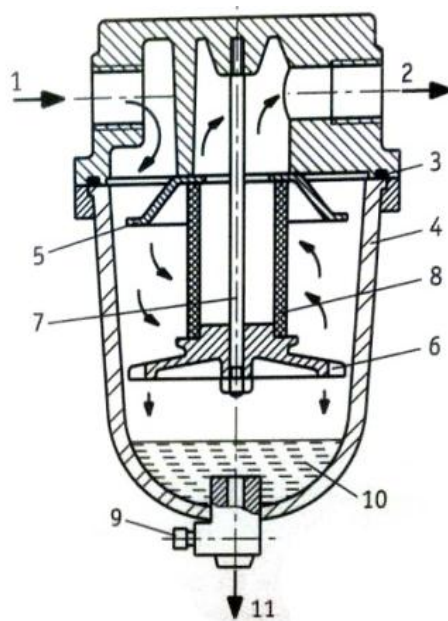


Рисунок 1 – Конструкція циклонного фільтра: 1 – вхід стисненого повітря; 2 – вихід стисненого повітря; 3 – ущільнювальне кільце; 4 – стакан; 5 – напрямні лопаті; 6 – сепаратор; 7 – монтажний гвинт; 8 – фільтруючий елемент; 9 – кнопка для ручного відводу конденсату; 10 – конденсат; 11 – випуск конденсату

Фільтруючі елементи циклонних фільтрів виготовляються з металевих або полімерних ниток, що утворюють пори 5, 15 або 40 мкм. Стиснене повітря з пилом проходить крізь фільтруючий елемент та залишає на ньому частинки пилу розмірами більше за розмір пор.

Матеріалами фільтруючих елементів у мікрофільтрах є дрібнопористі неткані структури, наприклад, тонкі боросилікатні волокна. Ефект фільтрації відбувається за рахунок прямого удару частинок пилу по поверхні фільтруючого елемента з подальшою абсорбцією, просіюванням, дифузією, утворенням на поверхнях частинок пилу електростатичного потенціалу та їх захопленням силами ван дер Ваальса (рис.2).

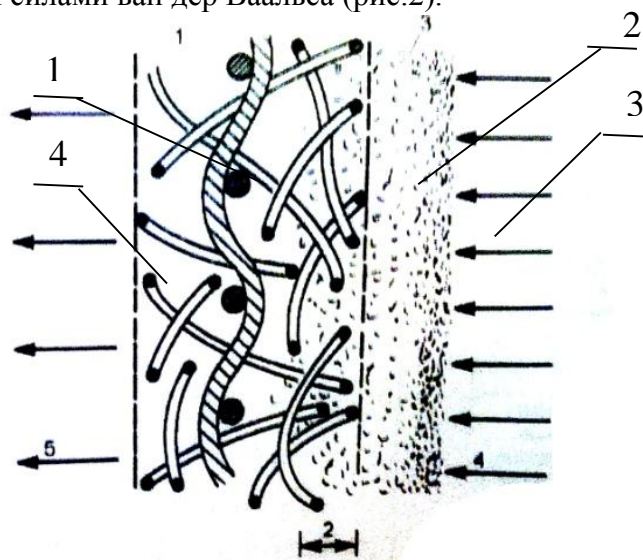


Рисунок 2 – Сепарація стисненого повітря з пилом через неткані волокна: 1 – волокна фільтра; 2 – поверхневий шар пилу; 4 – вхід неочищеного стисненого повітря; 5 – вихід очищеного стисненого повітря

Результати та обговорення. За результатами аналізу систем використання стисненого повітря на підприємствах харчової промисловості встановлено, що виробники харчових

продуктів майже не контролюють та здебільшого не знають характеристики очищеного стисненого повітря, що використовується. Так, періодичні лабораторні аналізи стисненого повітря, які пропонують моніторингові компанії, доступні по собівартості далеко не всім виробникам, а їх результати є тимчасовими і не застраховують виробників від подальшого зростання концентрації шкідливих речовин у стисненому повітрі.

Перспективним напрямком контролю якості стисненого повітря є використання спеціальних пристроїв. Наприклад аналізаторів вмісту мастила, які постійно можуть забезпечити моніторинг концентрації компресорного масла в стисненому повітрі в режимі реального часу та відображає цей вміст на дисплеї (рис. 3).



Рисунок 3 – Аналізатор контролю мастила в стисненому повітрі oilguard PRO

До спеціальних пристроїв контролю відносяться аналізатори пилу, які в режимі реального часу можуть забезпечити моніторинг концентрації пилу в стисненому повітрі (рис.4). Такі прилади є новітніми та відповідають сучасним вимогам стандартів EN14181, EN13284-2.



Рисунок 4 – Аналізатор пилу PCME QAL 181

Висновок. Відповідно до вимог якості очищення стисненого повітря, що використовується в харчовій промисловості, встановлено, що в сучасних технологічних лініях виробництва харчових продуктів потрібно проводити моніторинг його якості. Для виконання такого моніторингу пропонується встановлювати комплекс сучасного вимірювального обладнання, яке забезпечить контроль основних показників якості стисненого повітря. У роботі зроблений аналіз конструкцій обладнання для моніторингу стисненого повітря, визначені переваги та недоліки його використання.

Література

1. Гессе С. Сжатый воздух как носитель энергии. – Эсслинген, Германия, 2004. -128с.
2. ГОСТ 17433-80 Промышленная чистота. Сжатый воздух. Классы загрязненности. – М.: Госстандарт СССР, 1981. (С изменением ИУС N3 1986г.)
3. ISO 8573 International Standard, Second edition 2003-03-15. Pneumatic fluid power – Standard reference atmosphere. ISO 2003.

УДК 678.057:678.073

Івіцький І.І., аспірант

Сокольський О.Л., к.т.н., доцент

Мікульонок І.О., д.т.н., професор

Національний технічний університет України «Київський Політехнічний Інститут» (НТУУ «КПІ»), м. Київ, України

ВРАХУВАННЯ ПРИСТІННИХ ЕФЕКТІВ ПІД ЧАС МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ПОЛІМЕРНОЇ ПАКУВАЛЬНОЇ ПЛІВКИ

Вступ. Процес виготовлення полімерної пакувальної плівки передбачає проведення розрахунків відповідного технологічного обладнання. Традиційний розрахунок при цьому здійснюється за допомогою апробованих аналітичних методів [1–5]. У той же час практика виготовлення різноманітної продукції з матеріалів, яким притаманний прояв пристінних ефектів під час течії розплаву матеріалу в каналах переробного обладнання, зокрема полімерної плівки та інших виробів з полімерів показує, що в багатьох випадках такий підхід призводить до значних похибок, оскільки він не враховує можливі пристінні ефекти, що виникають під час руху потоку розплаву матеріалу крізь канали переробного обладнання [6–8]. Такі похибки значною мірою впливають на рівнотовщинність готової пакувальної плівки, що, у свою чергу, погіршує подальше застосування такої плівки при пакуванні різноманітних продуктів і передусім харчових.

Актуальність теми. Враховуючи значну складність процесу виготовлення полімерної плівки з полімерів, яким притаманна наявність пристінних ефектів, вплив зазначених ефектів на процес формування натеper найбільш ефективно доцільно враховувати за допомогою числового моделювання.

Виклад основного матеріалу. При моделюванні процесу ізотермічної течії з урахуванням пристінних ефектів за основу взята узагальнена модель ньютонівської потоку [9, 10], що базується на розв'язанні рівнянь збереження імпульсу й нерозривності нестисливої рідини:

$$\frac{\partial \rho v_i}{\partial t} + \frac{\partial \rho v_i v_j}{\partial x_j} = -\frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial \tau_{ij}}{\partial x_i} + \rho g_i ;$$
$$\frac{\partial v_i}{\partial x_i} = 0 ,$$

де v_i , $i = \overline{1,3}$ – компоненти вектора швидкості, м/с; x_i ;

$i = \overline{1,3}$ – декартові координати, м;

ρ – густина, кг/м³;

t – час, с;

p – тиск, Па;

τ_{ij} , $i = \overline{1,3}$;

$j = \overline{1,3}$ – компоненти тензора напружень, Па;

g_i , $i = \overline{1,3}$ – компоненти вектора прискорення вільного падіння, м/с².

Девіатор тензора деформації визначається залежністю

$$\tau_{ij} = \eta(\dot{\gamma}) \left(\frac{\partial v_i}{\partial x_j} + \frac{\partial v_j}{\partial x_i} \right),$$

де η – динамічна в'язкість, Па·с;

$\dot{\gamma}$ – швидкість зсуву, с⁻¹.

Залежність в'язкості від швидкості зсуву виражена степеневим законом

$$\eta(\dot{\gamma}) = K (\lambda \dot{\gamma})^{n-1},$$

де K – коефіцієнт консистенції, Па·с^{*n*}

λ – період релаксації, с;

n – індекс течії.

Пристінні ефекти на стінці описуються за допомогою узагальненого закону Нав'є [11]

$$\tau = -F_{slip} |v_s - v_w|^{e_{slip}},$$

де v_s – тангенціальна швидкість течії, м/с;

v_w – тангенціальна швидкість стінки каналу, м/с;

F_{slip} та e_{slip} – параметри матеріалу.

Враховуючи, що пристінні ефекти можуть проявлятися за рахунок ковзання по стінці або за рахунок утворення біля стінки низькомолекулярного шару, встановлення параметрів матеріалу для узагальненого закону Нав'є відрізняється залежно від природи пристінних ефектів. Методики визначення параметрів матеріалу для узагальненого закону Нав'є викладена у праці [12].

Висновки. Числове моделювання процесу виготовлення полімерних пакувальних плівок з полімерних матеріалів, перероблення яких супроводжується наявністю пристінних ефектів, дає змогу враховувати зазначені ефекти, а отже й поліпшити якість готової плівки та позбавитися появи різноманітних дефектів під час її виготовлення.

Література

1. Торнер Р. В. Теоретические основы переработки полимеров (механика процессов) / Р. В. Торнер. – М. : Химия, 1977. – 464 с.
2. Тадмор З. Теоретические основы переработки полимеров / З. Тадмор, К. Гогос ; пер. с англ. под ред. Р. В. Торнера. – М. : Химия, 1984. – 632 с.
3. Басов Н. И. Расчет и конструирование оборудования для производства и переработки полимерных материалов : учеб. для вузов / Н. И. Басов, Ю. В. Казанков, В. А. Любартович. – М. : Химия, 1986. – 488 с.
4. Мікульонок І. О. Обладнання і процеси переробки термопластичних матеріалів з використанням вторинної сировини : монографія / І. О. Мікульонок. – К. : ІВЦ „Видавництво «Політехніка»”, 2009. – 265 с.
5. Мікульонок І.О. Моделювання обладнання технологічних ліній для перероблення пластмас і гумових сумішей на базі валкових машин : монографія / І. О. Мікульонок. – К. : НТУУ «КПІ», 2013. – 243 с.
6. Числове моделювання впливу пристінного шару на процес течії полімеру в переробному обладнанні / О. Л. Сокольський, І. І. Івіцький, В. І. Сівецький, І. О. Мікульонок // Хімічна промисловість України. – 2013. – № 6. – С. 34–37.
7. Sokolskyi A. L. Method of Accounting Wall Slip Polymer in Modeling Channel Processing Equipment / A. L. Sokolskyi, I. I. Ivitskyi. // Modern Scientific Research and their Practical application. – 2014. – N 21410. – P. 136–140.
8. Ivitskyi I. I. Polymer Wall Slip Modelling / I. I. Ivitskyi. // Technology Audit and Production Reserves. – 2014. – N 3. – P. 8–11.
9. Barnes H. A. An Introduction to Rheology / H. A. Barnes, J. F. Hutton, K. Walters. – Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1989. – 199 p.
10. Dynamics of Polymeric Liquids / R. B. Bird, C. F. Curtiss, R. C. Armstrong, O. Hassager. – New York: Wiley - Interscience, 1987. – 672 p.
11. ANSYS Polyflow User's Guide – Canonsburg: ANSYS, Inc., 2013. – 790 p.
12. Sivetskyi V. I. Methods for Determining the Presence, Character and Value of Wall Effects in Flow of Polymer Material / V. I. Sivetskyi, O. L. Sokolskyi, I. I. Ivitskyi. // Technology Audit and Production Reserves. – 2015. – N 4. – С. 48–52.

УДК 683.514 + 676.84

Коломієць А.Б., к.т.н.

Полюдов О.М., д.т.н.

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

УДОСКОНАЛЕННЯ ПРИВОДУ ПЕРІОДИЧНОГО ПОВОРОТУ В ОБЛАДНАННІ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ КАРТОННИХ СТАКАНІВ І КОНТЕЙНЕРІВ ДЛЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Вступ. Пакування харчової продукції виконують ряд важливих функцій: збереження в кількісному і якісному вигляді продукції під час її транспортування, складування та реалізації, воно повинно бути екологічним. Тому перевага надається перш за все пакуванню з целюлози на протипакуванню з пластику. Наприклад, широко вживані одноразові стакани, а також конусоподібні ємкості (контейнери) переважно виробляють з паперу та картону.

Актуальність теми. Аналіз механізмів автоматів для виготовлення паперово-картонних стаканів та контейнерів харчових продуктів виявив, що воно зазвичай роторного типу, для приводу головного ротора застосовують механізми періодичного повороту (6-8 позицій). Тому у приводах автоматів застосовують плоскі мальтійські механізми. Недоліком таких механізмів є наявність значних прискорень на початку і у кінці руху [1]. Це може викликати значні навантаження в механізмі на початку і у кінці руху, аж до ударів, що приводить до ушкоджень деталей механізмів. Через це існуючі приводи мають певні обмеження по продуктивності.

Матеріали та методи досліджень. Є декілька шляхів вирішення проблеми удосконалення приводу періодичного повороту в обладнанні для виготовлення картонних стаканів і контейнерів для харчових продуктів. Це програмоване керування рухом веденої ланки – мальтійського хреста – за рахунок зміни геометричних або кінематичних характеристик водила. Такі рішення застосовувались у поліграфічному обладнанні: застосування криволінійних пазів, керованої довжини водила, надання заданого наперед закону періодичного руху (ЗПР) водила.

Розробки механізмів періодичного повороту із корекцією руху вхідної ланки проводяться в рамках наукової роботи кафедри ППМТП, вони захищені патентами України.

Згідно [2] запропоновано компактний мальтійський механізм з плавною зміною кутового прискорення хреста за синтезованим законом, зручного і надійного в експлуатації, рух водила якого корегується пазовим нерухомим кулачком. Мальтійський механізм складається з хреста з пазами, блокувального пристрою, водила з пальцем, повзуна, що розміщений на водилі, ролика і нерухомого пазового кулачка. Його особливістю є полягає в тому, що жорстко з'єднані водило і блокувальний пристрій вільно посаджені на валу, на якому шарнірно встановлено двоплече коромисло. Одне плече коромисла шарнірно з'єднане з віссю повзуна, а друге плече – з віссю ролика. Таким чином, забезпечується ефективна та надійна технічна експлуатація мальтійського механізму внаслідок плавного розгону та заповільнення хреста за потрібним законом руху.

Ідея іншого рішення враховує, що напівфабрикат (корпус паперового стакану з чашкоподібним дном) обробляється іншими механізмами за відносно невелику частину зупинки механізму. Тобто, можливо зменшити відносну долю зупинки при загальному оберті водила. Запропоновано застосувати мальтійський механізм з двома водилами.

Розроблено кінематичні схеми механізмів. Привід трьох роторів здійснюється через систему передач від загального мальтійського механізму. В автоматі мальтійський механізм встановлено як окремий модуль. Розташування валів – в основному вертикальне. Крутий момент на вал водил отримується від головного двигуна через систему передач. Через кінцеву передачу рух надається вертикальному валу водил. На верхньому кінці цього валу закріплено двоплечій важіль з водилами. На водилах встановлені ролики, на маточині важеля є два фіксувальних сектори, що дотикаються до заглибин у 8-пазовому хресті. Ролики водил періодично входять в зачеплення із пазом хреста і переміщують останній на кут 45° . Хрест

закріплено на складеному вертикальному валу. На верхній частині цього валу прикріплено планшайбу ротора з 8 інструментами – конічними металевими стаканами, що мають можливість вільно обертатись навколо своєї осі.

Результати. Аналітичні розрахунки доводять зменшення навантажень при технологічно-необхідних параметрах руху і продуктивності. В результаті роботи механізму змінено співвідношення руху і зупинки порівняно з базовим механізмом ($135^\circ/225^\circ$ в існуючому, $135^\circ/45^\circ$ у запропонованому). Одночасно змінена і продуктивність мальтійського механізму. Базовий механізм працював при частоті обертання одного водила 110 об/хв. Розроблений механізм дозволяє надати валу двох водил частоту обертання 60 об/хв. і отримати загальну продуктивність автомата 120 об/хв. При цьому зменшуються пікові значення моментів інерції. Технічні характеристики удосконаленого автомата: ємкість стаканів, які здатен виготовляти автомат – 85-450 мл, потужність двигуна – зменшена на 20% з 5 до 4 кВт.

На рис. 1 порівняно залежності прискорення мальтійського хреста для існуючого механізму привода автомата (пунктирна лінія) і запропонованого механізму з двома водилами (суцільна лінія).

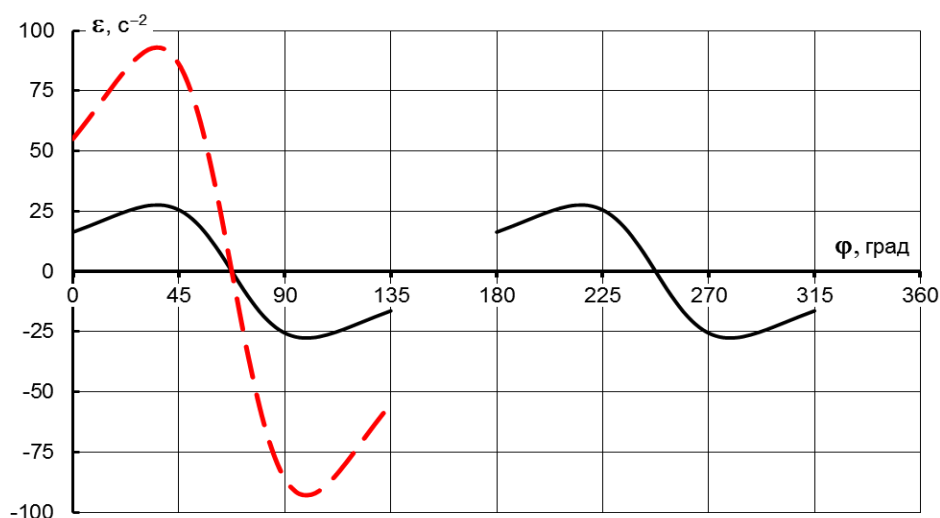


Рисунок 1 – Залежності прискорення мальтійського хреста ротора автомата для звичайного (пунктир) і подвоєного (суцільна) приводів

Висновок. Запровадження результатів розробленого приводу дозволяє удосконалити базовий вузол автомата для виготовлення паперово-картонних стаканчиків. Модернізований механізм універсальний, може бути встановлений не тільки на автоматі для виготовлення стаканчиків, а також на багатьох автоматах роторного типу, що застосовуються у харчовій промисловості. Це дозволяє створити вітчизняний автомат роторного типу і виготовляти його на одному з заводів України.

Література

1. Полюдов О. М. Розрахунки циклових механізмів поліграфічних і пакувальних машин на персональних комп'ютерах : навчальний посібник. / О. М. Полюдов, В. О. Кузнєцов, А. Б. Коломієць. – Львів : УАД, 2004. – С. 83.
2. Патент № 104790 (Україна) Мальтійський механізм з корекцією руху вхідної ланки. – Полюдов О.М., Регей І.І., Коломієць А.Б. – Опубл. 11.03.2014. Бюл. № 5.

УДОСКОНАЛЕННЯ ПРИСТРОЇВ ВИВЕДЕННЯ У САМОНАКЛАДАХ НАПІВФАБРИКАТИВ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ПАКОВАНЬ

Вступ. Продуктивність обладнання для виробництва картонно-паперових паковань залежить від швидкодії та надійності самонакладів напівфабрикатів. Недоліки їх роботи стають головним негативним фактором, що гальмує можливості операційного обладнання та ліній.

Актуальність теми. В поліграфічному і пакувальному обладнанні актуальним є завдання швидкого і надійного поштучного виведення напівфабрикатів із магазинів самонакладів або накопичувачів в зону подальшої обробки. Як правило, із стосу заготовок (напівфабрикатів) виводиться нижня шляхом зсуву її у горизонтальному напрямку. Для виконання цієї операції застосовуються штовхачі з пневматичним або механічним приводом. Хід штовхача у багатьох випадках визначається розмірами заготовок (наприклад, довжина картонних розгортки паковань для харчових продуктів досягає 420 мм). Тому хід штовхача може сягати більше 300 мм, що може бути забезпечений механізмами з великими розмірами ланок.

Матеріали та методи досліджень. Для удосконалення самонакладів плоских напівфабрикатів на кафедрі поліграфічних і пакувальних машин та технології пакування УАД розроблено пристрій переміщення цих напівфабрикатів із магазину самонакладу у робочу зону машин [1]. Особливості механізму дозволяють зменшити негативні риси існуючих самонакладів – значні інерційні навантаження. Основою удосконалення є застосування програмованої трансформації руху робочої ланки щоб отримати оптимальний закон періодичного руху (ЗПР) виконавчої ланки. Для цього до складу кулачково-важільного механізму приводу виконавчих ланок (штовхачів) введено ланку, що змінює свою довжину протягом циклу.

Аналітично досліджено геометричні, кінематичні та енергосилові характеристики комбінованого кулачково-важільного механізму пристрою. Розроблено математичні моделі, які дозволили обґрунтувати конструкційну побудову пристрою для виведення плоских напівфабрикатів, виходячи з умови мінімізації його габаритів. Створено віртуальну модель запропонованого механізму та розроблено програмне забезпечення для підвищення оперативності проектування засобів переміщення напівфабрикатів.

Встановлено, що застосування даного механізму приводить до зменшення габаритів пристрою на 28%, а також забезпечує реалізацію необхідних ЗПР на вихідній ланці – коромислі. Визначено, що для досягнення паузи коромисла доцільно застосовувати полідинамічний ЗПР 3.0. Для забезпечення нульових кутів пришвидшень коромисла на початку і вкінці циклу – циклоїдальний ЗПР – складну параболу третього степеня (Шуна). Дослідження енергосилових характеристик запропонованого механізму засвідчило зниження крутних моментів на валу кривошипа на 12...15% залежно від швидкісних режимів порівняно з вихідним механізмом шарнірного чотириланковика.

Аналітичні розрахунки [3] доводять зменшення навантажень при технологічно-необхідних параметрах руху і продуктивності.

Експериментально досліджено енергосилові параметри переміщення напівфабрикатів для різних ЗПР, при різних швидкісних режимах, для різних видів напівфабрикатів, в ході яких визначено навантаження на валу кривошипа.

Для цього створено фізичну модель головної частини самонакладу плоских напівфабрикатів (1:2 до реального механізму), яка має можливість стабільно працювати на швидкості до 130 ц/хв. і переміщати різну за формою і вагою напівфабрикати – від розгортки картонних паковань вагою 5 грам до блоків вагою 1 кг.

Результати. Був застосований тензометричний метод для отримання достовірного знання про фактичні навантаження в запропонованому механізмі. Вимірювання проводилось за допомогою відомих систем тензодатчиків. Результати вимірювання передавались через систему портів до персонального комп'ютера, де оброблялись за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення. Для обробки отриманих сигналів від датчиків стану дані експортувались у середовище Mathcad, використані розширені функціональні особливості. Розроблений макрос у MS Excel для експорту даних, що значно спрощує їх обробку без втрати точності, можливе керування дискретністю даних.

На рис. 1 представлено характерні криві залежності максимального крутного моменту на привідному валу самонакладу залежно від швидкості роботи при застосуванні різних ЗПР.

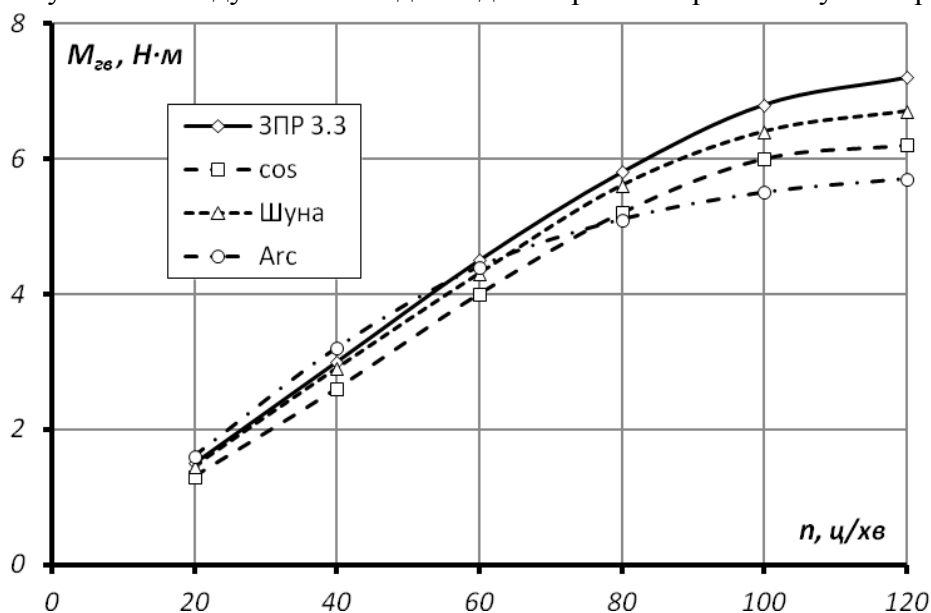


Рисунок 1 – Залежність крутного моменту на привідному валу від швидкості роботи механізму для різних ЗПР

В результаті обробки експериментальних даних запропоновано апроксимувати їх поліномами не вище п'ятої степені. Встановлено, що розбіжність між результатами аналітичних прогнозувань і експериментальних досліджень щодо середніх крутних моментів на валу кривошипа не перевищує 7,5%.

Висновок. Запровадження результатів наукової роботи дозволить удосконалити засоби та механізми переміщення напівфабрикатів із самонакладів з метою підвищення ефективності виготовлення картонних паковань шляхом мінімізації інерційних навантажень та законів руху напівфабрикатів. Вони можуть бути корисними при створенні нового високопродуктивного обладнання цехів підприємств з виготовлення друкованої продукції і картонних паковань, а також для модернізації та експлуатації існуючого устаткування. Застосування отриманих даних та залежностей дозволяє більш якісно і швидко проектувати та виготовляти нові високошвидкісні самонаклади.

Література

1. Патент №103240 (Україна). Пристрій для виведення плоских напівфабрикатів. – Полюдов О. М., Регей І. І., Коломієць А. Б., Стеців Я. Б. – бюл. №18 від 25.09.2013. – 4 с.
2. Кузнецов В. О. Аналітичні дослідження механізму шарнірного чотириланковика із змінною довжиною веденої ланки. / В. О. Кузнецов, А. Б. Коломієць, Я. Б. Стеців. – Поліграфія і видавнича справа, № 4 (68), 2014. – Львів : УАД, 2014. – с. 12-19.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММ ТРЕХМЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА ПОПЕРЕЧНЫХ СЕЧЕНИЙ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

В последние десятилетия очень возросло влияние компьютерных технологий практически на все стороны жизни человечества. Использование инновационных продуктов в самых различных областях человеческой деятельности значительно изменили традиционные как промышленные технологии, так и приемы обучения. На современном этапе умение использовать возможности, предоставляемые передовой компьютерной техникой, стало определять уровень образованности человека.

С помощью трехмерного отображения проектируемых объектов формируется наглядное представление о их конфигурации, геометрических свойствах, упрощается поиск недостатков и уязвимых мест, на которые в первую очередь стоит обращать внимание. Наглядность процессов, моделирование которых в реальных условиях являлось бы дорогостоящим и трудоемким, позволяет значительно повысить уровень подготовки студентов.

Преимущества использования программного комплекса САПР SolidWorks рассмотрим на следующем примере, показывающем в большей степени методическую ценность нежели научную. На одной из лекций по дисциплине «Расчет и конструирование машин и аппаратов пищевых производств» были представлены два графика с различными профилями сечений балок одинаковой площади, которые в разной степени отвечают условиям равнопрочности (рис. 1). Очевидно, что в наименьшей степени условиям равнопрочности отвечает прямоугольное сечение, а в наибольшей 4-ое двутавровое сечение. Основными факторами определяющими жесткость конструкций, при условии выбора одинаковых материалов, видов нагрузений и типов опор, в данном случае являются: геометрические характеристики сечений (моменты инерции) и линейные размеры самих сечений.

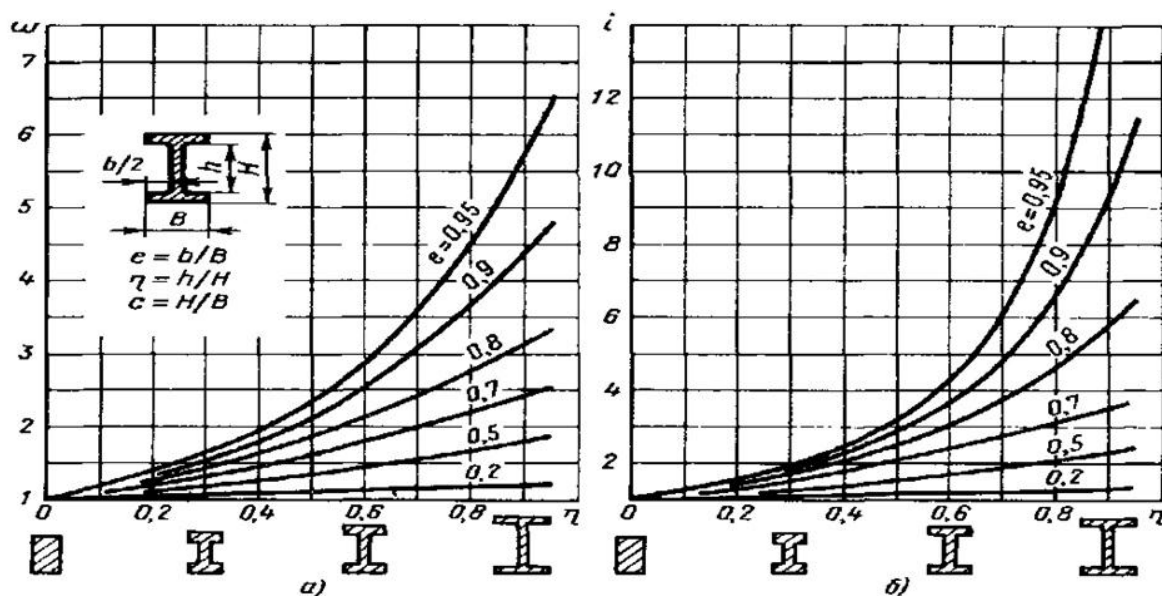


Рисунок 1 – Показатели прочности (а) и жесткости (б) профилей с одинаковой площадью сечений

Данные на вышеприведенных графиках получены эмпирическим путем, но информация на них не является доступной и требует дополнительных пояснений. Для сравнения, проведем подобное исследование только уже с использованием возможностей универсального инструмента для прочностного анализа методом конечных элементов – Solidworks Simulation. Для этого создадим десять балок, с учетом геометрических зависимостей вышеприведенных графиков, одинаковой площади поперечного сечения (рис. 2). Десятое сечение является стандартным двутавром №10.

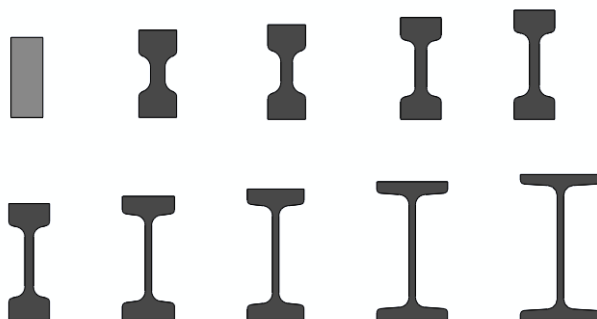


Рисунок 2 – Исследуемые сечения одинаковой площади

Для корректного сравнения зададимся тем, что все характерные параметры одинаковы для всех исследуемых балок. Опоры расположим по краям балок, а распределенную нагрузку приложим к верхней полке балок, поэтому, в нашем случае, имеет место плоский изгиб, т.к. изогнутая ось балки расположена в той же плоскости, в которой действуют внешние силы. Очевидно, что расчетная схема и эпюра поперечных сил являются менее информативными нежели трехмерная модель деформированной балки средствами Solidworks Simulation (рисунок 3).

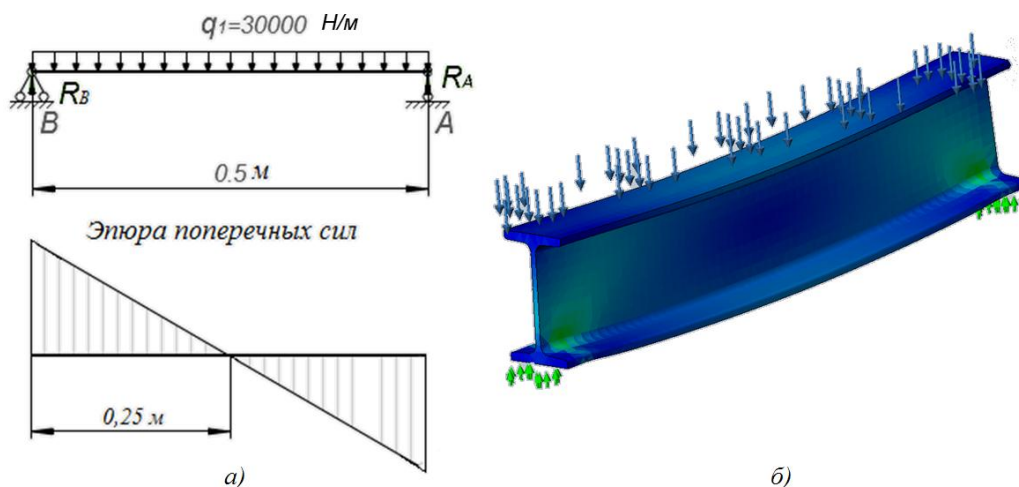


Рисунок 3 – Расчетная схема (а) и трехмерное представление деформированной балки средствами Solidworks Simulation (б)

После этого проведем исследования для каждого образца в отдельности. Для проведения таких операций студенту не обязательно иметь хорошую подготовку, т.к. на любом этапе можно воспользоваться подробными подсказками системы. После завершения исследования можно представить результаты в виде подробного отчета или графически. Так, например, распределение различных значений напряжений в исследуемых балках отображается соответствующими цветами. Также отображается шкала напряжений, в которой можно в широких пределах регулировать диапазон значений (рис. 4).

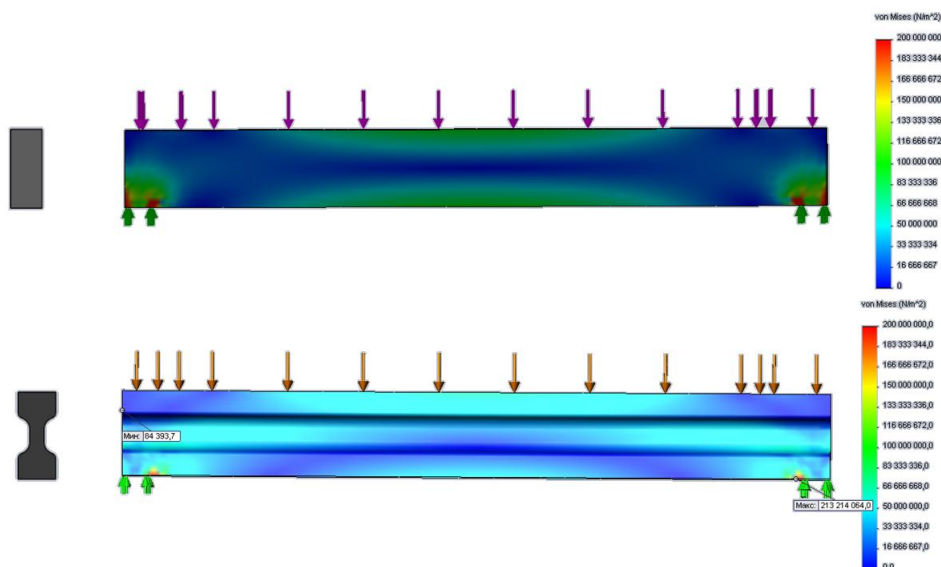


Рисунок 4 – Эпюры напряжений сечений №1 и №2

Отчет о результатах исследований содержит в себе большое число значений параметров, характеризующих состояние образцов под нагрузкой. По этим данным можно судить о работоспособности образцов и выявить уязвимые места, требующие подробного рассмотрения. Для большей информативности представим результаты всех исследований на одном графике (рисунок 5).

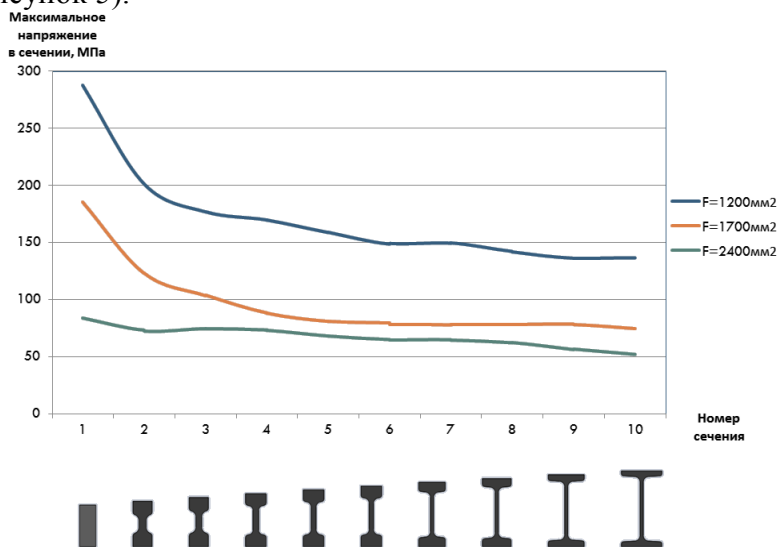


Рисунок 5 – График максимальных напряжений в сечениях

Выводы. С помощью современных систем автоматизированного проектирования появляется возможность более детально изучать подобные процессы и иметь более наглядное представление о напряжениях, деформациях и других параметрах исследуемых объектов. Отпадает необходимость в проведении некоторых реальных испытаний, т.к. уже на данном этапе развития компьютерных технологий существует возможность получать подробные, точные и достаточно адекватные результаты при проектировании.

Литература

1. Алямовский А.А. SolidWorks 2007/2008. Компьютерное моделирование в инженерной практике / А.А. Алямовский, А.А. Собачкин, Е.В. Одинцов, А.И. Харитонович. – СПб: БХВ-Петербург, 2008. – 1040 с.

УДК 664.8.022.7

Кирик А.В., к.т.н.

Карабухин В.В., магистрант

Кравченко А.С., студент

Могилевский государственный университет продовольствия (МГУП)

г. Могилев, Республика Беларусь

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ТЕПЛООВОГО АППАРАТА ДЛЯ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ

Функциональные возможности современных пароконвекционных аппаратов не обеспечивают процесс обжарки во фритюре кулинарной продукции [1]. Таким образом, создание импортозамещающей продукции – многофункционального теплового аппарата для обработки продуктов в жидких технологических средах, примером которого является многофункциональная сковорода Vario Cooking Centr компании Rational, является актуальной задачей.

Разработанный нами аппарат (рисунок 1) конструктивно представляет собой опрокидывающуюся сковороду с возможностью автоклавирования рабочего объема.

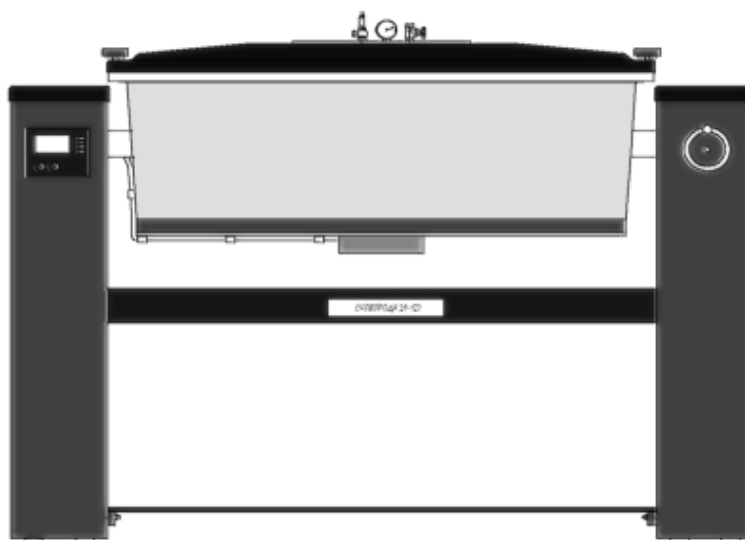


Рисунок 1 – Аппарат многофункциональный

Для проведения экспериментов по изучению процессов тепловой обработки продуктов в жидких технологических средах (масло, вода) разработана экспериментальная установка [2], схема которой представлена на рисунке 2. Аппарат представляет собой бытовую скороварку, в которой для измерения параметров в ее крышке был установлен патрубок с манометром и уплотнительная втулка, через которую внутрь аппарата введены термоэлектрические преобразователи для контроля температуры греющей среды и продукта.

Для изменения давления пара внутри рабочей камеры (при реализации функции автоклавирования) предохранительный клапан аппарата выполнен со съёмными грузовыми шайбами, что позволяет регулировать избыточное давление от 0,05 до 0,15 МПа.

Жарка продукта во фритюре сопровождается сложными физико-химическими и теплофизическими процессами. Под воздействием высокой температуры жира происходит удаление части влаги, впитывание (поглощение) жира, изменение структуры и плотности

продукта, образование в корочке некоторых веществ, обуславливающих специфический вкус и запах обжариваемого продукта, объемная усадка, изменение пористости, выделение газа.

Распространение теплоты и повышение температуры продукта имеет резко выраженные два периода: в первый период температура повышается от поверхности продукта к центру, во второй период температура остается некоторое время постоянной, а затем начинает постепенно повышаться, приближаясь к температуре жира.

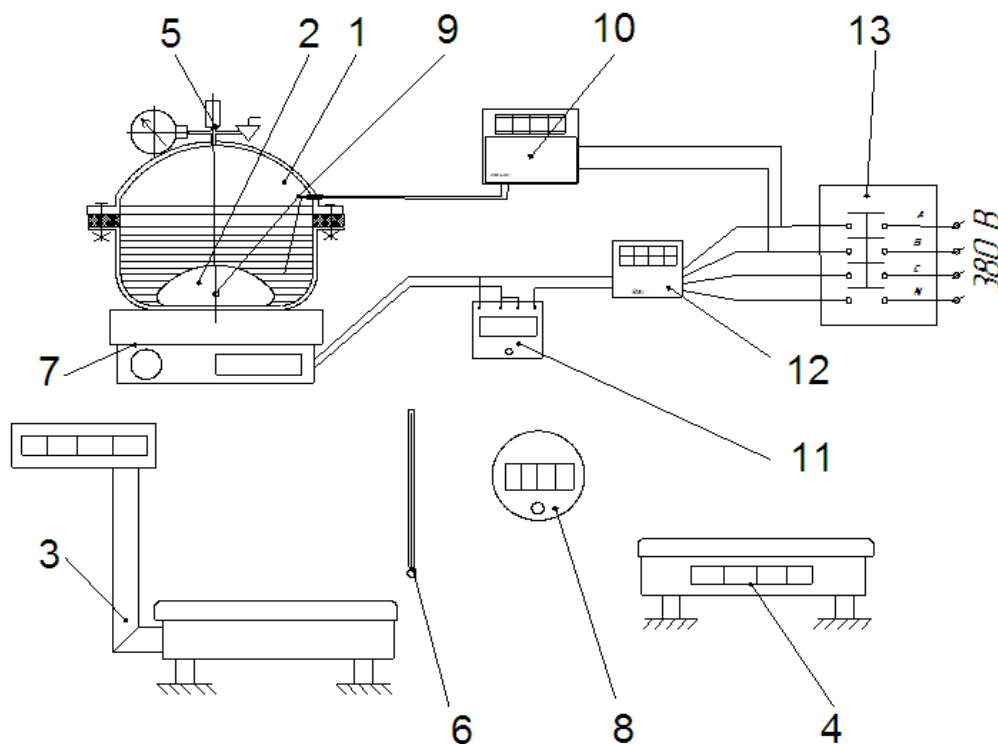


Рисунок 2 – Схема стенда:

1 – аппарат многофункциональный; 2 – продукт; 3, 4 – весы электронные; 5 – арматура (предохранительный клапан, воздушный кран, манометр); 6 – термометр; 7 – электроплитка; 8 – секундомер; 9 – термоэлектрические преобразователи; 10 – измеритель-регулятор «Сосна»; 11 – ваттметр; 12 – электросчетчик; 13 – пускатель

Процесс жарки осуществляется при практически полном контакте всей поверхности продукта с нагретым жиром. При этом одновременно с теплообменом происходит процесс массообмена между продуктом и жиром. При жарке во фритюре создаются хорошие условия для теплообмена и обеспечивается равномерное образование корочки на всей поверхности продукта.

Однако в процессе жарки во фритюре в жир из продукта выделяются влага и органические вещества, что приводит к ускорению процессов нежелательных химических изменений жира. Кроме того, нагретый жир, контактируя с кислородом воздуха, окисляется. Наиболее интенсивно процессы разложения жира происходят на участках его соприкосновения с теплопередающей поверхностью.

К моменту достижения продуктом кулинарной готовности температура в центре изделия составляет 80...90°C, ближе к поверхности – около 100°C, на поверхности она равна температуре технологической среды [1].

Обжарка продуктов во фритюре представляет собой нестационарный тепловой процесс, включающий теплопроводность, перенос влаги с изменением ее агрегатного состояния и др. Базовый процесс – нестационарная теплопроводность в заготовке, т.к. изменение температурного поля вызывает или изменяет все остальные процессы [3].

В результате исследований процесса обжарки во фритюре мясных рубленых полуфабрикатов в виде шара (масса 100...170 г) была получена зависимость, описывающая процесс прогрева изделий:

$$\Theta = 6,72 \cdot e^{-11,3Fo} \quad (1)$$

где Θ – безразмерная температура, $\Theta = (100 - t) / (100 - t_0)$; t – температура продукта в момент времени τ , °С; t_0 – начальная температура продукта, °С; Fo – число Фурье.

Уравнение (1) справедливо при $Fo \geq 0,175$ и рекомендуется для инженерных расчетов при определении необходимого времени до достижения температуры кулинарной готовности продукта при жарке его во фритюре.

Выводы. В результате проведенных исследований получена аналитическая зависимость, которая рекомендуется для инженерных расчетов при определении температуры в центре изделий по истечении определенного времени или при определении необходимого времени для достижения заданной температуры в центре обрабатываемой мясной заготовки при ее обжарке во фритюре.

Литература

1. Кащенко, В.Ф. Оборудование предприятий общественного питания: учеб. пособие / В.Ф. Кащенко, Р.В. Кащенко. – М: Альфа-М: ИНФРА-М, 2007. – 416 с.
2. Теория и техника теплофизического эксперимента: учеб. пособие для вузов / Ю.Ф. Гортышов [и др.]; под ред. В.К. Щукина. – М.: Агропромиздат, 1985. – 360 с.
3. 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.
4. Kirik I. Results of experimental researches of the process of infra-red heating in thermal household devices / Igor Kirik, Svetlana Vasilevskaya // Ukrainian Food Journal. – 2013. – V.2. – I.1. – pp. 86-93.
5. Kirik I. Researches of the process of infra-red heating in thermal device with top and bottom power supply / Igor Kirik, Svetlana Vasilevskaya, Alesya Kirik // Ukrainian Food Journal. – 2013. – V.2. – I.4. – С. 562-569.

УДК 664.1.038

Пономаренко В.В., к.т.н.,

Люлька Д.М., к.т.н.

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

ПЕРСПЕКТИВНА СХЕМА УТИЛІЗАЦІЇ ВИКИДІВ ЦУКРОВИХ ЗАВОДІВ

У виробничі сезони викиди цукровими заводами парогазових сумішей в атмосферу є звичним явищем і сприймаються як неминучість. Серед них найбільшими за кількістю та агресивністю є викиди відпрацьованого сатураційного газу з апаратів першої та другої сатурацій, а також викиди з апаратів сульфитації. В складі відпрацьованого сатураційного газу знаходиться до 15% невикористаного діоксиду вуглецю, краплі води та водяна пара. Температура парогазової суміші в межах 75...85⁰С на першій сатурації та 92...100⁰С на другій сатурації. Для заводу середньої продуктивності 3000 т буряків/добу об'єм викидів на першій сатурації досягає 5000 м³/год., на другій сатурації — 2000 м³/год.

Кількісна оцінка викидів в кожному конкретному випадку залежить від багатьох факторів. Основними з них є якість виробництва сатураційного та сульфитаційного газів, досконалість обладнання для проведення процесів сатурації і сульфитації та дотримання оптимальних режимів його роботи.

Крім забруднення атмосфери викидами парогазових сумішей на цукрових заводах втрачається значний тепловий потенціал. Відсутність бажання займатись утилізацією викидів цукрових заводів пояснюється необхідністю вкладання коштів в реалізацію таких проектів, загальною кризою, в тому числі і в цукровій промисловості.

Втрати теплового потенціалу з викидами відпрацьованих газів з апаратів першої та другої сатурацій є також доволі значні. Так на першій сатурації втрати теплового потенціалу складають 2,5...4,0% до маси буряків[1], що приводить до зниження температури соку в апараті на 3...5⁰С. Об'єм газу, що викидається складає двадцять-сорок об'ємів рідини, що підлягає обробці. Трохи нижчими (в 3...4 рази) є теплові втрати з викидами відпрацьованих газів з апаратів другої сатурації [2]. Це зв'язано з меншими витратами газу на виконання процесу, але температура проведення другої сатурації є вищою.

З відпрацьованим сульфитаційним газом втрачається біля 0,25% рідини до маси буряків і відбувається зниження її температури в межах 1...1,4⁰С [3].

Запропоновано декілька схем підвищення утилізації СО₂ за рахунок повторного використання СО₂ з відпрацьованого сатураційного газу апаратами першої та другої сатурацій. Так, згідно схеми [4] пропонується спосіб сатурації цукрових розчинів, оснований на використанні відпрацьованого сатураційного газу першої сатурації в якості сатураційного газу на другій сатурації. Це зменшує загальні витрати газу на проведення процесів сатурації. Крім того, повторне використання сатураційного газу приводить до більш повного виснаження сатураційного газу від діоксиду вуглецю, а це в свою чергу дозволить зменшити забруднення атмосфери.

Згідно робіт [5] пропонується використовувати відпрацьований сатураційний газ з апарату другої сатурації на першій ступені першої сатурації, яка проходить при більш низькій температурі (80...85⁰С). В цьому випадку відбувається передача теплоти цукровому розчину та відпадає необхідність підігрівати сік після апарату першої сатурації перед фільтрацією до температури 90⁰С. Оскільки такий газ в попередньому випадку викидався в атмосферу, то згідно запропонованого способу сатурації відбувається економія теплоти.

Утилізацією сірчистого газу та теплових викидів після сульфитаторів практично не займався ніхто. Лише констатувався факт їх наявності. Головна причина тут в агресивності парогазової суміші, в якій містяться сірчана та сірчиста кислоти. Хімічна корозія утилізаторів теплоти приводить до досить швидкого виходу з ладу обладнання (сталі труби відводу відпрацьованого сульфитаційного газу в атмосферу міняють кілька разів за сезон

цукроваріння). Використання спеціальних корозієстійких матеріалів приводить до значного збільшення вартості обладнання.

Практично відсутній досвід використання теплового потенціалу відпрацьованих газів і на зарубіжних цукрових заводах. На одному з заводів [6] відпрацьовані гази відводять з апаратів першої та другої сатурацій, очищують в циклонних сепараторах від крапель рідини та вентилятором подають в загальну димову трубу заводу. Такий підхід до вирішення проблеми утилізації теплового та хімічного потенціалу не вирішує її, а заганає вглиб. Зміна місця викидів дозволяє тільки розсіяти шкідливі гази на більшій території, а не утилізувати їх. Про економію теплового потенціалу мова навіть не йде.

Для утилізації викидів нами пропонується проста в реалізації технологічна схема. Вона дозволяє мінімізувати вплив агресивних газів на середовище, та повністю утилізувати на технологічні потреби теплоту насиченого водяним паром відпрацьованого сатураційного газу. Зменшення концентрації CO_2 та SO_2 в відпрацьованих газах можливе при абсорбційному очищенні, як найбільш економічному та простому в реалізації. Невирішеним питанням є те, на які технологічні потреби направити утилізовані потенціали, щоб потім не виникла нова проблема утилізації скидів.

Технічний аналіз відділень цукрового заводу показав, що найкращим варіантом для використання відпрацьованих газів з апаратів сатурації та сульфитації є попередня обробка ними бурякової стружки. В дифузійні апарати бурякова стружка потрапляє з низькою температурою (особливо це відчутно в холодну пору року), а тому на початковій стадії екстрагування цукрози майже не відбувається [7]. Для прогріву стружки використовують рекуперативний та інтенсивний підвід тепла через стінки парових камер, нагріваючи її до оптимальної температури $65 \dots 70^\circ\text{C}$. Однак, швидко нагріти великий об'єм холодної стружки в апараті проблематично, бо температура стінок теплообмінних поверхонь не може бути високою, оскільки можливе розварювання стружки, внаслідок чого значно погіршується екстрагування цукрози, збільшуються її втрати в жомі (по технологічним показникам вони не повинні перевищувати $0,3 \dots 0,4\%$ до маси жому). Для досягнення нормативних величин втрат продуктивність дифузійних апаратів знижують.

Подача для ошпарювання бурякової стружки відпрацьованого сатураційного або сульфитаційного газів дозволяє: скоротити процес теплової обробки бурякової стружки шляхом попереднього контакту з викидами гарячого сатураційного та сульфитаційного газів; внаслідок наявності в відпрацьованому сатураційному газі невикористаного CO_2 концентрацією $10 - 15$ об. % одночасно з конденсацією пари з сатураційного газу проходить процес абсорбції CO_2 з утворенням на буряковій стружці вугільної кислоти (H_2CO_3) та знижується рН, що, як відомо, призводить до покращення вилучення цукрози з бурякової стружки за рахунок збільшення її пружності; внаслідок неповної утилізації SO_2 в відпрацьованому газі після сульфитаційних установок проходить процес абсорбції SO_2 , що знижує рН розчину та покращує екстрагування цукрози з бурякової стружки за рахунок збільшення її пружності; досягається додаткова утилізація діоксиду вуглецю з відпрацьованого сатураційного газу та діоксиду сірки з відпрацьованого газу після сульфитаційних установок, що зменшує забруднення атмосфери та додатково утилізує тепло великого об'єму газу, що викидався в атмосферу.

Принципова схема використання відпрацьованого сатураційного газу з апаратів сатурації та сульфитації представлена на рис. 1.

Буряки зрізуються на стружку в бурякорізках 5, яка потрапляє в предошпарювач 6, в нижню частину якого направляється відпрацьований газ з апаратів сульфитації 2 та апаратів першої та другої сатурації 3 і 4. В апараті 6 проходить контактний теплообмін та абсорбція агресивних газів, після чого вони видаляються в атмосферу. Попередньо оброблена бурякова стружка потрапляє в дифузійний апарат 7 для екстрагування сахарози.

В ролі ошпарювача бурякової стружки може бути використана вертикальна циліндрична ємність (предошпарювач) з перфорованими перегородками всередині та вирізом для переходу стружки з секції в секцію. Принципова схема такого предошпарювача наведена на рис. 2. За

допомогою рухомих лопаток на валу стружка переміщується по перегородках до вирізів та пересипається через них в нижню секцію і з неї потрапляє в дифузійний апарат. Відпрацьований газ подається в нижню частину ємності під нижню перфоровану перегородку. При переході з секції в секцію ошпарювача буде зменшуватись температура відпрацьованого газу та концентрація діоксиду вуглецю та сірки.

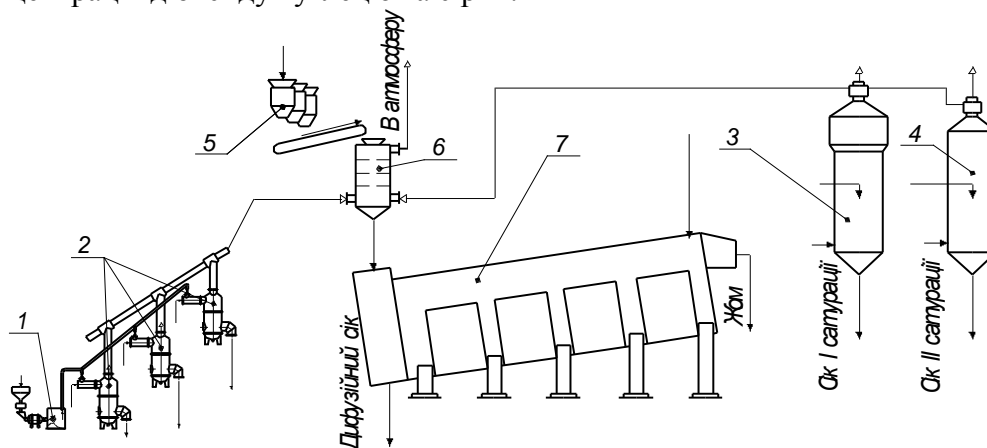


Рисунок 1 – Принципова схема ошпарювання бурякової стружки:

1-сіркоспалювальна піч; 2-апарати сульфітації; 3-апарат першої сатурації; 4-апарат другої сатурації; 5-бурякорізки; 6-ошпарювач бурякової стружки; 7-дифузійний апарат

На виході з такого ошпарювача внаслідок контактного теплообміну температура сатураційного газу практично рівна температурі стружки, а концентрація CO_2 та SO_2 в такому газі значно знижується, що зменшує забруднення атмосфери агресивними газами.

Слід також звернути увагу на те, що при конденсації пари на поверхні холодної стружки відбувається зменшення об'єму газу, тобто ошпарювач стружки працює як контактний конденсатор, тому додаткового обладнання для подачі відпрацьованого газу в нього не потрібно.

Висновки. Запропонована технологічна схема кінцевої утилізації агресивних викидів після апаратів сатурації та сульфітації передбачає попереднє ошпарювання бурякової стружки перед її подачею в дифузійний апарат. Реалізація запропонованої схеми дозволяє економити матеріальні та теплові потоки цукрового заводу, зменшити витрати палива та матеріалів на виробництво цукру-піску. Обладнання для утилізації газів CO_2 та SO_2 просте по конструкції і може бути виготовлено в майстернях цукрового заводу.

Література

1. Разладин, Ю.С. Справочное пособие по экономии топливных энергоресурсов на предприятиях пищевой промышленности / Ю.С.Разладин, С.Ю.Разладин. – К.: 2010. – с. 582.
2. Штангесв, К.О. Шляхи енергозбереження в цукровому виробництві. / К.О.Штангесв – Навч. посібник, К.: УДУХТ, 2003. с.32.
3. Вискребцов, В.Б. Утилизация сернистого ангидрида и расход серы. / В.Б.Вискребцов. //Журнал «Сахар», 2003, №5, с. 46-48.
4. Пономаренко, В.В. Способи підвищення використання діоксиду вуглецю в апаратах першої та другої сатурації. / В.В.Пономаренко, В.Г.Мирончук // Журнал «Цукор України» - 2013. - № 7-8 (91-92). - с. 17-21.
5. Патент 104097 UA, МПК С 13В 20/00 (2013.01). Спосіб сатурації цукрових розчинів / Пономаренко В.В., Пушанко Н.М. ; заявник НУХТ. № а 201213580, заявл. 27.11.2012; опубл. 25.12.2013, Бюл. №24, 2013 р.
6. Расширение мощностей по очистке сока на сахарном заводе Бреда. / Инф. бюллетень БМА, 1994, 32 с.
7. Broughton, N,W. Some technological aspects of alkaline diffusion [Text] / Broughton N,W and Wkoge N.F. // Internation Sugar journal. 1992. - vol.94. - №1126. - p. 38-49.

УДК 664

Ольга Євтушенко, к.т.н.

Аліна Сірик, Петро Породько

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Тетяна Крюковська, к.т.н.

Могильовський державний університет продовольства, м. Могильов, Республіка Білорусь

ВИРОБНИЧИЙ ТРАВМАТИЗМ НА РОБОЧИХ МІСЦЯХ ПІДПРИЄМСТВ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ

Вступ. Дослідження умов праці, причин і обставин виробничого травматизму дозволить розробити й обґрунтовані ефективні шляхи профілактики і зниження ризику травмування працівників харчової промисловості.

Матеріали і методи. Дослідження проведені на основі аналізу показників травматизму на виробництві за звітами Державної служби статистики України за період з 2003 по 2013 роки. Враховано досвід аналізу нещасних випадків на підприємствах різноманітних галузей як в Україні, так і за кордоном.

Результати і обговорення. Аналіз статистичних даних показників виробничого травматизму свідчать про те, що в харчовій промисловості України протягом 2003-2013рр. кількість нещасних випадків зменшилася майже в 4 рази. Працівники жіночої статі травмуються у 2 рази менше, від рівня травматизму чоловіків. Представлено результати аналізу розподілу нещасних випадків за основними причинами, видами подій, групами професій, віком, статтю, стажем роботи в харчовій промисловості. Встановлено, що організаційні та кваліфікаційні причини зумовлюють до 72% виробничих травм у харчовій промисловості. Розраховано показники частоти і тяжкості травматизму. Встановлено, що велика частка травм припадає на досвідчених працівників, які мають стаж роботи більше 20 років, та на робітників зі стажем роботи за професією до року. На ці факти слід звертати особливу увагу під час проведення первинного та повторного інструктажів на робочому місці. Крім того необхідно підвищити якість самих інструктажів, посилити контроль за роботою працівників з невеликим фаховим стажем. Більш ніж у половині нещасних випадків порушниками законодавства про охорону праці були різного рівня керівники харчових підприємств, тому необхідно підвищити відповідальність керівників усіх рівнів на підприємствах галузі з метою запобігання порушення ними законодавства про охорону праці, що призводять до нещасних випадків.

Висновок. Результати дослідження рекомендується використовувати при вдосконаленні проектів управлінських рішень щодо забезпечення безпечних умов праці працівників харчових підприємств.

Література

1. Olga Evtushenko, Alina Siryc, Petro Porotko, Tatsiana Krukouskaya (2015), Analysis of indicators of workplace occupational injuries at the food industry enterprises of Ukraine, *Ukrainian Food Journal*, 4(1), pp. 157-169.

УДК 637.33:004.9

Кухарчук Д.П.

Чепелюк О.М., к.т.н.

Таран В.М., проф.

Національний університет харчових технологій (НУХТ),

м. Київ, Україна

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПЕРЕМІШУВАННЯ У СИРОВИГОТОВЛЮВАЧІ ПЕРІОДИЧНОЇ ДІЇ

Вступ. Важливе місце в харчуванні людини займають молоко і молочні продукти, зокрема сири. На якість готового продукту суттєво впливає процес отримання сирного зерна, зокрема конструкція і режим роботи сировиготовлювача, в якому відбувається підігрів молока до температури заквашування, внесення закваски, перемішування, отримання і розрізання згустку, обсушування зерна, відведення необхідної кількості сироватки і вивантаження сирного зерна.

Актуальність теми. У сировиготовлювачах досить складно забезпечити якість сирного зерна. Інтенсифікація процесу шляхом збільшення швидкості руху робочих органів призводить до надмірної турбулізації маси, а також збільшення споживаної потужності. Швидкісне і енергоємне перемішування не завжди буває перемішуванням якісним, тому важливо вибрати раціональну форму робочих лопатей ріжучо-перемішуючих пристроїв.

Матеріали і методи. Для визначення раціонального виду перемішуючого пристрою і режиму його роботи процес перемішування у сировиготовлювачі промодельований при різних конструкціях перемішуючих робочих органів (рис. 1) і частоті обертання від 10 до 30 об/хв.

Геометричні моделі ванни і перемішуючих пристроїв виконані в пакеті Solid Works. В програмному комплексі Flow Vision промодельовано процес перемішування напівфабрикату.

Результати та обговорення. Проаналізувавши швидкість часточок у векторній формі встановлено, що кількість лопатей впливає на траєкторію руху маси, а частота обертання більшою мірою визначає швидкість її руху. Найбільша кількість турбулентних зон спостерігається при використанні трьох лопаток на мішалці, що свідчить про доцільність використання зазначеної конструкції (див. рис. 1в) для більш якісного перемішування. Тому для більш якісного перемішування доцільніше використовувати в конструкції три лопаті.

Для визначення впливу на інтенсивність перемішування місця розміщення лопатей на ріжучо-перемішуючому пристрої, проводили моделювання при різних варіантах розміщення лопатей (рис. 2).

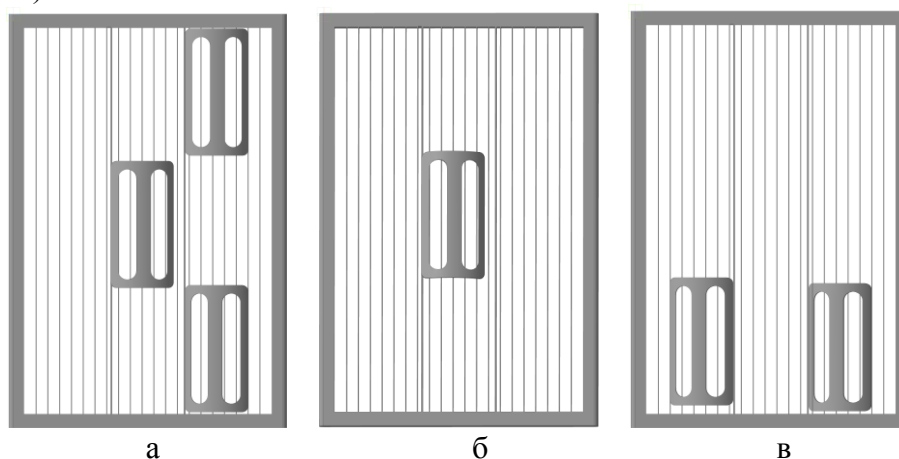


Рисунок 1 – Конструкції ріжучо-перемішуючих робочих органів:

а – з трьома лопатями; б – з однією лопаттю; в – з двома лопатями

Встановлено, що процес перемішування відбувається досить інтенсивно при всіх розглянутих варіантах встановлення лопатей, однак найбільш доцільним є варіант з розміщенням двох лопатей на периферії і однієї – в центрі ріжучо-перемішуючого пристрою.

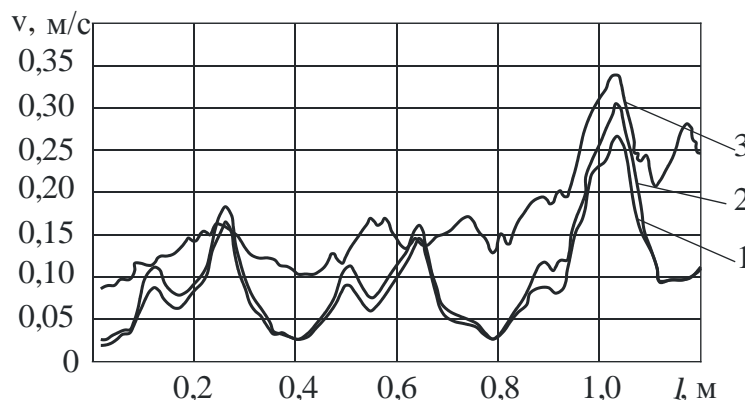


Рисунок 2 – Зміна швидкості руху маси по висоті ємності при різних варіантах розміщення лопатей: 1 – діагональний; 2 – дві в центрі, одна на периферії; 3 – дві на периферії, одна в центрі

На процес перемішування також впливає величина поверхні контакту робочого органу з масою, яка перемішується. Ширина перемішуючих поверхонь лопатей змінювалася в межах від 20 до 40 мм за рахунок зміни розмірів внутрішніх отворів. Вплив цього параметру на швидкість руху маси показано на рис. 3.

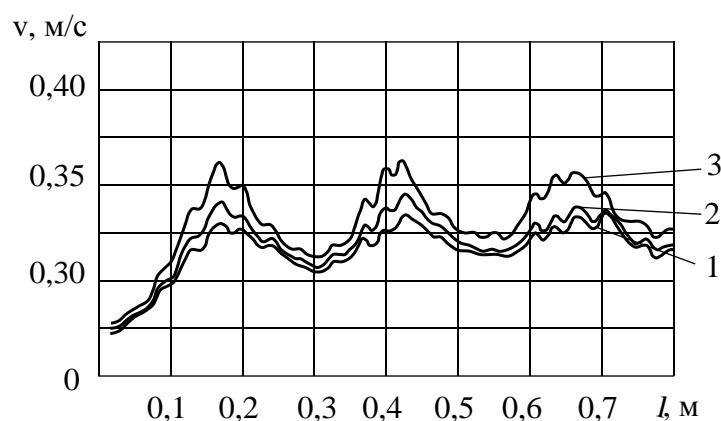


Рисунок 3 – Зміна швидкості руху маси по висоті апарата при відповідних параметрах лопатей: 1 – 20 мм; 2 – 30 мм; 3 – 40 мм

Як видно, ширина перемішуючих поверхонь лопатей має суттєвий вплив на процес перемішування, і її збільшення призводить до зростання швидкості руху маси. Однак збільшення цього розміру також призводить до виникнення додаткових зусиль на перемішування.

Висновки. Моделювання при різних конфігураціях і геометричних параметрах ріжучо-перемішуючого робочого органу сировиготовлювача показало, що найбільш доцільною його конструкцією є ріжуча рамка зі встановленими трьома лопатями (одна – посередині; дві на периферії), оскільки вони забезпечують одночасно інтенсивне і рівномірне перемішування. Робота сировиготовлювача є найбільш раціональною при ширині стінок лопаті до 40 мм. При збільшенні розміру не спостерігається суттєвої інтенсифікації процесу, проте підвищуються енергетичні витрати безпосередньо на процес перемішування.

Література

1. Єресько, Г.О. Технологічне обладнання молочних виробництв / Г.О. Єресько, М.М. Шинкарик, В.Я. Ворожук. – К.: Фірма «ІНКОС», Центр навчальної літератури, 2007. – 344 с.
2. Бредихин, С.А. Технология и техника переработки молока / С.А. Бредихин, Ю.В. Космодемьянский, В.Н. Юрин. – М.: Колос, 2003. – 400 с.
3. Кузнецов, В.В. Технологическое оборудование предприятий молочной промышленности: Справочник. Часть 1 / В.В. Кузнецов, Г.Г. Шилер. – М.: ДеЛи принт, 2008. – 552 с.

КООРДИНАЦІЯ МЕТИ КЕРУВАННЯ, ЯК ЗАСІБ ЕКОНОМІЇ ЕНЕРГІЇ БАГАТОАСОРТИМЕНТНОГО ВИРОБНИЦТВА

Вступ. З підвищенням вартості енергії до виробничих комплексів пред'являються більш жорсткі вимоги, що спонукає наукове товариство до роботи над проектами, які досі не мали комерційної привабливості. В сучасних виробничих умовах вже не є достатнім підтримувати технологічний регламент процесу, необхідним є його супроводження.

Актуальність теми. Існуючі роботи за напрямком автоматичного керування переважною більшістю покладають економію витрат на діяльність під час перехідних процесів і встановлення необхідного технологічного регламенту, що й оцінюється інтегральним показником якості процесу

$$dE = \int_0^{\tau} (f - \hat{f}) dt,$$

де витрата енергії dE оцінюється як різниця між оптимальною за регламентом f функцією витрати та реалізованою системою керування \hat{f} . Але суттєва перевага економії, за рахунок керування, буде відчутна лише при наявності значних зовнішніх збурень або при частій зміні регламенту (багатоасортиментному виробництві).

Матеріали та методи. Отже, якщо досі моделі процесів приймалися спрощеними, що приваблювало надійним і простим шляхом досягнення результату, формалізованим порядком їх експлуатації. Широко використовувались моделі ідеального змішування, рідини переважно вважались Ньютонівськими, ідеалізувались робочі середовища та теплоносії. Практично обґрунтовано, що відбуваються зміни в теплопровідності, теплоємності, залежності агрегатного стану середовища на передачу або отримання енергії. Супроводження буде особливо ефективним в апаратах періодичної дії, до яких наближаються разом зі зменшенням об'ємів виробництва та збільшенням асортиментної продукції.

Незадовільна спостережність складних процесів пов'язана з методичною недосконалістю існуючих вимірювальних засобів. Оскільки моделі, що відтворюють складну природу процесів надто складні для втручання при експлуатації інженерно-технічними співробітниками, то набувають поширення методи пониження порядку, розкладання в базисі поліноміальних складових та використання гібридних автоматів [1]. Оскільки для процесів із поєднанням тепло- та масообміну в єдиній системі перетворень практично важко отримати аналітичні рівняння, що представлятимуть реалізацію процесу ґрунтуючись на фізичних перетвореннях, то практично застосовують напівемпіричні рівняння, які використовують наближення в базисі подібних аналітичних функцій.

Результати та обговорення. То ж детальне подання регламенту множиною станів, кожна з яких буде залежною від вектору-параметрів станів середовища можна розглядати як більш ретельну реалізацію процесу для визначеного точністю моделі елементу середовища. На разі функція регламенту

$$f \in \vec{F} : \{f_1, f_2, \dots, f_N\}, f_i(\vec{M}),$$

Представляється множиною станів, кожний з яких ставиться у відповідність параметрам з вектору станів технологічних параметрів.

Висновки. Врахування та подальше супроводження процесів за багатомірними моделями дозволяє збільшити межі керованості, подолати суттєве запізнення теплових процесів, адекватніше впливати на елемент технологічного середовища.

Література

1. Бенькович, Е.С. Практическое моделирование сложных динамических систем / Е.С. Бенькович, Ю.Б. Сениченков, Ю.Б. Колесов. – С. Петербург: БХВ – 2001. – 441 с.

УДК 66.046:664.2

Владімір Літвяк, д.т.н.

Маргарита Алексєєнко

Науково-практичний центр з продовольства Національної академії наук Республіки
Беларусь, Мінськ

Олена Чепелюк, к.т.н., Олексій Губеня, к.т.н.

Роман Сергійчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ЗМІШУВАННЯ ГЕТЕРОГЕННИХ СЕРЕДОВИЩ

Вступ. Інтенсифікувати фізико-хімічні процеси в реакторах-змішувачах гетерогенних середовищ доцільно шляхом створення високої регульованої турбулентності у всьому об'ємі реактора-змішувача та усунення застійних зон.

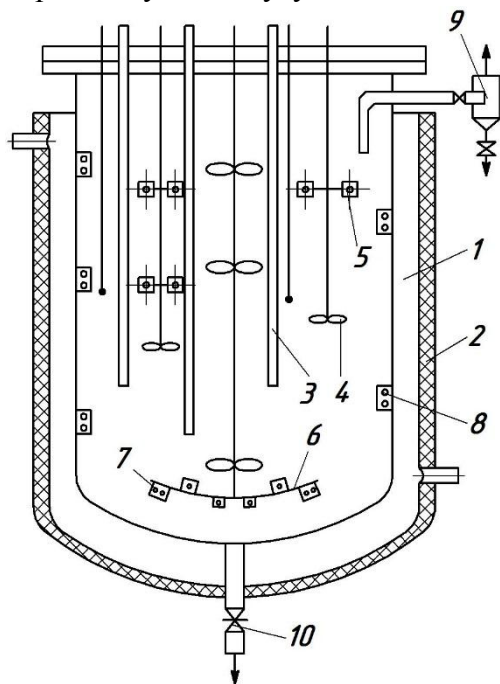


Рис. 1. Змішувач (прототип)

- 1 – парова сорочка, 2 – ізоляція,
3 – вантажувальна трубка,
7, 8 – турбулізатори,
9 – відбірник проб,
10 – вивантажувальний патрубок.
Мішалки: 4 – пропелерна, 5 – лопатева, 6 – якірна.

перемішувальних пристроїв різних типів, можливості контролю і регулювання рН реакційної суміші, забезпечення необхідної інтенсивності фізико-хімічних процесів шляхом створення високої регульованої турбулентності у всьому об'ємі реактора-змішувача і усунення застійних зон, забезпечення безпеки його роботи. В реакторі-змішувачі встановлюються декілька перемішувальних пристроїв, додаткова якірна мішалка з турбулізаторами, на внутрішній стінці реактора встановлюються турбулізатори-відбійники.

Проте, вказана конструкція реактора має ряд недоліків, а саме:

1. На одному валі встановлені різні типи мішалок, наприклад, лопатева та пропелерна. Оптимальні швидкості обертання для них є різними, тому ефективність їх поєднання є низькою.

Матеріали і методи. Аналіз та удосконалення процесу та конструкції реактора здійснено на основі сучасної наукової літератури та патентної інформації. Дослідження режимів роботи реакторів визначено методом чисельного моделювання з використанням програмного пакету Flow Vision.

Результати та обговорення. Загальні недоліки реакторів: неможливість проведення процесів за високої концентрації суспензії, складність конструкції, в деяких випадках існують труднощі отримання продукту високої чистоти, недостатня швидкість утворення кінцевого продукту через неефективне перемішування реагентів, утворення застійних зон, в яких накопичуються речовини, що не прореагували, незадовільне диспергування рідини в реакційній масі, недостатнє відведення тепла за екзотермічної та підведення тепла за ендотермічної реакції, складнощі або неможливість створення реакторів великої одиничної потужності.

В джерелі [1] пропонується удосконалити процес та усунути вказані недоліки за рахунок установки усередині корпусу реактора-змішувача декількох незалежних

2. Під час процесу перемішування швидкість та концентрація частинок суспензії в різних зонах реактора значно відрізняється.

3. Проведення хімічних реакцій зазвичай проводиться за максимально допустимих температур. Під час інтенсивного перемішування частина механічної енергії перетворюється в теплову, виникають локальні зони з підвищеною температурою. Це може призвести до

небажаних наслідків, наприклад, клейстеризації крохмлю в зоні перегріву суспензії, внаслідок чого псується весь об'єм продукту.

Враховуючи досвід передових виробників обладнання для змішування, пропонується встановити в реакторі дві мішалки лопатевого типу, які обертаються в різні сторони (рис. 2). Лопаті мішалок закріплені на внутрішньому валу та зовнішній рамі. Рама додатково виконує функцію очищення стінки реактора.

За такої конструкції в реакторі відсутні застійні зони, інтенсивність перемішування у всьому об'ємі реактора однакова, відсутні локальні підвищення температури. Проте зауважимо деякі недоліки – нераціональні витрати енергії на подолання опору руху рами, неможливість значно інтенсифікувати процес перемішування.

Виникає задача в майбутніх дослідженнях встановити раціональні граничні режими обертання робочих органів мішалок (критерій Рейнольдса та інші показники), за межами яких швидкість хімічної реакції не збільшується.

Висновок. Удосконалену конструкцію реактора-змішувача рекомендуємо використовувати в процесах модифікації крохмалю, в хімічній, біотехнологічній та

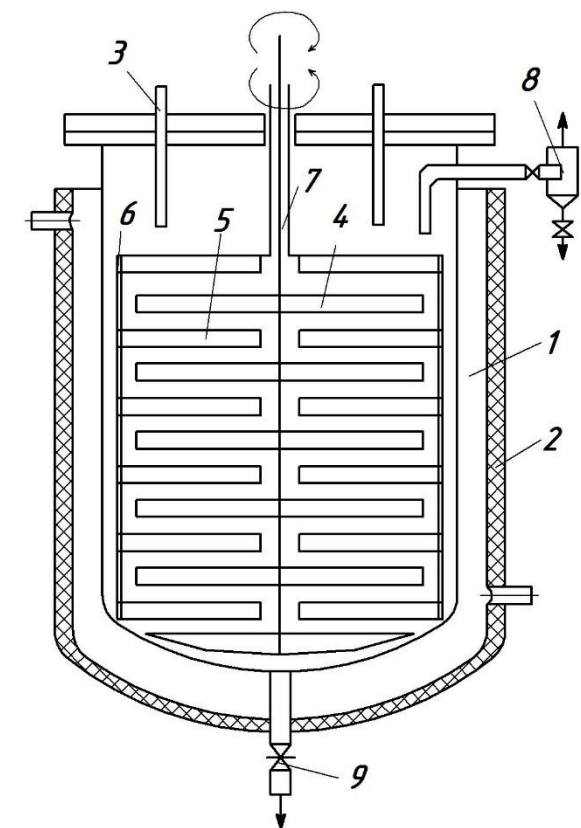


Рис. 2. Удосконалена конструкція змішувача:

- 1 – парова сорочка, 2 – ізоляція,
- 3 – завантажувальна трубка,
- 4,5 – лопатеві мішалки, 6 – рама, 7 – вал, 8 – відбірник проб,
- 9 – вивантажувальний патрубок.

фармацевтичній промисловості для отримання однорідних сумішей рідких компонентів та суспензій.

Література

1. Roman Serhiichuk, Olena Chepeluk, Vladimir Litviak (2015), Improvement of mixing process of heterogeneous system, *The international Conference for Students "Student in Bukovina"*, 7-9 May 2015, Suceava, Romania, *Book of abstract*, p. 14 – 15.
2. Литвяк В.В., Росляков Ю.Ф., Бутрім С.М., Козлова Л.Н. (2013), *Крахмал и крахмалопродукты: монография*, Краснодар.
3. Melnik O., Dovgun I. (2013), Modified starch properties, *Ukrainian Food Journal*, 2(3), pp. 354-359.
4. Olga Rybak (2013), Some aspects of the formation of emulsions and foams in food industry, *Ukrainian Journal of Food Science*, 1(1), pp. 41-49.
5. Sergii Demytyev (2014), Theoretical aspects of organizational and economic mechanism in vegetable, *Ukrainian Food Journal*, 3(1), pp. 53-63.

УДОСКОНАЛЕННЯ РІЗАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ ДЖГУТОПОДІБНИХ ПРОДУКТІВ

Вступ. Мета досліджень – підвищення продуктивності та якості, а також зниження витрат енергії для нарізання довгих джгутоподібних виробів дисковим ножом.

Матеріали і методи. Удосконалення процесу проведено на основі аналізу сучасних статей з українських та іноземних наукових журналів і патентів, що належать провідним світовим виробникам різального обладнання.

Результати. Відомі декілька типів різальних пристроїв з дисковими ножами для нарізання довгих джгутоподібних харчових продуктів. Для нарізання багетів використовують пристрій з планетарним рухом дискового ножа. Недолік – складна конструкція з планетарним редуктором. Для нарізання гастрономічної продукції використовують обладнання, в якому дисковий ніж має круглу або кулачкоподібну форму, закріплений на рухомій або нерухомій осі, а подача продукту відбувається вручну або за допомогою додаткових механізмів. Недоліком є ручна подача продукту або необхідність в механізмі подачі, недостатній рівень безпеки праці. Різальний механізм для нарізання джгутоподібних сухарних виробів, який складається зі стола, що здійснює коливальні рухи, траверси, на якій закріплені стрічкова пила. Скибка відрізається під час проходження стола з сухарною плитою через пилу. Недоліком є необхідність в пристрої для подачі продукту. Продукт рухається в зоні різання криволінійно, а поверхня зрізу є нерівною.

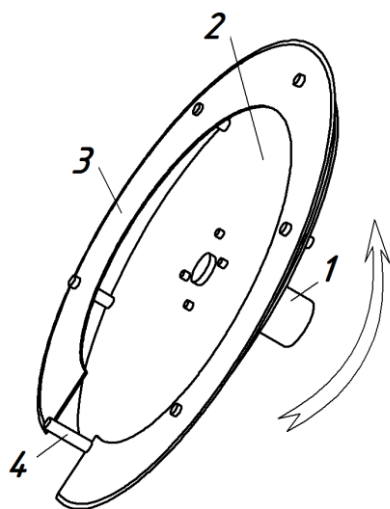


Рисунок 1 - Спіралеподібний ніж: 1 – вал, 2 – диск, 3 – різальна кромка, 4 – палець.

Спільний недолік для цих конструкцій – продукт деформується в разі нарізання без зупинки під час проходження ножа, а між поверхнями ножа та продуктом виникають зусилля тертя та адгезії, для їх подолання витрачається додаткова енергія, продукт на поверхні зрізу шліфується, руйнується та утворюються крихти. Зупинка подачі під час різання ускладнює конструкцію.

Для усунення недоліків пропонується удосконалити конструкцію дискового ножа. Кромка ножа має змінний діаметр, мінімальна різниця діаметра рівна висоті продукту, що нарізається, та виготовлена у вигляді однієї або декількох спіралей, осьове зміщення яких відносно площини обертання диску рівне товщині шматка продукту, що нарізається. Це дозволяє захоплювати продукт, який нарізається, одночасно переміщуючи та нарізаючи його. Спрощується конструкція за рахунок відмови від механізмів подачі продукту або аналогічних ручних операцій. Продукт переміщується в напрямку подачі одночасно з різальною кромкою без зупинок та продукт не деформується під час

проходження різальної кромки. Зусилля тертя та адгезії між продуктом та ножом зменшуються, енерговитрати на процес знижуються, поверхня зрізу не руйнується.

Висновки. Процес різання джгутоподібних виробів спіралеподібним дисковим ножом забезпечує високу продуктивність та якість зрізу, низькі витрати енергії, просту конструкцію обладнання та високий рівень безпеки праці.

Література

1. 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.
2. В.С. Гуць, А.А. Губеня (2009), Методика определения усилия резания пищевых продуктов, Вестник МГУП, 2, с. 102-107.

ЗАСТОСУВАННЯ ВІВСЯНОГО БОРОШНА ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ СТРУКТУРИ МОРОЗИВА

Вступ. Піщаниста і льодяниста структура морозива є вадами консистенції, які виникають при порушенні режимів зберігання, транспортування й реалізації продукту. Внесення вівсяного борошна до складу молочного морозива надасть можливість попередити формування піщанистої і льодянистої структури у продукті. Застосування цього зернового інгредієнту дозволить частково замінити молочні рецептурні компоненти, при цьому відбудеться зниження вмісту лактози, а отже, ймовірно, унеможливлення появи такої вади консистенції як піщанистість. Окрім того, до складу вівса, як відомо, входять β -глюкани, які проявляють стабілізуючі властивості і можуть бути використані як стабілізатори водної фази під час виробництва морозива.

Матеріали та методи. Дослідження форми і розміру кристалів льоду і лактози здійснювали за допомогою оптичного мікроскопу та комп'ютерного оброблення зображень. Збитість морозива визначали стандартним методом.

Результати та обговорення. Використання вівсяного борошна як рецептурного компонента у складі молочного морозива надає можливість комбінування різних видів сировини й здійснення часткової заміни молочних інгредієнтів на рослинні. Необхідність комбінування сировини у багатьох сучасних технологіях обумовлена не лише існуючими проблемами вітчизняної харчової промисловості (дефіцит якісної повноцінної сировини, неповне перероблення усіх складових компонентів та ін.), але й потребою забезпечення споживачів збалансованими харчовими продуктами на фоні недостатнього споживання білку, вітамінів, інших незамінних нутрієнтів. Заміна молочних складових на рослинні при виробництві молочних продуктів десертного призначення частково дозволяє вирішити проблему дефіциту молока-сировини й знизити вплив сезонних коливань обсягів постачання молока на ефективність роботи підприємств.

Вівсяне борошно доцільно застосовувати для забезпечення формування стабільної структури молочного морозива і зниженню ризику виникнення таких вад консистенції як піщанистість і льодянистість.

Часткова заміна молочних рецептурних компонентів на вівсяне борошно у кількості 3 % (від загальної кількості складових) знижує співвідношення між лактозою і водою у продукті до 6,01%, що гарантує утворення і збереження кристалів лактози розмірами до 10 мкм упродовж гарантованого строку придатності – 12 місяців. Комбінування молочної і рослинної сировини у складі морозива не знижує його органолептичні властивості, харчову та енергетичну цінність.

Додавання до складу молочного морозива 3 % вівсяного борошна компенсує до 50 % (від початкового вмісту) високовартісної сучасної стабілізаційної системи без негативного впливу на процес кристалізації водної фази у продукті. При цьому кристали льоду зберігають початкову дендритну форму і розміри відгалужених кристалів (в середньому 33,47 мкм) як при сталих температурах, так і при температурних коливаннях за рахунок утворення захисного білково-вуглеводного "каркасу". Механізм формування даного «захисного каркасу», а також взаємодія його компонентів потребує подальшого вивчення.

Встановлено, що часткова заміна СЗМЗ до 25 % у складі морозива на 3% вівсяного борошна (від загальної кількості компонентів) гарантує формування кристалів лактози розмірами до 10 мкм й попереджує появу піщанистої структури у процесі зберігання. Окрім того додавання цієї кількості зернового компоненту надає можливість знизити вміст високовартісних стабілізаційних систем на 50 % від їх початкового вмісту без негативного впливу на процес кристалізації води у готовому продукті. Середні розміри кристалів льоду,

що утворюються становлять 32,09-35,47 мкм. Виявлено, що біополімери вівсяного борошна у присутності білків молока формують «захисний каркас» навколо кристалів льоду, який перешкоджає міграційній перекристалізації води під час температурних коливань і виникненню льодянистої структури у морозиві.

Висновки. Застосування результатів досліджень в технології виробництва морозива дозволяє вирішити проблему дефіциту сировини, знизити вплив сезонних коливань обсягів постачання молока, забезпечити стабільної структури молочного морозива і зниженню ризику виникнення таких вад консистенції як піщанистість і льодянистість.

Література

1. Olga Rybak (2014), The oatmeal using for improving of ice cream structure, *Ukrainian Food Journal*, 2(4), pp. 499-599.
2. Olga Rybak (2013), Some aspects of the formation of emulsions and foams in food industry, *Ukrainian Journal of Food Science*, 1(1), pp. 41-49.

УДК 658

Арич М.І.

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

ПІДВИЩЕННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ МОЛОЧНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ

Вступ. Підвищення конкурентоспроможності підприємств молочної промисловості України є важливою умовою стабільно-прогресивного розвитку всього виробничо-господарського комплексу держави та забезпечення добробуту її громадян.

Матеріали і методи. Фінансово-економічні результати отримано від Державної служби статистики України. Опрацьовано сучасну літературу провідних українських та зарубіжних науковців. Використані методи статистичного спостереження, аналізу, групування.

Результати та обговорення. Одним із шляхів його досягнення є якісне, науково-обгрунтоване та високопрофесійне управління фінансово-економічними результатами діяльності підприємств. Сучасний етап розвитку молочної промисловості України характеризується неоднозначними темпами виробництва та постійним пошуком ефективних варіантів ведення господарства, на що вплинула і світова економічна криза, і ринкові умови, що вимагають від менеджерів топ-рівня прийняття найбільш раціональних управлінських рішень для створення конкурентних переваг, утримання чи збільшення частки ринку збуту виробленої продукції. Особливої уваги під час вивчення молочної галузі потрібно приділити дослідженню фінансово-економічних результатів її підприємств, що дозволить виявити тенденції даних показників, аналізуючи які можна судити про стан системи управління підприємствами в цілому та результатами їх діяльності зокрема.

Конкурентоспроможність підприємств також можна підвищувати використовуючи наступні системи управління фінансово-економічними результатами діяльності підприємств:

- 1) модель циклічного кільця та спіральна модель;
- 2) управління на основі організації центрів відповідальності;
- 3) система методів управління таргет-костинг, директ-костинг, стандарт-костинг та кайзер-костинг;
- 4) метод управління, що враховує життєвий цикл організації;
- 5) вартісно-орієнтоване управління фінансами;
- 6) управління на основі стандарту IDEFO за допомогою case-засобу BРwin тощо.

Спіральні моделі не передбачають наявності розриву, тобто наступне коло в цій моделі базується на попередніх досягненнях. Тому, введення в управління будь-яких розривів є

недоречним. Під розривом в системі управління фінансовим результатом розуміється наступне. Під час розгляду відповідної моделі управління у вигляді спіралі перехід на наступний рівень спіралі виступає узагальненням досягнення більших результатів, ніж на попередньому. Однак, значення фінансового результату можуть бути і позитивним, і негативним. Тому при отриманні негативних результатів у порівнянні з попереднім циклом управління за спіральною моделлю перехід на наступний крок може виявитися суперечливим або навіть неможливим.

Досить поширеною в науковій економічній літературі сьогодні є система управління прибутком на основі організації центрів відповідальності, що безпосередньо стосується роботи внутрішніх структурних служб та підрозділів підприємства, які забезпечують розробку, прийняття управлінських рішень щодо окремих аспектів формування, розподілу та використання прибутку й несуть відповідальність за результати цих рішень.

Управління витратами підприємства також можна здійснювати використовуючи одна з таких систем, як директ-костинг, стандарт-костинг, таргет-костинг та кайзер-костинг. Стандарт-костинг – це система оперативного управління виробництвом та рівнем виробничих витрат, заснована на постійному контролі значень відхилень фактичних показників від нормативних.

Використання директ-костингу передбачає, що собівартість планується тільки в частині змінних витрат, тобто лише змінні витрати розподіляються по носіях витрат. Решта витрат (постійні витрати) враховуються на окремому рахунку, але в калькуляцію не включаються, а періодично списуються на збитки за звітний період. На відміну від стандарт-костинга в основі директ-костинга лежить метод розділення витрат на постійні та змінні витрати в залежності від обсягу виробництва. Причому, особливістю методу є те, що в собівартість включаються змінні витрати, а постійні відносяться на фінансовий результат.

Наступним методом управління фінансово-економічними результатами підприємства є вартісно-орієнтоване управління фінансами, що становить собою комплекс організаційних та управлінських заходів орієнтованих на зростання вартості компанії та максимізацію добробуту акціонерів підприємства у довгостроковому періоді.

Процес управління витратами також можна здійснювати на основі стандарту IDEFO за допомогою case-засобу BPwin, що дозволяє наочно представити послідовність дій в формуванні процесу управління витратами. Даний метод, на першому етапі, передбачає виявлення слабких місць в системі управління витратами на основі моделі AS-IS (тобто як є), яка враховує зовнішні та внутрішні чинники. Аналітична робота починається з аналізу форми 1 «Баланс», загальної характеристики підприємства та основних його фінансово-економічних показників. Як результат, отримуються рекомендації щодо покращення фінансово-господарського стану суб'єкта господарювання.

Наступними етапами методу IDEFO за допомогою case-засобу BPwin є:

- вибір напрямів управління витратами та встановлення параметрів за кожним із них;
- розробка та оцінка ефективності моделі управління витратами;
- застосування обраної моделі управління.

Висновки. Одним з ключових елементів менеджменту підприємства та підвищення його конкурентоспроможності є системи управління його фінансово-економічними результатами. Управлінська діяльність передбачає собою вплив суб'єктів на об'єкти управління, виконуючи при цьому такі функції менеджменту, як планування, організація, мотивація та контроль.

Література

1. Михайло Арич, Олена Гнатенко. Фінансово-економічні результати підприємств молочної промисловості України / М. Арич, О. Гнатенко // *Ukrainian Food Journal*. – 2014. - №1(Том 3). – С. 9 – 18.

BIOLOGICAL RESERVE OF IODINE IN THE FORTIFIED FATTY PRODUCTS

Introduction. Iodine deficiency continues to be the most prevalent nutritional deficiency disorder in the world, affecting an estimated two billion people, in both industrialized and developing countries. In most countries, the best strategy to control iodine deficiency in populations is carefully monitored iodization of salt. The focus will be on understanding the scientific and technical developments to manufacture iodine-fortified products for mass production. Enhancing food processing technologies to fortify food with iodine might be one answer to deal with the current problems of dietary malnutrition and deficiencies [5, 7].

Three intervention strategies are available to prevent iodine deficiency. These are supplementation, dietary diversification, and both targeted and untargeted food fortification [1, 2]. The decrease of the consequences related to an insufficient iodine intake may be achieved through the application of a fortification strategy of different foodstuffs consumed by different population categories [5].

Iodine administration in products with a lipid origin represents a remarkable interest. This would allow the easy incorporation of the iodine in the food fatty products [4]. The daily intake of lipids being limited would allow an easy regulation of the iodine consumption.

In order to reveal the influence of iodination process on the indexes of quality of margarine, and for determination of its oxidative stability there were determined physical and chemical parameters of studied product.

Materials and methods.

1.1. Manufacturing of margarine fortified with iodine. In proposed iodinated margarine a part of sun-flower oil is replaced by iodinated double refined and deodorated sun-flower oil with content of iodine $10\mu\text{g I/cm}^3$.

Fatty basis constitutes 82.00 – 80.25% and includes following ingredients: double refined and deodorated sun-flower oil; iodinated sun-flower oil with content of iodine $10\mu\text{g I/cm}^3$; extract of natural colour, obtained from carrot, on basis of double refined and deodorated sun-flower oil; refined maize oil; vegetable monoglycerides (emulsifiers) and soya lecithin (emulsifier). Liquid phase constitutes 19.75-18.00% and includes following ingredients: nonfat dry milk; bakery salt; potassium sorbate and water.

1.2. Analysis of margarine fortified with iodine.

- Physical and chemical analysis (humidity and the volatile substance, melting temperature, acid number and content of NaCl);
- Organoleptical examination (appearance, colour, consistence, taste and smell).

All the measurements were made according to the standard methods and standards.

Results and discussion. The manufacturing process of iodinated margarine proposes obtaining food emulsion water/oil by means of succession realization of three mechanical processes: emulsification; cooling and maturation (Fig.1).

It is common knowledge, that halogens are capable of saturating double bonds present in the unsaturated lipids [3]. The addition of the active halogens to the double bonds is possible according to the mechanism of the nucleophile bimolecular substitution. The speed of saturation depends on the: nature of halogen; number of double bonds; position of these double bonds in the chain of fatty acid; structure of triglycerides.

It was established that, while the number of the carbon atoms between the carboxyl group – COO- and the double bond increases, the probability that the addition of the halogen reaction will take place decreases. Since fatty acids, present in sunflower oil have double bonds situated in the

position -9=10- and -11=12- (linoleic acid), the probability that the iodine addition in these conditions will take place is very low.

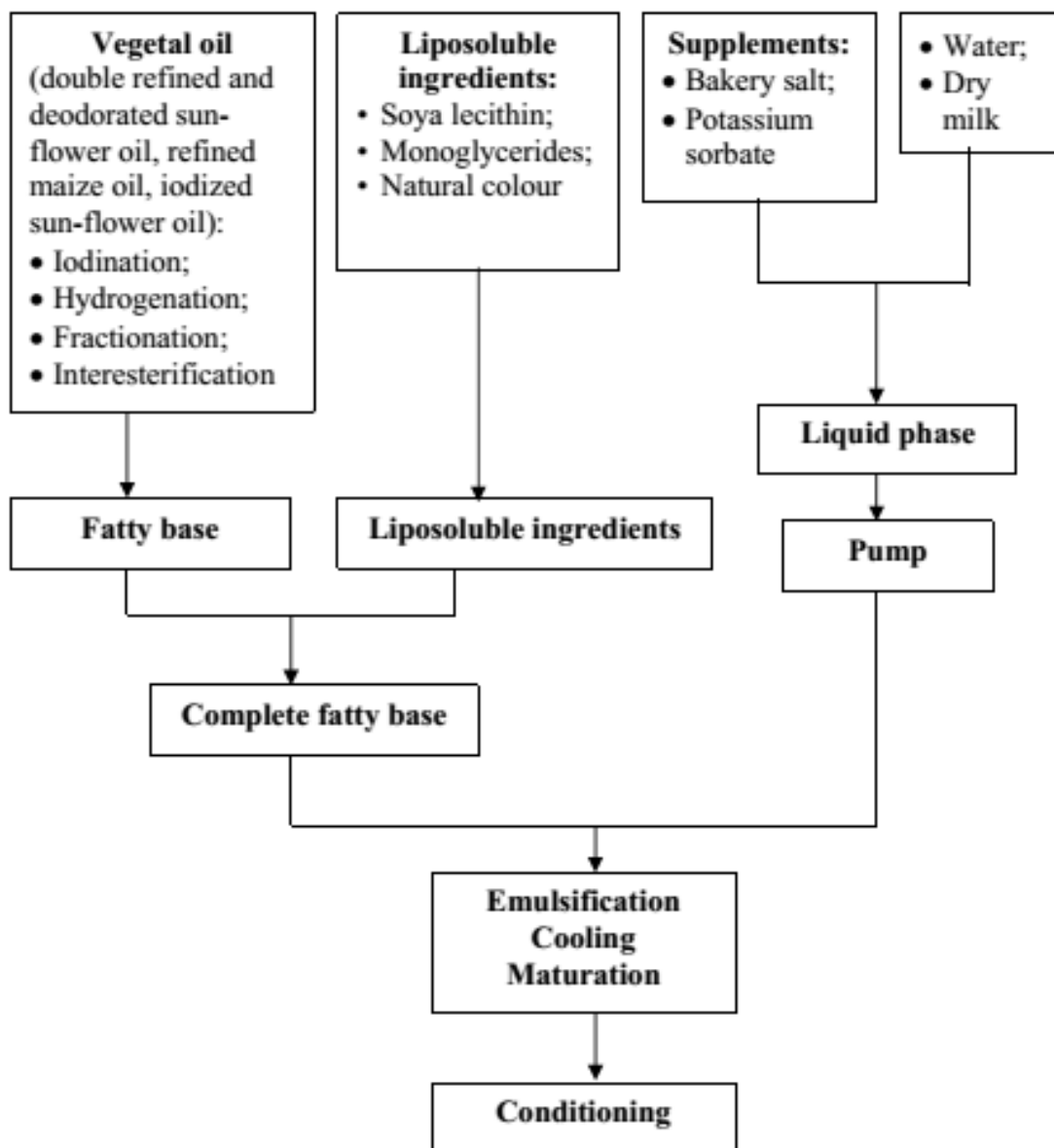


Fig. 1. The principle of iodinated margarine manufacturing

At the same time verification of grade of widening of the product confirms the non-variability of connections number. There has its place the fixing of iodine molecules on double connection of the fatty acids, non-enriched by formation of the compounds of π type.

Physical, chemical and organoleptical indices of iodinated margarine were determined in comparison with reference sample (table 1) according to the standard methods.

The physical and chemical properties of the margarine, which has an enormous importance for the food technology are determined by the chemical composition and their structure. Connection of iodine and vegetable oil gave the fixed organic connection with increased biological value, which is available for obtaining and does not require the creation of additional voluminous technologies. But the problem of rise of biological availability of iodine from its connections with fats is studies not sufficiently and needs specification.

Table 1 - Physical, chemical and organoleptical indices of margarine fortified with iodine

Physical and chemical indices	Reference sample	Iodinated margarine (1µg I/g product)
Appearance	Surface of cut is shining, dry at look	Surface of cut is shining, dry at look
Colour	Primrose with suggestion of golden	Primrose with suggestion of golden
Consistence (15 ⁰ C)	Homogeneous mass, doesn't crumb	Homogeneous mass, doesn't crumb
Taste and smell	Racy flavour of margarine with a pleasant aroma and freshness, without odour of oil	Racy flavour of margarine with a pleasant aroma and freshness, without odour of oil
Humidity and the volatile substance %, maximum	15.1±0.1	14.9±0.1
Melting temperature, ⁰ C	32±1	32±1
Acid number (20 ⁰ C)	0.132±0.002	0.130±0.002
Content of NaCl, %	0.51±0.1	0.47±0.1

Conclusions. Food manufacturing industry is actively involved in fortifying processed/semi-processed foods that are targeted toward like particular segments of the population. The efficacy of iodine fortification depends not only on the appropriate identification of the vehicle, but also on the stability of the form used for fortification, packaging, storage and the methodologies of quality assurance. Lipid iodine form proposed in this work for fatty food products fortification, complementary with potassium iodide which is the most common form of iodine used for salt fortification, would allow the prevention of iodine malnutrition/deficiency.

References

1. Dary O., Mora J.O. (2013), Food fortification: technological aspects. Encyclopedia of human nutrition. Third edition, pp. 306-314.
2. Hurrell R.F. (1999), Mineral fortification of food. England: Leatherhead Food Research Association.
3. (1992)Karlreskind, Manuel des corps gras, Vol. 1,2, Technique et documentation, Lavoisier, Paris.
4. Popovici C., Deseatnicova O., Sturza R. (2013), Iodine food fortification opportunities to combat global micronutrient malnutrition. Proceedings of the Second International Conference "Technological Processing and Information Control of Environmental Protection of Administrative Region", State Engineering University of Armenia, Yerevan, p. 10.
5. Popovici C., Oprea O.B., Gaceu L. (2014), Iodine food fortification: biological effects and safety aspects, Agricultural Informatics 2014 International Conference. Future Internet and ICT Innovation in Agriculture, Food and the Environment, Debrecen, Hungary, p. 18-24.
6. (2007), World Health Organization, United Nations Children's Fund, and International Council for Control of Iodine Deficiency Disorders. 2007. Assessment of iodine deficiency disorders and monitoring their elimination: a guide for programme managers, Third edition, p. 98.
7. Zimmermann M.B. (2013). Iodine: Deficiency Disorders and Prevention Programs. Encyclopedia of Human Nutrition (Third Edition), pp. 28 - 32.
8. Cristina Popovici (2013), Soxhlet extraction and characterization of natural compounds from walnut (*Juglans regia* L.) by-products, Ukrainian Food Journal, 2(3), pp. 328-336.

Загальна та наукова редакція д.т.н. О.М. Гавви

керувачка .В. Марцинкевич

Організатори конференції не завжди поділяють точку зору авторів

За зміст доповідей та достовірність інформації

відповідальність несуть автори