

**13<sup>th</sup> International Specialized  
Scientific and Practical Conference**

**Trends in LEAN food production  
and packaging**

**13-а Міжнародна спеціалізована  
науково-практична конференція**

**Тренди Lean-виробництва та  
пакування харчової продукції**

**Київ 2024 Київ**

Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine  
Ministry of Education and Science of Ukraine  
National University of Food Technologies  
Institute of Food Resources of the National Academy  
of Agricultural Sciences of Ukraine  
AKKO International

**13<sup>th</sup> International Specialized  
Scientific and Practical Conference**

**Trends in LEAN food production  
and packaging**

Conference's title in 2012-20:  
Resource and Energy Saving Technologies of Production and Packing of Food  
Products as the Main Fundamentals of Their Competitiveness

**September 17, 2024  
AKKO International Exhibition Centre  
Kyiv, Ukraine**

---

**Kyiv 2024**

Міністерство аграрної політики та продовольства України  
Міністерство освіти і науки України  
Національний університет харчових технологій  
Інститут продовольчих ресурсів Національної академії аграрних  
наук України  
ТОВ «АККО Інтернешнл»

**13-а Міжнародна спеціалізована  
науково-практична конференція**

**Тренди Lean-виробництва  
та пакування харчової продукції**

Назва конференції у 2012–20 р.:  
Ресурсо- та енергоощадні технології виробництва і пакування харчової  
продукції – основні засади її конкурентоздатності

**17 вересня 2024 р**  
**Виставковий центр «АССО International»**  
**Київ, Україна**

---

**Київ 2024**

**Trends in Lean Food Production and Packaging:** Proceedings of the 13th International Specialized Scientific and Practical Conference, September 17, 2024. Kyiv, National University of Food Technologies, 2024.

ISBN 978-966-612-348-3

© NUFT, 2024

**Тренди Lean-виробництва та пакування харчової продукції:** матеріали 13-ї Міжнародної спеціалізованої науково-практичної конференції, 17 вересня 2024 р., м. Київ. – Київ, НУХТ, 2024. – 241 с.

ISBN 978-966-612-348-3

© НУХТ, 2024

**Chairman of Scientific Committee:**

**Oleksandr Shevchenko**, Dr., Prof., *National University of Food Technologies, Ukraine*  
**Liubomyr Khomichak**, Dr., Prof, deputy director of the *Institute of Food Resources of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine*

**Members of Scientific Committee:**

**Agota Giedre Raisiene**, Dr., Assoc. Prof., *Lithuanian Institute of Agrarian Economics, Lithuania*  
**Elza Madad-kyzy Omarova**, Dr., Assoc. Prof., *Azerbaijan State Economic University, Azerbaijan*  
**Galyna Polishchuk**, Dr., Prof., *National University of Food Technologies, Ukraine*  
**Galyna Simakhina**, Dr., Prof., *National University of Food Technologies, Ukraine*  
**Larysa Arsenieva**, Dr., Prof., *National University of Food Technologies, Ukraine*  
**Lesia Martsynkevych**, *National University of Food Technologies, Ukraine*  
**Liubomyr Khomichak**, Dr., Prof, deputy director of the *Institute of Food Resources of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine*  
**Liudmyla Kryvoplias-Volodina**, Dr., Prof., *National University of Food Technologies, Ukraine*  
**Marko Jukić**, Dr., Prof, *University of Osijek, Croatia*  
**Mircea Oroian**, Dr., Prof, *University Stefan cel Mare, Suceava, Romania*  
**Oksana Vasheka**, Dr., Assoc. Prof., *National University of Food Technologies, Ukraine*  
**Oleksandr Gavva**, Dr., Prof., *National University of Food Technologies, Ukraine*  
**Oleksii Gubenia**, Dr., Assoc. Prof., *National University of Food Technologies, Ukraine*  
**Stanka Damianova**, Dr., Prof., *Ruse University “Angal Kanchev”, branch Razgrad, Bulgaria*  
**Serhii Blazhenko**, Dr., Assoc. Prof., *National University of Food Technologies, Ukraine*  
**Sergii Tokarchuk**, Dr., Assoc. Prof., *National University of Food Technologies, Ukraine*  
**Vasyl Pasichnyi**, Dr., Prof., *National University for Food Technologies, Ukraine*  
**Yurii Bilan**, Dr., Assoc. Prof., *Rzeszow University of Technology, Poland*

**Співголови наукового комітету:**

**Олександр Шевченко**, д.т.н., професор, ректор *Національного університету харчових технологій*, Київ, Україна

**Любомир Хомічак**, д.т.н., професор, в.о. директора *Інституту продовольчих ресурсів Національної академії аграрних наук України*.

**Члени наукового комітету:**

**Агота Герде Райшене**, др., доцент, *Литовський інститут аграрної економіки*, Вільнюс, Литва

**Василь Пасічний**, д.т.н., професор, *Національний університет харчових технологій*, Київ, Україна

**Галина Поліщук**, д.т.н., професор, *Національний університет харчових технологій*, Київ, Україна

**Галина Сімахіна**, д.т.н., професор, *Національний університет харчових технологій*, Київ, Україна

**Ельза Мадад-кизи Омарова**, др., доцент, *Азербайджанський державний економічний університет*, Баку, Азербайджан

**Лариса Арсеньєва**, д.т.н., професор, *Національний університет харчових технологій*, Київ, Україна

**Людмила Кривопляс-Володіна**, д.т.н., професор, *Національний університет харчових технологій*, Київ, Україна

**Марко Юкіч**, др., професор, *Осієкський університет*, Осієк, Хорватія

**Мірча Ороян**, др., професор, *Університет “Штефан чел Марє”*, Сучава, Румунія

**Оксана Вашека**, к.т.н., доцент, *Національний університет харчових технологій*, Київ, Україна

**Олександр Гавва**, д.т.н., професор, *Національний університет харчових технологій*, Київ, Україна

**Олександр Куць**, к.т.н., Інститут продовольчих ресурсів НААН України, Київ, Україна

**Олександр Шевченко**, д.т.н., професор, *Національний університет харчових технологій*, Київ, Україна

**Олексій Губеня**, к.т.н., доцент, *Національний університет харчових технологій*, Київ, Україна

**Сергій Блаженко**, к.т.н., доцент, *Національний університет харчових технологій*, Київ, Україна

**Сергій Вербицький**, к.т.н., Інститут продовольчих ресурсів НААН України, Київ, Україна

**Сергій Токарчук**, к.т.н., доцент, *Національний університет харчових технологій*, Київ, Україна

**Станка Дамянова**, др., професор, *Русенський університет “Ангел Канчев”*, філія у м. Разград, Болгарія

**Юрій Білан**, др., професор, *Жешувський технологічний університет*, Польща

## Introduction

Traditionally, during the Kyiv golden autumn, the International scientific and practical conference "**Trends in Lean food production and packaging**" got together the friends - experts, scientists and practitioners of food, pharmaceutical, biotechnological, packaging, chemical and related industries.

Our desire for discussion and communication, new knowledge, aspiration to show our achievements to the world were stronger than natural fear of wartime dangers.

The participation of food industry's specialists from leading enterprises, scientific institutions and universities of Ukraine, as well as the support of colleagues from Azerbaijan, Moldova, Brazilia, Romania, Poland, Lithuania, Bulgaria, Latvia and Germany has made these events significant.

We were inspired by creative youth – masters, graduate students and young scientists, who prepared the platform for the Conference and presented current innovative developments.

Of course, the Conference was fruitful thanks to the clear sky, guarded by the Armed Forces of Ukraine.

Innovative developments of the leading scientists, included in the Conference Proceedings, represent the current state and prospects for the development of strategic industries. Most authors focused on using of modern approaches to the efficiency and Lean production processes.

Being united by a common goal, let's continue to work each on our own front and take care of the preservation of scientific and educational traditions.

Till next time!

Sincerely,  
*Oleksandr Gavva*



## Передмова

Традиційно Міжнародна науково-практична конференція “**Тренди Lean-виробництва та пакування харчової продукції**” поєднує друзів – фахівців, вчених і практиків харчової, фармацевтичної, біотехнологічної, пакувальної, хімічної та суміжних галузей.

Наше прагнення до дискусії та спілкування, нових знань, бажання показати власні здобутки світу були сильнішими за природній страх перед небезпеками воєнного часу.

Участь фахівців харчових галузей із провідних підприємств, наукових установ та університетів України, а також підтримка колег із Азербайджану, Молдови, Румунії, Польщі, Болгарії та Німеччини зробили ці події знаковими.

Нас надихає творча молодь – магістранти, аспіранти та молоді учені, які підготували майданчик для Конференції та представили актуальні інноваційні розробки.

Звісно, Конференція була плідною завдяки чистому небу, на сторожі якого стоять Збройні Сили України.

Інноваційні розробки провідних вчених, що увійшли до Збірника матеріалів Конференції, представляють сучасний стан та перспективи розвитку стратегічних галузей промисловості. Більшість авторів акцентували увагу на використанні у виробничих процесах сучасних підходів до їх ефективності та оцадності.

Об’єднані спільною метою, давайте й надалі працювати кожен на своєму фронті та дбати про збереження наукових і освітніх традицій.

До нових зустрічей!

Щиро ваш,  
*Олександр Гавва*



УДК 664.1; 664.6

## **Ефективне управління кондитерською продукцією – запорука успіху компанії-виробника**

**Кохан О.О., Камбулова Ю.В., Дорожинська О.С.**

*Національний університет харчових технологій, Київ, Україна*

Ефективне управління продукцією має вирішальне значення для успіху в кондитерській галузі. Розуміючи ринкові тенденції та вподобання споживачів, беручи участь у ретельних процесах розробки продуктів і стратегічно керуючи портфелями продуктів, компанія може виділитися серед своїх конкурентів, забезпечуючи довгострокове зростання та успіх в просуванні на ринку солодошів своєї продукції.

Процес розробки виробу є важливою частиною ефективного управління кондитерською продукцією. Зазвичай цей процес починається з генерації ідеї, під час якої фахівці компанії обговорюють концепції та ідеї щодо нових продуктів. Одним з ефективних підходів до генерації ідей є залучення до процесу широкого кола зацікавлених сторін, включаючи менеджерів, спеціалістів з маркетингу та навіть самих клієнтів. Це може допомогти переконатися, що отримані ідеї є творчими та здійсненними з точки зору бізнесу.

На етапі генерації ідеї важливо враховувати існуючі ринкові тенденції та переваги споживачів. Також ефективним є проведення дослідження ринку, з метою виявлення незаповнених «ніш» у відповідному сегменті кондитерських виробів, які можуть бути наповнені новим продуктом вітчизняного виробництва. Також важливо стежити за діяльністю інших ключових гравців у галузі та відстежувати їхні успіхи та невдачі. Це може допомогти компанії розробити власний кондитерський виріб, що буде вирізнятися від продуктів конкурентів і тим самим привертати до себе увагу потенційних споживачів. Розуміючи потреби та бажання своєї цільової аудиторії, компанія може розробляти продукти, які з більшою ймовірністю будуть успішними.

Після вибору концепції наступним кроком є розробка рецептури нового кондитерського виробу та, відповідно, підбір необхідних інгредієнтів. При цьому важливо досягнути балансу між смаком, текстурою та вмістом поживних речовин в продукті, а також гарантувати, що він буде економічно ефективним у виробництві.

В останні роки кондитерська галузь під впливом вподобань споживачів схиляється до виробництва солодошів з використанням більш натуральних інгредієнтів, а також сировинних компонентів, що мають статус органічний, оскільки споживачі стають все більш уважними до свого здоров'я і розуміють вплив харчового раціону на якість свого життя. Це призвело до розробки кондитерськими компаніями нових лінійок продуктів, що позиціонуються як більш здорові альтернативи традиційним кондитерським виробам. Наприклад, деякі компанії представили на ринку солодошів виробу з чорного шоколаду з високим вмістом антиоксидантів і низьким вмістом цукру, лінійку виробів без цукру, без пальмової олії тощо.

Також зараз спостерігається тенденція до унікальних та інноваційних смакових комбінацій, коли споживачі шукають нових та захоплюючих смакових вражень. Це призвело до розробки продуктів, які поєднують несподівані смаки, такі як шоколад зі смаком бекону та пряні цукерки з корицею та шафраном. Також основним трендом для комбінованих кондитерських виробів залишається мультитекстурність, коли в одному виробі поєднуються м'які та хрусткі текстури. Такі виробу привертають увагу споживачів, особливо молоді, яка прагне всього нового та оригінального.

При розробленні нового кондитерського виробу компанії слід врахувати нормативні вимоги щодо використання певних інгредієнтів або добавок. Наприклад, деякі країни мають обмеження на використання певних штучних барвників або ароматизаторів. Особливо це важливо, якщо підприємство планує реалізувати свою продукцію за межами країни-виробника. Тому склад та організація виробництва нового кондитерського виробу передбачає відповідність всім нормативним вимогам як країни виробника, так і країни, де планується

реалізація кондитерської продукції. Тому так важливо знати всі нормативні документи та вимоги відповідності, що діють в галузі. Вони включають в тому числі і вимоги до маркування, правила охорони праці та інші правила, пов'язані з виробництвом та реалізацією кондитерських виробів.

Окрім нормативних вимог, існують також галузеві стандарти та сертифікації, які компанія може обирати. Наприклад, сертифікація Rainforest Alliance вказує на те, що продукт вироблено з використанням екологічно чистих методів, що може стати перевагою в продажах для екологічно свідомих споживачів. На сьогодні, споживачі при здійсненні покупки все більше звертають увагу на те, наскільки свідомо компанія виробник відноситься до збереження ресурсів планети і є дбає про екологію, тому наявність про це інформації на пакуванні продукту може допомогти зробити вибір споживача на користь кондитерського виробу компанії.

Безумовно, одним із ключових елементів процесу розробки продукту є дизайн його упаковки. Упаковка повинна привертати увагу, бути привабливою, а також виконувати захисні функції та чітко повідомляти важливу інформацію про виріб.

Розробляючи упаковку, компанія повинна враховувати вплив упаковки на навколишнє середовище. Наприклад, можна передбачити використання пакувальних матеріалів, що підлягають переробці або зменшення витрат упаковки на одну пакувальну одиницю продукції. Нині існує тенденція по зменшенню товщини полімерних пакувальних матеріалів зі збереженням їх бар'єрних властивостей. Крім того, компанія може обрати для свого продукту оригінальну упаковку, що містить інтерактивні або інноваційні функції для покращення споживчого досвіду та комунікації зі споживачем у вигляді зворотного зв'язку.

Після того, як продукт розроблено, він повинен пройти ретельне тестування та процедури забезпечення якості, щоб переконатися, що виріб відповідає необхідним стандартам. Це може включати «сліпі» та «відкриті» дегустації для оцінювання органолептичних показників, а також тестування зразка нового кондитерського продукту на безпеку та відповідність нормативним вимогам в процесі гарантійного терміну зберігання.

Забезпечення якості кондитерських виробів є постійним процесом, і компанія повинна постійно контролювати свою продукцію, щоб переконатися, що вона відповідає необхідним стандартам. Забезпечення цього включає проведення регулярних перевірок продукції та впровадження заходів контролю якості протягом усього процесу виробництва виробу.

Тобто, процес розробки продукту є складним і багатограним процесом, який вимагає ретельного планування та виконання. Дотримуючись основних кроків і враховуючи широкий спектр факторів, компанія може розробляти успішні кондитерські вироби, які відповідають потребам і бажанням цільової аудиторії.

Одним із найважливіших аспектів успішності компанії є аналіз показників ефективності продукції. Це передбачає аналіз даних про обсяги продажів, відгуків споживачів і огляди ринку, щоб визначити, які вироби з лінійки зарекомендували себе добре, а які ні.

Розуміючи, які вироби мають попит, а які ні, компанія може приймати обґрунтовані рішення про те, чи варто продовжувати в них інвестувати чи припинити виробництво тих, які не приносять достатнього прибутку. Цей аналіз також може допомогти компанії визначити напрями для вдосконалення своїх продуктів або маркетингових стратегій.

Іншим важливим аспектом управління є управління життєвими циклами окремих видів продукції. Це передбачає оновлення рецептури виробу чи дизайну упаковки, щоб не відставати від мінливих тенденцій або розширення лінійки успішного виробу шляхом впровадження нових смаків та варіацій виробу, наприклад, лімітованої партії виробу з прив'язкою до певного свята.

Компанія також повинна весь час бути обізнаною про існуючі тренди галузі, щоб її вироби удосконалювалися та залишалися актуальними та конкурентоспроможними. Для цього необхідно проводити ринкові дослідження та слідкувати за галузевими тенденціями і вподобаннями споживачів.

Щоб залишатися попереду конкурентів і продовжувати розвиватися, компанії також може знадобитися розглянути питання про розширення або диверсифікацію лінійки своїх продуктів. Це може включати впровадження абсолютно нового асортименту продуктів або співпраця з іншими компаніями для отримання доступу до нових ринків і технологій.

В будь-якому випадку, компанія завжди повинна розглядати доцільність і прибутковість будь-якого нового продукту або виходу на ринок, перш ніж виділяти для цього значні ресурси. Цей захід може включати проведення дослідження існуючого ринку та аналіз потенційної прибутковості інвестицій.

Для компанії важливо бути готовою приймати складні рішення та зупиняти виробництво виробів, які не приносять достатнього прибутку. Це може передбачити появу збитків у короткостроковій перспективі, щоб зосередити ресурси на більш перспективних продуктах.

Ефективні стратегії маркетингу та просування мають вирішальне значення для підвищення продажів і підвищення впізнаваності бренду. Одним з важливих елементів цього процесу є сегментація цільового ринку, яка передбачає визначення та розуміння конкретних груп споживачів, які, найімовірніше, придбають певний кондитерський виріб.

Кондитерську продукцію, як правило, купує широке коло споживачів, від дітей до дорослих. Тому важливо сегментувати ринок на основі різних факторів, таких як вік, стать, дохід і спосіб життя. Наприклад, батьки з маленькими дітьми можуть бути більш зацікавлені в купівлі кондитерських виробів з низьким вмістом цукру або без штучних інгредієнтів. З іншого боку, молодь може бути більше зацікавлена в оригінальних смакових поєднаннях, не звертаючи значну увагу на склад виробу та його вартість.

Ще одним важливим елементом маркетингу кондитерської продукції є брендинг і позиціонування. Компанія повинна прагнути створити потужну фірмову ідентичність, яка резонує з їхнім цільовим ринком, і позиціонувати свої кондитерські вироби таким чином, щоб вони суттєво відрізнялися від подібних виробів її конкурентів.

Один із способів створити сильну ідентичність бренду – підкреслити якість інгредієнтів, які використовуються в рецептурі виробу. Можна зробити акцент на органічні інгредієнти чи на використання локальної сировини. Це може сподобатися споживачам, які піклуються про здоров'я, екологію та підтримують вітчизняних виробників. Ще один спосіб зробити вироби, що будуть вирізнятися від решти — пропонувати унікальні та інноваційні смакові комбінації, такі як солена карамель з перцем, шоколад з попкорном або використання у виробі зеленого чаю матча чи синьої спіруліни.

Крім того, дизайн упаковки може відігравати вирішальну роль у позиціонуванні продукту. Креативне пакування може привернути увагу споживачів і виділити продукти компанії на полицях торговельних мереж.

Нарешті, для просування своєї продукції на ринку, компанії слід розглянути можливість інвестування в цільову рекламу та рекламні кампанії, щоб збільшити продажі та підвищити впізнаваність бренду. Це може включати використання соціальних медіа та маркетингу впливу, а також більш традиційних рекламних каналів, таких як телебачення, друковані ЗМІ, виставки та промоакції в торговельних мережах.

Соціальні медіа-платформи, популярні серед молодих споживачів, можуть бути чудовим способом демонстрації продуктів і взаємодії з клієнтами. Впливовий маркетинг, коли користувачі популярних соціальних мереж рекламують продукти своїм підписникам, також може бути дуже ефективною стратегією. Використовуючи ефективні стратегії маркетингу можна досягнути помітності і привабливості виробів і націлюватися на конкретні групи споживачів, щоб стимулювати продажі та підвищувати впізнаваність бренду.

Ефективні стратегії маркетингу та просування мають вирішальне значення для підвищення продажів в кондитерській галузі. Розуміючи цільовий ринок, створюючи сильну ідентичність бренду, використовуючи рекламні кампанії та відвідуючи торгові виставки та галузеві заходи, компанія може збільшити свої шанси на успіх і випередити своїх конкурентів.

## Імітаційне моделювання процесу тонкого подрібнення м'ясної сировини

Новицький В.С., Чепелюк О.М., Чепелюк О.О.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

**Вступ.** Ефективне перероблення м'ясної сировини при приготуванні фаршу передбачає якісне її подрібнення. При цьому зменшуються лінійні розміри сировини, змінюється форма часточок, збільшується їх сумарна поверхня, беручи активну участь у наступних масо-обмінних процесах. Подрібнення супроводжується не лише збільшенням сумарної поверхні продукту, але й перемішуванням, зміною його структурно-механічних властивостей та тертям. Важливим питанням є енергоефективність процесу. Для тонкого подрібнення м'яса і м'ясопродуктів використовується цілий ряд різноманітного обладнання: кутери, подрібнювачі, мікрокутери, емульсатори тощо. Використання машин безперервної дії для тонкого подрібнення м'ясної сировини дозволяє скоротити час оброблення, підвищити якість продукту та забезпечити потоковість виробництва. На якість проведення процесу впливають як конструктивні особливості обладнання, так і режими його роботи. Визначення раціональних конструктивних параметрів і режимів роботи обладнання для тонкого подрібнення м'ясної сировини є актуальним завданням.

**Матеріали та методи.** Для створення раціональної конструкції обладнання для тонкого подрібнення м'ясної сировини, обґрунтування доцільних режимів його роботи проведено імітаційне моделювання процесу її оброблення в програмі Solid Works Flow Simulation. Для визначення доцільних видів подрібнюючих пристроїв та раціонального режиму їх роботи було промодельовано процес при різних типах ріжучого механізму при частоті обертання ножів у діапазоні 2000...2200 об/хв.

**Результати дослідження.** Використання машин безперервної дії для тонкого подрібнення м'ясної сировини дає можливість скоротити час оброблення, підвищити якість продукту та забезпечити поточність виробництва. Тонке подрібнення передбачає інтенсивний вплив ріжучого механізму на продукт, внаслідок чого швидкості руху сировини, в тому числі кутова швидкість, набувають великих значень.

Для моделювання процесу були створені геометричні моделі корпусу та елементів ріжучого механізму – решітки та ножі (рисунок 1).

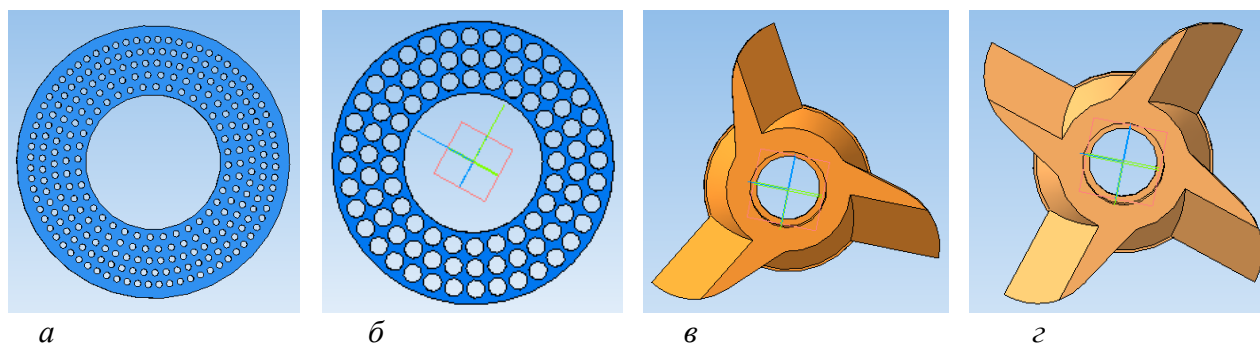


Рисунок 1. Геометричні моделі решіток та ножів ріжучого механізму мікрокутера:

а – решітка з отворами 3 мм; б – решітка з отворами 6 мм;

в – ніж з трьома лезами; г – ніж з чотирма лезами

Моделювання проводили з різними варіантами комплектації ріжучого механізму, до складу якого входили: дві решітки з діаметрами отворів 3 мм і два ножа з чотирма лезами та дві решітки з діаметрами отворів 3 мм і 6 мм та два різних ножі (з трьома лезами та чотирма лезами).

Ріжучий механізм в зібраному вигляді в програмі Solid Works Flow Simulation наведено на рисунку 2.

Попередній аналіз показав, що використання двох решіток з отворами 6 мм не забезпечує достатньої інтенсивності оброблення, також частота обертання ножів менше 2000 об/хв. не є доцільною. Тому подальші дослідження проводились при використанні комбінації ножів і решіток з отворами 6 і 3 мм.

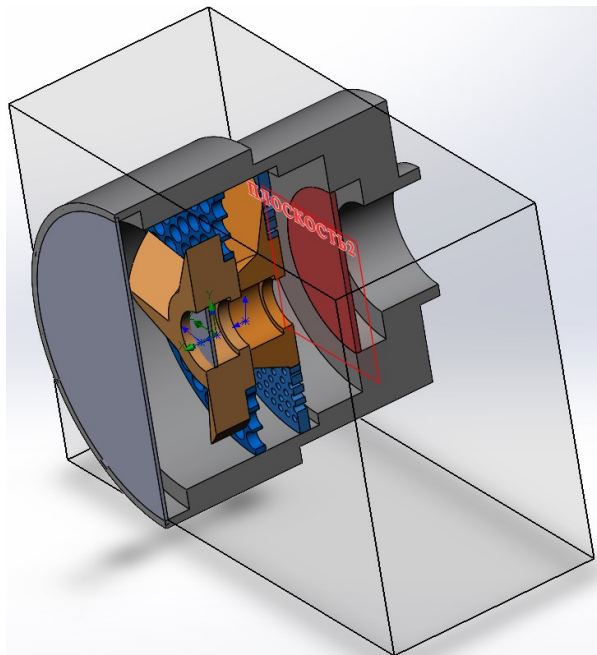


Рисунок 2. Ріжучий механізм подрібнювача в зібраному вигляді

Розподіл швидкостей руху продукту в подрібнюючому механізмі мікрокутера за частоти обертання ножів відповідно: 2000, 2120 і 2200 об/хв. при використанні комбінованого механізму наведено на рисунку 3.

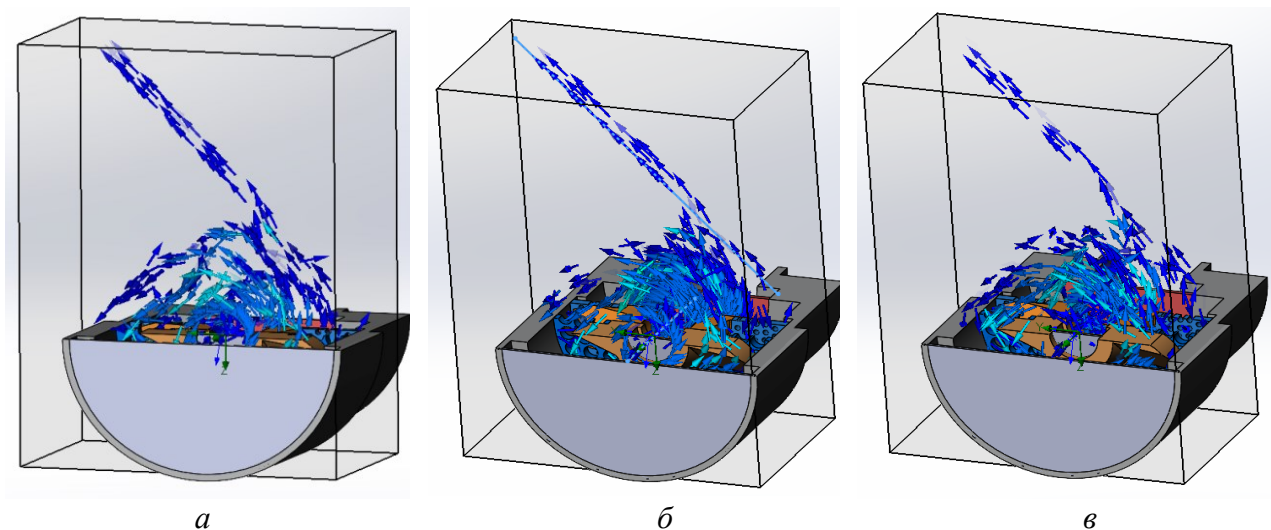
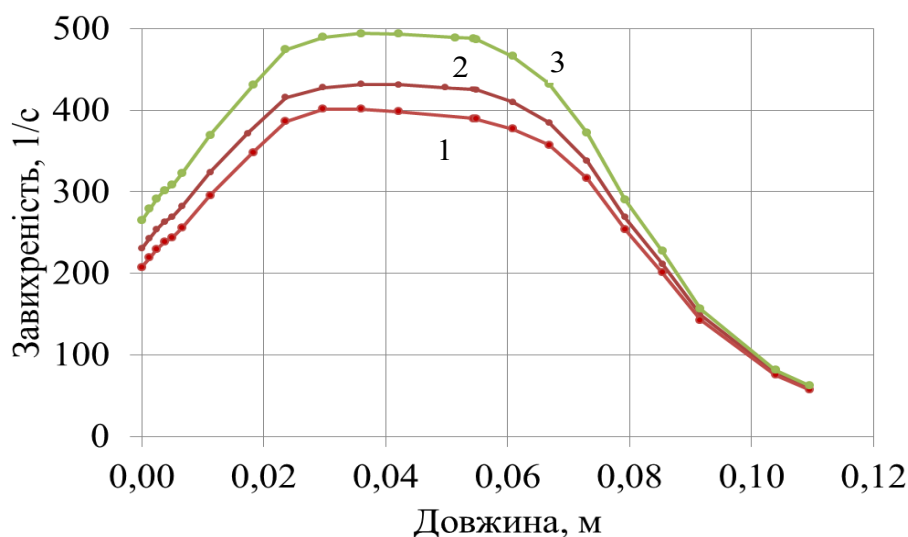


Рисунок 3. Розподіл швидкостей руху продукту в подрібнюючому механізмі мікрокутера за частоти обертання ножів відповідно:

а – 2000, б – 2120, в – 2200 об/хв.

(при використанні комбінованого механізму – решітки з діаметром отворів 3 мм, ніж з трьома лезами і ніж з чотирма лезами)

Узагальнення значень завихреності продукту по довжині ріжучого механізму мікрокутера дало можливість побудувати відповідні залежності (рисунок 4).



**Рисунок 4. Залежність завихреності продукту по довжині ріжучого механізму мікрокутера при частоті обертання ножів: 1 – 2000 об/хв.; 2 – 2120 об/хв; 3 – 2200 об/хв.**

Найбільше значення завихреності спостерігається при частоті обертання ножів 2200 об/хв. Високі швидкості забезпечують якісне подрібнення, але призводять до значних витрат енергії. При зниженні частоти обертання завихреність знижується, причому темпи її зменшення падають. Тому доцільно використовувати частоту обертання ножів на рівні 2120 об/хв., що забезпечить достатню якість продукту.

**Висновок.** Визначено раціональні конструктивні та режимні параметри обладнання для якісного проведення процесу подрібнення. Доцільно використовувати ріжучий механізм, що складається з решіток з діаметром отворів 3 мм і 6 мм та двома різними ножами (з трьома лезами та чотирма лезами). Раціональним є значення частоти обертання ножів 2120 об/хв.

### Література

- Schilling, Wes. (2019). Emulsifier Applications in Meat Products. 10.1007/978-3-030-29187-7\_12.
- Dhanasekar, Shanthi & Kalaikannan, A & S Dr, Sureshkumar. (2015). Factors Influencing Meat Emulsion Properties and Product Texture: A Review. Critical reviews in food science and nutrition. 57. 10.1080/10408398.2013.858027.
- FEINSTZERKLEINERER - Maschinenfabrik LASKA Gesellschaft m.b.H. - PDF Katalog | technische Unterlagen | Prospekt. *Kataloge Directindustry*. URL: <https://pdf.directindustry.de/pdf/maschinenfabrik-laska-gesellschaft-mbh/feinstzerkleinerer/175588-658036.html> (date of access: 11.08.2024).
- Verbytskyi, Sergii & Kuts, Oleksandr & Kozachenko, Olha & Patsera, Nataliia. (2023). Flow cutters for raw meats: technical / technological features and feasibility of normalization. Indonesian Journal of Science and Education. 612-620.
- KS Feinstzerkleinerer PDF – KARL SCHNELL. *KARL SCHNELL – Partner to the food industry*. URL: <https://www.karlschnell.de/ks-feinstzerkleinerer-pdf/> (date of access: 21.09.2024).
- Verbytskyi S., Batrachenko O., Filimonova N. Upgrading the Mathematical Model of Raw Meat Comminuting Process in Flow Cutter. *Central Ukrainian Scientific Bulletin. Technical Sciences*. 2019. No. 1(32). P. 25–35. URL: [https://doi.org/10.32515/2664-262x.2019.1\(32\).25-35](https://doi.org/10.32515/2664-262x.2019.1(32).25-35) (date of access: 11.10.2024).

## Маркетингові тренди на ринку вегетаріанських харчових брендів

Ткачук С.В.

*Національний університет харчових технологій*

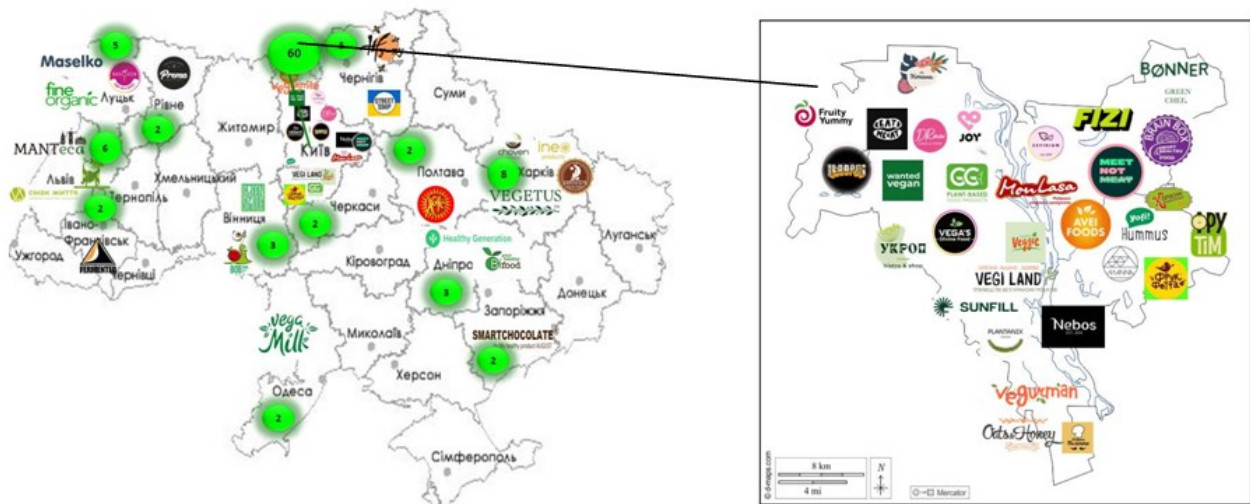
Вегетаріанство було частиною української історії ще на початку ХХ століття. Перші вегетаріанські товариства виникали у Києві, Харкові, Одесі, Дніпрі, Житомирі та інших містах України. Споживачами були різні верстви населення, зокрема багато студентів. Промоутерами – переважно верстви суспільства з високим рівнем доходу. З приходом більшовиків спочатку ставлення влади до вегетаріанських товариств України було позитивним, адже таке харчування вважалося дешевшим, але згодом етичний мотив, який керував більшістю вегетаріанців, став сприйматись владою, як щось негативно, а гасло «не вбивай», як потенційну відмову від мобілізації. Товариства були заборонені, прибічники і промоутери руху часто піддавались репресіям. Так вегетаріанський рух в Україні був забутий і протягом багатьох десятиліть практично не мав місця, хоча до початку переслідування цього руху Україна мала всі шанси стати осередком вегетаріанства в Європі [3; 4].

На початку ХХІ століття вегетаріанське харчування повертається в Україну вже як західноєвропейський тренд, і швидко розвивається в нішевому сегменті. Маркетингові стратегії гравців ринку належать до стратегій цільового маркетингу, а саме концентрованого маркетингу. Щодо стратегій товару/ринку їх можна віднести загалом до стратегій глибокого проникнення на ринок в межах ніші (основний інструмент – маркетинг соціальних мереж), розширення товарних ліній, розвиток товару, лімітована та часткова диверсифікації, а саме пов'язаний ринок, видозмінений продукт або новий ринок, видозмінений продукт. Зазвичай, повної диверсифікації за обома категоріями товар/ринок українські бренди застосовують рідко. Попит на вегетаріанські бренди є не лише в Україні. З-поміж країн світу найвищий рівень вегетаріанства має Індія, з-поміж європейських країн високий рівень вегетаріанства, включаючи і умовне вегетаріанство (флексітаріанство) спостерігається у Німеччині, Великобританії, Франції, Швеції, Італії [1; 6; 7]. В Україні рівень флексітаріанства трохи нижче, ніж в інших європейських країнах, втім рівень вегетаріанства, пескетаріанства та веганства не явно відстає від країн Західної Європи. І це за тих умов, що досить довгий час вегетаріанські погляди вважались у пострадянських країнах чимось дивним, а за радянських часів взагалі не йшлося про такий тип харчування. Таким чином, бачимо, що в Україні був і є резерв до розвитку ринку вегетаріанських продуктів, нехай навіть у нішевому сегменті. Якщо ж говорити про флексітаріанство, то сегмент має потенціал до виходу за межі ніші.

На світовому ринку однією з країн, де рівень вегетаріанства є невисоким, вважаються Сполучені Штати Америки, де біля 88% населення не обмежують вживання м'яса. Однак, при цьому, саме в США народжується один із найвідоміших веганських брендів світу Beyond Meat, а рівень фінансування у захист прав сільськогосподарських тварин є чи не найвищим в світі [5; 6]. Отже, і на українському, і на світовому ринках ринок продуктів для вегетаріанців та веганів розвивається в нішевому сегменті.

Споживачів українського ринку можна класифікувати за їх мотивами переходу до вегетаріанства: еколюби (екологічний мотив), хелслайфери (мотив турботи про своє здоров'я) та круелті фрі (етичний мотив). Часто це буває змішаний мотив, де присутні елементи трьох щойно згаданих. Стратегія STP-маркетингу українських вегетаріанських брендів зазвичай передбачає позиціонування за усіма трьома мотивами як основними, а додатковими мотивами є новаторство, прогресивність і сучасність. Із назв вузькоспеціалізованих магазинів, де продаються вегетаріанські продукти, можна побачити використання в наймінгу безпосереднього посилу на веганство та вегетаріанство, наприклад, магазин «Пан-і-Веган», а також посил на екологічність, наприклад, «Еко-Лавка» чи «Green Go». Більшість вегетаріанських магазинів та харчових брендів використовують у сніпетах, текстовому

контенті сайтів, описах профілів у соцмережах тощо, слова «здорове харчування», щоб додатково акцентувати на мотиві «хелслайф». Таким чином, мають місце і позиціонування за трьома основними мотивами, і вихід на пов'язані ринки (здорове харчування, екологічно чисті продукти і т. ін.). Попит українських споживачів на вегетаріанські харчові продукти загалом забезпечений досить непогано, і переважно завдяки українським виробникам (близько 70% брендів, присутніх на українському ринку), хоча наявний імпорт (близько 30%, основні експортером при цьому є Польща). Найбільша кількість українських виробників вегетаріанських брендів сконцентрована в Києві та області (біля 60%), втім присутні і в багатьох інших містах України: Харкові, Львові, Чернігові, у Волинській, Рівненській, Вінницькій, Дніпровській, Одеській та інших областях (рис. 1).



**Рис. 1. Розташування вегетаріанських брендів по території України з деталізацією по Київській області (в Києві та області – без прив'язки до районів)**

**Джерело: розроблено автором на основі кабінетних (Інтернет-ресурси) і польових (роздрібні точки продажу) досліджень [2]**

Найбільш актуальною для забезпечення попиту вегетаріанців є категорія альтернатив м'яса і м'ясних продуктів. До брендів, що пропонують рослинне м'ясо, належать: Eat me at (фарші, котлети, брикети, суперболи); Green Go (котлети, стейки, фарші, фалафель); Meet Not Meat (шніцелі, сосиски, кебаби, котлети, пельмені, фарші); Veggie (котлети, шашлики, пельмені, паштети, нагетси, фалафель, готові страви тощо), Wanted Vegan (бургери, котлети, фарші, нагетси і т. ін.); Vega's (ковбаси, сосиски, паштети); Plantanix (котлети); The Loorci (тушонка, мітболи); Avei Foods (котлети, пельмені, фарші); Vegurman (філе біле, філе червоне, мітболи, болоньезе, кебаб, бургери, джерки); DRaw Cakes (котлети, фалафель); Укроп (котлети, зрази, готові страви). Кожна окрема категорія рослинної альтернативи м'яса, в свою чергу, зазвичай, має диверсифікацію. Наприклад, бренд Vega's пропонує на ринку рослинні ковбаси в асортименті: пшенично-соєві («Сервелат», «Українська», «Русанівська»), соєві («Класична», «Пряна», «Любительська»), соєвий паштет «Класичний». Рослинні сосиски цього ж бренду представлені категоріями: сосиски соєві («Класичні», «Мисливські» (підкопчені)), сосиски сейтанові («Пшеничні», «Пшеничні з сиром»)

Крім того, окремі виробники пропонують рослинні альтернативи риби і морепродуктів. Бренд Green Go виготовляє рослинні морепродукти наступних категорій: «GreenSeafood Mix» (мікс рослинних морепродуктів), «GreenCalamari» (рослинні кальмари у розфасовках 250 грам, 500 грам та 1 кг), «GreenShrimps» (зелені креветки у розфасовках 250 грам, 500 грам та 1 кг). Бренд Wanted Vegan пропонує на ринку рослинні креветки, рослинні рибні палички, рослинні сашімі (зі смаком копченого, слабо копченого лосося та зі смаком тунця). Також на ринку доступні рослинні альтернативи рибних продуктів від торгової марки FineOrganic (м. Кременець, Волинська область), а саме веганські ікра та шпроти, бренд «Veggie» пропонує

морські котлети. Щодо рослинних альтернатив м'яса, окремо варто виділити бренд Vegetus (Харків). На початку повномасштабного вторгнення в Україну російських військ (лютий 2022 р.) Vegetus перенесли свої виробничі потужності із Харкова до невеличкого чеського селища в горах, біля Єсеника. Продукція бренду отримала попит на ринку Західної Європи, втім більшість товарів бренд постачає в Україну. Останнім часом з'явилися і нові товари: ковбаски гриль «Українські» та «Баварські» [2].

З-поміж виробників рослинних альтернатив молока та молочних продуктів наявні наступні торгові марки: Green Smile (рослинне молоко (соєве, гречане, вівсяне, мигдалеве, рисове, кокосове, фірмові коктейлі «Бариста»)), Green Go (сир тофу), Happy Veggie (тофу в асортименті), DRaw Cakes (кокосові йогурти в асортименті, вег-сирники в асортименті, кеш'ю сири, мигдалева фета, рослинне морозиво в асортименті), Alive (сир тофу), Fruity Yummy (сухе молоко та вершки), Nebos (веганське морозиво), Vega Milk (рослинні альтернативи молока: злакові, злаково-горіхові, злаково-фруктові напої, рисове молоко для професійного приготування напоїв) тощо[2].

Веганські солодощі також користуються попитом на ринку. З-поміж українських виробників в цьому сегменті наявні бренди: Veggie (сорбети, цукати, чіпси), Zefirium (зефіри в асортименті: яблуко, смородина, кориця, вишня, лимон, банан-шоколад, кава, лаванда, кокос), Green Chef (цукерки, батончики, шоколад, торти, пончики), &Joy (торти, десерти, чізкейки, брауні, сирки та сиркові маси, батончики, цукерки, печиво), Кохана (батончики, гранола, печиво без глютеїну, печиво без лактози, протеїнове печиво, брауні, цукерки), FIZI (протеїнові батончики, кето-батончики, батончики «Guilty pleasure»), DRaw Cakes (торти, батончики та шоколад, фінікова карамель, трюфелі, чізкейки, безглютеїнова випічка, морозиво), Fruity Yummy (цукерки, підсолоджувачі), ФрукФетта (SERGIO) (цукерки, сухофрукти, цукати, сушені ягоди, сушені овочі, суміш для компотів, сушені фрукти і овочі в оливковій олії), MonLasa (батончики, печиво, цукерки, шоколад) та інші бренди [2].

Промоція українських вегетаріанських брендів переважно здійснюється у форматі SMM і носить таргетований характер. Каналами маркетингових комунікацій при цьому виступають Інстаграм, Фейсбук, Тікток, інколи Ютуб. Крім того, багато вегетаріанських брендів мають свій сайт, де також застосовуються інструменти Гугл аналітики, SEO-оптимізація, Google Ads, брендування і т. ін. З-поміж виробників вегетаріанських продуктів найбільш активно рекламу «Гугл-шопінг» використовує бренд Wanted Vegan. На другому місці – Eat me at. «Google Мій бізнес» використовують здебільшого магазини вегетаріанських продуктів, як фірмові (VEGETUS, Green Go тощо), так і такі, що продають бренди від різних веганських виробників (наприклад, Пан-і-Веган). Загалом, основними інструментами просування вегетаріанських брендів є SMM, контекстна реклама Google, оголошення Google Ads, SEO-оптимізація, створення мерчів, участь в івентах, BTL-акції тощо. Хоча окремі бренди все ж застосовують і зовнішню рекламу: Eat me at, Wanted Vegan [2].

Так, попит на вегетаріанські харчові бренди наявний як в цілому у світі, так в країнах Західної Європи, так і в Україні. Навіть в країнах з низьким рівнем вегетаріанства, такі погляди на харчування розвиваються і на ринок виходять сильні веганські бренди. Попит українського споживача на рослинні альтернативи продуктам тваринництва задоволений переважно завдяки національним брендам, втім наявний і імпорт. Маркетингові акценти робляться на унікальність, позиціонування за трьома основними мотивами – екологічність, здорове харчування та етичність, а також за додатковими мотивами новаторства та прогресивності. Проблемними залишається політика високих цін у порівнянні із аналогічними продуктами м'ясної та молочної галузей, а також відсутність доступу до вегетаріанських альтернатив продуктам тваринництва у багатьох структурах та навіть у ритейлерах, орієнтованих на масовий маркетинг. Доступність у вузькоспеціалізованих магазинах та фірмових магазинах веганських брендів при цьому на належному рівні, також веганські бренди досить зручно можна купити через Інтернет, включаючи офіційні сайти Інтернет-магазинів виробників та їхні сторінки у соцмережах. Політика високих цін пов'язана із нішевим, концентрованим маркетингом, сконцентрованою стратегією диференціації та відсутністю ефекту масштабу.

Всередині ніші також є більш дешеві, і більш дорогі веганські бренди, втім це інколи відображається на смаку продукту.

Тобто, маркетингова товарна і комунікаційна політика українських веганських харчових брендів, на нашу думку, є досить вдалою. Її потрібно підтримувати й надалі та фінансувати й інвестувати у подальший розвиток. Резервами покращання, де маркетологам ще варто попрацювати, є цінова політика та політика доступу (окрім спеціалізованих магазинів).

## Література

1. Козачок А. Українці намагаються зменшити споживання продуктів тваринного походження: результати дослідження. *HoReCa-Ukraine. Аналітичні огляди*. 2022. URL: <http://surl.li/ulrqj>.
2. Офіційні сайти та сторінки соцмереж українських веганських брендів та спеціалізованих магазинів. URL: <http://surl.li/umwsh>; <https://meetnotmeat.com.ua/>; <https://wantedvegan.com/>; <https://vegetus.ua/>; <https://andjoy.com.ua/ua/>; <https://fizi.com.ua/pages/about-us>; <http://surl.li/iamdnk> та ін.
3. Пивоваренко О. А. Добродійна діяльність вегетаріанських товариств на українських землях на початку XX ст. *Інтелекція і влада*. 2018. Вип. 38. С. 96-107. URL : <https://dspace.nuft.edu.ua/handle/123456789/28930>
4. Пивоваренко О. А. Київські громадські вегетаріанські їдальні на початку XX ст. *Часопис української історії*. 2019. № 39. С. 23–30 URL: <https://dspace.nuft.edu.ua/handle/123456789/36902>
5. Animal Charity Evaluators. The Geography of Farmed Animals and Farmed Animal Advocacy Funding. 2024. URL: <https://salo.li/ee31630>
6. Geeksforgeeks.org. List of Top 10 Countries with the Most Vegetarians. 2024. URL: <https://www.geeksforgeeks.org/countries-with-the-most-vegetarians/>
7. Glanbia Nutritionals. Ways of Eating in Europe in 2023. Glanbia Nutritionals. 2023. URL: <https://www.glanbianutritionals.com/>

## Development of technology for processing pomegranate fruits

Omarova E.M., Yusifova M.R., Nasrullayeva G.M., Alverdiyeva N.F.  
*Azerbaijan State University of Economics (UNEC), Baku, Azerbaijan*

**Introduction.** The presented work is devoted to the technology of obtaining pectin from products of secondary industrial processing of pomegranate peel. It has been established that the most important function of pectin is its ability to gelatinize. Due to this property, pectin is widely used in the food industry. In the food industry, pectin is added to marmalade, fruit sugar, fruit jellies, candies, dairy products, mayonnaise and many fruit juices.

Pomegranate is a plant that has been grown and used since very ancient times. Its most valuable variety was grown in the province of Carthage in Ancient Greece BC.

Pomegranate belongs to the puniceae family. The scientific name of the pomegranate is formed from a combination of two Latin words. "Punica means dark red or bright red, and granatus means grain [2].

The pomegranate tree is a plant that can reach from 1.5 to 6 m in height, with flowers ranging from white to light red. During the growing season, it blooms from April to May and until the end of July, which varies depending on natural conditions, varieties and agrotechnical conditions of maturation.

It is a shrub or small tree with many trunks shedding leaves. The bark of the young branches is greenish-gray, later brownish, glabrous, with thorns on it. The leaves are small, oblong or broadly petiolate, simple, blunt-tipped, whole-edged, glabrous and shiny, on short petioles. Length 3-8 cm, width 1-2 cm [1]. Pomegranate flowers are mainly of two types. The flowers were 3 cm in diameter, large, arranged singly or in clusters, the petals are red. The fruits are large, when ripe, the color of their peel is yellow, red, etc. it acquires color. The seeds are numerous, it is a fruit. Each seed is surrounded by a lush edible shell. It blooms in April, the fruits ripen in September-October. It is propagated by dividing a bush or by pencils. The fact that the pomegranate tree bears fruit every year is that its flowering period does not coincide with the periods of frost. The formation of clusters of up to 1000-150 shoots on one pomegranate bush makes it possible to collect 12-18 tons of fruits from each hectare of its maturation area. Due to the continuity of the flowering period, the fruits can be stored on pomegranate bushes until November 15-16. Pomegranate is light-loving, with a lack of light, flowering on the pomegranate tree is not observed.

**Materials and methods.** The peel of Azerbaijani pomegranate varieties differs from fruits grown in other zones by a high content of tannins (up to 33.12%). In a number of regions of our country, Agsu, Goychay, Agdash, Ismailly, Lankaran, Masalli, Shamkir, etc. Pomegranate orchards have been planted in their zones for a long time. Pomegranate grown in Azerbaijan is distinguished by its quality. Over the past 25-30 years, various varieties of pomegranate have been successfully grown in the Mughan zone - Ali Bayramli, Sabirabad, Saatli, Selyan, Neftchala, Jalilabad, Kurdamir, Beylagan, and their areas are expanding every year. There is a relict species in Azerbaijan, the number of which is decreasing in natural areas, it is common in Agdash, Agsun, Astara, Lankaran, Sheki districts, in the Tyuryanchai Reserve and Nakhchivan Autonomous Republic. It has long shiny lanceolate leaves 1-10 m high. Its flowers are red and bloom from July to August. The chemical composition of pomegranate is rich and varied. Its fruits consist of 3 main parts: peel, seeds and juice. According to literary sources, its individual parts were contained in fruits by 27.89-51.76% from the peel and by 38.36-63.43% from the juice. Pomegranate juice consists of reduced sugars in an amount of up to 4.4-21%, citric acid 0.2-4.5%, tannins, calcium sulfate and calcium chloride compounds, numerous inorganic substances containing potassium, sodium, iron, phosphorus, manganese and other elements, 70-89% water, total sugar-11.69%, invert sugars 8,12- it consists of 19.70%, glucose 4.83-10.57%, proteins 1.5%, sucrose 0.63%, which corresponds to the acidity of citric acid 0.2-9.05% [3]. Here, the content of cellulose can reach up to 2.79%, ash - up to 0.53%, and acids - up to 0.4-3.4%.

The content of tannins in wild pomegranate fruits can reach 35%. Its juice contains 6-9 mg%, and the peel contains 3 times more vitamin C. Pomegranate juice contains up to 0.005% boric acid. In pomegranate fruits, the content of vitamin thiamine (B<sub>1</sub>) reaches 0.04 mg%, riboflavin (B<sub>2</sub>) 0.01-0.27 mg%, vitamin PP 0.4 mg%.

A 100 gram edible portion of pomegranate fruits can provide 52 kcal, or 218.4 Joules of energy.

Pomegranate seeds contain 22.4% starch, 12.6% cellulose, 6.85% fat, 9.4% nitrogenous compounds, 1.54% minerals and 35% moisture. Feed flour can also be produced from its seeds. Pomegranate contains an average of 15 amino acids, including 6 essential ones. Fruits also contain 45 mg% methionine, 21.6 mg% valine, 14.4 mg% lysine, threonine, phenylalanine, leucine and others.

Around 1500 BC, Chinese healers used pomegranate peel as a remedy for worms. Depending on the variety and variety of pomegranate, its fruits can be sweet and sour. It is the citric acid in its juice that gives the pomegranate a sour taste. The composition of pomegranate fruits is rich in sugar and citric acid, as well as vitamins, dyes, macro- and microelements.

**Results and discussion.** Citric acid is produced from the juice of pomegranate fruits for use in medicine and the food industry. The peel of its fruits is also useful. It is brewed as tea and taken against diarrhea and dehydration in gastrointestinal diseases. It is very useful to drink pomegranate juice for those who suffer from kidney and liver diseases. People with diabetes are recommended to drink pomegranate juice. In the Sheki district, a syrup called “nardasha” is made from pomegranate to increase appetite. Also, “narsharab” is prepared from pomegranate, which promotes the digestive process and gives a good result in the treatment of scurvy.

Pomegranate juice is used for hypertension, as well as for heart pain. Pomegranate syrup can also be taken as a cough medicine for chest pain. In folk medicine, pomegranate juice is used as a rubbing agent for chickenpox. The root of the pomegranate tree is dried and ground into powder, mixed in equal quantities with the name, then used as an analgesic in the form of expectorants for dislocations, bruises.

The peel and flowers of pomegranate are brewed as tea, used as an antiseptic for gargling with sore throat, inflammatory gum diseases.

Pomegranate relieves fever, fatigue, energizes the body, strengthens the heart, stomach and gums. It is useful for inflammation of the stomach and ulcers in the mouth, strengthens the immune system, protects the body from cancer. Pomegranate reduces pressure, prevents vascular stiffness. Due to these properties, pomegranate is considered the best protective agent against cardiovascular diseases. Pomegranate is also good for the skin.

- If tea is brewed and drunk from the peel of a pomegranate, it relieves diarrhea, gets rid of intestinal worms.
- Drinking pomegranate juice every day leads to the melting of fat in the lumbar spine.
- It is useful for blockage of arteries. A human study has shown that drinking 50 ml of pomegranate juice per day for 2 weeks reduces the causes of high blood pressure by 36 percent.
- One cup of pomegranate juice is equal to 10 cups of green tea.
- Pomegranate contains antioxidants that have protective properties against cancer. The named substance in the juice is 3 times more than in red wine, green tea, orange juice.
- Pomegranate strengthens the body and heart.
- Sweet pomegranate enhances the activity of the stomach, and sour pomegranate relieves the burning sensation in the stomach.
- Pomegranate is useful for both the throat and lungs, has the ability to suppress coughing.
- In the treatment of nail inflammation and surgical wounds, it is recommended to use pomegranate seed ointment obtained by mixing with honey.
- The most wonderful medicine for the heart is 1 cup of pomegranate juice.
- It is most often used for gastrointestinal diseases, pomegranate is important for the throat, chest, lungs, it can be used by those who complain of coughing.
- Pomegranate fruit juice softens the intestines.

- It is very useful for inflammation of the stomach. Supports diarrhea and relieves nausea.
- Pomegranate juice has a strengthening effect on the organs.
- To eliminate jaundice in the eyes, pomegranate juice with the fleshy part inside the fruit is removed and boiled until it mixes with a small amount of honey and becomes an ointment. Then this ointment is applied to the eye in the form of ointment .
- In case of gum inflammation, it is also recommended to use pomegranate juice for caries.
- It is said that anyone who eats 3 pomegranate flowers every year will be protected from eye pain...
- The juice of one pomegranate contains 3 times more antioxidants than green tea.
- Pomegranate juice also has hemostatic, pressure-relieving, invigorating properties.

## Conclusions

Currently, attempts are being made all over the world, including in Azerbaijan, to introduce waste-free technology in any field. Waste-free technology is a method of production technology in which raw materials and energy are used efficiently and comprehensively. Studies have confirmed the presence of a large number of components in pomegranate peel, including pomegranate pectin and protein preparations. In addition, pomegranate seeds, collected from pomegranate peel, which appeared in the industry, are a valuable raw material for obtaining high-quality pomegranate oil.

Pectin was discovered as a substance more than 200 years ago. This substance is of a pure light color and is very soluble in water. Pectin in 100 grams,%, by quantity contains 0.8 - 1.4 in strawberries 3.3 - 7.9 in raspberries 3.2 - 6.7 in red currants 5.5 - 12.6 in black currants 5.9 - 10.6 in cherries 4 - 6.7 in watermelon 4.5 - 7. And in vegetables eggplant 5.2 — 8.7 root 6.0 — 8.0 cucumber 5.9 — 9.4 pepper 6.0 — 8.7 tomatoes 2.0 — 4.1 sugar beet 7 — 20.0 zucchini 2.6 — 9.8 green peas 2.5 — 5 white cabbage 0.6 — 0.9 onion 0.4 — 0.7 Red radish 10.3 — 11.8. Calorie content of pectin; the caloric content of pectin is 336 kcal per 100 grams of product.

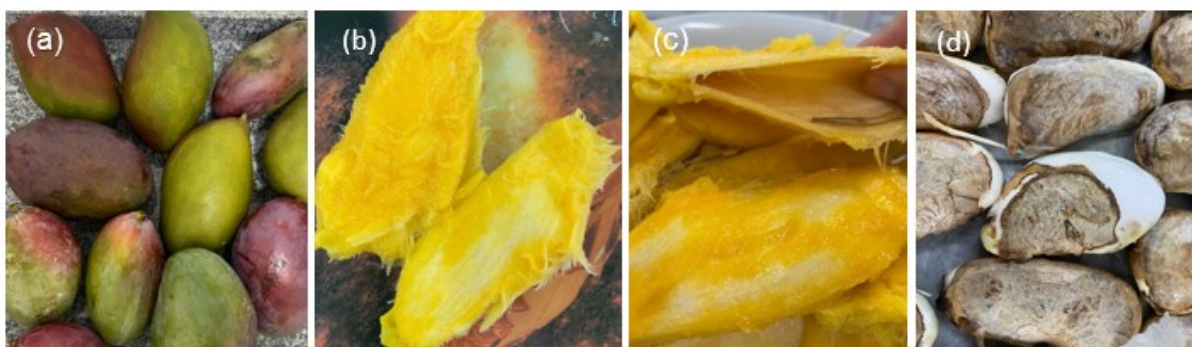
## References

1. Farzaliev E.B., Magerramova M.G., Nasrullayeva G.M., Yusifova M.R. Technology of canning and food concentrates, textbook, Baku 2019
2. Cardoso J.M., H.M.A. Bolini. Descriptive profile of peach nectar sweetened with sucrose and different sweeteners // Journal of Sensory studies. – 2008. – Volume 23, Issue 6. – P. 804-816.
3. Code of Federal Regulations. – Title 21 «Food and drugs». – Volume 2. Subchapter B «Food for human consumption». part 135 «Frozen desserts». – Subpart B «Requirements for Specific Standardized Frozen Desserts».

## Extraction and physical modification of Mango palmer kernel starch and its application in cookies

**Bruna Mainardes, Larissa Moreira Mikota, Camila Delinski Bet, Marina Tolentino Marinho, Radla Zabian Bassetto Bisinella, Stéphanie Schiavo Romko, Egon Schnitzler**  
*State University of Ponta Grossa – UEPG, Ponta Grossa, Brazil*

**Introduction.** The aim of this study was to extract, analyze and apply mango kernel starch (*Mangifera indica* L.) in cookies production.



**Figure 1. Morphology of the mango kernel:**  
a – whole mango, b and c – open core, d – kernel

**Materials and methods.** The starchy material was extracted using an aqueous medium, without chemical treatment, and cookies were produced with different amounts of modified mango seed starch. Determination of proteins, lipids, ash, and moisture was done according to AOAC standards. Thermogravimetry was performed to evaluate mass loss with heating, using TA-50 equipment. Thermal transitions and the gelatinization enthalpy of the starches were assessed using Differential Scanning Calorimetry. Scanning Electron Microscopy applied to observe the morphology of starch granules before and after modification.

**Results and discussion.** The results of this study showed that the starch extracted from the seed kernel of Palmer mango exhibits distinct physico-chemical characteristics, with a higher content of carbohydrates and lipids compared to other starches, such as mango endocarp starch. Thermal analyses, including thermogravimetry and differential scanning calorimetry, indicated that the modified starch had greater thermal stability and higher gelatinization enthalpy, particularly in the 100% modified starch.

Scanning electron microscopy revealed differences in the morphology of the starch granules, with the modified starches showing significant changes compared to native starch, such as alterations in the shape and size of the granules. Colorimetric analysis showed that the modifications to the starch resulted in significant changes in color parameters, especially in luminosity ( $L^*$ ), where the modified starches exhibited a lighter color than the native starch.

These results indicate that the modifications made to Palmer mango starch lead to improvements in thermal and morphological properties, making it a potentially useful material for industrial applications.

The starch from the Palmer mango seed (*Mangifera indica* L.) has excellent nutritional characteristics and is an important source of energy, being of great interest to the food industry. The modified starch exhibited morphology with elliptical and some spherical granules.

Through thermal analysis, it was observed that thermal stability allows application in baked bakery products. The development of "sequilhos" type cookies using mango seed kernel starch proved to be feasible, showing a proximate composition that confirms its nutritional value as a source of

protein, carbohydrates, and lipids, making it suitable for use in formulating new food products. It is worth noting that in formulations with a 50% substitution of mango starch, the cookies had a lighter color compared to those containing bagasse in their formulation.

The development of biscuits using mango seed starch proved to be viable, presenting a proximal composition that enhances its nutritional value as a source of proteins, carbohydrates and lipids, making it suitable for use in the formulation of new food products. It is worth mentioning that in the formulations with 50% replacement of mango starch, the cookies were lighter in color compared to those that contained pomace in their formulation and were softer. The effect of replacing corn starch with mango seed starch in the production of cookies seems very promising and could be the subject of new research and future studies, to add value to waste obtained during mango processing.



Figure 5. Baked sequilho-type biscuits:

S0, Control biscuit;

S1 – biscuit with 30% substitution of bagasse flour and 20% mango starch;

S2 – biscuit with 45% substitution of bagasse flour and 30% mango starch;

S3 – biscuit with 20% substitution of bagasse flour and 30% mango starch;

S4 – biscuit with 50% substitution of mango starch.

**Conclusions.** The modifications made to the starch from Palmer mango seed significantly improved its thermal and morphological properties, highlighting its potential for diverse industrial applications.

## References

Mainardes B., Mikota L.M., Bet C.D., Marinho M.T., Bisinella R.Z.B., Romko S.S., Schnitzler E. (2024), Extraction and physical modification of Mango palmer kernel starch and its application in cookies, Ukrainian Food Journal, 13(2), pp. 231–246, <https://doi.org/10.24263/2304-974X-2024-13-2-3>

## **Volatile composition and aromatic descriptors of red wines from different regions of Bulgaria aged with oak chips**

**Dimitar Dimitrov, Tatyana Yoncheva**

*Agricultural Academy, Institute of Viticulture and Enology, Pleven, Bulgaria*

**Introduction.** The aim of the present study was to define the volatile composition and related aromatic descriptors in red wines from different regions of Bulgaria, aged with oak chips.

**Materials and methods.** Four red wines provided by the commercial network were analyzed. A different oak aging technology was applied. Gas chromatography-flame ionization detection was used to determine the volatile compounds. Organoleptic evaluation and descriptive analysis of the red wines were made.

**Results and discussion.** The highest total accumulation of volatile compounds in the analyzed commercial red wines obtained in contact with oak wood was found in Cabernet Franc wine. The most significant levels of total higher alcohols were also found in it. The ester fraction was quantitatively dominant in the Cabernet Sauvignon/Merlot wine, and the most terpenes were identified in the complex Carmenere/Cabernet Sauvignon/Cabernet Franc/Merlot blend. Main higher alcohols in red wines were 2-methyl-1-butanol, 3-methyl-1-butanol, 1-propanol and 1-butanol. The ester fraction was quantitatively dominated by ethyl acetate. The terpene fraction was represented by linalool, linalool oxide, and nerol. A major aldehyde was acetaldehyde, found at levels that positively affect the fruity aroma of the red wines. Methyl alcohol was found at levels significantly below the threshold of its normally permissible presence in red wines. Wines from the commercial network had different sensory characteristics in terms of color, aroma and taste, as well as characteristic aromatic descriptors, which was due to the different type and quantity of oak wood used, as well as the duration of contact.

The highest total accumulation of volatile compounds in the analyzed commercial red wines obtained in contact with oak wood was found in Cabernet Franc wine. The most significant levels of total higher alcohols were also found in it. The ester fraction was quantitatively dominant in the Cabernet Sauvignon/Merlot wine, and the most terpenes were identified in the complex Carmenere/Cabernet Sauvignon/Cabernet Franc/Merlot blend.

Main higher alcohols in red wines were 2-methyl-1-butanol, 3-methyl-1-butanol, 1-propanol and 1-butanol. The ester fraction was quantitatively dominated by ethyl acetate. The terpene fraction was represented by linalool, linalool oxide and nerol.

A major aldehyde was acetaldehyde, found at levels that positively affect the fruity aroma of the red wines.

Methyl alcohol was found at levels significantly below the threshold of its normally permissible presence in red wines.

Wines from the commercial network had different organoleptic characteristics in terms of color, aroma and taste, as well as characteristic aromatic descriptors, which was due to the different type and quantity of oak wood used, as well as the duration of contact. All the studied wines showed a complex and varied volatile profile, due to the varietal characteristics of the grapes used, the soil and climatic conditions of each specific harvest and region and the specific influence of the applied method of contact with oak wood.

Table 1

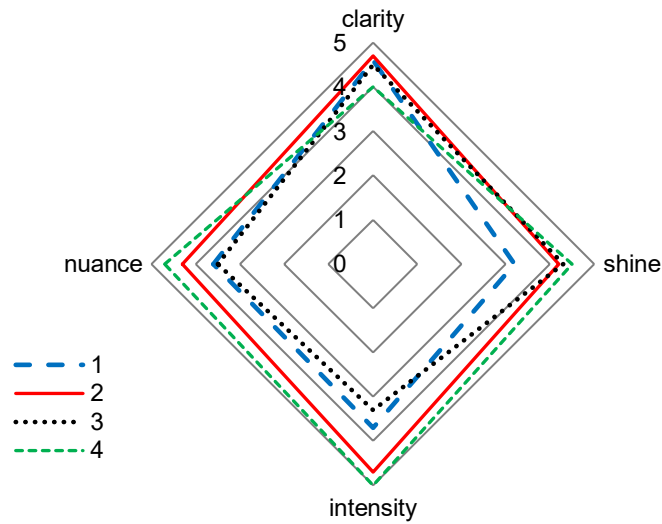
Volatile compounds in commercial red wines obtained by contact with oak wood

Identified compounds, mg/l	Red wines			
	Cabernet Sauvignon/ Merlot	Cabernet Franc	Carmenere/ Cabernet Sauvignon/ Cabernet Franc/Merlot	Shiraz
Acetaldehyde	27.77±0.00	52.27±7.47	8.92±0.00	57.65±4.26
Methanol	3.13±0.39	7.37±3.79	12.28±5.10	6.55±0.41
2-methyl-1-butanol	15.34±1.02	25.03±5.98	11.17±1.77	7.05±2.78
3-methyl-1-butanol	69.98±8.83	120.27±13.89	44.84±1.24	42.29±12.82
4-methyl-1-pentanol	nd	1.60±0.00	0.95±0.19	nd
1-propanol	0.70±0.23	7.60±1.42	1.58±0.22	5.91±0.49
1-pentanol	nd	nd	nd	0.65±0.23
1-butanol	49.57±15.63	46.48±5.48	50.33±10.03	31.41±9.56
2-butanol	6.50±3.90	41.99±2.62	2.50±0.00	nd
1-hexanol	nd	30.37±0.78	nd	nd
2-phenylethanol	nd	nd	nd	48.67±7.01
Total higher and aromatic alcohols	142.09±29.61	273.34±30.17	111.37±13.45	135.98±32.89
Ethyl acetate	53.91±4.69	18.90±8.52	22.60±2.26	34.31±4.90
Pentyl acetate	40.26±6.71	nd	nd	nd
Propyl acetate	nd	nd	nd	1.51±0.00
Isopropyl acetate	nd	2.78±0.46	nd	nd
Isobutyl acetate	nd	nd	nd	nd
Phenyl acetate	29.18±1.36	nd	nd	nd
Ethyl hexanoate	nd	nd	nd	20.52±1.02
Ethyl butyrate	nd	2.32±1.35	1.02±0.00	1.66±0.55
Ethyl decanoate	nd	64.88±19.08	nd	9.26±0.93
Total esters	123.35±12.76	88.88±29.41	23.62±2.26	67.26±7.40
Linalool oxide	nd	0.23±0.05	nd	nd
Linalool	0.23±0.06	0.47±0.04	0.90±0.08	nd
Nerol	nd	nd	nd	0.12±0.01
Geraniol	nd	nd	nd	nd
Total terpenes	0.23±0.06	0.70±0.09	0.90±0.08	0.12±0.01
Total content	296.57±42.82	422.56±70.93	157.09±20.89	267.56±44.97

Note: Cabernet Sauvignon/Merlot, harvest 2019, Asenovgrad, Southern Bulgaria; Cabernet Franc, harvest 2021, Varna, Northern Bulgaria; Carmenere/Cabernet Sauvignon/Cabernet Franc/Merlot, harvest 2022, Harmanli, Southern Bulgaria; Shiraz, harvest 2021, Varna, Northern Bulgaria.

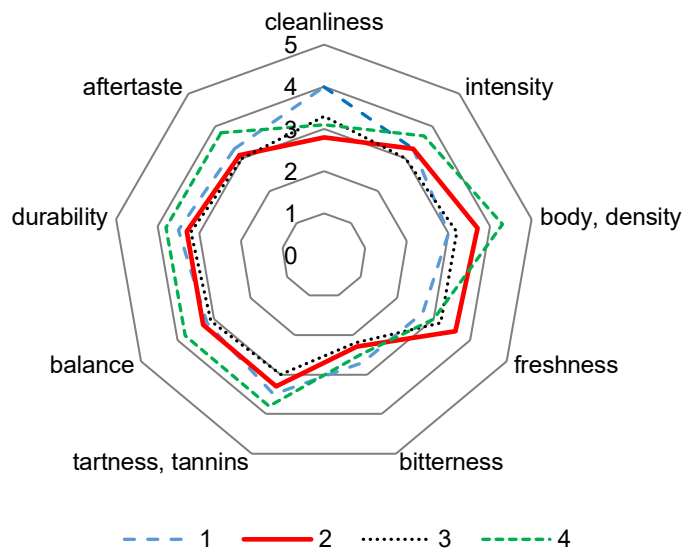
\*nd – not detected

The sensory profile and established aroma descriptors of the four wines are presented in Figures 1–3.



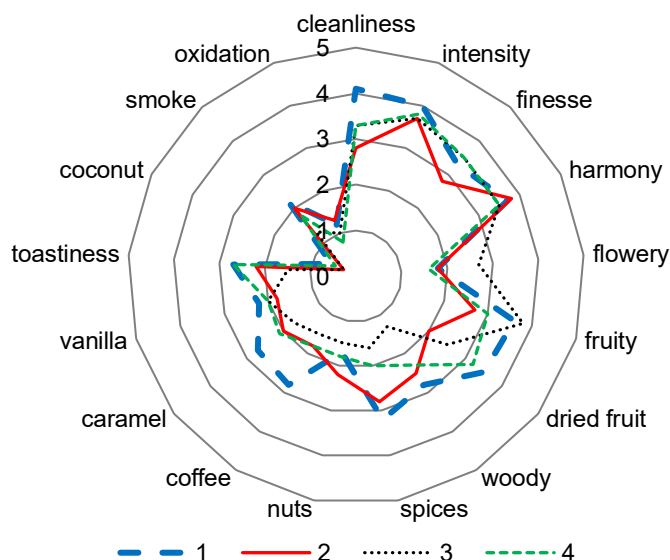
**Figure 1. Colour evaluation:**

- 1 – Cabernet Sauvignon/ Merlot, harvest 2019, Asenovgrad;
- 2 – Shiraz, harvest 2021, Varna;
- 3 – Cabernet Franc, harvest 2021, Varna;
- 4 – Carmenère/Cabernet Sauvignon/Cabernet Franc/Merlot, harvest 2022, Harmanli



**Figure 2. Flavor evaluation**

- 1 – Cabernet Sauvignon/ Merlot, harvest 2019, Asenovgrad;
- 2 – Shiraz, harvest 2021, Varna;
- 3 – Cabernet Franc, harvest 2021, Varna;
- 4 – Carmenère/Cabernet Sauvignon/Cabernet Franc/Merlot, harvest 2022, Harmanli



**Figure 3. Aromatic descriptors evaluation**

1 – Cabernet Sauvignon/ Merlot, harvest 2019, Asenovgrad;

2 – Shiraz, harvest 2021, Varna;

3 – Cabernet Franc, harvest 2021, Varna;

4 – Carmenère/Cabernet Sauvignon/Cabernet Franc/Merlot, harvest 2022, Harmanli

**Conclusions.** All the studied wines showed a complex and varied volatile profile and different aromatic descriptors due to the varietal characteristics of the grapes used, the soil and climatic conditions of each specific harvest and region and the specific influence of the applied method of contact with oak wood.

## References

Dimitrov D., Yoncheva T. (2024), Volatile composition and aromatic descriptors of red wines from different regions of Bulgaria aged with oak chips, *Ukrainian Food Journal*, 13(2), pp. 262–273, <https://doi.org/10.24263/2304-974X-2024-13-2-5>

## Technological properties and functional food potential of oilseed cakes

Oxana Radu, Eugenia Covaliov, Tatiana Capcanari

*Technical University of Moldova, Chisinau, Republic of Moldova*

**Introduction.** The study aims to optimize processing methods, including grinding and sifting, to produce high-quality oilseed cakes flour suitable for various food applications. The focus is on the water absorption capacity necessary for flour products, leveraging by-products from the oil and fat industry.

**Materials and methods.** Oilseed cake samples from sunflower, linseed, pumpkin, walnut, and almond seeds were analyzed for particle size, sedimentation value, and moisture content. The Roseboom, Gibbs, and Stokes triangular method was used to formulate dough samples with oilseed cake flour, wheat flour, and water, developing five recipes to assess the technological properties of flour products.

**Results and discussion.** The study of the properties of analyzed oilseed cakes and their flours, focusing on bakery flour production was performed. Pressing at temperatures reaching 50–60°C produced varied cake forms, with flaxseed (0.5–2.0 mm thick, 10–15 cm long) and almond cakes (1.0–3.0 mm thick, 1–5 cm long) being suitable for fine flour due to their size. Sunflower seeds produced the highest oil yield at 62%, compared to almonds at 47%. Almonds had the lowest water loss at 8.2±0.3%, suggesting the need for specific storage and processing conditions for the resulting cake to prevent biological spoilage.

Flaxseed and walnut cakes were homogeneous, needing minimal sifting, whereas sunflower and pumpkin oilseed cakes required mandatory sifting due to peel fragments. Almond and walnut cakes had large particle sizes (0.2–3.2 mm), affecting flour texture and requiring individual processing. Concerning sedimentation value, except for pumpkin flour, all samples show high values ( $\geq 40$  ml), which requires the regulation of the amount of water in the production of flour products.


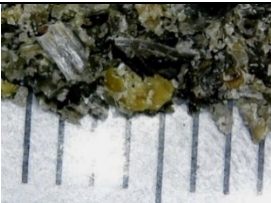








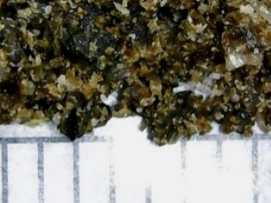




Flaxseed and almond cakes are advantageous for flour production due to their thinner, more manageable slab sizes, facilitating smoother grinding. In contrast, sunflower, pumpkin, and walnut cakes may present challenges due to their thicker or larger slabs, potentially affecting grinding efficiency and cost. Meanwhile, sunflower seeds offer the highest oil yield and quality oilseed cakes. Almonds present challenges due to the low water loss before pressing.

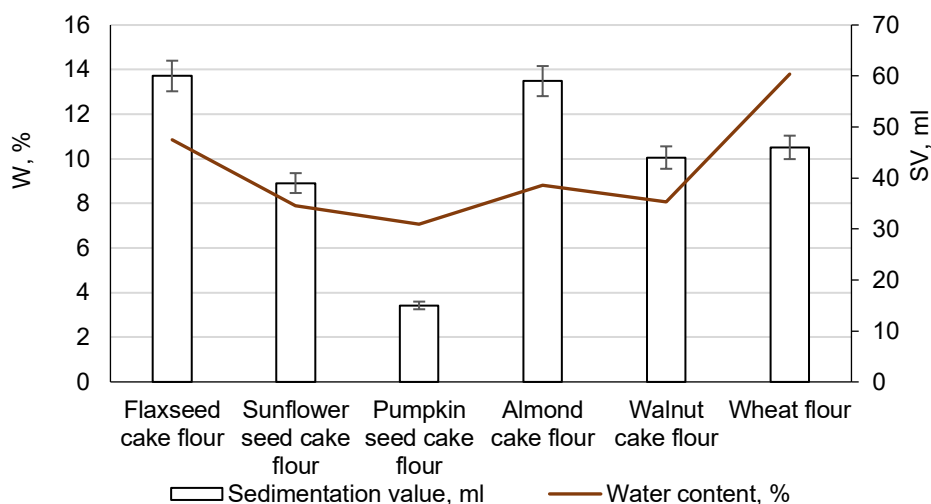
The industrial method of oil obtaining plays a decisive role in determining oilseed cakes' physicochemical and technological properties. Large particle sizes in almond and walnut oilseed cakes require specialized processing to ensure uniform flour texture. In addition, the presence of peels in flours from sunflower and pumpkin oilseed cakes requires extra sieving to obtain high-quality flour, impacting texture and consistency.

Most flours from oilseed cake exhibit a high sedimentation value, beneficial for texture and moisture retention in baked goods. However, flour from pumpkin oilseed cake requires specific processing adaptations due to its lower sedimentation value. Proper water adjustments are necessary during product development to optimize these flours' use in functional food products.

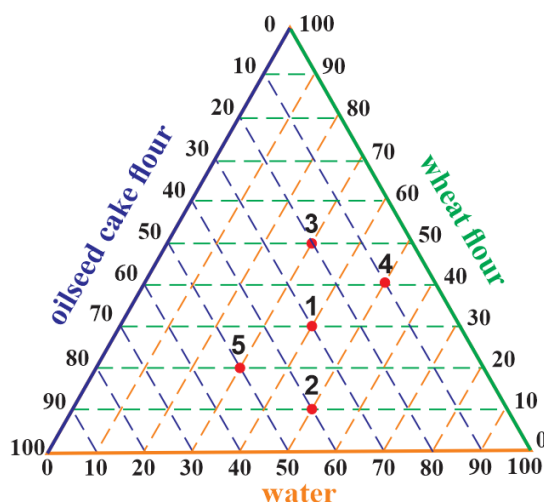
To obtain flour products from oilseed cake, the optimal dough composition was determined. The formulation includes 40% water, with a recommended ratio of 1:1 between oilseed cake flour and wheat flour.

Table 1  
 Characteristics of particle size in different types of oilseed cakes

Oilseed cakes	Oilseed cakes images	Particle sizes	Flour images	Flour characteristics
Flaxseed cake		 1.0–2.0 mm		Homogeneous without solid impurities, sifting is optional
Sunflower seed cake		 0.2–1.0 mm		The amount of peel is very high, it requires sifting
Pumpkin seed cake		 0.4–2.2 mm		Pieces of seed peel of undesirable size are present, sifting is necessary
Almond cake		 0.2–2.5 mm		Solid pieces of peel are present, mandatory sifting is required
Walnut cake		 0.8–3.2 mm		Homogeneous without solid impurities, screening is optional



**Figure 1. Sedimentation value (ml) and water content (%) of different types of oilseed cake flour**



**Figure 2. Dough composition formulation using oilseed cake flour, water, and wheat flour**

**Conclusion.** To obtain flour from oilseed cake, the optimal dough composition was determined. The formulation includes 40% water, with a recommended ratio of 1:1 between oilseed cake flour and wheat flour.

### References

Radu O., Covaliov E., Capcanari T. (2024), Technological properties and functional food potential of oilseed cakes, *Ukrainian Food Journal*, 13(2), pp. 287–302, <https://doi.org/10.24263/2304-974X-2024-13-2-7>

## Effect of the addition of Magnum and Enigma hops on antioxidant and sensory properties in chokeberry wine

Lukasz Kogut

*University of Rzeszow, Poland*

Chokeberry wine, known for its high polyphenol content and antioxidant properties, is a valuable product from a health-promoting perspective. Black chokeberry (*Aronia melanocarpa*) has a unique set of polyphenols that play a key role in neutralizing free radicals, which is important for consumer health. This research study analyzed the effect of the addition of two varieties of hops - Magnum and Enigma - on the antioxidant properties of aronia wine. The purpose of the study was to see how different concentrations of hops affect polyphenol content, antioxidant capacity (ABTS, DPPH, FRAP methods) and sensory evaluation of the wine, including its color and taste.

**Research Methodology.** The study used chokeberry wines with Magnum and Enigma hops at two different concentrations: 0.5 g/l and 1.5 g/l. These samples were compared with a control sample, i.e. wine without added hops. Evaluation of the polyphenol content of the wine was carried out using the Folin-Ciocalteu method, and antioxidant capacity was assessed using three independent methods: ABTS, DPPH and FRAP. In addition, colorimetric analysis of wine color was carried out, evaluating the parameters L\* (brightness), a\* (redness) and b\* (yellowness).

**Polyphenol content.** Based on the results obtained from Folin-Ciocalteu analysis, it was observed that the addition of hops at a concentration of 1.5 g/l contributed to an increase in polyphenol content compared to control samples. In contrast, a concentration of 0.5 g/l did not significantly change the level of polyphenols. This means that increasing the concentration of hops can favorably affect the bioactivity of wine, which is in line with previous studies on the addition of hops to alcoholic beverages.

**Antioxidant properties.** ABTS test results showed that the addition of hops improved the ability to neutralize the ABTS synthetic radical compared to the control sample. The best results were obtained for samples with a higher concentration of hops. In the DPPH method, the control wine showed a higher radical neutralization capacity than wines with hops added, suggesting that in some aspects, the addition of hops may impair some antioxidant properties. On the other hand, the FRAP method showed that wines with added hops had a lower ability to reduce iron ions compared to the control sample, indicating a specific effect of hops on the reducing ability of aronia wine.

**Colorimetric analysis.** Colorimetric analysis of the color revealed that the addition of hops affected significant color changes in the wine. Wines with added hops were brighter (higher L\* value) compared to the control sample, indicating the effect of hops on wine color. Moreover, the wines had a higher a\* value (redness), which may be due to the interaction of the hop components with the natural dyes contained in the chokeberries. In addition, there was an increase in the b\* (yellowness) value in the samples with the addition of hops, which may indicate an increase in the intensity of yellow tones as a result of the addition of hops.

**Organoleptic evaluation.** The organoleptic evaluation carried out showed that the standard chokeberry wine (control sample) scored highest in all categories, including appearance, color, clarity, aroma and taste. Wines with the addition of hops, especially of the Enigma variety, scored lower, especially in the flavor category, which may suggest that the addition of hops reduces the wine's sensory appeal to consumers. Nevertheless, wine with Magnum hops performed better than with Enigma, which may suggest differences in consumer acceptance of these varieties.

### Conclusions

The study confirmed that the addition of hops, especially at higher concentrations, significantly affects the polyphenol content and some antioxidant properties of aronia wine. Although the addition of hops improved the neutralizing capacity of the ABTS radical, the results for the DPPH and FRAP methods were less conclusive, suggesting the need for further research into the effect of hops on the

wine's reducing properties. In addition, the addition of hops had a significant effect on the color of the wine, making it lighter and shifting hues toward red and yellow. However, the deterioration in sensory evaluations, especially flavor, suggests that the development of hopped wine formulations requires further work to improve their taste qualities.

In conclusion, the addition of hops to chokeberry wine may be an interesting strategy for enriching this product with additional health properties, but further research is needed to optimize the recipe to improve sensory quality and consumer acceptance.

## References

1. Wolski T., Kalisz O., Prasał M., Rolski A. Aronia czarnoowocowa – *Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliot – zasobne źródło antyoksydantów. *Borgis - Postępy Fitoterapii* 3, 2007, 145-154
2. Białek M., Rutkowska J., Hallmann E. Aronia czerwona (*Aronia melanocarpa*) jako potencjalny składnik żywności funkcjonalnej. *ŻYWNOSĆ. Nauka. Technologia. Jakość*, 2012, 6 (85), 21 – 30
3. Wawer I. Aronia: superowoc i czarny polski skarb. *Herbalism*, 2024, 1 (10), 149-158

## Підвищення ступеню очищення ректифікованого етилового спирту від органічних домішок

Булій Ю.В., Форсюк А.В., Карпович І.В., Бондар М.В.

*Національний університет харчових технологій, Київ, Україна*

**Вступ.** Виробництво ректифікованого етилового спирту високої якості є пріоритетним напрямом для подальшого розвитку спиртової галузі. Вирішення цієї актуальної задачі можливе за умови більш глибокого вилучення та концентрування летких домішок спирту на тарілках колонного обладнання брагоректифікаційних установок (БРУ). Для цього процеси перегонки бражки і очищення спирту проводять в автоматизованому режимі, використовують закритий обігрів колонного обладнання, збільшують кількість контактних пристроїв: в бражній колоні від 25 до 28-30, епюраційній – від 40 до 51-57, ректифікаційній – від 78 до 88-90, сивушній – від 60 до 80, розгінній – від 40 до 60 тарілок, проводять гідроселекцію домішок в розгінній (РЗК) та епюраційній (ЕК) колонах, збільшують зону пастеризації спирту в ректифікаційній колоні (РК) від 3-5 до 10-15 тарілок, установку дооснащують колоною кінцевого очищення, дія якої відбувається в режимі повторної епюрації, використовують масообмінні колонні апарати циклічної дії та ін. Разом з тим підвищення ступеню вилучення летких домішок потребує збільшених витрат гріючої пари та гарячої пом'якшеної води для проведення гідроселекції [1].

В колонах БРУ одночасно з виділенням летких домішок спирту завдяки реакції етерифікації відбувається новоутворення органічних сполук, які погіршують якість кінцевого продукту та зменшують його вихід. Так, під час перегонки дозрілої бражки разом з виділенням летких органічних домішок, супровідних спирту, відбувається новоутворення низки речовин, які ускладнюють подальше очищення спирту. Наприклад, під час взаємодії спиртів, кислот і альдегідів, продуктів розпаду амінокислот, сірчистих з'єднань та інших складових бражки в бражній колоні відбувається утворення естерів, альдегідів і ацеталей органічних кислот. За підвищеної температури в ЕК і РК разом з вилученням головних, проміжних і кінцевих домішок відбувається новоутворення спиртів, естерів та альдегідів.

Походження органічних домішок може бути різним. Деякі з них потрапляють в БРУ із сировиною, водою і парою, інші утворюються під час протікання хімічних та біохімічних реакцій в процесах бродіння, перегонки бражки і очистки спирту, а також під час зберігання ректифікованого спирту в металевих резервуарах. Присутність навіть невеликої кількості новоутворених в РК головних домішок унеможливує відбір якісного ректифікованого спирту із конденсатора цієї колони, тому спирт зазвичай відбирають із верхніх тарілок її концентраційної частини [2].

Ступінь розділення органічних домішок і етилового спирту залежить від різниці значень їх коефіцієнтів випаровування. Для головних домішок (естерів та альдегідів) ця різниця приймає максимальні значення за низької концентрації спирту у розчинах (6—8% об.), для ефективного видалення проміжних домішок (вищих спиртів) концентрацію етилового спирту у зменшують до 4—5% об. Для збільшення коефіцієнтів випаровування кінцевих домішок (метилового спирту) здійснюють помірну гідроселекцію і забезпечують концентрацію етанолу на тарілках в межах 60% мол. і вище. Із практичного досвіду сумісної переробки головних та сивушних фракцій відомо, що для підвищення ступеню видалення головних та частини проміжних домішок в РЗК витрати гріючої пари збільшують в середньому на 28,7% (від 2,56 до 3,59 кг/кг безводного спирту) [3].

Для отримання спирту сортів «Люкс» або «Пшенична сльоза» мінімальний відбір головної фракції етилового спирту (ГФ) із конденсатора ЕК становить 5 % від кількості ректифікованого спирту. При включенні в роботу РЗК відбір ГФ збільшують до 8—10 %. Для підвищення ступеню вилучення головних домішок спирту проводять їх гідроселекцію в ЕК.

Для цього на верхню тарілку колони безперервно подають гарячу воду в кількості, що забезпечує концентрацію етилового спирту в епюраті 22—30 % об. Для проведення гідроселекції зазвичай використовують пом'якшену воду або конденсат пари з температурою 90—92 °С. Лютерну воду використовують в меншій мірі через значний вміст в ній органічних кислот, які сприяють новоутворенню органічних домішок. З метою зменшення витрат пом'якшеної води або конденсату пари та енерговитрат на нагрівання води до вищевказаної температури за умови високого ступеню очистки кубової водно-спиртової рідини від домішок для проведення гідроселекції останню подають у верхню зону концентраційної частини ЕК.

В умовах високої конкурентоздатності товарного ректифікованого спирту як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках збуту в умовах сьогодення визначальними показниками його якості є концентрація в готовому продукті альдегідів, естерів та вищих спиртів сивушної олії, а саме ізопропілового і метилового спиртів. Концентрація останніх не повинна перевищувати 1,5 мг/дм<sup>3</sup> та 0,0007 % відповідно.

**Актуальність теми** обумовлена визначенням оптимальних технологічних режимів епюрації бражного дистиляту, концентрування ректифікованого спирту в РК, його доочищення в колоні кінцевого очищення (ККО) і розгонки спиртовмісних напівпродуктів і побічних продуктів брагоректифікації для підвищення ступеню очищення ректифікованого спирту від органічних домішок.

**Матеріали та методи.** Методи досліджень — аналітичні, хімічні, фізико-хімічні з використанням приладів та методики досліджень, що застосовуються у виробництві ректифікованого етилового спирту. Концентрацію летких домішок спирту визначали на газовому хроматографі з колонкою HP FFAP 50 м×0,32 м. Аналіз дослідних проб виконували згідно ДСТУ 4222:2003 «Горілки, спирт етиловий та водно-спиртові розчини. Газохроматографічний метод визначення вмісту мікрокомпонентів» [4].

**Результати та обговорення.** Дослідження проводили у виробничих умовах Чуднівської філії ДП «Житомирський лікєро-горілочний завод». Діюча БРУ непрямої дії включала бражну, ЕК, РК, а також РЗК циклічної дії, оснащену лускоподібними тарілками. Періодичний перелив рідини з тарілки на тарілку в РЗК відбувався завдяки примусовій роботі переливних пристроїв — рухомих сегментів тарілок, які були зв'язані з приводними механізмами — пневмоциліндрами двобічної дії компанії FESTO [5]. Фрагмент РЗК циклічної дії показано на рис. 1.

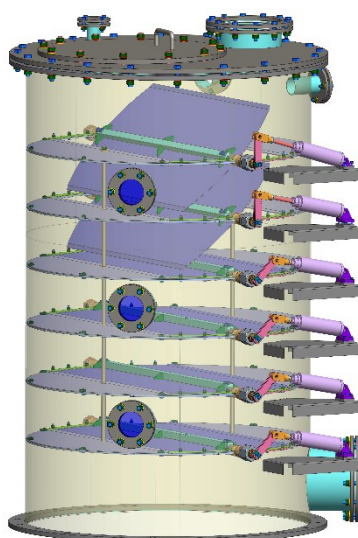


Рисунок 1. Розгінна колона циклічної дії з рухомими сегментами тарілок

На тарілку живлення РЗК подавали ГФ в кількості 46,5 дм<sup>3</sup> абсолютного алкоголю (а.а) на годину із конденсатора ЕК, погони із конденсатора сепаратора СО<sub>2</sub> в кількості 16,7 дм<sup>3</sup> а.а/год, із конденсатора бражної колони в кількості 29,2 дм<sup>3</sup> а.а/год і сивушний спирт в

кількості 7,8 дм<sup>3</sup> а.а/год. Загальні витрати погонів живлення становили 125,4 дм<sup>3</sup>/год або 100,2 дм<sup>3</sup>/год в перерахунку на а.а. Для гідроселекції головних та частини проміжних домішок на верхню тарілку РЗК безперервно подавали конденсат пари. Естери-сивушний концентрат відбирали з верхньої частини декантатора, альдегідно-метанольний концентрат – із конденсатора колони. Загальна кількість сивушно-естеро-альдегідного концентрату (СЕАК) становила 2,5 дм<sup>3</sup>/год. Водно-спиртову суміш із нижньої частини декантатора повертали, як флегму, на верхню тарілку колони на її зрошення.

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

Таблиця 1

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

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

Для максимального звільнення епюрату від головних і верхніх проміжних домішок проводили їх гідроселекцію в ЕК. Враховуючи ефективну ступінь очищення кубової рідини розгінної колони від домішок з метою зменшення витрат гарячого конденсату на верхню тарілку ЕК безперервно подавали кубову рідину в кількості, що забезпечувала концентрацію етилового спирту в епюраті 26 % об. За таких умов зростала ступінь вилучення і кратність концентрування органічних домішок, у тому числі ізопропілового спирту — домішки, яка є визначальною під час оцінки якості готової продукції. Встановлено, що проведення подвійної гідроселекції дозволяє зменшити концентрацію ізопропілового і метилового спиртів в епюраті (Е2) на 74 %, вищих спиртів сивушної олії — на 42,3 % у порівнянні з епюратом (Е1), отриманим в епюраційній колоні без проведення гідроселекції. При цьому повністю видалялись естери, а концентрація альдегідів в епюраті зменшувалась на 40 % (табл. 1).

Для визначення оптимального режиму для інтенсивного вилучення органічних домішок в процесі концентрування етилового спирту в РК зону пастеризації збільшували від 5 до 10 тарілок. В ході досліджень відбирали дослідні проби з 3, 5, 7 і 10-ї тарілок, рахуючи зверху, і визначали фізико-хімічні показники ректифікованого спирту для встановлення їх відповідності вимогам ДСТУ 4221:2003 для спирту «Люкс» хроматографічним методом [5]. Встановлено, що найкращі показники мала проба спирту, яку відбирали з 10-ї тарілки РК, рахуючи зверху.

Для покращення органолептичних показників ректифікованого етилового спирту і зменшення концентрації в ньому метилового спирту до складу БРУ була включена додаткова колона — ККО. Дія колони відбувалася в режимі повторної епюрації.

Результати хроматографічного аналізу дослідних проб ректифікованого спирту 1 і 2, які відбирали з 5- і 10-ї тарілок РК, і проби 3, яку відбирали з 4-ї тарілки ККО, рахуючи знизу, приведені в табл. 2.

Із даних табл. 2 видно, що показники дослідних проб 1, 2 і 3 відповідали нормативним згідно ДСТУ 4221:2003 [6].

Таблиця 2

**Фізико-хімічні показники проб спирту з 5, 10-ї тарілок  
спиртової колони і 4-ї тарілки колони кінцевого очищення**

Найменування домішок	Концентрація, мг/дм <sup>3</sup>		
	проба 1	проба 2	проба 3
альдегіди	0,31	0,21	0,18
метиловий спирт	0,001	0,0007	0,0003
ізопропіловий спирт	1,94	1,65	0,93

Збільшення зони пастеризації в РК до 10 тарілок дозволило зменшити в товарному ректифікованому спирті концентрацію альдегідів на 32,3 %, метилового спирту на 30 %, а вищих спиртів сивушної олії на 15 %. Таким чином було встановлено, що більш якісний ректифікований етиловий спирт можливо отримати після його додаткового очищення від органічних домішок в ККО (проба 3).

**Висновки.** Для підвищення ступеню очищення ректифікованого спирту від органічних домішок доцільно запровадити наступні технологічні заходи:

- зменшити концентрацію етанолу в епюраті до 22-30 % об. шляхом проведення гідроселекції домішок в епюраційній колоні завдяки подачі у верхню зону концентраційної частини цієї колони звільненої від домішок кубової рідини розгінної колони. При цьому в повній мірі видаляються естери, концентрація альдегідів в епюраті зменшується на 40 %, ізопропілового і метилового спиртів — на 74 %, а вищих спиртів сивушної олії — на 42,3 %;

- збільшити зону пастеризації в ректифікаційній колоні до 10-15 тарілок. За таких умов концентрація альдегідів зменшується на 32,3 %, метилового спирту на 30 %, вищих спиртів сивушної олії — на 15 %, а органолептичні і фізико-хімічні показники ректифікованого спирту відповідають нормативним для спирту «Люкс»;

- для сумісної розгонки головних і проміжних домішок спирту забезпечити концентрацію етилового спирту в кубовій рідині розгінної колони, що не перевищує 4 % об.;

- для отримання спирту сорту «Пшенична сльоза» в схему БРУ доцільно включити колону кінцевого очищення і забезпечити її роботу в режимі повторної епюрації;

- використання колонного обладнання циклічної дії для підвищення ступеню вилучення і кратності концентрування домішок спирту шляхом подовження часу контакту пари і рідини на тарілках колон до 20—60 с.

Запропоновані заходи вимагають обов'язкового забезпечення постійного контролю технологічних параметрів і передбачають роботу технологічного обладнання в автоматизованому режимі.

## Література

1. Шиян П.Л., Сосницький В.В., Олійнічук С.Т. Інноваційні технології спиртової промисловості. Теорія і практика: монографія. Київ: Видавничий дім «Асканія», 2009. 424 с.
2. Технологія спирту: підручник / В.О. Маринченко та ін., за заг. ред. В.О. Маринченко. Вінниця: «Поділля—2000», 2003. 496 с.
3. Українець А. І., Шиян П.Л., Сосницький В.В. Перспективні напрямки енергозбереження в спиртовому виробництві. *Харчова і переробна промисловість*. 2006. № 4. С. 4-12.
4. ДСТУ 4222:2003. Горілки, спирт етиловий та водно-спиртові розчини. Газохроматографічний метод визначення вмісту мікрокомпонентів. [Чинний від 2004-01-01]. Вид офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2003. 18 с.
5. Колонний масообмінний апарат циклічної дії: пат. 124733 Україна. МПК В01D 3/00. № а201902118; заявл. 17.04.19; опубл. 25.10.19; Бюл. № 20. 8 с.
6. ДСТУ 4221:2003. Спирт етиловий ректифікований. Технічні умови. [Чинний від 2008-01-01]. Вид офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2007. 12 с.

## Форсунок з нахиленими підвідними каналами для струминних сульфідаторів цукрової промисловості

Пономаренко В.В., Якобчук Р.Л., Люлька Д.М.

*Національний університет харчових технологій, Київ, Україна*

**Вступ.** Розпилення рідин є дуже поширеним процесом у багатьох сферах людської діяльності. Його використовують при поливі рослин, для забезпечення безпеки (наприклад, під час гасіння пожеж), а також у технологічних процесах хімічної та харчової промисловості, авіації.

Розробка форсунок з нахиленими підвідними каналами була спрямована на потреби цукрової промисловості, зокрема для сульфідатії води та цукрових розчинів у струминних сульфідаторах і деамонізаторах конденсатів водяних парів. Форсунок мали забезпечувати високу надійність, оскільки рідини не проходили попереднє очищення від забруднень, що могло призвести до втрати працездатності. Особливість їхньої роботи полягає в тому, що потенційна енергія стисненої рідини перетворюється в кінетичну, що призводить до утворення крапель. Цей процес супроводжується значним збільшенням площі контакту фаз і посиленням масоперенесення.

Найбільш поширеним є гідравлічний метод розпилення, оскільки він відрізняється простотою та економічністю. Для його реалізації використовують прості й надійні конструкції розпилювачів [1, 2, 3]. Такі форсунок можуть виступати як окреме обладнання, або бути важливим елементом у складі більш складних систем. У будь-якому випадку необхідно володіти точними даними про витратні, дисперсні та гідравлічні характеристики форсунок і факела розпилення, що дозволяє максимально ефективно проектувати обладнання.

Застосування диспергування рідини разом із високою інтенсивністю процесів дозволяє створювати надзвичайно ефективне обладнання, яке має такі переваги, як простота, компактність і низькі енергозатрати. Тому актуальність досліджень у цій сфері не викликає сумнівів.

### Матеріали та методи.

**Конструкції досліджуваних форсунок.** Для експериментальних досліджень були розроблені форсунок з одним (рис. 1) та двома (рис. 2) нахиленими підвідними каналами. Важливою перевагою таких форсунок є здатність регулювати витрату рідини в широкому діапазоні за рахунок одночасної зміни площі підвідних каналів і радіуса закручування потоку.

Форсунок (рис. 2) складається з циліндричного корпусу 1, до якого приєднаний патрубок 2 для подачі рідини. На одному кінці корпусу розташоване сопло 3, а на протилежному – плунжер 4, який може переміщатися вздовж осі за допомогою гвинта 8 при його обертанні. Патрубок 2 з'єднаний із проміжною камерою 5, всередині якої знаходиться стакан 6. У цьому стакані є щільні підвідні канали 7, симетрично розташовані відносно осі та нахилені під кутом  $\alpha$ . Обидва краї каналів виходять тангенційно до циліндричного корпусу, але по різні боки від осі. Потік рідини під тиском надходить через патрубок 2 у проміжну порожнину 5 і далі через щільні підвідні канали 7 потрапляє в камеру закручування форсунок.

Завдяки нахиленому розташуванню підвідних каналів відносно осі корпусу, частинки рідини надходять у камеру закручування на різних відстанях від осі. Це призводить до того, що вони отримують різний момент кількості руху:

$$M = q \cdot v_{\text{вх}} \cdot R, \quad (1)$$

де  $q$  – маса рідини, що входить в камеру закручування форсунок в даному перерізі;  $v_{\text{вх}}$  – швидкість вхідного потоку рідини;  $R$  – радіус закручування вхідного потоку рідини в даному перерізі.

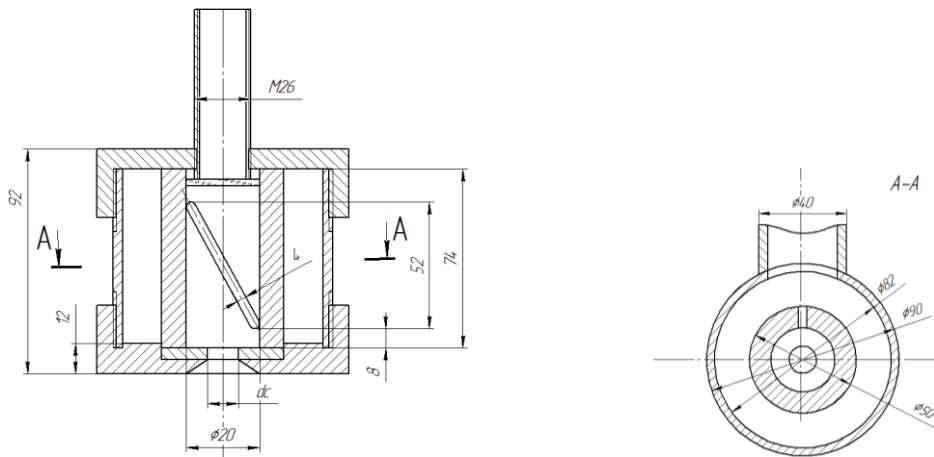


Рисунок 1. Форсунка з одним нахиленим підвідним каналом

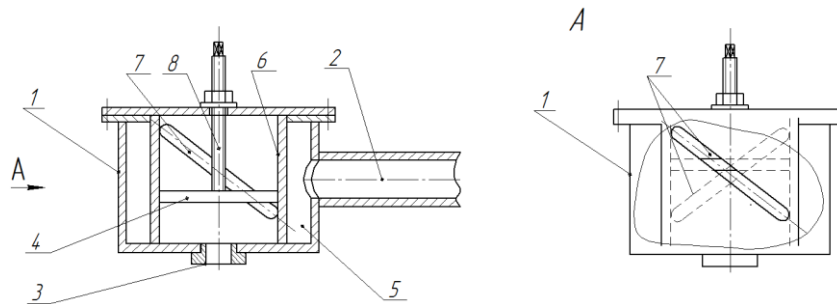


Рисунок 2. Форсунка з двома нахиленими підвідними каналами:

Залежно від положення плунжера змінюються як витрата рідини, так і характер її течії з сопла форсунки. У нижньому положенні плунжера рідина надходить через щілинні канали в камеру закручування тангенційно, набуваючи максимальний момент кількості руху. Це властиво відцентровій форсунці, що характеризується повітряним вихором вздовж осі, утворенням порожнистого факела і низьким коефіцієнтом витрати.

При середньому положенні плунжера, окрім тангенційного потоку, існує потік рідини з нульовим радіусом закручування відносно осі форсунки. Це означає, що рідина вже на вході в камеру закручування має різний момент кількості руху, і на виході з сопла утворюється факел розпилення, характерний для відцентрово-струминної форсунки.

Коли плунжер знаходиться в верхньому положенні, рідина надходить через верхню і нижню частини підвідного каналу. Хоча потоки рідини мають максимальні моменти обертання, вони рухаються в протилежних напрямках, тому результуючий момент обертання виявляється нульовим. Витік рідини через сопло форсунки є струминним: факел має малий кут розкриття, а коефіцієнт витрати високий.

Досліджувалися форсунки з одним підвідним каналом, який має ширину 4 мм та діаметр камери закручування 20 мм (рис. 1). Діаметри сопел форсунки були змінними і склали 4, 5 і 8 мм. Інші конструктивні розміри наведені на рисунку. Площа входного каналу змінювалася за допомогою переміщення плунжера.

Форсунки з двома похилими підвідними каналами мали діаметр камери закручування 15 мм і сопла з діаметрами 4, 5 і 8 мм. Інші розміри форсунок підбирали відповідно до проектних рекомендацій, вимог геометричної подібності та характеристик насосної установки.

Для проведення експериментів був створений проливний стенд (рис. 3), який включає мірну ємність 1, насос 2, витратомір рідини 3, манометр 4, регульовальний кран 5 і досліджувану форсунку 6. Витрату рідини вимірювали ротаційним витратоміром типу КВ-1,5 з класом точності 1,5, а тиск рідини в форсунці контролювали манометром ОБМ1-160, клас точності 1,5.

Коефіцієнт витрати визначали за наступною формулою:

$$\mu_d = \frac{Q_d}{Q_m} = \frac{V/\tau}{f_c \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot \Delta P}} \quad (2)$$

де  $Q_d$ ,  $Q_m$  – відповідно дійсна та теоретична витрата рідини;  $V$  – об’єм рідини за час досліджу;  $\tau$  – час експерименту;  $f_c$  – площа сопла форсунки;  $\Delta P$  – перепад тиску, під яким відбувається витікання рідини, м.

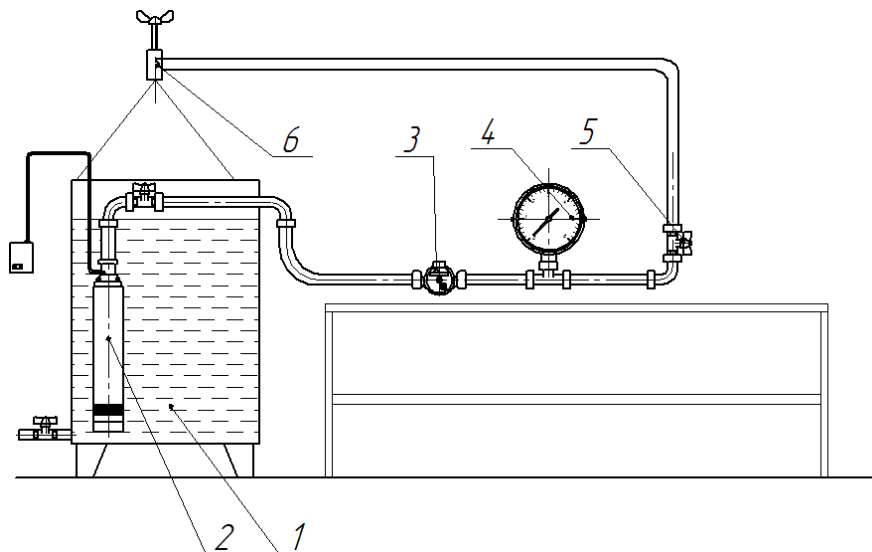


Рисунок 3. Стенд для дослідження форсунок

Обробка експериментальних даних здійснювалася за допомогою Mathcad V15 M050, табличного процесора Microsoft Office Excel, а графіки будувалися в програмах OriginPro 8, CurveExpert Pro 2.2.0 та Microsoft Excel.

**Методика проведення фізичного експерименту.** Дослідження форсунок на гідравлічному стенді включало підготовчі операції, зокрема налаштування вертикального положення форсунок та встановлення манометра так, щоб його вісь збігалася з центром камери змішування форсунки.

У експериментальних дослідженнях використовувалася вода як робоча рідина. Після кожного робочого циклу вода з форсунки поверталася в ту ж ємність, забезпечуючи циркуляцію рідини по замкнутому контуру. Це дозволяло зберігати постійні фізичні властивості рідини протягом усіх досліджень і виключити їхній вплив на результати. Оцінка фізичних властивостей води за температурою проводилася на основі таблиць теплофізичного стану води та водяної пари.

Зміна режимів роботи форсунок проводилася в довільному порядку (рандомізація експерименту) шляхом регулювання тиску рідини за допомогою регулювальної арматури та контролювалася манометром. На кожному режимі проводилося не менше трьох експериментів, кожен з яких тривав дві хвилини. Фіксувалися показники витратомірів рідини і газу на початку та в кінці дослідів, а також тиск рідини.

### Результати та обговорення.

На гідравлічному стенді (рис. 3) досліджувалися такі типи форсунок:

1. З одним похилим підвідним каналом (рис. 1), де площу вхідного каналу регулювали переміщенням плунжера.

2. З двома похилими підвідними каналами (рис. 2).

На рис. 4 представлена залежність коефіцієнта витрати  $\mu$  від геометричної характеристики  $A$  для форсунок з одним підвідним каналом ( $\mu = f(A)$ ) Коефіцієнт витрати для струминної форсунки ( $A = 0$ ) та відцентрово-струминної ( $0 < A < 1$ ) залежить від співвідношення геометричних розмірів форсунки ( $d_c/D_{кз}$ ) ( $D_{кз}$  – діаметр камери закручування форсунки). З графіка видно, що при збільшенні числового значення геометричної характеристики форсунки

від 0 (струминна течія) до 1 (відцентрово-струминне витікання рідини з сопла), коефіцієнт витрати зменшується.

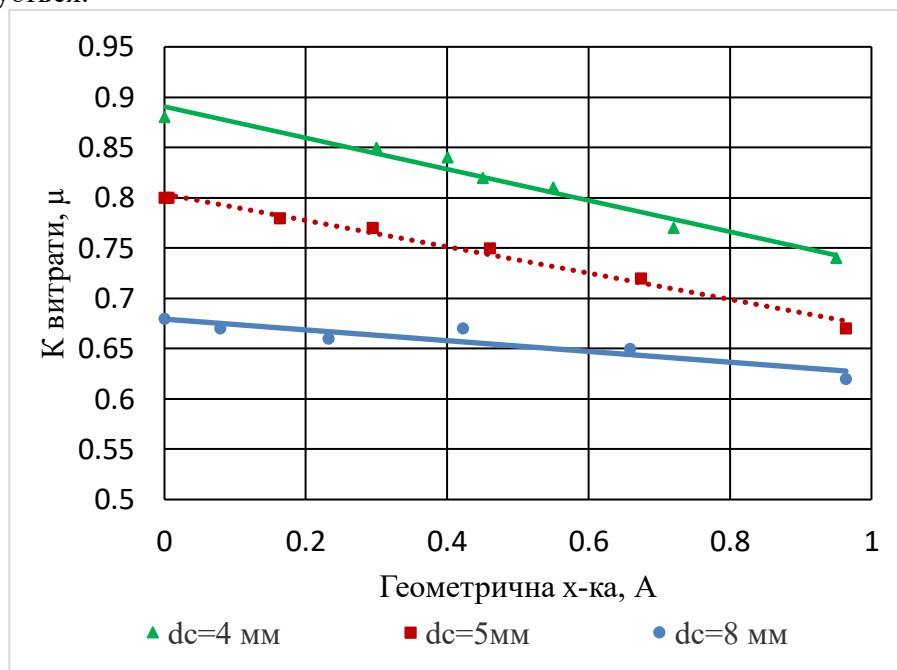


Рисунок 4. Залежність коефіцієнта витрати форсунки ( $\mu$ ) від її геометричної характеристики ( $A$ )

Обробка експериментальних даних дозволила визначити, як коефіцієнт витрати форсунки змінюється в залежності від тиску рідини, що подається в сопло форсунки, при різній площі вхідного каналу (різній висоті відкритого каналу).

Зі збільшенням тиску рідини, а відповідно і її швидкості в соплі форсунки, спостерігається зростання гідравлічних втрат, що, в свою чергу, призводить до зменшення коефіцієнта витрати. Однак, в межах досліджених тисків це зменшення коефіцієнта витрати є незначним.

Експериментально встановлено, що кількість нахилених підвідних каналів також впливає на енергоефективність форсунок. Форсунки з двома підвідними каналами демонструють вищий коефіцієнт витрати, оскільки це призводить до зменшення швидкості вхідного потоку в камеру змішування форсунок і, відповідно, до зниження втрат у самій камері змішування.

Залежність для коефіцієнта витрати форсунок, з врахуванням кількості підвідних каналів, має вигляд:

$$\mu_d = n \cdot 0,545 \cdot \left(\frac{d_c}{D_{кз}}\right)^{-0,206}, \quad (3)$$

де  $n$  – коефіцієнт, що враховує кількість підвідних каналів;  $n = 1$  – для форсунок з одним підвідним каналом;  $n = 1,1$  – для форсунок з двома підвідними каналами.

Дослідження всіх форсунок було проведено при висоті відкритої частини вхідних каналів, що становить 65% (відцентрово-струминного витікання), і тиску рідини в соплі форсунки 0,2 МПа.

**Висновки.** Розроблено конструкцію форсунок з нахиленими підвідними каналами для розпилення забруднених технологічних рідин без попереднього очищення. Ці форсунки відрізняються високим коефіцієнтом витрати, можливістю швидкого регулювання витрати рідини та рівномірним заповненням краплями рідини поперечного перерізу факела розпилення. Такі форсунки можуть бути використані як активні сопла ежекторів у струминних сульфитаторах для виробництва цукру або як самостійне обладнання для диспергування рідин.

Знайдено вираз залежності коефіцієнта витрати від геометричних розмірів та кількості підвідних каналів для даних форсунок.

Подальші дослідження будуть зосереджені на візуалізації та встановленні кількісних характеристик потоку рідини в елементах форсунок, а також на характеристиках факела

розпилення інших типів форсунок при масштабуванні. Ці дані дозволять проектувати форсунки різної продуктивності з заданими характеристиками та досягати ефективного режиму роботи обладнання для харчової промисловості.

### **Література**

1. Ashgriz, N. (2011). Handbook of Atomization and Sprays Theory and Applications. Springer New York Dordrecht Heidelberg London, P. 922.
2. Lefebvre, H. & McDonell, Vincent G. (2017). Atomization and Sprays. LLC CRC Press is an imprint of Taylor & Francis Group, an Informa business. P. 301
3. Ponomarenko, V. & Pushanko, N. (2015). Sprays fluid: an effective way to intensify the processes in the food industry. LAP LAMBERT Academic Publishing, Saarbrucken.

## Удосконалення конструкції дозувально-наповнювального пристрою для безалкогольних напоїв

Онасенко С.С., Чепелюк О.М., Чепелюк О.О.

*Національний університет харчових технологій, Київ, Україна*

**Вступ.** Значним попитом на ринку користуються безалкогольні напої. З 2019 року до 2023 року ринок безалкогольних напоїв збільшився на 8%. Сьогодні безалкогольні напої продовжують здобувати нових прихильників серед виробників та споживачів. Майже п'ята частина усіх споживачів безалкогольних напоїв минулого року були новими учасниками ринку. До 2027 року, за очікуваннями фахівців, частка безалкогольних напоїв на ринку суттєво збільшиться.

Важливим моментом є сезонність попиту на безалкогольні напої – літній період завжди вирізняється зростанням споживання даного продукту (за даними статистики, протягом усього року компанії випускають менше половини обсягу продукції, яка виробляється в піковий період, а саме квітень – липень). І в цей період потрібно забезпечити необхідні обсяги, максимально використовуючи можливості технологічного обладнання.

При виробництві безалкогольних напоїв, окрім основних технологічних операцій, досить важливими є процеси розливання та герметизації пляшок, і відповідно обладнання для їх реалізації відіграє значну роль в отриманні якісного продукту. Удосконалення конструкції таких машин, зокрема дозувально-наповнювального вузла, може значно підвищити ефективність їх роботи, точність дозування та надійність.

**Матеріали та методи.** Об'єкт дослідження – процес руху рідини при заповненні пляшки, предмет досліджень – конструкція дозувально-наповнювального пристрою. Для визначення раціональних конструкційних параметрів системи наповнення пляшок водою в програмі SolidWorks Flow Simulation виконано імітаційне моделювання фасування безалкогольної газованої води при різних відстанях від горлечка до юбки. Дослідження базуються на комп'ютерній 3D моделі дозувально-наповнювального пристрою, створеній у програмі SolidWorks (рисунк 1).

SolidWorks є конструкторською системою твердотілого параметричного моделювання. Важливо, що вбудовані аналітичні функції підтримують роботу програмних засобів SolidWorks Simulation, що дозволяє проводити моделювання та аналізувати роботу як окремих виробів, так і систем. Відповідно це дає змогу використовувати методи моделювання для оптимізації роботи на етапі розроблення, а також уникнути витрат на розробку пристроїв, на проведення дорогих експериментів.

Модуль Flow Simulation використовується для моделювання течії рідин та газів. Він дозволяє врахувати широке коло фізичних процесів: масові сили, стисливість, теплообмін, турбулентність тощо.

**Результати та обговорення.** Основна суть удосконалення полягає в підвищенні ефективності роботи фасувально-закупорювального агрегату, зокрема заміні конструкції блоку розливу, а саме у визначенні оптимальної відстані від верху горлечка до юбки, що впливає на форму потоку води, рівень завихреності та піноутворення.

Для виконання обчислювальних експериментів спочатку було спроектовано дозувально-наповнювальний пристрій на базі раніше створених 3D моделей деталей. Пристрій має дві робочі позиції, перемикання між якими реалізовано шляхом керування зв'язками у конфігурації складальної одиниці. Також з допомогою управління конфігураціями деталей було реалізовано зміну розмірів пружини при перемиканні положення дозувально-наповнювального пристрою.

Для кожної з двох створених конфігурацій із застосуванням спеціальних візардів було реалізовано відповідні проекти для обчислень. Перед обчисленнями сформована автоматично робоча область була відкоригована за фактичною необхідністю, призначені граничні умови.

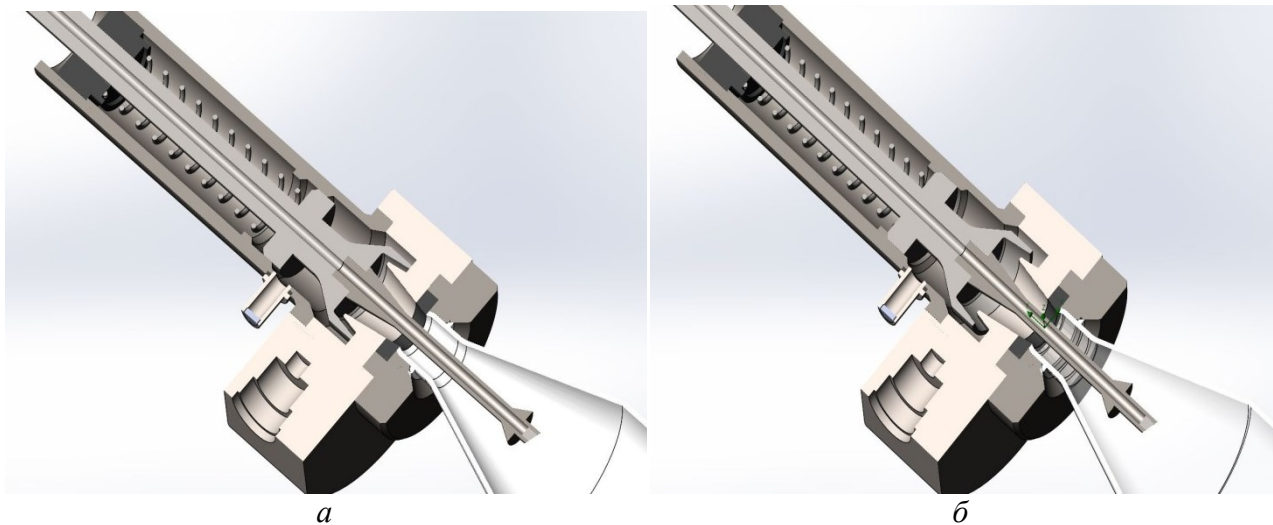


Рисунок 1. Геометрична модель наповнювального пристрою:  
а – у закритому положенні; б – у робочому положенні

З метою підвищення ефективності роботи фасувально-закупорювального агрегату для безалкогольних напоїв в програмі Solidworks Flow Simulation досліджено процес наповнення пляшки водою при відстані від верху горлечка до юбки 40 мм (рисунок 2) та 50 мм (рисунок 3); проаналізовано форми потоку води; визначено умови активного піноутворення.

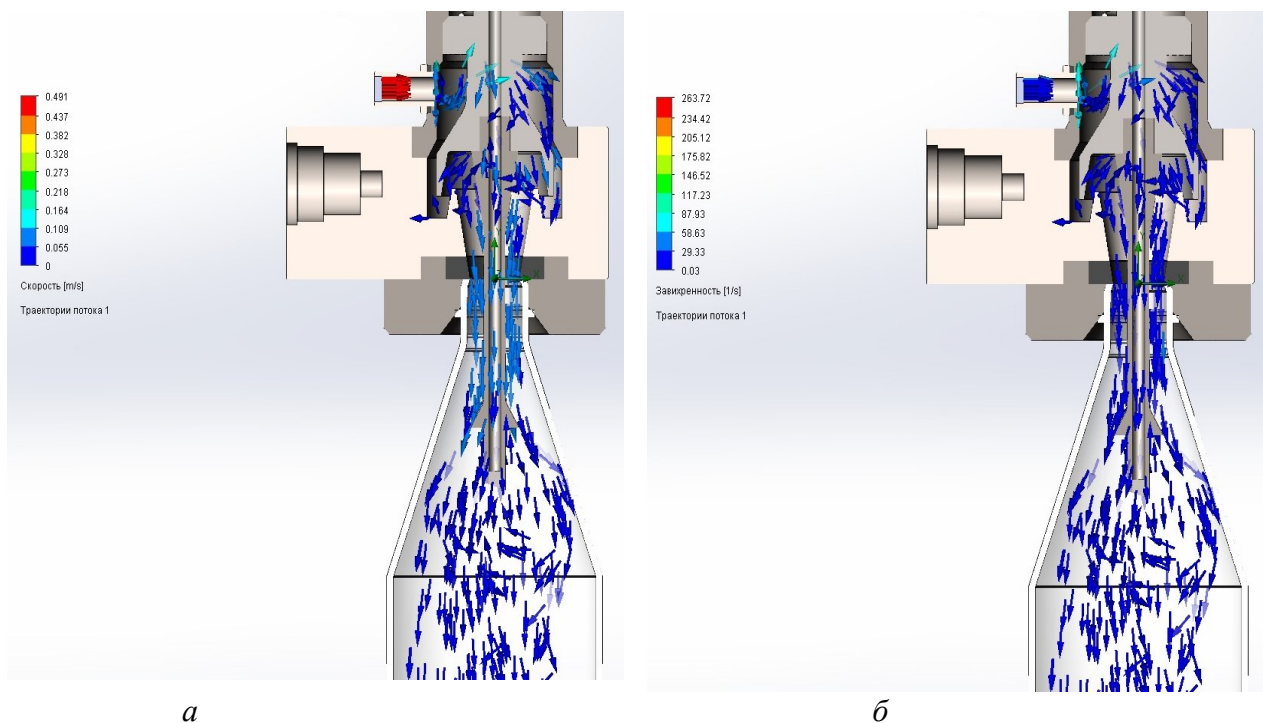


Рисунок 2. Імітаційне моделювання процесу наповнення пляшки водою  
при відстані від верху горлечка до юбки 40 мм:  
а – швидкість руху води; б – завихреність потоку

Основні результати обчислень, виконаних при моделюванні руху води у наповнювальному пристрої, включали в себе загальну швидкість, швидкість за координатами

(X), (Y), (Z); швидкість руху води в обертовій системі координат; розподіл тиску в потоці води в процесі розливу; зміна температури в потоці води; завихреність потоку води; індикатор теплового потоку й індикатор неколінеарності теплового потоку.

При оцінюванні структури потоку води видно, що у першому випадку він має форму шатра, тоді як при відстані 50 мм – схожий на струмінь. Також слід зазначити, що при розміщенні юбки на відстані 40 мм рівень завихреності потоку є меншим, ніж при 50 мм. Якщо при цьому ще зауважити, що у першому випадку лінійна швидкість потоку є меншою, то можна зробити очевидний висновок про те, що у випадку розміщення юбки на відстані 50 мм від горлечка має місце більш активне піноутворення. Таким чином, конструкція фасувального пристрою, у якому відстань від горлечка пляшки до юбки становить 40 мм є більш доцільною для використання при фасуванні безалкогольних напоїв.

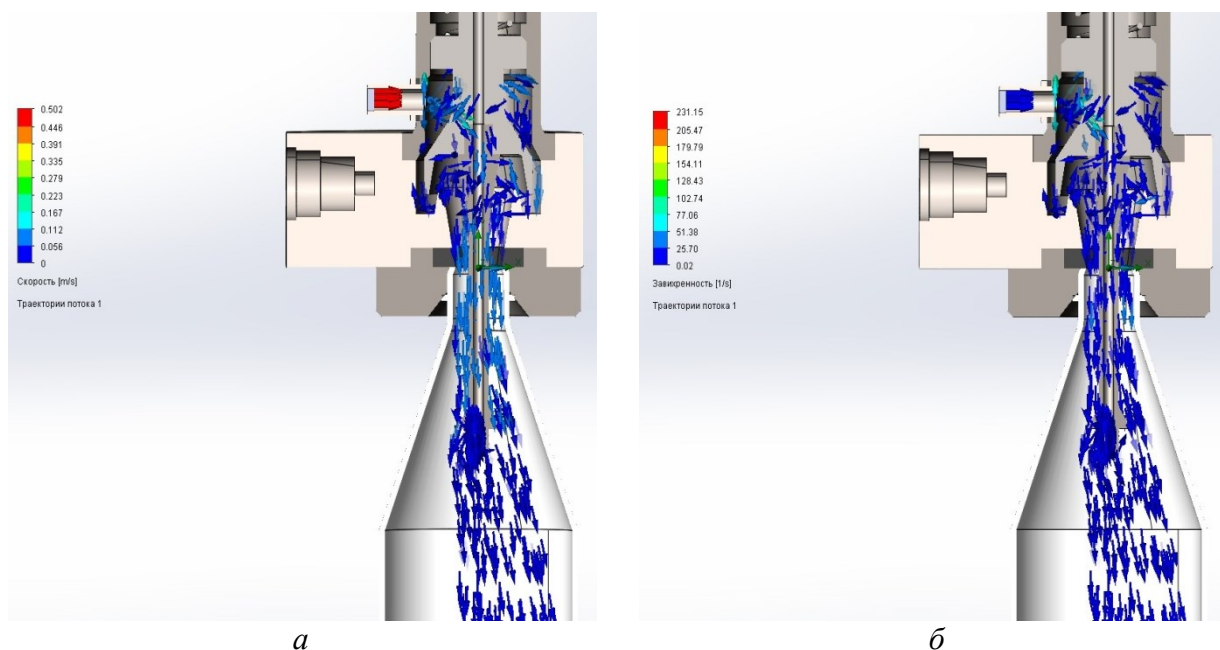


Рисунок 3. Імітаційне моделювання процесу наповнення пляшки водою при відстані від верху горлечка до юбки 50 мм: а – швидкість руху води; б – завихреність потоку

**Висновки.** На основі проведеного дослідження, в результаті аналізу структури потоку води та рівня його завихреності, а також активності піноутворення рекомендується конструкція фасувального пристрою, у якому відстань від горлечка пляшки до юбки становить 40 мм, що забезпечує ефективність наповнення пляшки газованою водою.

## Література

1. Ринок безалкогольних та слабоалкогольних напоїв у світі буде зростати | Журнал «Напої. Технології та Інновації». Журнал «Напої. Технології та Інновації». URL: <https://techdrinks.info/rynok-bezalkogolnyh-ta-slaboalkogolnyh-napoyiv-u-sviti-bude-zrostaty/>
2. Аналіз ринку безалкогольних напоїв (БАН) в Україні. [https://koloro.ua/ua/blog/issledovaniya/Analiz-runka-BAN\\_v\\_Ukraine.html](https://koloro.ua/ua/blog/issledovaniya/Analiz-runka-BAN_v_Ukraine.html)
3. Development of Low-cost Filling System Indispensable to Beverage Industry / Т. DAISUKE et al. Mitsubishi Heavy Industries Technical Review. 2012. Vol. 49, no. 4. P. 65–69.
4. Комп'ютерна графіка: SolidWorks : навчальний посібник / М.М. Козяр, Ю.В. Фещук, О.В. Парфенюк. – Херсон : Олді-плюс, 2018. – 252 .
5. Solidworks у завданнях 3D моделювання та інжинірингу технічних систем. Навч. посібник / В.Я. Ворошук, Т.М. Вітенько. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2021. 164 с.

## **Графічний дизайн пакування продукції, як одна з чотирьох функцій, які виконує харчова упаковка**

**Божинський Н.І., Копотілов М.В.,**

*ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»*

*м. Полтава, Україна*

**Вступ.** Сучасний стиль життя зумовлює потребу в наших споживчих потребах, що знаходить своє відображення в харчових упаковках. «Ми пройшли довгий шлях з моменту винаходу харчової упаковки від того, як це було простою посудиною для зберігання та транспортування за часів стародавніх цивілізацій» [6] до сучасного світу харчової упаковки, яка має велике та комплексне значення через кілька ключових причин і охоплюють декілька аспектів. В науковій статті О. Губеня зазначає: «Харчова упаковка виконує чотири функції: зберігання, захист, інформація на етикетці та зручність у використанні» [4, с. 2085].

**Актуальність** теми зумовлена важливістю пакування в сучасній харчовій промисловості. Упаковка не лише забезпечує захист продукту від зовнішніх впливів, продовжує термін його зберігання та гарантує безпеку споживачів, але й відіграє ключову роль у маркетингу та брендуванні. Графічний дизайн надає упаковці естетичної привабливості, допомагає виділити продукцію на полицях магазинів, а також передає споживачам важливу інформацію про продукт. У контексті глобалізації та зростаючої конкуренції на ринку, дизайн пакування стає критичним фактором для успіху бренду. Окрім того, дизайн упаковки впливає на екологічність та етичність бренду, що стає все більш важливим для сучасних споживачів.

**Матеріали та методи.** Досліджуючи одну з вищенаведених функцій харчової упаковки – інформація на етикетці, зазначимо, що сучасний графічний дизайн упаковки допомагає в підвищенні конкурентоспроможності підприємств харчової промисловості. Сучасні тренди графічного дизайну в упаковці орієнтовані на екологічність, зручність використання, естетичність і технологічні інновації.

Аналізуючи останні дослідження і публікації звернули увагу на К. Кітінг, який в статті «Мистецтво та наука ефективного дизайну харчової упаковки» пише, що «З точки зору як безпеки, так і привабливості для споживачів, було б важко переоцінити важливість дизайну харчової упаковки» [3]. Наприклад: Oatly – простий, але ефективний дизайн з великими шрифтами і графічними елементами, що підкреслюють екологічність та здоровий спосіб життя [8]. Coca-Cola - іконічний дизайн - використання червоного кольору і впізнаваного логотипу, що забезпечують високу впізнаваність бренду [2] та створює обмежені випуски дизайну на пляшках для свят, таких як Різдво [5]. Наприклад яскравим успішним впровадженням інновацій графічними дизайнерами є Heinz Tomato Ketchup. Heinz використав доповнену реальність AR-технології, щоб надати споживачам рецепти та кулінарні поради, коли вони сканують етикетку пляшки за допомогою смартфона [7].

Але, як інколи ми можемо бачити, дизайн упаковки з «інформацією про те, як переробити упаковку, згадується у дизайні в різних місцях і в різних форматах на різних упаковках або навіть не згадується взагалі» (Рис. 1) [1].

**Результати та обговорення.** Досліджуючи особливості графічного дизайну на різних матеріалах для упаковки у харчовій промисловості зазначаємо, що дизайн має свої особливості реалізації які значно залежать від вибору матеріалів. Кожен матеріал має свої унікальні властивості та обмеження, що впливають на процес дизайну та кінцевий результат. Розглянемо основні матеріали, які використовуються для упаковки, і специфіку графічного дизайну на них (див. табл.1).



**Рисунок 1. Інформація про переробку, яка з'являється в різних місцях (показано чорними лініями на лівій і середній панелях) та жодної інформації, яка не надається (права панель) [1].**

Ретельно дослідивши, що графічний дизайн упаковки значно залежить від вибору матеріалу, кожен з яких має свої унікальні властивості та виклики, прийшли до висновку, що розуміння цих особливостей дозволяє дизайнерам створювати ефективні та привабливі рішення, що підкреслюють переваги харчових продуктів та задовольняють потреби споживачів. Від паперових та картонних упаковок до пластикових, скляних, металевих та композитних матеріалів – кожен матеріал надає можливості для творчого підходу та інновацій у дизайні.

Результати дослідження показали, що графічний дизайн має значний вплив на створення ефективного пакування та забезпечення безпеки харчової продукції. Основні результати нашого дослідження включають:

1. Привабливе пакування підвищує привабливість продукції, візуально привертає увагу споживачів та сприяє збільшенню продажів. Використання чітких шрифтів, яскравих кольорів, та оригінальних графічних елементів створює позитивний образ продукту, що підвищує його конкурентоспроможність.

2. Графічний дизайн упаковки покращує інформативність та дозволяє чітко та зрозуміло передавати інформацію про продукт, його терміни придатності та склад, та інші важливі дані.

3. Безпека продукту завдяки використанню спеціальних графічних елементів, таких як голограми, штрих-коди та QR-коди, що сприяє захисту продукту від підробок та забезпечує можливість відстеження його походження.

4. Екологічність упаковки. Інноваційні дизайнерські рішення, такі як використання екологічно чистих матеріалів та мінімізація відходів, підвищують екологічну свідомість споживачів та зміцнюють репутацію бренду.

Результати дослідження підтверджують, що графічний дизайн є невід'ємною складовою успішного пакування харчових продуктів, що сприяє підвищенню їхньої конкурентоспроможності на ринку. Важливість естетичних та функціональних аспектів графічного дизайну в процесі створення упаковки не можна недооцінювати.

Майбутні дослідження вивчення значення і впливу графічного дизайну у створенні упаковки харчової продукції на поведінку споживачів та ефективність маркетингових стратегій може стати актуальною темою для подальших досліджень. Це дозволить глибше зрозуміти взаємозв'язок між дизайном упаковки та конкурентоспроможністю харчової продукції.

Таблиця 1

Особливість дизайну на різних матеріалах для упаковки

№ з/п	Матеріали	Особливості матеріалу для упаковки	Приклади дизайнерських рішень
1.	Папір та картон	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Легкість обробки та друку.</li> <li>- Екологічність, можливість переробки.</li> <li>- Широкий вибір текстур та фінішних покриттів (матові, глянцеві, текстуровані).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Картонні коробки для чаю – дизайн може включати складні ілюстрації та текстуровані поверхні, що підкреслюють натуральність та якість продукту.</li> <li>- Використання тиснення та фольгування для привернення уваги на полицях магазинів та додання елегантності.</li> <li>- Друк на внутрішній стороні упаковки для створення елемента несподіванки.</li> </ul>
2.	Пластик	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Прозорість та гнучкість.</li> <li>- Стійкість до вологи та пошкоджень.</li> <li>- Висока міцність при відносно невеликій вазі.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Дизайн на пластикових пляшках для напоїв може використовувати яскраві кольори та прозорі етикетки, що дозволяють бачити продукт всередині створюючи ефект «відкритості».</li> <li>- Друк на контейнерах для молочних продуктів може включати багатошарові етикетки з додатковою інформацією про продукт, таку як рецепти чи історія бренду.</li> <li>- Інтеграція QR-кодів для додаткової інформації чи акцій.</li> </ul>
3.	Скло	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Абсолютна бар'єрність для газів та рідин.</li> <li>- Можливість повторного використання та переробки.</li> <li>- Висока стійкість до хімічних</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Дизайн етикетки на скляних банках для джемів та соусів можуть бути мінімалістичними, з акцентом на прозорість та натуральність продукту.</li> <li>- Використання елегантних шрифтів та класичних кольорів для створення престижного образу.</li> <li>- Друк безпосередньо на пляшках для вина на склі для створення відчуття преміальності.</li> </ul>
4.	Метал	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Висока міцність та стійкість до механічних пошкоджень.</li> <li>- Відмінний бар'єр для світла та повітря.</li> <li>- Можливість створення герметичних упаковок.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Використання ретро-дизайну на коробках для печива для створення відчуття ностальгії та високої якості.</li> <li>- Використання дизайнерських рішень на металевих коробках це тиснення та лиття для створення унікальних текстур.</li> <li>- Використання яскравих фарб та лаків для створення блиску та привабливості.</li> </ul>
5.	Композитні матеріали	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Поєднання властивостей декількох матеріалів для покращення захисних та естетичних якостей.</li> <li>- Часто використовується для упаковки з високими вимогами до зберігання продукту.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Дизайн на Тетра Пак – можливість дизайну, який може включати яскраві кольори та великі ілюстрації фруктів.</li> <li>- Дизайнерські рішення на ламінованих пакетах для кави – це зовнішній шар, який може мати глянцеве або матове покриття, що додає естетичної привабливості.</li> <li>- Використання інтерактивних елементів: AR-коди для взаємодії з покупцем.</li> <li>- Друк на всіх поверхнях упаковки для максимального використання рекламного простору.</li> </ul>

**Висновки.** Таким чином, при дослідженні можливостей графічних дизайнерів і поліграфії можна зупинитися на тому, що дизайн упаковки для харчових продуктів є важливою складовою сучасного ринку. Дизайнери допомагають створити упаковки, які задовольняють потреби як виробників, так і споживачів. Дійшли до висновку, що графічний дизайн є ключовим фактором у створенні успішної упаковки для харчових продуктів, що забезпечує їхню безпеку та підвищує конкурентоспроможність підприємств харчової промисловості.

**Особистий внесок авторів.** Особистий внесок Копотілова М. В. полягає у дослідженні однієї з чотирьох функцій харчової упаковки – дизайн інформації на етикетці. Особистий внесок Божинського Н.І. полягає у простеженні вирішальної ролі графічного дизайну у створенні харчової упаковки.

## Література

1. Babak Nemat, Mohammad Razzaghi, Kim Bolton, Kim Bolton, Kamran Roust, The Potential of Food Packaging Attributes to Influence Consumers' Decisions to Sort Waste, *Journal Sustainability* 2020, 12(6). URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/6/2234> (дата звернення: 25.07.2024)
2. Coke solutions. Coca-Cola: <https://www.cokesolutions.com/products/brands/coca-cola/coca-cola.html> (дата звернення: 24.07.2024)
3. Keating K., Pkg branding The Art and Science of Effective Food Packaging Design, «WeListen» Blog. URL: <https://www.pkgbranding.com/blog/the-art-and-science-of-effective-food-packaging-design> (дата звернення: 24.07.2024)
4. Kostova I., Lasheva V., Georgieva D., Damyanova S., Fidan H., Stoyanova A, Gubenia O. Characterization of active paper packaging materials with coriander essential oil (coriandrum sativum l.) *Journal of Chemical Technology & Metallurgy* 55(6) 2020, pp. 2085-2093. URL: [https://journal.uctm.edu/node/j2020-6/16\\_20-08\\_p\\_2085-2093.pdf](https://journal.uctm.edu/node/j2020-6/16_20-08_p_2085-2093.pdf) (дата звернення: 25.07.2024)
5. MMR. Coca-Cola нагадала про символи Різдва у новій святковій айдентиці: <https://mmr.ua/show/coca-cola-nagadala-pro-symvol-y-rizdva-u-novij-svyatkovij-ajdentyczi> (дата звернення: 25.07.2024)
6. Nextdayflyers, The History of Food Packaging: <https://www.nextdayflyers.com/the-evolution-of-food-packaging-a-timeline.html#:~:text=In%203500%20BC%2C%20the%20Ancient,dried%20it%20in%20the%20sun.> (дата звернення: 25.07.2024)
7. ResearchGate: [https://www.researchgate.net/figure/a-Heinz-Tomato-Ketchups-hidden-recipes-with-AR-with-permission-of-Blippar\\_fig1\\_329254540](https://www.researchgate.net/figure/a-Heinz-Tomato-Ketchups-hidden-recipes-with-AR-with-permission-of-Blippar_fig1_329254540)
8. Milk and more: <https://www.milkandmore.co.uk/Dairy-Free/Oat-Drinks/Oatly-Oat-Drink%2C-Chilled-Whole%2C-1L/p/77197> (дата звернення: 24.07.2024)

УДК 658.3:658.51

## Застосування інструментів Lean-мислення для релокації операторів ринку харчової продукції під час повномасштабного вторгнення

Сокол Є.В., Пащенко Б.С.

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

**Вступ.** Протягом війни в Україні багато підприємств, зокрема у харчовій промисловості, були змушені релокуватися через активні бойові дії, загрозу окупації та безпеці персоналу. Низка операторів ринку харчової продукції зіткнулися із серйозними викликами: як забезпечити співробітників, продовжувати роботу, у тому числі під обстрілами, виплачувати заробітну плату та податки в бюджет задля підтримання національної економіки. За статистичними даними понад 800 підприємств тільки за перші півтора року від початку повномасштабного вторгнення переїхало у більш безпечні регіони держави [1].

**Актуальність теми.** В цьому контексті застосування Lean-мислення стало важливим інструментом для забезпечення безперервної роботи під час релокації, зменшення втрат та оптимізації процесів. У період кризи такого рівня Lean підхід допомагає зробити процеси більш адаптивними та ефективними, дозволяючи оператору ринку зберегти конкурентоспроможність та пристосуватися до нових умов. Багато з них зіткнулися з проблемами на кшталт логістичних труднощів, пошуку нових співробітників, необхідністю заново відбудовувати виробничі потужності, але завдяки інструментам Lean-мислення низка харчових підприємств змогли швидко адаптуватися і відновити виробництво в безпечніших регіонах.

**Матеріали та методи.** На ринку харчової продукції, коли збої в ланцюгах постачання можуть мати катастрофічні наслідки для забезпечення продовольчої безпеки, виробники повинні оперативнo адаптуватися до нових умов і мінімізувати вплив зовнішніх чинників, таких як відсутність доступу до основних сировинних ресурсів чи труднощі з постачанням. Інструменти Lean-методології дозволяють активно впроваджують нові стратегії та адаптувати виробничі процеси, що дозволяє не лише втримати виробничий ритм, але й підвищити якість продукції на нових виробничих майданчиках. Серед основних переваг, що внаслідок цього набувають оператори ринку харчової продукції є:

- Аналіз і оптимізація процесів.
- Зменшення втрат (Muda).
- Гнучкість та адаптивність (метод Just-in-Time – JIT).
- Командна робота та залученість працівників.
- Підвищення якості продукції та процесів (Kaizen та Poka-Yoke).
- Планування та проактивність.

**Результати та обговорення.** Lean-мислення допомагає ідентифікувати та мінімізувати витрати в процесах *під час їх аналізу та оптимізації*. Це важливо також і під час релокації, оскільки підприємства, що переміщуються, часто стикаються з обмеженими ресурсами, логістичними проблемами та нестабільністю. Lean-підхід дозволяє визначити ключові етапи процесів, які можна спростити або виключити, оптимізувати використання робочої сили, матеріалів та часу, а також створити карти процесів (VSM) [1], щоб якісно відслідковувати виробничі потоки та витрати.

Lean також фокусується на зменшенні *всіх типів втрат ("Muda")*: надлишкових запасів, транспортування, очікувань, неефективної роботи, тощо. Під час релокації це допомагає зменшити час простою та очікування при переміщенні обладнання чи виробничих ліній, зменшити витрати на перевезення матеріалів і персоналу, оптимізувати інвентар і уникнути надлишкових запасів на новій локації.

Під час релокації оператори ринку змушені *адаптуватися* до нових умов, що змінюються внаслідок бойових дій, транспортних труднощів або змін в інфраструктурі. Lean допомагає

створити гнучку систему, яка легко адаптується до змін через використання методів *JIT* (для управління інвентарем), *діаграми Snagetmi* (для ефективного планування виробничих приміщень), *TPM (Total Productive Maintenance)* та *SMED* (для догляду за обладнанням [3]), що зменшує втрати та допомагає швидко адаптуватися в умовах нового регіону; оцінку потреб ринку, задля максимально ефективного виробництва відповідно до поточних умов.

Lean-підхід *стимулює залучення всіх рівнів працівників* у процеси прийняття рішень і покращення, створює ефективну комунікацію між різними підрозділами та командою, забезпечує тренування та навчання працівників, щоб вони швидко пристосовувалися до нових умов. Це особливо важливо під час релокації, оскільки різні частини команди є розпорошеними, демотивованими, працюють в складних умовах, тощо.

Інструменти Lean-мислення, такі як *Kaizen (постійне покращення)* та *Poka-Yoke (запобігання помилкам)* [3], допомагають зберегти або підвищити якість продукції під час релокації. Це дозволяє швидко виявляти проблеми на новому місці та оперативно вирішувати їх, створювати процеси, які запобігають помилкам, що є критично важливим в умовах обмежених ресурсів.

Lean-мислення допомагає оператору ринку *ефективно організувати релокацію*, що передбачає:

- чітке планування кожного етапу релокації: від демонтажу обладнання до його транспортування та встановлення на новому місці.
- оцінку ризиків та можливостей, що зменшує потенційні труднощі.

Для ефективної релокації виробничих потужностей оператора ринку харчових продуктів із застосуванням інструментів Lean важливо виконати дев'ять послідовних кроків наведених на рисунку 1 [4].

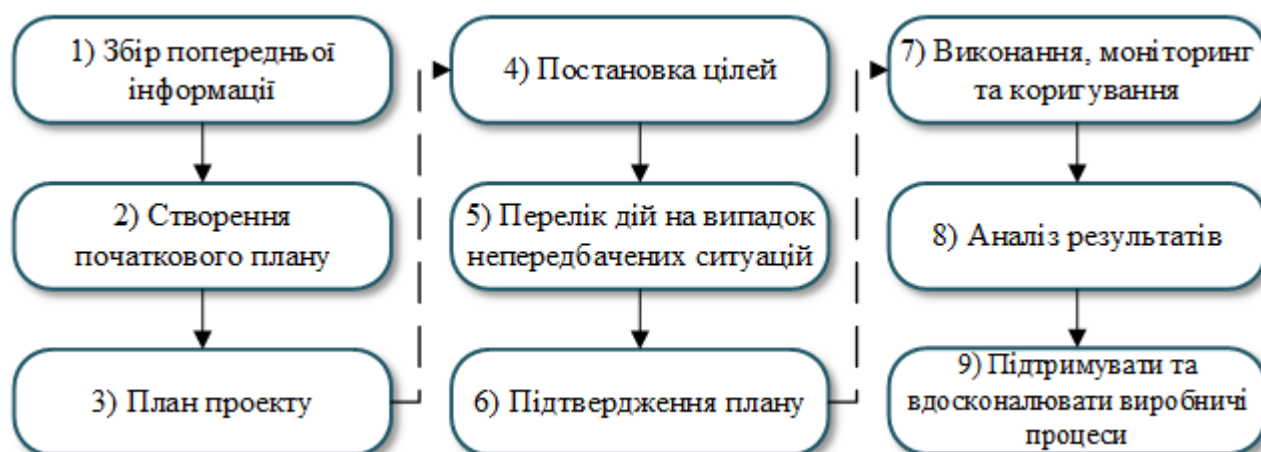


Рисунок 1. Дев'ять етапів успішної релокації оператора ринку харчових продуктів

Під час першого кроку враховується перспективи виробництва; можливість подальшого розбудовування потужностей, якщо виникне така потреба; екологічні та правові аспекти розміщення, а також можливості збереження старих та рекрутинг нових співробітників.

Другий крок передбачає створення початкового плану релокації та остаточне місце розташування потужностей виробництва.

Під час третього кроку створюється початковий план проекту будівництва (для нового приміщення) або реорганізації існуючого (орендованого чи придбаного) місця. Він обов'язково включає в себе обґрунтовані очікування щодо часу, необхідного для кожного кроку, модульний підхід, перелік та затвердження відповідальних осіб, а також необхідні для цього компоненти (робоча сила, обладнання тощо).

Четвертий крок передбачає чітке визначення та калькуляцію рівня потужності релокованого виробництва, а також узгодження цілей з усіма постачальниками послуг (собівартість, терміни, розширення чи звуження асортименту харчової продукції, тощо).

Під час *п'ятого кроку* розробляється алгоритм дій на випадок надзвичайних ситуацій, який враховує проблеми з роботою обладнання, загрози військового та техногенного характеру, зниження попиту серед споживачів, загрози дефіциту робочої сили, тощо.

*Шостий крок* передбачає створення контрольного чек-листа та перевірки успішного проходження попередніх кроків релокації.

*Сьомий крок* передбачає завершення процесу фізичного переміщення виробничих потужностей, безпосередній запуск виробництва з подальшим його налаштуванням, постійними моніторингом та коригуванням роботи (за необхідності).

Під час *восьмого кроку* застосовується інструмент «післяпроектний огляд», або» огляд після завершення проекту» (After-Action Review – AAR), що передбачає визначення та оцінку результатів: дотримання строків та бюджету релокації, виконання цілей та очікувань проекту, наявність незапланованих позитивних змін чи результатів.

*Останній крок* передбачає подальше постійне вдосконалення та підтримання ефективної роботи оператора ринку харчової продукції, наприклад, за допомогою інструментів Lean (SOP, 5S, Kanban, тощо).

Серед операторів ринку харчової продукції України, що використали інструменти Lean-мислення для під час релокації: ряд підприємств, що входять до групи компаній МХП, частина потужностей холдингу АВК, м'ясокомбінату Ятрань, ПрАТ «Чумак» та низка менших за об'ємом виробників.

Після початку російського вторгнення у 2014 році через бойові дії було втрачено контроль над Луганською та Донецькою кондитерськими фабриками АВК. Основні виробничі потужності було зосереджено в м. Дніпро, компанія відновила виробництво ключових брендів у 2016-2017 роках. ПрАТ «Чумак» зупинив виробництво 24 лютого 2022 року, побоюючись тиску з боку російської армії. Із кінця 2022 початку - 2023 року виробництво відновлено, зокрема томатні соуси виробляють у м. Луцьк, майонези випускаються на потужностях запорізької Delta Food, яку було перенесено до м. Тернопіль, соуси – на столичному заводі виробника Olkom Group, макаронні вироби і частину видів томатної пасти – на заводах у Туреччині та Італії відповідно [5].

Зазначені підприємства, використовуючи принципи Lean-мислення, змогли досить швидко адаптуватися і відновити свою діяльність на ринку харчової продукції України.

**Висновки.** Застосування Lean-мислення у процесі релокації виробничих потужностей допомагає операторам ринку харчової продукції зменшити втрати, пов'язані з їх переміщенням та логістичними викликами, зберегти або навіть підвищити ефективність виробничих процесів у нових екстремальних умовах, підвищити гнучкість та адаптивність компанії до непередбачуваних змін на ринку, оптимізувати витрати і запаси, зосередивши ресурси на ключових виробничих процесах, що, в свою чергу, доводить дієвість його інструментів для підприємств харчової галузі, які стикаються з подібними викликами під час повномасштабного вторгнення росії в Україну.

## Література

1. 840 підприємств в Україні переїхали через війну у безпечні регіони. *OpenDatabot*. URL: <https://opendatabot.ua/analytics/relocation-in-war> (дата звернення: 11.08.2024).
2. 10 порад для побудови карти потоку. *Lean Institute Ukraine*. URL: <https://lean.org.ua/vsm-tips> (дата звернення: 12.08.2024).
3. Brau S. J. *Lean Manufacturing 4.0: The Technological Evolution of Lean*. Scotts Valley: CreateSpace Independent Publishing Platform, 2017. 140 p.
4. Manufacturing Plant Relocation in 9 Steps. *MTG: Manufacturing Improvement Blog*. URL: <https://www.mtg-transform.com/blog/manufacturing-plant-relocation-guide> (дата звернення: 16.08.2024).
5. Війна забрала у бренду «Чумак» завод, експорт і майже 1 млрд грн виторгу в Україні. Як компанія перевинайшла себе. *Forbes Ukraine*. URL: <http://surl.li/zdpgcx> (дата звернення: 16.08.2024).

## Технології аналогів м'яса: сучасні тренди та прогнозовані перспективи

Вербицький С. Б., Пацера Н. М., Козаченко О. Б.

*Інститут продовольчих ресурсів НААН, м. Київ, Україна*

**Вступ.** Поступальний розвиток харчової промисловості в сучасних умовах неможливий без залучення інноваційних технічних і технологічних рішень, спрямованих на гарантування харчової безпечності та належної економічної ефективності продукції [1]. У рамках інноваційних харчових технологій стає все більш характерним щонайширше комбінування різноманітних компонентів та створення продуктів, революційних щодо уставленої їх номенклатури. До зазначених продуктів цілком можна причислити заміники м'ясної сировини. Вони, у більш чи менш повній мірі, можуть скласти альтернативу надмірному споживанню м'ясних продуктів, що створює проблеми, пов'язані зі здоров'ям населення, довкіллям, етичними питаннями тощо. Найтипівішими на сьогодні та найбільш відпрацьованими у технологічному та маркетинговому сенсі є аналоги м'яса продуктовані з рослинної білкової сировини – насамперед, з гороху та сої. Також розроблено та освоєно виробництво аналогів м'яса, отримуваних шляхом культивування його тканин в особливих умовах, а також м'яса, продуктованого з грибних тіл, біомаси комах (борошняних хробаків, цвіркунів, коників та ін.) чи мікроводоростей. Втім, щодо останніх згаданих різновидів аналогів м'яса спостерігається вельми низька прийнятність із боку споживачів. На сьогодні, аналоги м'яса на основі рослинних білків є найбільш репрезентативними і найбільш прийнятними для споживачів. Екструзія є найбільш використовуваним методом отримання рослинних аналогів м'яса, але сенсорні властивості: смак, аромат, текстура, ніжність аналогів м'яса мають бути схожими на м'ясо тварин, щоб задовольнити споживачів [2].

Причинами для росту споживання рослинних білків у світовій продовольчій системі є численні епізоотії, хронічна нестача тваринного білка, розширення попиту на продукти здорового харчування, а також на продукти, що відповідають релігійним канонам різних конфесій. Важливим чинником є також стабільно нижча вартість білків рослинного походження порівняно з білками тваринними. Вживання продукції тваринного походження вимагає значно більшої кількості ресурсів довкілля на калорію порівняно з раціоном, базованим на зернових, тобто для виробництва 1 кг м'яса необхідно від 2 до 15 кг рослинних продуктів. Розроблення нових продуктів харчування, прийнятних для споживачів, саме по собі, є непростим завданням, проте ще важче розробити продукти на заміну м'яса – харчової сировини, цінної для дуже багатьох споживачів. До того ж, аналоги м'яса дозволяють зменшити негативний вплив на довкілля промислового виробництва м'яса, споживаного людиною [3].

Альтернативні м'ясні продукти, що продовжують набувати своїх прихильників серед споживачів [4], не є продуктами забою тварин, тобто не є м'ясом згідно з нормативною термінологією, вживаною в рамках технічного регулювання. Аналоги м'яса, у тій чи іншій мірі, імітують його органолептичні та технологічні властивості. У широкому сенсі, розробки рецептури та технологій аналогів м'яса, їхнє виробництво та масове постачання на продовольчий ринок є одним з напрямків подолання дефіциту білка, який належить до щонайважливіших нутрієнтів у харчуванні людини [5,6].

Відповідно до чинного Закону України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів» [7] новітніми вважають харчові продукти, що не перебували в обігу в Україні станом на певну дату і характеризуються низкою ознак. Типових аналогів м'яса стосуються такі з них: новітній харчовий продукт може бути вироблений з рослин або їхніх частин, з тварин або їхніх частин, виділений чи вироблений з культури клітин або культури тканин, отриманих із тварин, рослин, мікроорганізмів, грибів або водоростей [8].

**Матеріали та методи.** Оцінювання сучасних трендів та оцінювання перспектив виробництва та використання рослинних, культивованих та інших відомих аналогів м'яса

становить предмет цієї доповіді. Для її підготовки використовували системний підхід до досліджень фактологічних матеріалів, зокрема наукової та науково-практичної літератури, нормативно-правових актів, нормативних документів тощо; абстрактно-логічний підхід щодо узагальнення результатів дослідження та формулювання висновків.

**Результати та обговорення.** Щодо аналогів м'яса з сировини рослинного походження можна зазначити наступне. Китайська та індійська цивілізації споживали оброблені рослинні білкові продукти тисячі років тому. З давніх часів ці країни споживали рослинні білкові продукти, такі як тофу та ін. Текстуrowаний рослинний білок був розроблений у 1960-х роках і використовувався як основний інгредієнт для веганських версій м'ясних страв, таких як бургери та бекон. Це був початок розроблення аналогів м'яса на рослинній основі – зокрема, такими відомими компаніями, як Impossible Foods та Beyond Meat. Існує кілька типів аналогів м'яса на рослинній основі, кожен з яких має схожу структуру, схожий запах і навіть кривавий вигляд, що імітує тваринну сировину, що є дуже популярним серед споживачів [9].

Рослинні аналоги м'яса доцільно продукувати з білків бобових культур (рис. 1), що обумовлено їхніми піноутворювальними та гелеутворювальними властивостями. Водночас білки сої, гороху та інших бобових через певні структурні відмінності мають нижчу засвоюваність порівняно з білками тваринного походження. Структура рослинного білка бобових та притаманна ним велика кількість клітковини негативним чином впливають на процес травлення. Втім, є методи покращення властивостей, що уповільнюють перетравлення білків бобових культур [10-12]. Бобові, а також пшеницю, піддають початковому екстрагуванню, нагріванню, екструзії та охолодженню для отримання текстури, що нагадує м'ясо. Цьому також сприяє додавання інших інгредієнтів, наприклад, ароматизаторів і барвників, щоб імітований продукт мав аромат, смак та зовнішній вигляд натурального м'яса. Інколи додають буряковий сік для імітації кольору крові або кокосову олію для імітації тваринного жиру, що забезпечує характерне шипіння при приготуванні на грилі [5]. Засадам здорового харчування, суперечить досить високий вміст в цих продуктах натрію, спричинений активним застосуванням його у добавках, які формують текстуру та смак зазначених аналогів м'яса [13].

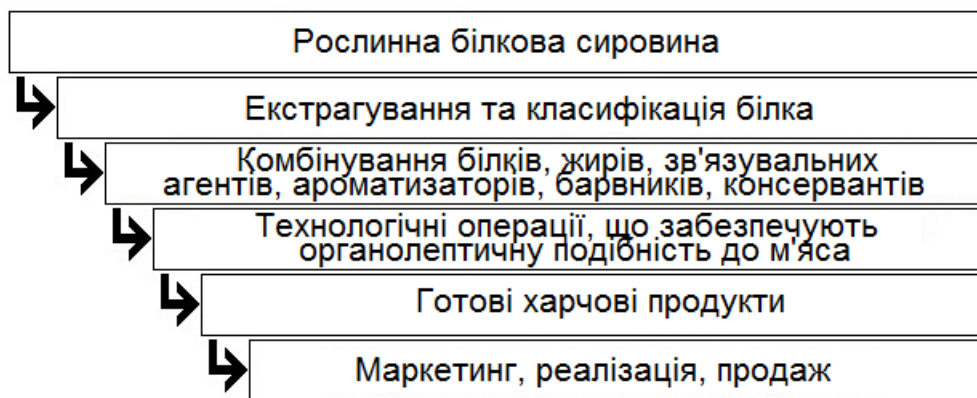


Рис. 1. Схема виробництва аналогів м'яса з рослинної сировини

Щоб задовольнити зростаючий світовий попит на м'ясо і, водночас, скоротити викиди парникових газів, необхідний перехід на вуглецево-нейтральне м'ясо та відхід від традиційного тваринництва [14]. Потенційним рішенням може стати виробництво культивованого м'яса, яке одержують із зразків тканин живих тварин і копіюють традиційне м'ясо з використанням методів культивування (стовбурових) клітин та тканин [15]. Культивоване м'ясо, що з'явилося в 2011 році, все ще не є досить відпрацьованою технологією, яка стикається з багатьма економічними та біотехнологічними проблемами для досягнення масштабного ресурсоефективного та рентабельного виробництва аналогів м'яса, безпечних для споживання людиною. Багато операцій виробничого процесу (рис. 2) ще слід оптимізувати, особливої уваги, у сенсі ефективності, вартості та економічності, потребують

застосовувані живильні середовища [16], до яких для розмноження вносять спеціально відібрані клітини. З них за контрольованих умов для отримують тканини. Поживні речовини, які не синтезуються м'язовими клітинами, як от залізо та вітамін В12, додають до культурального середовища для того, щоб продукти з культивованого м'яса мали вищу харчову цінність, подібну до поживної цінності звичайного м'яса. Хоча культивоване м'ясо та продукти з нього сьогодні вже є комерційно доступними, нинішня технологія їхнього виробництва вимагає багато часу, є дуже трудомісткою і вартісною, що знижує економічний інтерес до великомасштабного виробництва такої продукції. Є сенс використовувати культивоване м'ясо для виготовлення оброблених або подрібнених м'ясних продуктів, наприклад гамбургерів або ковбас, оскільки при культивуванні набагато простіше отримати невеликі його шматочки – менше кубічного сантиметра за об'ємом [5,13].



Рис. 2. Схема виробництва культивованого м'яса – адаптовано з [8,17]

Гриби можуть бути відмінною альтернативою м'ясу, оскільки є подібними до нього з точки зору харчової цінності, текстури та смаку. Гриби також містять велику кількість білка і мають високу швидкість росту і розмноження, а процес їхнього виробництва є не настільки тривалим, традиційне вирощування тварин. Гриби також виробляють мікопротеїн, який може бути використаний для виробництва альтернативного м'яса. Сьогодні для виробництва м'яса на основі грибів доступні два методи виробництва: повітряний міцелій та обробка грибів за високої температури. Хоча обидва методи посприяли успішному масовому виробництву, якість грибного м'яса відрізняється і залежить від виду грибів, що відрізняються харчовою цінністю, токсичністю, безпечністю та швидкістю зростання [18]. Є пропозиції фахівців для точнішого імітування характерних властивостей тканини м'яса не йти шляхом процесової трансформації грибної маси відомих видів, а спеціально створювати гриби з необхідними цільовими характеристиками, використовуючи методи генної інженерії.

Відомим є ще один вид аналогової сировини, який отримують шляхом біотехнологічних перетворень білків молока з утворенням просторових структур, що імітують м'язову тканину натурального м'яса. Такі аналоги м'яса мають свої цілком певні переваги та недоліки. До

останніх слід віднести досить проблематичну доцільність використання для виробництва аналогового м'яса цінної молочної сировини, а також складність застосовуваного біотехнологічного процесу із залученням дорогих компонентів – ферментів та ін. позитивними технолого-економічними чинниками налагодження виробництва аналогового м'яса з молочної сировини є близькість складу молочного білка, що також є продуктом тваринного походження, а також можливість виробляти суху білкову добавку до ковбас у період великого молока, дозволяючи здійснювати своєрідне його консервування. Ще одним позитивним чинником є можливість отримання специфічних прийнятних для споживачів аналогових м'ясних фаршевих виробів смаків, характерних для таких відомих продуктів як молочна ковбаса та молочні сосиски.

Обмежений обсяг цього матеріалу не дає змоги зупинитися на аналогах м'яса, продуктованих з водоростей та біомаси різноманітних комах. Хочеться тільки зауважити, що застосування зазначеної сировини є, м'яко кажучи, малоприйнятним для споживачів, що представляють європейські народи, і тому перспективність таких продуктів ввижається досить сумнівною.

**Висновки.** Виконаний літературний пошук та систематизація накопиченої наукової та технічної інформації дають підстави стверджувати, що різноманітні аналоги м'яса, тобто харчові продукти, створені для імітування, з тією чи іншою метою, натуральної м'язової тканини тваринного походження та її характерних ознак – від органолептичних характеристик до харчової цінності.

Найтипівішими на сьогодні та найбільш відпрацьованими у технологічному та маркетинговому сенсі є аналоги м'яса продуктовані з рослинної білкової сировини – насамперед, з гороху та сої. Численні зразки аналогів м'яса із зернобобових широко представлені у торговельних мережах України. Останнім часом численними є спроби налагодити виробництво аналогів м'яса з грибів – як шляхом процесової трансформації грибної маси відомих видів, так і завдяки створенню грибів з необхідними таргетними характеристиками, використовуючи методи генної інженерії.

Іншим технологічним рішенням є виробництво культивованого м'яса, яке одержують із зразків тканин тварин і копіюють традиційне м'ясо з використанням методів культивування (стовбурових) клітин та тканин. Культивоване м'ясо щонайповнішим чином відтворює тканини, отримувані від забійних тварин – як традиційних сільськогосподарських видів, так і екзотичних або нетрадиційних. Втім, широкому розповсюдженню технології культивованого м'яса стають на заваді не тільки технічні складнощі, а й вельми скептичне ставлення споживачів до зазначеного способу виробництва альтернативного м'яса – як на підставі можливої шкоди такого продукту для здоров'я, так і виходячи з етичних міркувань.

Отже, виробництво різноманітних аналогів м'яса, попри певні складнощі, є перспективним напрямом у сенсі гарантування продовольчої безпеки, щадного ставлення до довкілля та забезпечення населення різноманітними поживними харчовими продуктами.

## Література

1. Balian A., Sychevsky M., Kovalenko O., Yashchenko L., Verbytskyi S. The influence of globalization processes on the innovative development of the food industry of Ukraine in the phases of business cycles. *Agricultural Science and Practice*. 2019. No. 6(3). P. 63-76.
2. Nichita A., Tylewicz U., Popa M. E. Transition to the future: meat analogues & cultured meat. *AgroLife Scientific Journal*. 2023. No. 12(1). P. 132-142.
3. Joshi V. K., Kumar S. Meat Analogues: Plant based alternatives to meat products – A review. *International Journal of Food and Fermentation Technology*. 2015. No. 5.2. P. 107-119.
4. Jimenez MF. Perspectivas de carne cultivada y carne vegetal. *Carnetec*. 22.02.2022 Recurso electronico: <https://www.carnetec.com/Industry/Blogs/Details/97469> (Visitado 16.08.2024).
5. Вербицький С. Б., Пацера Н. М. Альтернативне м'ясо: вимушений ерзац чи інноваційна їжа майбутніх часів? *World of Food*. 2024. No. 3. С. 20, 21.

6. Пацера Н.М., Вербицький С.Б. Рослинні аналоги м'яса: сучасний стан і перспективи технічного регулювання. *Навчально-науковий інститут природничих і аграрних наук: Дні науки – 2024: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції / ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка. – Полтава: ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2024. С. 135-137*
7. Закон України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів» від 23.12.1997 р. № 771/97-ВР. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/771/97-%D0%B2%D1%80#Text>.
8. Вербицький С., Пацера Н, Вдовиченко І. Аналоги м'яса: технології, шляхи використання та перспективи стандартизації. *Промисловість та крафт для HoReCa в туризмі: досвід, проблеми, інновації: Програма та матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції, 23-24 травня 2024 р., Київ. – К.: НУХТ, 2024р. С. 188-191.*
9. Uppal A., Kanjilal A., Nath M., Das T., Mondal S., Ghosal S. A Review of Recent Advances in Plant-Based Meat Processing. *Journal of Survey in Fisheries Sciences*. 2023. No. 10(1S). P. 6146-6153.
10. Ismail B. P., Senaratne-Lenagala L., Stube A., Brackenridge A.. Protein demand: review of plant and animal proteins used in alternative protein product development and production. *Animal frontiers*. 2020. No. 10(4). P. 11.
11. Mazur M., Bulgaru V., Celac V., Şensoy. I, Ghendov-Mosanu. A. The use of vegetable-derived proteins for new food products. *Journal of Engineering Science*. 2023. No. 30(4). P. 111-123.
12. Sim S. Y. J, Srv A., Chiang J. H., Henry C. J. Plant Proteins for Future Foods: A Roadmap. *Foods*. 2021. No. 10. P. 1967.
13. Safe Food for All. Hong Kong, Centre for Food Safety, 2024, Electronic resource; [https://www.cfs.gov.hk/english/consumer\\_zone/other\\_foodsafety/Plant-based\\_Meat\\_and\\_Cultured\\_Meat.html](https://www.cfs.gov.hk/english/consumer_zone/other_foodsafety/Plant-based_Meat_and_Cultured_Meat.html) (Visited 16.08.2024).
14. Simdi H., Seker A. A change is gonna come: will traditional meat production end? *Environ Sci Pollut Res*. 2022. No. 29. P. 30470-30485.
15. Post M. J., Levenberg S., Kaplan D. L., Genovese N., Fu J., Bryant C. J., Negowetti N., Verzijden K., Moutsatsou P. Scientific, sustainability and regulatory challenges of cultured meat. *Nature Food*. 2020. No. 1(7). P. 403-415.
16. Hubalek S., Post M. J., Moutsatsou P. Towards resource-efficient and cost-efficient cultured meat. *Curr. Opin. Food Sci*. 2022. No. 47. P. 100885.
17. Ovissipour R. Cell Line Development. Medford, MA: The National Institute for Cellular Agriculture. 2024. <https://sites.tufts.edu/usdacellag/program-overview/cell-line-development/>.
18. Kee W. K., Hock O. G., Yee S. L. S., Er L. K. Application of fungi as meat alternatives in industry: mini review. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*. 2022. Vol. 10(4). P. 728-736.

УДК 621.798

## **Перспектива застосування структурно-параметричного синтезу для проектування функціональних модулів машин-автоматів пакування штучних харчових продуктів**

**Кохан А.А., Кривопляс-Володіна Л.О.**

*Національний університет харчових технологій, Київ, Україна*

Глобальна модель сталого розвитку суспільства визначає баланс трьох складових: людина/екологія/економіка, серед яких людина-споживач виходить на перше місце, а задоволення її потреб та покращення її життя стають найліпшими індикаторами ринкових відносин, які залежать від багатьох факторів.

За всі роки свого існування людство поки що не знайшло кращого інформаційного комунікатора для продажу продукції, ніж її упаковка [1].

Для створення упаковки в технологічному процесі задіяно три складові – продукт, пакувальний матеріал, пакувальна машина.

Сучасні зразки пакувальних машин -це складні технологічні системи, побудовані на агрегатно-модульному принципі. Тенденцією розвитку пакувальних машин передбачено, що новітні зразки такого обладнання – інтегральні технічні комплекси, створені на базі мехатронних та адаптронних модулів, кожен з яких є як функціонально, так і конструктивно самостійним виробом із великою кількістю синергетично зв'язаних між собою характеристик та параметрів, призначені для реалізації технологій пакування [2].

Методологія проектування пакувальних машин із мехатронних та адаптронних функціональних модулів подібна до існуючих методологій проектування технічних систем, але має суттєві відмінності у виконуваних функціях, що потребує проведення додаткових фундаментальних досліджень як структури машин і їх модулів, так і їх конструкційних та експлуатаційних характеристик.

З точки зору об'єкту пакування під штучною продукцією розуміють виріб, вага якого відповідає величині дози продукції, що формується під час виготовлення виробу, або визначається статичним зважуванням під час пакування.

До штучної продукції можна віднести хлібобулочні вироби, шматки м'яса із риби, птиці, великої та малої худоби, молочнокислі продукти (сири) тощо. Цей сегмент об'єкту пакування складає 10-15% від всіх видів об'єктів пакування в харчовій та біотехнологічній промисловостях.

Основними способами пакування такої продукції є:

- розміщення у споживчій тарі;
- розміщення у рукаві плівки, з якої виготовляється споживча упаковка;
- обгортання гнучкими пакувальними матеріалами;
- комбінований спосіб пакування.

Поряд із цим, в пакувальних машинах-автоматах передбачено виконання операцій щодо подовженого терміну зберігання продукції (вакуумне пакування, пакування в газовому середовищі, асептичне пакування).

Конструкція машини, її технологічна схема, вибір тих чи інших структурних елементів залежить від фізико-механічних характеристик продукції, її форми та розмірів, способу пакування, типу пакувального матеріалу, продуктивності, ступеню автоматизації тощо.

Для створення вискоєфективних, конкурентоспроможних зразків пакувального обладнання, а також для одержання високих показників ефективності проектування застосовують системний підхід, що базується на аналізі та синтезі структури машини, її параметрів та системи керування.

Одним із підходів до створення новітніх пакувальних машин є технологія паралельного (спільного) інжинірингу [3]. Паралельний інжиніринг – це підхід у технологіях підтримки

життєвого циклу, що замінює тривалий лінійний процес проектування і дорогих дослідно-конструкторських робіт на паралельний.

Метод паралельного (спільного) інжинірингу виник на основі ідеології Lean Manufacturing (ощадливе виробництво) [4], яка передбачає розроблення сучасної пакувальної техніки в умовах жорстких обмежень фінансових ресурсів.

Розвиток цього підходу базується на використанні раніше накопиченого досвіду під час проектування нового пакувального обладнання та розроблення методів пошукового структурно-параметричного його синтезу.

Пошукова задача структурно-параметричного синтезу під час розроблення нової пакувальної машини виникає на концептуальній стадії проекту, тобто на етапі зовнішнього проектування. Цей етап можна характеризувати неповнотою і неточністю інформації. Дані на цій стадії проектування мають багатопараметричний й багатозначний характер.

Прийняття проектних рішень охоплює широке коло завдань і процедур – від вибору варіантів до задач творчого характеру, що не мають формального способу рішення. Однією із задач творчого характеру є структурно-параметричний синтез. Оскільки всі об'єкти і системи на певному рівні розгляду мають структуру, а елементи, що становлять структуру, мають параметри, то практично будь-яка задача проектування може бути зведена до задачі структурно-параметричного синтезу.

Прийняття проектних рішень у процесі структурно-параметричного синтезу включає такі етапи:

- формалізація вихідного опису й подання множини альтернатив (X);
- оцінювання поєднань і сумісності елементів;
- вибір критеріїв (K) для оцінювання ефективності отриманого рішення;
- визначення моделі розрахунку якості альтернатив за заданими критеріями (X→K);
- визначення правил вибору оптимального рішення.

В умовах інтенсивного розвитку комп'ютерних технологій, динамічної зміни внутрішнього і зовнішнього середовища для задоволення вимог замовників необхідні принципово нові підходи щодо використання інформаційних, матеріальних та енергетичних ресурсів, які є об'єктами відповідних перетворень у межах пакувальних процесів. У зв'язку з цим особливий інтерес мають сучасні стратегії, методи і технології в управлінні процесом проектування і розроблення нових виробів і модернізації існуючих. Передумовою розвитку пакувального обладнання є аналіз і синтез існуючих конструкцій машин і ліній, виділення переваг і недоліків окремих функціональних модулів. Одним із напрямків вирішення проблеми створення нового покоління пакувального обладнання є залучення принципу модульного проектування, у відповідності з яким будь-яка частина системи синтезується із окремих елементів (модулів). Модульне проектування обладнання узгоджується з еволюційним підходом і надає виробнику обладнання можливість проектувати складні технічні системи з послідовними і паралельними, плоскими і просторовими внутрішньо-машинними транспортними системами [5]. Сукупність функціонально зв'язаних між собою модулів утворює модульну структуру машини.

Принцип роботи фасувально-пакувального обладнання базується на взаємопов'язаному русі кількох матеріальних потоків - потоку пакувального матеріалу, допоміжних пакувальних засобів, тари та продукції. Якщо проектуються складні технологічні системи з n- потоково-просторових модулів, потрібно їх компоувати у просторі формуючи виробничі ділянки, а потім ділянки просторово компоувати відносно всього об'ємного простору виробничого цеху.

На сьогодні значна кількість фірм розробляє повнофункціональні системи автоматизованого проектування (САПР) — лінійки взаємозалежних програм (модулів), що підтримують більшість проектних процедур у певних областях проектування.

Основним недоліком цих пакетів програм є те, що в них запропоновані для користування типові методи одно- і багатокритеріальної оптимізації, кожен з яких має свої обмеження щодо застосування, точності та швидкості отримання результату. Це не дає можливість комплексно,

з єдиних позицій, оцінювати якість майбутнього виробу на різних стадіях проектування, оптимізувати його структуру й параметри одночасно.

Методикам і прикладним аспектам багатокритеріальної оптимізації технологічних машин і пакувальних машин-автоматів присвячено низка наукових праць [2, 3, 6]. Методи та концепція наскрізного проектування інтенсивно розробляється і впроваджуються зарубіжними вченими (Concurrent Technology) — одночасне проектування обладнання, окремих функціональних модулів (ФМ) і побудова технологічного процесу [7].

Результатами наукових досліджень встановлено, що найскладніше формалізувати в процесі проектування саме процедури структурного синтезу. Тому задачі, які потрібно вирішити перед структурним синтезом, класифікують за такими ознаками: за стадією проектування; за можливостями формалізації; за типом структур, що синтезують.

Формалізацію процедур структурного синтезу здійснюють на основі одного з таких підходів : перебір; послідовний синтез; трансформація опису різних аспектів. Пошук раціонального рішення при заданому технологічному процесі пакування і обраному принципі дії окремих функціональних модулів пакувальних машин і є задачею оптимального структурного синтезу. Формальна процедура, що регламентує цей процес, на сьогодні не розроблена. Тому при розв’язанні конкретних задач потрібно в кожному окремому випадку будувати свій алгоритм. Аналізуючи узагальнену структуру машини для пакування продуктів і виконуючи паралельно покроковий опис технологічного процесу пакування, можна провести структурний синтез пакувального обладнання загалом і окремих функціональних модулів.

Основною проблемою подальшого розвитку відомих методологій проектування є відсутність аналітичних і логічних залежностей, що пов’язують функціональне призначення пакувальної машини з її структурою, вимогами та умовами експлуатації й утилізації.

Проектування нового покоління пакувальних машин неможливе без створення нових систем програмних процедур у САПР технологіях, які б дали можливість конструктору на основі обмеженої інформації про пакувальну машину виконати всі етапи аналізу, синтезу, моделювання, оптимізації та відбору альтернатив.

Структурованість якості пакувальних машин є основою функціонального принципу функціонально-кібернетичної еквівалентності. За такою технологією на етапі проектування аналізується сукупність функцій, що має реалізувати пакувальна машина, визначається головна функція, сполучені з нею корисні, нейтральні та шкідливі функції, а також встановлюються функціональні модуль-носії функцій та з’єднання їх між собою.

Пошук найкращого варіанта конструкції та структури пакувальної машини має базуватися на виконанні багатопараметричного синтезу як окремих функціональних модулів, так і машини загалом. Саме тому напрям структурно-параметричного синтезу функціональних модулів пакувальних машин-автоматів є актуальним і важливим для розбудови пакувального машинобудування.

## Література

1. Шредер В.П. Полімерна упаковка: монографія / В.Л. Шредер, В. М. Кривошей, Н. В. Кулик., Київ: ІАЦ «Упаковка», 2021. 580 с.
2. Проектування пакувального обладнання із мехатронних модулів / М.В. Якимчук, О. М. Гавва, А. П. Беспалько та ін., Київ.: Видавництво «Сталь», 2017. 515 с.
3. Системна інженерія пакувальних машин-автоматів: монографія / О. М. Гавва, Л. О. Кривопляс-Володіна, С. В. Токарчук та ін., Київ.: Видавництво «Сталь», 2023. 466 с.
4. Вумек, Д. Ощадливе виробництво./ Дж. Вумек, Д.Джонс. – Харків. Фабула, 2018. – 448 с.
5. Wiendahl H.P., Reichardt J., Nyhuis P. Handbuch Fabrikplanung -Wien: Hanser. 2014. 658 p.
6. Пальчевський Б. О. Багатокритеріальна оптимізація структури пакувальних автоматів / Б. О. Пальчевський, О. М. Шаповал // Автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні та приладобудуванні, 2009. - Вип. 43. - С. 115-120
7. Rich McEachran, Ben Rossi. Future of Industrial Machinery Manufacturing. Autodesk, p.16. Retrieved from dm-raconteur-whitepaper-industrial-machinery-manufacturing-en.pdf, 2020

## Вплив вібрації на технологію виготовлення деталей

Бойко Ю.І.

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

Впровадження сучасних засобів виготовлення деталей на базі комп'ютерних технологій, верстатів з числовим програмним керуванням (ЧПК) в багатьох випадках дозволяє реалізувати виробництво таких виробів, яке раніше було ускладнене. Особливу актуальність такий підхід набуває у виготовленні специфічного обладнання, коли розроблення технологічного маршруту та його впровадження потребує певних умов. Такими виробами можуть бути деталі обладнання в яких отвір відносно невеликого діаметра.

В процесі розточування отвору, інструмент починає сильно вібрувати. Для цього потрібно підібрати оптимальні режими обробки: зменшити швидкість шпинделя та уповільнити роботу верстата, або зменшити подачу на зуб. Багато хто так і робить, проте є і найкращі способи усунути коливання, підвищивши при цьому якість обробки поверхні. На рахунок до традиційних механічних методів існують нові технології управління, які допомагають оператору вибирати правильні швидкості та подачі для подолання вібрації.

Виникнення вібрації пов'язані з природною частотою своїх коливань ріжучого інструмента. На цю частоту впливають різні виробничі умови: стан інструментальної оправки, оснащення, затискного пристосування і верстата в цілому. Вібрація негативно впливає на якість обробки поверхні, що відбивається на термінах постачання, якості деталі на виході, зумовлює появу браку та поломки непереточуваних інструментів. Усе це може призвести до втрати прибутку. Розглянемо наступні прийоми спрямовані на подолання вібрації. Наведені поради допоможуть створити основу для оптимізації процесу обробки.

Традиційні оправки, такі як оправки для бічного кріплення, двокутові або стандартні цангові патрони ER (рис. 1), не забезпечують достатньої точності та жорсткості, необхідної для високопродуктивної обробки. Варто звернути увагу на оправки з хвостовиком, що фіксується в передній частині та в області конуса для досягнення максимальної точності та жорсткості кріплення. Такий вид оправок забезпечує з'єднання одночасно точно відшліфованої поверхні торця та конуса шпинделя, сприяючи підвищенню надійності та зниженню вібрації.

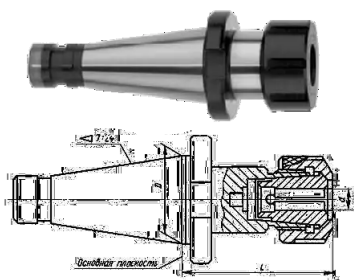


Рис. 1. Цанговий патрон ER

Всі інструменти, що обертаються, включаючи кінцеві і торцеві фрези, свердла і борштанги, повинні бути збалансовані. Робити це краще за найвищої передбачуваної швидкості шпинделя. Це підвищить якість обробки поверхні навіть низьких швидкостях шпинделя.

Варто додати, що вібрація може виникати при неякісному кріпленні деталі. Якщо затискний пристрій не передбачає природне пригнічення вібрацій, частота коливань пристрою може викликати ефект камертону. Існує безліч ефективних затискних пристроїв, проте при

виборі слід спиратися на рівень точності, силу затиску, легкість в експлуатації та гнучкість у плані можливості використання на різних верстатах.

При виконанні чистової обробки з дотриманням жорстких допусків на верстаті, який знаходиться в поганому стані, доведеться зіткнутися з безліччю проблем в частині механіки, крім описаних вище. Тому ключовим моментом забезпечення високої продуктивності устаткування є регулярне технічне обслуговування.

Описані методи та прийоми можуть допомогти впоратися з деякими причинами вібрації, але не більше. Machining Navi – це нова технологія керування, яка здатна автоматично пропонує оптимальну частоту обертання, яка може виявитися вищою, ніж створює вібрацію (рис. 2). Мета технології – досягти максимальної продуктивності обладнання.

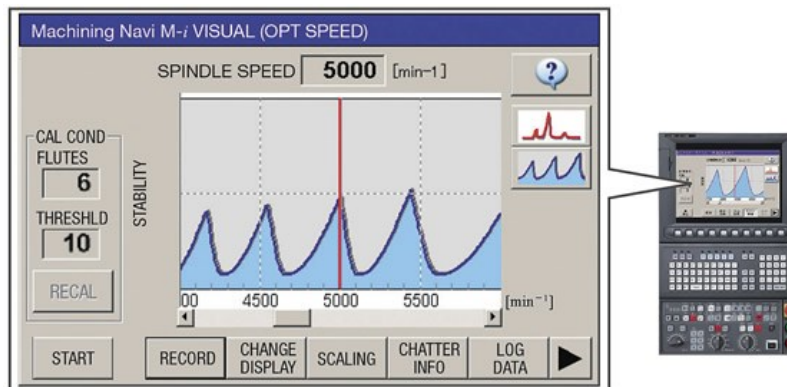


Рис. 2. Вікно керування Machining Navi

Machining Navi – використовує інтелектуальну оптимізацію швидкості шпинделя при фрезеруванні. Вібрація вимірюється за допомогою вбудованих датчиків, а швидкість шпинделя автоматично регулюється до оптимальної кількості обертів за хвилину. Крім того, за допомогою графічних зображень наочно відображаються оптимальні параметри різання та ефективні варіанти зниження вібрації як на низьких, так і високих швидкостях. Цей автоматичний режим дозволяє оператору швидко та легко визначити ідеальні параметри різання.

Технологія керування також допомагає оператору визначити оптимальну швидкість шпинделя. Отримуючи інформацію про вібраційний шум за допомогою мікрофона, Machining Navi M-g відображає найкращі варіанти швидкості шпинделя для усунення вібрації. Потім оператор вибирає рекомендовану швидкість і відразу бачить результат.

При токарній обробці Machining Navi L-g використовує регулювання швидкості шпинделя на основі гармонійних коливань, скорочуючи вібрацію на токарному верстаті шляхом встановлення швидкості шпинделя з амплітудою і хвилювим циклом.

Machining Navi пройшла перевірку на оброблювано центра використовувався вертикально-фрезерний центр з ЧПК HAAS VF-3SSYT рис. 3.



Рис. 3. Вертикально-фрезерний центр з ЧПК HAAS VF-3SSYT.

На таких верстатах зняття припуску здійснюється інструментом, який поєднує одночасне обертання з лінійним переміщенням інструменту або заготовки. При цьому деталь закріплена на столі верстата або в спеціальному пристосуванні. Вони отримали широке поширення за рахунок можливості виконання на одному верстаті декількох видів операцій обробки: розточування, свердління, фрезерування, а також вимірювання оброблювальної деталі. Виконання різних операцій на одному обробному центрі істотно економічніше, ніж послідовна обробка на кількох спеціалізованих верстатах та більша точність отриманої деталі.

Розглянуто особливості процесу фрезерування на швидкості верстата 1200 оборотів за хвилину – на цій швидкості виникла вібрація. Machining Navi визначила, що оптимально буде підвищити швидкість до 1266 оборотів за хвилину, замість того, щоб уповільнити верстат, як це зазвичай роблять оператори, і запропонувала цю швидкість оператору. Якби оператор уповільнив роботу верстата, оптимальних умов не було досягнуто.

Високі швидкості різання супроводжуються зміною фізико-механічних процесів у зоні різання та динамічних процесів у верстатній системі. Тому актуальними є завдання дослідження динамічних характеристик при роботі оброблюваних центрів з інструментом та виконувати оптимізацію режимів обробки за критерієм мінімальної вібрації.

Розглянуте новітнє програмне забезпечення дає змогу покращити виробництво та виправити помилки та труднощі, які пов'язані з традиційними процесами вибору режимів різання для верстатів з ЧПК. Зниження вібрації шляхом збільшення швидкості шпинделя призводить до зростання обсягу продукції, що випускається. Machining Navi забезпечує високу ефективність процесів, підвищує якість обробки та навіть скорочує витрати на інструменти, допомагаючи операторам досягти максимальної продуктивності обладнання.

## Література

1. Робочі процеси високих технологій у машинобудуванні: Підручник для вищих навчальних закладів / А.І. Грабченко, М.В. Везуб, Ю.М. Внуков, П.П. Мельничук, Г.М. Виговський/ за ред.. А.І. Грабченко. Житомир: ЖДТУ, 2011. – 507с.
2. Робочі процеси високих технологій у машинобудуванні: Навч. посібник / А. І. Грабченко та ін. - Харків: ХДПУ, 1999. - 436 с.
3. Інтегровані процеси обробки матеріалів різанням: підручник для вищих навчальних закладів / А.І. Грабченко, В.А. Залога, Ю.М. Внуков та ін, під ред. А.І.З. Грабченко та В.А. Залого. - Суми: Університетська книга, 2017. - 451 с.

УДК 621.7

## Тенденції пакування фармацевтичних препаратів в блістерну упаковку

Трудько С.С.<sup>1</sup>, Десик М.Г.<sup>2</sup>, Губеня О.О.<sup>2</sup>,

*1 – ТОВ «АТ «Інженерія»*

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

**Вступ.** За рахунок зручності, безпечності, високих бар’єрних властивостей, екологічності та стійкості, блістерна упаковка нині є основним засобом для доставки і захисту лікарських засобів.

Для поліпшення якості та ефективності упаковки таблеток виробники постійно удосконалюють блістерну упаковку використовуючи нові матеріали та технології такі як комбіновані багатошарові плівки на основі PVC, PP, PET, PVDC, PCTFE, COC та ALU /ALU; удосконалюють конструкції блістерних машин. Одним з напрямків удосконалення блістерної упаковки є покращення «стійкості» фармацевтичної упаковки (Allinson, 2001). Це виражається у впливі блістерної упаковки на навколишнє середовище протягом її життєвого циклу, починаючи від видобутку сировини, закінчуючи використанням, переробленням та утилізацією.

Мета роботи – проаналізувати стан ринку блістерних упаковок та визначити основні тенденції при пакуванні фармацевтичних препаратів в блістерну упаковку.

### **Матеріали і методи.**

Об’єктом дослідження є будова блістерної упаковки та матеріали з яких вона виготовлена, а також обладнання для пакування твердих лікарських форм у блістерну упаковку.

Порівняння та аналіз переваг і недоліків виконано на основі досвіду ТОВ «АТ «Інженерія» та наявних літературних джерел із проблематики дослідження.

### **Результати і обговорення.**

Переважає більшість блістерних упаковок складаються з двох основних частин які з’єднуються між собою і утворюють блістерні комірки – з плівки-основи в якій є порожнини (комірки) для продукту та герметичної плівки для покривання виробів. Плівка-основа та покривна плівки можуть мати покриття для термозварювання їх між собою і нанесення друкарської фарби (Pilchik, 2000; Стефанов та ін., 2013).

Аналіз ринку свідчить, що основними матеріалами для виготовлення блістерних упаковок є полімерні плівки (близько 45% ринку), алюмінієва фольга (близько 23% ринку) та інші матеріали. Кожен з матеріалів має свої переваги та недоліки при виробництві блістерних упаковок (Таблиця 1).

Узагальнюючи результати можемо сказати, що більшість блістерів містить пластик і алюміній. Це ускладнює процес переробки і потребує хімічного та/або фізичного способу для розділення матеріалів. Переробка не гарантує стійкість: відокремити алюміній від пластику потребує високих споживання енергії, використання органічних розчинників або корозійних реагентів.

Ефективні одношарові блістери можуть збільшити відсоток перероблених матеріалів, а використання інноваційних матеріалів (біорозкладні полімери, наноматеріали), можуть відкрити нові можливості для розроблення екологічно чистих та функціональних блістерів

В залежності від матеріалу блістерна упаковка може формуватися двома способами: термоформуванням та холодним формуванням (Рисунок 1).

Формується блістерна упаковка на блістерних машинах лінійного або барабанного типу.

Лінійні блістерні машини використовуються для упакування таблеток у блістери з алюмінієвою фольгою (ALU) та полівінілхлоридною (PVC) плівкою або з алюмінієвою фольгою з обох сторін (ALU/ALU) (Рисунок 2).

Таблиця 1

Переваги та недоліки основних матеріалів для виробництва блістерних упаковок та рекомендації щодо застосування

Матеріал	Переваги	Недоліки
Полівінілхлорид (PVC)	дешевший матеріал (на 70% нижча вартість порівняно з алюмінієвою фольгою); легко піддається друку.	низький бар'єрний захист порівняно із СОС, РСТFE та алюмінієм, що може приводити до деградації термочутливих препаратів в умовах напружень подібно до неупакованих таблеток та знижувати їх міцність.
Поліпропілен (PP)	полегшене вилучення таблеток з блістера, порівняно з PVC/ALU блістерами; менший вплив на екологію (одношаровий поліпропілен вимагає менших витрат енергії на виготовлення та полегшене перероблення).	погано піддається формуванню; непридатний для упаковки світлочутливих препаратів (внаслідок високої прозорості); складність при регулюванні швидкості виробничих етапів (чутливий до температури).
Поліетилентерефталат (PET)	висока прозорість; високі міцність і жорсткість (добре захищає ліки під час транспортування та зберігання); можна переробити.	не підходить для всіх типів ліків (може реагувати з деякими хімічними речовинами); більша вартість ніж ПВХ.
Полівінілідендихлорид (PVDC);	при покритті шаром PVDC шару PVC, зменшується загальна проникність для кисню і вологи в 5–10 разів.	висока вартість; використання PVDC ускладнює перероблення та утилізацію блістерної упаковки. На даний момент єдиними варіантами після використання PVDC є зберігання на звалищах або спалювання.
Поліхлортрифторетилен (РСТFE)	підходить для високочутливих лікарських засобів; високий вологостійкий бар'єр, (у 30 разів вищий порівняно з плівками PVC). Плівки РСТFE є прозорими, але можуть бути затемнені для світлочутливих таблеток; мінімальний кінцевий розмір упаковки.	складна обробка та висока вартість (зазвичай використовується лише для особливих потреб).
Алюмінієва фольга (Alu/Alu)	найкращий бар'єрний захист проти вологи, кисню і світла; зазвичай використовується у багатшарових плівках з PVC і ОРА, які гарантують структурні характеристики упаковки. Комбінація ОРА/ALU/PVC дозволяє усунути майже всю вологопроникність.	більш шкідливий для навколишнього середовища, ніж PVC через високий рівень викидів CO <sub>2</sub> під час виробництва; висока вартість; комірки більшого розміру, що призводить до можливого руху таблеток всередині та більшого на них навантаження; упаковка ALU-ALU виправдана, коли захист від зовнішніх факторів, зокрема вологи, є важливим.

Циклічний олефіновий сополімер (COC)	добра стійкість і високий бар'єр для вологи (майже в десять разів вищий, ніж у PVC); гнучкий, хімічно стійкий, стабільний і біосумісний.	несумісний з аліфатичними або ароматичними вуглеводами і деякими жирами.
Паперовий блістер.	такі ж бар'єри властивості як і в алюмінію; на 30% дешевший порівняно зі звичайними PVC/ALU і повністю підлягає переробленню.	
Біорозкладні полімери/біополімери.	відбувається руйнувати упаковки лише в анаеробних умовах, подібних до тих, що зазвичай зустрічаються на звалищах; термоформувальні та функціональні параметри такі як і у PVC;	можуть бути несумісними із типовим обладнанням та іншими компонентами плівок; Звертається увага на залишки мікропластику у відходах таких плівок.

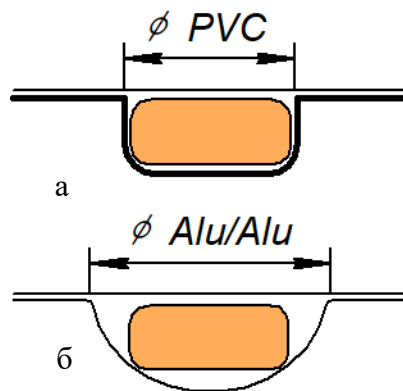


Рисунок 1. Блістерні комірки сформовані способами:  
 а – термоформування, б – холодного пресування

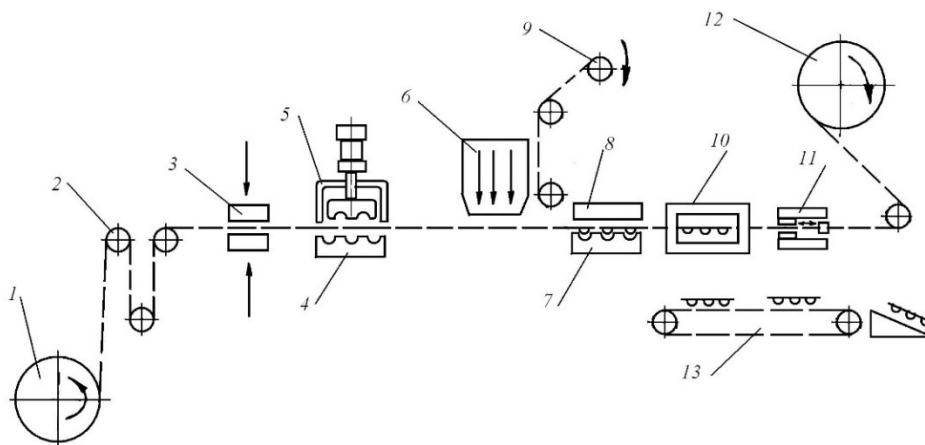
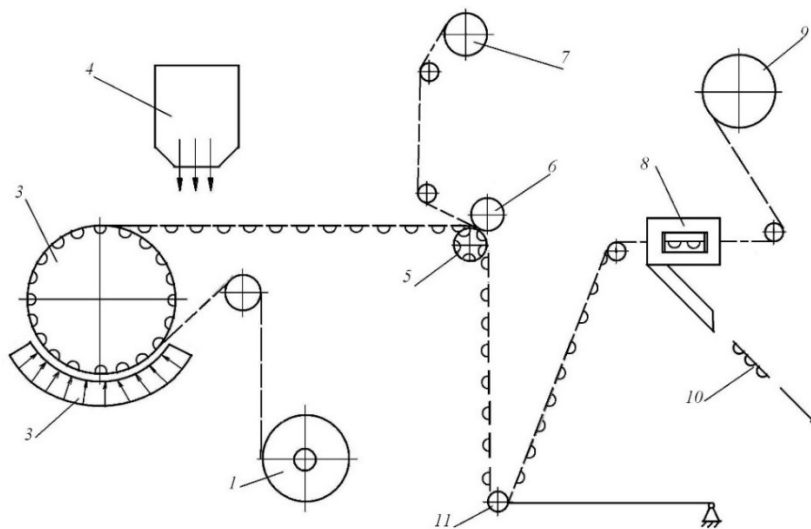


Рисунок 2. Схема виготовлення блістерних упаковок в машинах-автоматах лінійного типу дії:  
 1 – рулон з плівкою; 2 – натяжний пристрій; 3 – вузол нагрівання; 4, 5 – нижня та верхня матриці вузла формування; 6 – бункер з таблетками; 7,8 – нижня та верхня плита вузла зварювання; 9 – рулон з фольгою; 10 – вузол вирубування; 11 – пристрій протягування; 12 – рулон відходів; 13 – конвєр.

З рулону 1 плівка надходить у вузол нагрівання 3 через натяжний пристрій 2, який автоматичного вмикає та вимикає привід розмотування рулону плівки. Нагріта плівка надходить у вузол формування комірок. Формування комірок відбувається між двома матрицями за рахунок стискання продування стисненим повітрям. Форма комірок відповідає формі отворів в нижній матриці. Після заповнення комірок виробами з бункеру 6 на плівку накладається фольга, що подається з барабана 9, і обидві частини надходять у вузол зварювання 8. Після зварювання упаковка направляється на вирубування 10 і відводиться на конвеєр 13. Залишки упаковки намотуються на рулон 12 за допомогою пристрою протягування 11.

Барабанні блістерні машини призначені для упакування таблеток у блістери типу PVC/ALU (Рисунок 3).



**Рисунок 3. Схема виготовлення упаковок в машинах-автоматах барабанного типу:**

- 1 – рулон з плівкою; 2 – формувальний барабан; 3 – нагрівальний елемент;  
4 – бункер з системою подачі таблеток; 5, 6 – нагрівальні барабани (вузол зварювання);  
7 – рулон з фольгою; 8 – вузол штампування та вирубування; 9 – рулон залишків упаковки; 10 – готовий блістер; 11 – натяжний пристрій.

Плівка з рулону 1 подається на барабан 2 з пристроєм прижимання 3, де нагрівається та видувається комірка. Таблетки подається у коміри із бункері 4 через струмковий живильник. Фольга з рулону 7 подається на нагрівальні барабани 5 та 6 та зварюється з плівкою. Натяжний пристрій 11 забезпечує рівномірну подачу блістерного полотна в вирубний пристрій 8, де вирубується готовий блістер, а обрізки намотуються на рулон залишків.

Основними напрямками удосконалення конструкцій блістерних машин є: розширення функціональних можливостей для пакування нестандартних продуктів, підвищення енергозбереження, підвищення надійності та простоти обслуговування обладнання.

Виробники обладнання, як правило, починають використовувати такі конструктивні зміни:

- Збільшення пневматичних вузлів і приводів;
- Використання найбільш теплопровідних матеріалів, зниження температури розігрівання та запаювання;
- Використання нових систем подачі продукту – універсальних або спеціальних.

**Висновок.** Основними напрямками удосконалення пакування фармацевтичних препаратів в блістерну упаковку є:

- використання нових матеріалів і технологій для покращення якості та «стійкості» фармацевтичної упаковки. Зниженні впливу блістерної упаковки на навколишнє середовище

протягом її життєвого циклу, що можливо забезпечити правильною утилізацією первинної упаковки лікарських засобів за рахунок справності зворотної логістики.

- удосконалення конструкцій блістерних машини з урахуванням нових викликів ринку.

### Література

1. Allinson J.G., Dansereau R.J., Sakr A. (2001), The effects of packaging on the stability of a moisture sensitive compound, *International Journal of Pharmaceutics*, 221, pp. 49–56.
2. Daniela Pedrosa de Oliveira, Juliana Souza Ribeiro Costa, Laura Oliveira-Nascimento (2021), Sustainability of blisters for medicines in tablet form, *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 21, article 100423.
3. Dunkley J. (2020), Pharmaceutical blister packaging market 2021-2026 by top key players, distribution channels, revenue analysis, impact analysis of COVID-19. 3w market news reports 2020.
4. Llano G. (2012), *Environmental Impact of the Pharmaceutical Packaging: Master thesis*, Packaging Logistics, Lund University
5. Pereira D.A.C., Ferreira L.A. (2017), Pharmaceutical blister: influence of color and types of films in drug packaging, *Visao Academica*, 17, pp. 91–100.
6. Pilchik R. (2000), *Pharmaceutical blister packaging*, *Pharmaceutical Technologies*, 68–77.
7. Poudel A., Nissen L.M. (2018), *Chapter 16 – rational and responsible medicines use*, In: Ibrahim M.I.M., Wertheimer A.I., Babar Z.-U.-D. (Eds.), *Social and Administrative Aspects of Pharmacy in Low- and Middle-Income Countries*, Academic Press, pp. 263–277.
8. Rodrigues L.N.C., Ferraz H.G. (2007), Embalagem farmaceutica tipo Blister: escolha de um filme adequado para Farmacos sensiveisa umidade, *Revista Analytica*, 28, pp. 80–86
9. Winpak (2015), Cold form laminate. Healthcare packaging.
10. АТ “Інженерія”, Режими доступу: [www.ateng.com.ua](http://www.ateng.com.ua)
11. Гавва О. М., Кривопляс-Володіна Л. О., Токарчук С. В., Марцинкевич Л. В., Гавва О. О. (2023), Системна інженерія пакувальних машин-автоматів: Монографія, Видництво «Сталь», Київ
12. Стефанов С., Стефанова Й., Дамянова С., Василева Н., Теличкун Ю., Теличкун В., Губеня А. (2013), Проблеми при реализиране на информационната функция на опаковките, *University of Ruse “Angel Kanchev”. Proceedings*, 52(10.2), pp. 146–149.

## Математична модель процесу вакуумного охолодження батону

Теличкун В.І., Козак О.С.

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

**Вступ.** Вакуумне охолодження є інноваційним підходом, що дозволяє значно зменшити час охолодження хлібобулочних виробів. Цей процес базується на адиабатному кипінні вологи, що відбувається всередині продукту під час зниження тиску у вакуумній камері, що, свою чергою, призводить до інтенсивного відведення тепла (Ajani, Zhu, & Sun, 2023).

На сучасних підприємствах для охолодження хліба застосовуються різні методи охолодження хлібобулочних виробів, такі як природний (конвективний) спосіб, охолодження за допомогою конденсованого повітря та вакуумний спосіб (Everington 2003; McDonald, 2001; Kinner та ін., 2021). Вакуумне охолодження має низку переваг, серед яких скорочення тривалості охолодження, покращення реологічних властивостей хліба, а також подовження терміну його зберігання. Однак, цей метод також має певні недоліки, такі як збільшення втрати вологи та затвердіння скоринки (Козак, Теличкун, 2023; Ajani, Zhu, & Sun, 2023)

Необхідність вдосконалення процесу вакуумного охолодження, що дозволить прискорити виробничі цикли, актуалізує розробку математичних моделей, які допоможуть оптимізувати параметри вакуумного охолодження батону, забезпечуючи при цьому високу якість кінцевого продукту.

Процес вакуумного охолодження батону є складним фізичним явищем, що включає тепломасообмін, фазові перетворення, а також механічний вплив на структуру продукту. Для оптимізації цього процесу та забезпечення стабільної якості готового виробу необхідно розробити математичну модель, яка дозволить прогнозувати поведінку продукту при різних технологічних параметрах (Zhu, Li, Sun & Wang, 2019; Guo, Song, Song & Liu, 2018).

Основою вакуумного охолодження є адиабатне випаровування вологи з продукту при зниженні тиску. Цей процес супроводжується інтенсивним відведенням тепла, що призводить до швидкого зниження температури продукту. Однак, неправильний вибір режимних параметрів, тобто швидкості зниження тиску у вакуум камері, може призвести до руйнування м'якушки та розтріскування скоринки батона (Клапатюк, Ковальов, & Федорів 2014; Peng, Cheng, 2017).

Застосування розробленої математичної моделі дозволить не тільки оптимізувати процес вакуумного охолодження, але й розробити рекомендації щодо режимних параметрів процесу, які забезпечать високу якість продукції при мінімальних витратах. В результаті, ця модель може стати ефективним інструментом для автоматизації та контролю процесу на хлібопекарських підприємствах, сприяючи підвищенню продуктивності та зниженню енергетичних витрат.

**Матеріали та методи.** Для розробки математичної моделі процесу вакуумного охолодження батона з пшеничного борошна вищого гатунку масою 0,5 кг були використані різні підходи, включаючи огляд літературних джерел та результати експериментальних досліджень процесу вакуумного охолодження, досліджень реологічних властивостей м'якушки та газової проникності скоринки батона.

Основними характеристиками батона є: початкова вологість, маса, об'єм, пористість та температура після випікання.

**Результати та обговорення.** В результаті аналізу літературних джерел та результатів експериментальних досліджень вакуумного охолодження батона, досліджень реологічних властивостей м'якушки та газопроникності скоринки батона нами сформовано наступні положення:

*Структурні характеристики хліба:*

- Батон після випікання розглядається як капілярно пористе тіло.
- Пористість батона становить 68 %, що означає наявність великої кількості дрібних пор у структурі батона.
- Скоринка батона має низьку газову проникність, тобто вона погано пропускає вологу що випаровується в результаті процесу.
- М'якушка батона має високу газову проникність, тобто вона легко пропускає вологу що випаровується в результаті процесу, як наслідок процес відбувається в усьому об'ємі одночасно.
- Реологічні властивості м'якушки залежить від температури і змінюється за лінійною закономірністю: чим вища температура, тим менша границя міцності. Це свідчить про те, що батон при високих температурах є м'якшим та менш стійким до механічних впливів.

*Фазові переходи:*

- Фазові переходи «рідина-пара» відбуваються у всьому об'ємі батона одночасно. Це означає, що волога всередині нього випаровується рівномірно, що сприяє однорідному охолодженню продукту.

*Енергетичний баланс:*

- Фазовий перехід відбувається за відсутності підведення тепла ззовні за рахунок зменшення внутрішньої енергії виробу. Це означає, що батон охолоджується завдяки власній внутрішній енергії, що зменшується в процесі випаровування вологи. Як наслідок, це супроводжується зменшенням температури виробу, що сприяє швидкому і ефективному охолодженню хліба.

Таким чином, вакуумне охолодження батона забезпечує ефективне зниження температури продукту за рахунок випаровування вологи, рівномірного перерозподілу цієї вологи по всьому об'єму та зниження внутрішньої енергії виробу.

На основі сформованих положень розроблено наступну математичну модель:

*1. Визначення фізичних процесів:*

- Випаровування вологи:

Кількість випареної вологи при зміні температури 1 кг продукту на 1 °С:

$$W = \frac{Q}{r}$$

де:  $r$  - теплота фазового переходу (Дж/кг);  $Q$  - Кількість енергії що витрачається для зниження температури 1кг продукту на 1 °С;

$$Q = \frac{q}{\Delta t}$$

де:  $q$  - кількість теплоти, що буде витрачатися на фазовий перехід води в пару (кДж/кг);  $\Delta t$  – різниця між початковою та кінцевою температурами (°С).

Кількість теплоти, що буде витрачатися на фазовий перехід води в пару при охолодженні 1 кг продукту з 100 до 30 °С (кДж/кг):

$$q = (c_{с.р.} g_{ср} + c_{в.б.} g_{в.б.})(t_m - t_{х.б.})$$

де:  $q$  – кількість теплоти на охолодження одиниці маси батона (кДж/кг);  $c_{ср}$  – питома теплоємність сухої речовини батона (кДж/(кг °С));  $t_m$  – температура батона після виходу з печі (°С);  $t_{х.б.}$  – температура охолодженого батона (°С);  $g_{ср}$  – вміст сухої речовини в батоні визначається за формулою:

$$g_{ср} = \frac{100 - W_x}{100}$$

де:  $W_x$  – вологість гарячого батона;  $g_{в.б.}$  – вологовміст батона піч (кг);

$$g_{в.б.} = \frac{W_x}{100}$$

## 2. Формулювання фізичних законів:

- Закон теплопровідності:

$$\frac{dT}{dx} = a \frac{d^2T}{dx^2} - q_v$$

де:  $q_v$  - інтенсивність внутрішніх стоків тепла (Вт);  $a$  - коефіцієнт теплопровідності матеріалу ( $\text{m}^2/\text{c}$ )

- Масообмін при випаровуванні:

$$q_v = r \frac{dW}{dt};$$

де:  $r$  - питома теплота пароутворення (Дж/кг);  $W$  - зміна маси вологи, тобто кількість вологи, яка випаровується (кг);  $t$  - час (с).

## 3. Використання законів термодинаміки та теплопровідності:

- Рівняння ідеального газу:

$$P = \rho RT$$

де:  $P$  - тиск (Па),  $\rho$  - густина пари ( $\text{кг}/\text{m}^3$ ),  $R$  - газова стала  $8.314$  (Дж/(моль·°C)),  $T$  - температура (°C).

## 4. Врахування реологічних властивостей м'якушки батона:

Залежність границі міцності від температури:

$$\sigma = -30 \cdot t + 4500;$$

$\sigma$  - границя міцності м'якушки хліба (Па);  $t$  - температура (°C).

## 5. Врахування перепаду тиску між середовищами:

- Для розрахунку перепаду тиску між середовищем вакуумної камери та середовищем всередині батона, враховуючи газову проникність скоринки, площу скоринки, об'єм газу, що має пройти через скоринку, та тиск у вакуумній камері, використовуємо закон Фіка для дифузії газів.

Цей закон описує потік молекул газу через напівпроникну мембрану.

$$J = -D \left( \frac{\partial C}{\partial x} \right)$$

де:  $J$  - потік газу (моль / ( $\text{m}^2 \cdot \text{c}$ ));  $D$  - коефіцієнт дифузії ( $\text{m}^2/\text{c}$ );  $C$  - концентрація газу (моль/ $\text{m}^3$ );  $x$  - просторова координата (м)

У нашому випадку:

- Потік газу ( $J$ ) можна виразити як ( $V / t$ ), де  $V$  - об'єм газу ( $\text{m}^3$ ), що проходить через скоринку хліба за час  $t$  (с).

- Коефіцієнт дифузії ( $D$ ) можна виразити як ( $G / A$ ), де  $G$  - газова проникність скоринки батону ( $\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{c})$ ),  $A$  - площа скоринки ( $\text{m}^2$ ).

- Концентрація газу ( $C$ ) для спрощення можна вважати постійною по обидві сторони скоринки хліба.

- Просторова координата ( $x$ ) можна вважати товщиною скоринки хліба.

Підставляючи ці значення у закон Фіка, отримуємо:

$$\frac{V}{t} = - \frac{G}{A} \cdot \frac{\partial C}{\partial x}$$

Інтегруючи цю диференціальне рівняння за  $x$ , отримуємо:

$$V = - \frac{G}{A} \cdot \Delta C$$

де:  $\Delta C$  - різниця концентрації газу по обидві сторони скоринки хліба.

Зв'язуючи  $\Delta C$  з перепадом тиску ( $\Delta P$ ) за допомогою закону ідеального газу, отримуємо:

$$\Delta P = \left( \frac{V}{G \cdot A} \right) \cdot \left( 1 - \exp \left( - \frac{G \cdot t}{A} \right) \right)$$

## 6. Граничні умови:

- Граничні умови для теплового потоку: ( $q(0, t) = q(L, t) = 0$ ) - відсутність теплового потоку на краях.

- Граничні умови для тиску:  $P(0, t) = P(L, t) = P_k$  - сталий тиск на краях.

- Граничні умови по міцності скоринки та перепаду тиску між середовищем вакуумної камери та середовищем всередині батона:

$$\sigma \geq \Delta P;$$

7. Використання чисельних методів:

- Чисельний метод для розв'язку рівняння теплопровідності:

$$\Delta T_{i,j+1} = a \left( \frac{T_{i-1,j} - 2T_{i,j} + T_{i+1,j}}{\Delta x^2} \right) \Delta \tau - q_v \Delta \tau$$

$\Delta T_{i,j+1}$  - зміна температури ( $^{\circ}\text{C}$ ),  $\Delta x$ - крок по простору (м),  $\Delta \tau$  - крок по часу (с).

Враховуючи, що процес охолодження відбувається рівномірно по всьому об'єму батону, можна спростити розрахунок, взявши крок в просторі рівним довжині батону. Таким чином, ми будемо розглядати батон як однорідну систему, де всі фізичні величини змінюються лише з часом.

Тоді, чисельний метод для розв'язку рівняння теплопровідності:

$$\Delta T_{j+1} = T_j + \Delta \tau (-q_v)$$

$T_j$ - зміна температури ( $^{\circ}\text{C}$ );  $\Delta \tau$  - крок по часу (с).

**Висновок.** На основі аналізу літературних джерел і результатів експериментальних досліджень вакуумного охолодження батона, а також вивчення реологічних властивостей м'якушки та газової проникності скоринки, створено математичну модель. Ця модель дозволяє не лише оптимізує процес вакуумного охолодження, але й дає змогу сформулювати рекомендації щодо технологічних параметрів процесу вакуумного охолодження, що в свою чергу забезпечують високу якість продукції при мінімальних витратах. Як результат, модель є ефективним інструментом для автоматизації та контролю процесу вакуумного охолодження на хлібопекарських підприємствах, підвищити продуктивність та знизити енергетичні витрати.

## Література.

1. Козак, О.С., Теличкун, В.І. (2023). Визначення газової проникності скоринки та м'якушки батона в процесі вакуумного охолодження. *Харчова промисловість*, 33-34, 62-70. Взято з: <https://dspace.nuft.edu.ua/items/d7802b3b-c9a8-4ac2-8888-e1899063439d>
2. Клапатюк, М., Ковальов, О., Федорів, В. (2014). Zeovac вакуумне охолодження - технологія майбутнього. *Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті: 80 Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів, 10—11 квітня К.: НУХТ, 2014. Ч. 2. С. 28-30.* Взято з [https://dspace.nuft.edu.ua/bitstream/123456789/22290/2/80\\_2.pdf](https://dspace.nuft.edu.ua/bitstream/123456789/22290/2/80_2.pdf)
3. Ajani, C.K., Zhu, Z., & Sun, D. W., (2022), In situ investigation of cellular water transport and morphological changes during vacuum cooling of steamed breads. *Food Chemistry*, Volume 381, 132211. Взято з: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.132211>
4. Ajani, C.K., Zhu, Z., & Sun, D. W., (2023), Shrinkage during vacuum cooling of porous foods: Conjugate mechanistic modelling and experimental validation. *Journal of Food Engineering*, Volume 337, 111220. Взято з: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2022.111220>
5. Everington, D. (2003). Vacuum technology for food processing. *Food Technology International Europe*, 5, 71–74.
6. Gao, J., Wang, Y., Dong, Z., & Zhou, W., (2018), Structural and mechanical characteristics of bread and their impact on oral processing: a review. *International Journal of Food Science and Technology*, 53, 858–872. Взято з: <https://doi.org/10.1111/ijfs.13671>
7. Guo, Z., Song X., Song, Z., Liu, B. (2018). An improved method of immersion vacuum cooling for small cooked pork: Bubbling Vacuum Cooling. *International Journal of Food Science and Technology*, 53, 2748–2753. Взято з: [https://login.research4life.org/tacsgr1doi\\_org/10.1111/ijfs.13918](https://login.research4life.org/tacsgr1doi_org/10.1111/ijfs.13918)

8. Kinner, M., Rüegg, R., Weber C., Buchli J., Durrer L., Müller, N. (2021). Impact of selected baking and vacuum cooling parameters on the quality of toast bread. *J Food Sci Technol* 58, 4578–4586. Взято з: <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04945-x>
9. McDonald, K. (2001). The formation of pores and their effects in a cooked beef product on the efficiency of vacuum cooling. *Journal of Food Engineering*, 47, 175–183. Взято з: [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(00\)00111-4](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(00)00111-4)
10. Primo-Martín, C., Beukelaer, H., Hamer, R.J., Vliet, T. (2008). Fracture behaviour of bread crust: Effect of bread cooling conditions. *Journal of Food Engineering*, 89, 285–290. Взято з: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2008.05.005>
11. Peng, Y., Cheng, W.(2017), Experimental investigation on the effect of heat transfer enhancement of vacuum spray flash evaporation cooling using Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>–water nanofluid. *Energy Procedia*, Volume 142, 3766-3773. Взято з: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.12.274>
12. Wang, N., Kan, A., Huang, Z., Lu, J. (2020), CFD simulation of heat and mass transfer through cylindrical *Zizania latifolia* during vacuum cooling. *Heat Mass Transfer*, 56, 627–637. Взято з: <https://doi.org/10.1007/s00231-019-02736-5>
13. Zhu, Z., Li, Y., Sun, D. W., & Wang, H. W. (2018). Developments of mathematical models for simulating vacuum cooling processes for food products – a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(5), 715–727. Взято з: [https://login.research4life.org/tacsgr1doi\\_org/10.1080/10408398.2018.1490696](https://login.research4life.org/tacsgr1doi_org/10.1080/10408398.2018.1490696)
14. Zhang, Z., Zhang, Y., Su, T., Zhang, W., Zhao, L., Li, X. (2014). Heat and Mass Transfer of Vacuum Cooling for Porous Foods-Parameter Sensitivity Analysis. *Mathematical Problems in Engineering*, vol. 2014, 8 pages. Взято з: <https://doi.org/10.1155/2014/613028>

## Вплив стартових культур на зниження вмісту нітриту натрію варених ковбас

Недорізанюк Л.П., Войцехівська Л.У., Даниленко С.Г., Вербицький С.Б.  
Інститут продовольчих ресурсів НААН (ІПР НААН), м. Київ, Україна

**Вступ.** Одним із основних завдань, які стоять перед м'ясною промисловістю є підвищення якості та безпечності продукції, що випускається, оскільки м'ясо та м'ясні продукти - джерело повноцінних білків, жирів, вітамінів, мінеральних речовин.

Колір є основним одним з вирішальних факторів щодо вибору споживачами м'ясних продуктів – разом із запахом, смаком та структурою. Речовини, призначені для формування кольору м'ясних продуктів, такі як нітрити та нітрати є досить ефективними, але з міркувань безпеки харчових продуктів їх використання обмежено чинними нормами.

Для стабілізації забарвлення та надання готовому продукту характерного рожевого кольору під час виготовлення м'ясних продуктів застосовують нітрит натрію. Крім того, він має консервуючу та антиокислювальну дію та бере участь у формуванні смакоароматичних показників м'ясних продуктів.

Колір свіжого м'яса обумовлений вмістом у ньому пігментів: міоглобіну, гемоглобіну, цитохрому. Основним забарвлюючим пігментом м'яса є міоглобін (90%). У розсолі нітрит натрію розкладається з утворенням оксиду азоту, який, взаємодіючи з міоглобіном, надає м'ясу характерного рожевого кольору, що зберігається і при тепловій обробці.

Оксид азоту є основним і незамінним компонентом, що бере участь у розвитку забарвлення та аромату м'ясних продуктів. Швидкість та інтенсивність забарвлення залежать від ступеня розщеплення нітриту натрію та кількості оксиду азоту, що накопичується у м'ясі. При цьому значна частина нітриту натрію, що додається залишається невикористаною та виявляється у готовому продукті у вигляді залишкового нітриту [1].

Останнім часом спостерігається збільшення споживчого попиту на продукти з меншою кількістю хімічних добавок, які сприймаються як більш здорові. Існує нормативний акт ЄС, спрямований на зменшення використання нітритів у виробництві м'ясних продуктів. Крім того, деякі країни запровадили внутрішні правила, зменшивши максимальний рівень нітритів (дозволений у Європейському Союзі, зі 150 до 60 мг/кг у готовому продукті) [2, 3].

Фактична відсутність речовин, здатних функціонально замінити нітрит натрію, не дає змоги виключити його з рецептур і потребує проведення робіт з пошуку методів зниження його концентрації у готовій продукції [4].

Одним із перспективних напрямків зниження кількості нітриту натрію в м'ясних продуктах є застосування композицій стартових культур, які володіють різними функціями та які складаються з декількох різних штамів і видів мікроорганізмів. Їхнє спільне використання забезпечує більш ефективну синергічну, профілактичну та метаболічну дію.

Стартові культури, що використовуються в м'ясній промисловості, представляють собою життєздатні спеціально підібрані штами мікроорганізмів спрямованої дії, які регулюють біохімічні процеси, що формують якість готового продукту [5].

Найпоширенішими коагулазонегативними непатогенними видами денітрифікуючих бактерій є *Staphylococcus carnosus*, *Staphylococcus xylosum*, *Staphylococcus simulans*, *Staphylococcus equorum*, *Micrococcus varians* [6]. Вони є домінуючими представниками серед мікробіоти м'ясної сировини завдяки можливості розвиватися в умовах малого доступу кисню, а також завдяки своїй високій солестійкості.

Дослідження показали можливість використання змішаних культур бактерій під час соління сировини, що складаються з *Lactobacillus fermentum* S8 і *Staphylococcus carnosus* ATCC 51365 та визначено вплив бактерій на залишкову кількість нітриту натрію, вміст нітрозопігментів, колір, рН, окисно-відновний потенціал, мікробіологічні та сенсорні

властивості готового м'ясного продукту. Використання бактеріальної композиції впливає на зниження рівня нітриту натрію ( $\text{NaNO}_2$ ) і збільшення кількості нітрозопігментів. Застосування стартових культур у зразку з використанням  $\text{NaNO}_2$  – 50 мг/кг дозволяє отримати більш яскравий колір продукту, порівняно з зразком, виготовленим без стартових культур з використанням  $\text{NaNO}_2$  – 100 мг/кг [7].

Є вдалі спроби зниження вмісту залишкового нітриту натрію в готовому продукті, шляхом використання композиції чистих культур денітрифікуючих мікроорганізмів із сімейства *Staphylococcus carnosus*, *Staphylococcus xylosus*, *Micrococcus varians*, які не тільки знизили залишковий вміст нітриту натрію в готовому продукті, але й покращили його фізико-хімічні та органолептичні характеристики [8].

Досліджено вплив бактеріальних препаратів на зниження залишкового вмісту нітриту натрію у ферментованих суцільном'язових продуктах зі свинини [9, 10]. Встановлено, що застосування бактеріальних препаратів викликає зменшення залишкового вмісту нітриту натрію та збільшення нітрозопігментів у готовому продукті. Утворення оксиду азоту можна прискорити, використовуючи при посолі редуруючі речовини, які забезпечують стійкість забарвлення, а також застосовуючи стартові культури з денітрифікуючою активністю.

Нітрит натрію використовують при виробництві більшості м'ясних продуктів. Небезпека використання нітритів полягає в тому, що саме вторинні аміни здатні реагувати з нітридами м'яса, утворюючи нітрозаміни. Тому пошук шляхів мінімізації використання нітритів у виробництві м'ясних виробів залишається актуальним завданням.

**Матеріали та методи.** Дослідження проводили в лабораторних умовах відділу технології м'ясних продуктів Інституту продовольчих ресурсів НААН.

Для досліджень було виготовлено 4 зразки варених ковбас: контроль та 3 дослідних, фарш, яких складався з яловичини в/с та напівжирної свинини (у співвідношенні 1:1) з внесеними різними масовими частками нітриту натрію та додаванням у фарш на етапі соління композиції PökelSTART та Іпровіт-Scп: К (контроль) – виготовлений за традиційною технологією з масовою часткою  $\text{NaNO}_2$  5 мг/100 г; Д 1 (дослід 1) - з додаванням у фарш PökelSTART та масовими частками  $\text{NaNO}_2$  5 мг/100 г, 2,5 мг/100 г, 1,25 мг/100 г; Д 2 (дослід 2) - з додаванням у фарш Іпровіт-Scп та масовими частками  $\text{NaNO}_2$  5 мг/100 г, 2,5 мг/100 г, 1,25 мг/100 г.

Соління проводили протягом 12 год за температури (0 – 4) °С. Варіння проводили у воді за температури (80 ± 4) °С до температури (70 ± 2) °С в товщі продукту; охолоджували у холодній воді до температури не нижче 0°С і не вище 8 °С в товщі продукту.

Амінокислотний склад білків досліджували після гідролізу зразків продукту. Ідентифікацію амінокислот виконували на автоматичному амінокислотному аналізаторі LC-2000 Біотронік (Німеччина). Для ідентифікації вільних амінокислот застосовували комп'ютерну обробку хроматограм за допомогою програмного пакету Kodak Digital Scіens ID.

Вміст летких жирних кислот визначали їх відгонкою з підкисленої водної витяжки гострою парою з наступним титруванням дистилляту.

Перетворення гемових пігментів оцінювали за загальною кількістю пігментів, вмістом нітрозоміоглобіну та стійкістю забарвлення. Метод базується на екстрагуванні пігментів водним розчином ацетону з подальшим вимірюванням оптичної густини екстракту за  $\lambda=540$  нм;

Вміст нітриту натрію визначали за реакцією з N-1-нафтилетилендіаміном дигідрохлориду в кислому середовищі з утворенням діазосполучень, інтенсивність забарвлення яких вимірювали фотометрично.

**Результати та обговорення.** Варені ковбаси мають досить нетривалий виробничий цикл, який не передбачає тривалого витримування м'ясної сировини, а для адаптації мікроорганізмів до нових умов росту та синтезу ферментів необхідний певний проміжок часу, тому доцільно було б встановити найліпші умови для розвитку мікрофлори. Аналізування специфіки технології виготовлення варених ковбас дозволило визначити, що найкраще витримувати м'ясну сировину, здійснюючи процес соління.

Відомо, що використання стартових культур під час соління м'ясних виробів дозволяє створити оптимальні умови для проходження процесу утворення забарвлення з максимальним відновленням нітритів, що є необхідним для виробництва продуктів зі зниженим вмістом нітриту натрію.

Забезпечення стабільного кольору можна досягти, створивши у фарші відповідні умови за допомогою корисної мікрофлори, застосовуючи стартові культури з денітрифікуючою активністю.

До числа найважливіших біохімічних процесів під час виготовлення м'ясних продуктів відносять утворення нітрозопігментів. Хід реакції кольороутворення можна відслідкувати за змінами загальної кількості пігментів, нітрозопігментів та залишкового вмісту нітриту натрію (табл. 1).

Таблиця 1. Характеристика кольору готових варених ковбас

Зразок	Масова частка $NaNO_2$ , мг/100г	Загальна кількість пігментів (оптична густина)	Нітрозопігменти, % відносно загальної кількості пігментів	Стійкість забарвлення, %	Залишковий нітрит натрію, %
Контроль (К)	5,00	0,166	46,03	85,00	2,63
Дослід (Д1)	1,25	0,160	25,71	73,00	0,38
	2,50	0,169	46,11	86,00	0,72
	5,00	0,183	61,69	92,00	1,63
Дослід (Д2)	1,25	0,173	26,01	76,00	0,30
	2,50	0,172	46,23	89,00	0,68
	5,00	0,184	62,25	94,00	1,59

Колір ковбасних виробів є одним з найважливіших показників якості, який впливає на споживче сприйняття продукту. Отримання бажаних кольорових характеристик є нелегким завданням, оскільки залежить від умов проходження реакції кольороутворення та речовин, що беруть у ній участь.

В умовах слабкокислої реакції під впливом бактеріальної нітритредуктази, нітрит натрію відновлюється до оксиду азоту, який надалі реагує з пігментами м'яса з утворенням стійкого нітрозоміоглобіну. Як видно з таблиці 1, що вміст нітрозопігментів в дослідних зразках Д 1 та Д 2 при частці внесеного нітриту натрію 2,5 мг/100 г знаходиться майже на одному рівні з їхнім вмістом у контролі, що не вплинуло на стійкість забарвлення.

Треба відзначити, що зниження відповідної кількості нітриту натрію, який вносили до фаршу варених ковбас, дало змогу значно знизити і його залишковий рівень. Так, у дослідних зразках Д1 та Д 2 залишковий вміст нітриту натрію у готовому продукті був нижчим за контроль: з вмістом  $NaNO_2$  5 мг/100 г – на (38 - 40) %, з вмістом  $NaNO_2$  2,5 мг/100 г – на 38 %, (72 – 74) %, з вмістом  $NaNO_2$  1,25 мг/100 г – на (86 - 89) %.

Отже, у зразку зі зменшеною масовою часткою нітриту натрію в дослідних зразках Д 1 та Д 2 до 1,25 мг/100 г спостерігається значне зменшення залишкового нітриту, але це негативно відображається на органолептичних показниках, а саме на кольорі.

За результатами усіх досліджень у дослідних зразках з масовою часткою нітриту натрію 2,5 мг/100 г видно, що усі показники якості знаходяться майже на одному рівні з контролем, а їх колір був навіть дещо кращим.

Під час соління м'ясної сировини відбуваються специфічні біохімічні перетворення, які обумовлюють органолептичні характеристики готового продукту. Денітрифікуючі бактерії *Staphylococcus carnosus*, *Staphylococcus xylosus* здатні продукувати сполуки, які беруть участь у формуванні смако-ароматичних характеристик м'ясної сировини, а надалі і готового продукту. Механізм формування смаку та аромату м'ясної сировини під час соління пов'язаний, в основному, з розвитком гідролітичних змін білкових речовин та ліпідів.

Традиційно сенсорні характеристики утворюються у зв'язку з накопиченням органічних сполук – вільних амінокислот та летких жирних кислот [8].

Завдяки метаболізму денітрифікуючих бактерій, а також низці ферментативних реакцій під час соління, у продукті нагромаджується значна кількість органічних кислот, зокрема летких жирних кислот (рис. 1), з якими пов'язане утворення специфічного аромату і смаку варених ковбас.

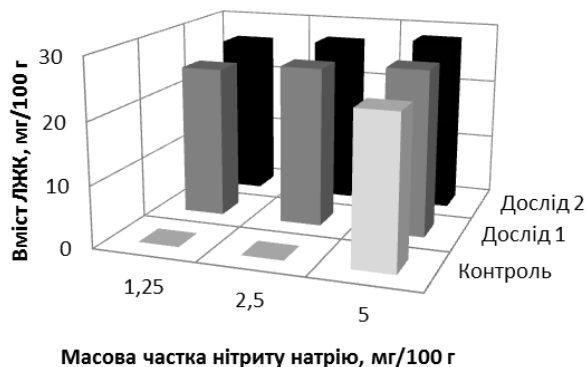


Рис. 1 - Вплив стартових культур на зміни ЛЖК варених ковбас в залежності від доданої масової частки нітриту натрію

На основі результатів досліджень виявлено, що дослідні зразки Д 1 та Д 2 з різними масовими частками нітриту натрію характеризуються більш інтенсивним накопиченням ЛЖК, порівняно з контролем. Так, у зразках Д 1 та Д 2 із масовою часткою доданого нітриту натрію 2,5 мг/100 г вміст ЛЖК був вище на 7,24 % і 12,16 % відповідно порівняно з контролем. У зв'язку з тим, що процес утворення ЛЖК має ферментативний характер, дане явище пояснюється тим, що, гідроліз ліпідів відбувається під дією не лише тканинних ферментів (як у контролі), але і ліпаз, утворених внаслідок життєдіяльності *Staphylococcus carnosus*, *Staphylococcus*

*xulosus*. Продукти гідролізу, вступаючи в окисно-відновні реакції з киснем повітря, більш інтенсивно утворюють ЛЖК, які у поєднанні з іншими речовинами при термообробці формують аромат готових продуктів.

Відомо, що внаслідок вуглеводного обміну мікроорганізмів утворюються продукти, які відіграють важливу роль у формуванні аромату м'ясних продуктів. У процесі метаболізму, а також під час впливу на білки тканин ферментів мікроорганізмів утворюються вільні амінокислоти (табл. 2).

Таблиця 1. Вміст вільних амінокислот у варених ковбасах

Амінокислота	Еталон ФАО/В ООЗ г/100 г білка	Зразок						
		Контроль	Дослід 1 (Д1) з масовою часткою NaNO <sub>2</sub> , мг/100 г			Дослід 2 (Д2) з масовою часткою NaNO <sub>2</sub> , мг/100 г		
			1,25	2,5	5,0	1,25	2,5	5,0
Лейцин	7,0	8,0	7,8	8,0	8,2	7,8	8,2	8,4
Метіонін + цистин	3,5	4,1	4,9	4,9	5,0	4,9	5,0	5,2
Валін	5,0	5,1	5,0	5,0	5,1	5,0	5,1	5,2
Лізин	5,5	6,2	6,3	6,5	6,8	6,2	6,7	6,8
Треонін	4,0	4,3	4,0	4,2	4,5	4,1	4,3	4,6
Фенілаланін + тирозин	6,0	6,1	6,4	6,7	7,0	6,5	7,0	7,2
Триптофан	1,0	1,1	1,0	1,1	1,1	1,0	1,1	1,2
Ізолейцин	4,0	4,6	4,4	4,8	4,8	4,5	4,8	4,9
Всього	36,0	39,5	39,8	41,2	42,6	40,0	42,2	43,3

В результаті аналізу кількісного складу амінокислот в зразках продукту ідентифіковано 10 вільних незамінних амінокислот. Їх загальний вміст становить у контролі 39,36, що на 4,75 % та 7,27 % нижче порівняно із зразками Д 1, Д 2 відповідно (з доданою масовою часткою нітриту натрію 2,5 мг/100 г).

З таблиці 2 видно, що у дослідних зразках Д 1 та Д 2 порівняно з контролем відбувається інтенсивніше накопичення лейцину, метіоніну, ізолейцину, валіну, фенілаланіну, які відіграють значну роль у формуванні аромату продукту.

**Висновок.** Результати досліджень дають змогу стверджувати, що під час виготовлення варених ковбас з додаванням композицій на основі стартових культур на основі мікроорганізмів роду *Staphylococcus* дозволяє знизити масову частку доданого під час соління м'ясної сировини нітриту натрію з 5 мг/100 г до 2,5 мг/100 г, що, відповідно, дозволяє отримати безпечний готовий продукт належної якості.

## Література

1. Pegg, R.B.; Honikel, K.O. Principles of Curing. In Handbook of Fermented Meat and Poultry, 2nd ed.; Toldrá, F., Hui, Y.H., Astiasaran, I., Sebranek, J.G., Talon, R., Eds.; Wiley Blackwell: West Sussex, UK. 2015. P. 19–29.
2. European Commission. Ad-Hoc Study on the Monitoring of the Implementation of Directive 2006/52/EC as Regards the Use of Nitrites by Industry in Different Categories of Meat Products; Revised Interim Report; European Commission: Brussels, Belgium. 2015.
3. Commission Decision (EU) 2018/702 of 8 May 2018 concerning national provisions notified by Denmark on the addition of nitrite to certain meat products (notified under document C(2018) 2721). Off. J. Eur. Union. 2018. L118. P. 7–15.
4. Ізраєлян В.М., Голембовська Н.В. Використання рослинного ферменту у технології шинок. Інноваційний розвиток готельно-ресторанного господарства та харчових виробництв: матеріали II Міжнародної наук.-практ. інтернет конф. Прага: Oktan Print s.r.o. 2021 С. 67–68.
5. Danylenko S., Naumenko O., Yemtsev V., Kryzhska T., Potemka O., Tolok G., Kanishchev O., Ochkolyas O., Prokopenko N., Omelian A. Justification and microbiota compositions development for the fermentation of raw meat. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences* vol. 2023. 17. P. 405-418 <https://doi.org/10.5219/1874>
6. Szymański, P., Łaszkiewicz, B., Siekierko, U., Kołożyn-Krajewska, D. Effects of the Use of *Staphylococcus carnosus* in the Curing Process of Meat with a Reduced Amount of Sodium Nitrite on Colour, Residue Nitrite and Nitrate, Content of Nitrosyl Pigments, and Microbiological and the Sensory Quality of Cooked Meat Product. *J Food Qual.* 2020. 7. 6141728, doi:10.1155/2020/6141728.
7. Szymański, P., Łaszkiewicz, B., Kern-Jędrychowska, A., Siekierko, U., Kołożyn-Krajewska, D. The Use of the Mixed Bacteria *Limosilactobacillus fermentum* and *Staphylococcus carnosus* in the Meat Curing Process with a Reduced Amount of Sodium Nitrite. *Appl. Sci.* 2021. 11. 904 p. <https://doi.org/10.3390/app11030904>.
8. Дубровіна О.В., Баль-Прилипка Л.В. Вдосконалення технології варених ковбас з використанням денітрифікуючих мікроорганізмів. Збірник праць IV Міжнародної науково-практичної конференції вчених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства», Київ: НУБіП України. 2014. С. 11-12.
9. Недорізанюк, Л., Франко, О., & Войцехівська, Л. Вплив композицій бактеріальних препаратів на зниження залишкового вмісту нітриту натрію. *Продовольчі ресурси.* 2014. 2(02), 56–58. <https://iprjournal.kyiv.ua/index.php/pr/article/view/420>.
10. Bal-Prylupko, L., Danylenko, S., Mykhailova, O., Nedorizanyuk, L., Bovkun, A., Slobodyanyuk, N., Omelian, A., & Ivaniuta, A. (2024). Influence of starter cultures on microbiological and physical-chemical parameters of dry-cured products. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences.* 18. P. 313–330. <https://doi.org/10.5219/1960>.

## Антиоксидантна здатність водно-спиртових настоїв фундука

Кузьмін О.В., Омельченко М.С.

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

**Вступ.** Стрімкий розвиток сучасних харчових технологій викликає зацікавленість антиоксидантними властивостями плодів фундука (ліщини). Фундук відомий значним вмістом біологічно активних речовин, зокрема поліфенолів, які володіють антиоксидантною дією, що відкриває нові перспективи для створення інноваційних продуктів із поліпшеними функціональними властивостями.

Фундук є одним із найпоширеніших горіхів у світі. Зростання обсягів культивування зумовлено не лише його високою харчовою цінністю, але й значним економічним та екологічним ефектом. Туреччина є найбільшим світовим виробником фундука, на її частку припадає приблизно 75% світового обсягу виробництва цього горіха, що робить її ключовим гравцем на ринку. До числа провідних виробників також входять Італія та Китай [1].

Однак при виробництві фундука утворюється значна кількість побічних продуктів, таких як шкірка, шкаралупа, лушпиння та листя, які становлять більше 50% загальної маси горіха [1]. Ці побічні продукти є джерелом цінних біологічно активних сполук, що відкриває нові можливості для їх використання у харчовій промисловості. Таким чином, фундук та побічні продукти його переробки мають значний потенціал для розробки функціональних продуктів.

**Матеріали і методи.** Антиоксидантну здатність водно-спиртових настоїв (ВСН) фундука (шкірка, шрот, олія, паста) визначали методом редоксметрії та рН-метрії [2].

**Результати та обговорення.** У цьому аспекті ключовим є дослідження антиоксидантних властивостей ВСН з продуктів переробки фундука та оцінка потенціалу їх використання в інноваційних ресторанних технологіях.

Величина антиоксидантної здатності ВСН з продуктів переробки фундука: активна кислотність (рН) з максимальним значенням 8,07 од. рН для ВСН з олії у порівнянні з мінімальним числом для ВСН зі шкірки 7,19 од. рН, при цьому ВСН з пасти – 7,72 од. рН, ВСН зі шроту – 7,33 од. рН. Фактичне значення окисно-відновного потенціалу ( $E_{h_{act}}$ ) ВСН: мінімальне значення – 12 мВ для ВСН з олії для порівняння з максимальним значенням для ВСН зі шкірки  $E_{h_{act}} = 46$  мВ, при цьому ВСН з пасти  $E_{h_{act}} = 43$  мВ, ВСН зі шроту  $E_{h_{act}} = 44$  мВ. Значення мінімального теоретичного значення ОВП ( $E_{h_{min}}$ ) з найнижчим показником ВСН з олії – 163,06 мВ у порівнянні з максимальним значенням для ВСН зі шкірки  $E_{h_{min}} = 200,02$  мВ; значення ВСН з пасти  $E_{h_{min}} = 177,76$  мВ; ВСН зі шроту  $E_{h_{min}} = 194,14$  мВ. Відновна здатність ВСН (енергія відновлення –  $RE_{inf}$ ) мінімально становить 134,76 мВ для пасти, щодо максимального 154,02 мВ – для ВСН зі шкірки; значення ВСН з олії  $RE_{inf} = 151,06$  мВ; ВСН зі шроту  $RE_{inf} = 150,14$  мВ. Мінімальне значення енергії відновлення рослинної сировини щодо розчинника  $RE_{plant} = 89,12$  мВ характерно для пасти; максимальне значення енергії відновлення  $RE_{plant}$  досягла 108,38 мВ для шкірки; значення  $RE_{plant} = 105,42$  мВ для олії;  $RE_{plant} = 104,50$  мВ для шроту.

Антиоксидантна активність фундука може змінюватися у залежності від складу продуктів його переробки, умов обробки та інших факторів, що впливають на хімічний склад і властивості. Олія та паста фундука багаті на токофероли та каротиноїди, тоді як шкірка та шрот містять флавоноїди, таніни та антоціани. Ці сполуки мають антиоксидантний потенціал, що забезпечує захист клітин від пошкодження вільними радикалами та запобігає окисненню ліпідів.

Запропоновано використання купажних пар «Фундук (паста) – Фундук (шкірка)» та «Фундук (паста) – Фундук (шрот)» у залежності від масової частки (МЧ) їх сумішей ( $\omega$ ) в інноваційних ресторанних технологіях.

Активна кислотність (рН) має максимальне значення 7,72 од. рН для купажу ( $\omega$ , % – 100/0), при цьому мінімальне число у 7,19 од. рН має співвідношення ( $\omega$ , % – 0/100). Купаж ( $\omega$ , % – 50/50) має значення 7,41 од. рН. Спостерігається тенденція до підвищення кислотності зі збільшенням частки настою Фундук (шкірка).

Дослідження окисно-відновного потенціалу має наступні результати: мінімальне значення – 43 мВ у зразку ( $\omega$ , % – 100/0), при цьому мінімальне теоретичне значення показника ОВП ( $E_{h_{min}}$ ) також має найнижчий результат – 177,76 мВ; максимальне значення – 46 мВ у ( $\omega$ , % – 0/100), мінімальне теоретичне значення ОВП ( $E_{h_{min}}$ ) якого рівне максимальному числу – 200,02 мВ. Значення мінімального теоретичного значення ОВП ( $E_{h_{min}}$ ) для купажу ( $\omega$ , % – 50/50) має 190,78 мВ, ОВП – 44,30 мВ.

Відновна здатність (енергія відновлення – RE) мінімально становить 134,76 мВ у співвідношенні ( $\omega$ , % – 100/0). Енергія відновлення рослинної сировини ( $RE_{plant}$ ) при цьому також мінімальна – 89,12 мВ для цього ж купажу. Максимального значення енергія відновлення досягла 154,02 мВ для купажу ( $\omega$ , % – 0/100), який має  $RE_{plant}$  також максимального значення – 108,38 мВ. Для купажу ( $\omega$ , % – 50/50) ці значення становлять 146,48 мВ та 100,84 мВ відповідно. Можна зробити висновок, що даний показник збільшується зі збільшенням частки настою Фундук (шкірка) (рис. 1).

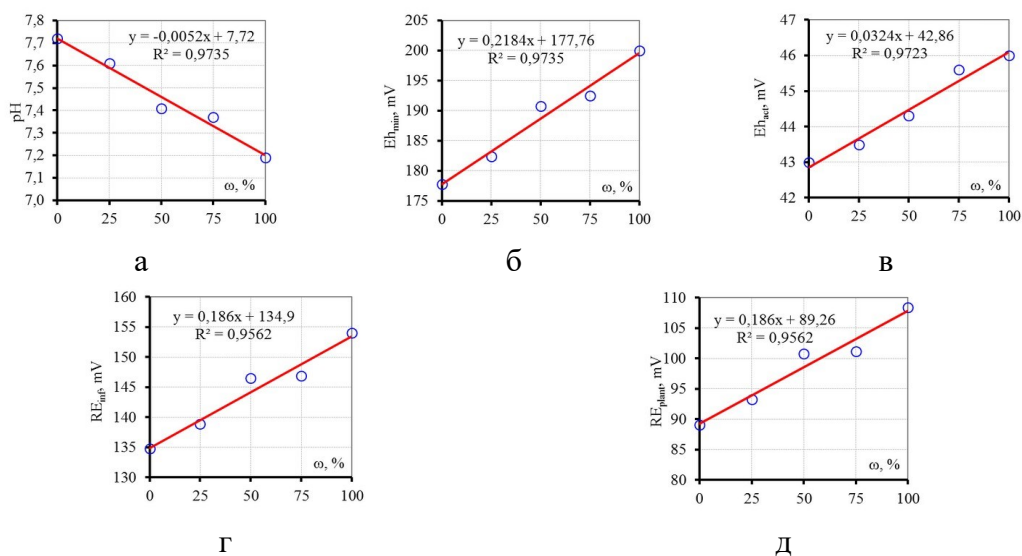


Рисунок 1 – Графічне зображення результатів дослідження окисно-відновного потенціалу купажних пар «Фундук (паста) – Фундук (шкірка)» у різних відсоткових співвідношеннях (а – рН, б –  $E_{h_{min}}$ , в –  $E_{h_{act}}$ , г –  $RE_{inf}$ , д –  $RE_{plant}$ )

**Висновки.** Можливості використання ВСН фундука з підвищеною антиоксидантною здатністю у ресторанних технологіях включають: виготовлення соусів і маринадів для м'ясних та рибних страв, розробку десертів, створення напівфабрикатів (топінгів, просочок, промочок), приготування гарячих напоїв (глінтвейнів, пуншів), коктейлів, а також аперитивів для стимулювання апетиту перед основними стравами.

## Література

1. Zhao J., Wang X., Lin H., Lin Z. Hazelnut and its by-products: A comprehensive review of nutrition, phytochemical profile, extraction, bioactivities and applications. Food Chemistry. 2023. Vol. 413. 135576.
2. Shevchenko O., Kuzmin O., Melnyk O., Khareba V., Frolova N., Polyovyk V. Antioxidant properties of water-alcohol infusions of tea-herbal compositions based on yerba mate. Ukrainian Food Journal. 2022. 11(3). pp. 403-415.

## **Використання модифікованої атмосфери для пакування харчових продуктів з метою подовження терміну їх придатності**

Наталія Кулик, Вікторія Морфлюк-Щур, Ольга Романюк  
*Національний університет харчових технологій (НУХТ), м. Київ, Україна*

**Вступ.** Питанням номер один у всьому світі є забезпечення населення продуктами харчування у достатній кількості, необхідного рівня якості, споживчої цінності та безпеки.

Роль упаковки у процесі зберігання продуктів впродовж певного терміну та гарантуванні їх високої якості важко переоцінити. Упаковка відокремлює продукт від його оточення, зводить бар'єр і створює внутрішнє середовище, яке повинно забезпечити виключення біологічних, фізичних, механічних і хімічних перетворень, обмінних чи інших взаємодій, які могли б зіпсувати продукт. Для підвищення надійності зберігання пакованих продуктів та подовження їх терміну придатності все частіше використовують упаковку з модифікованою атмосферою.

**Матеріали та методи.** Упаковка в модифікованій атмосфері - це практика модифікації складу внутрішнього середовища упаковки з метою подовження терміну зберігання пакованих продуктів. Потреба в цій технології для харчових продуктів виникає через короткий термін зберігання таких харчових продуктів, як м'ясо, риба, птиця, морепродукти, сири, свіжі овочі та фрукти у присутності кисню. У харчових продуктах з участю кисню легко відбуваються реакції окислення ліпідів. Кисень також допомагає підтримувати високу швидкість дихання свіжих продуктів, що сприяє скороченню терміну зберігання. Коли харчовий продукт знаходиться в пакуванні, що містить повітря, він може бути зіпсований за рахунок трьох основних процесів - окислення, дії бактерій і розвитку цвілі. Однак ці процеси псування можна значною мірою придушити та вповільнити, упакувавши харчовий продукт з використанням модифікованого середовища.

**Результати.** Для забезпечення ефективного функціонування упаковки з модифікованою атмосферою необхідно проаналізувати вихідні дані щодо пакованого продукту, які включають склад та властивості пакованого харчового продукту, фактори впливу при зберіганні, від яких треба захищати продукт, умови та терміни зберігання. На підставі аналізу вхідних даних треба обрати склад модифікованої газової суміші, конструкцію та матеріал упаковки.

### **Газові суміші.**

Кожний з газів, які використовують для модифікації атмосфери, а саме -кисень, азот, діоксид та оксид вуглецю, а також їх суміші, виконує свою функцію і має певний вплив на паковані харчові продукти.

#### Кисень (O<sub>2</sub>)

Окислення призводить до згіркнення жирів, появи стороннього запаху й присмаку, а також спричиняє псування продуктів у результаті активізації аеробних бактерій. Застосування збідненої киснем газової суміші уповільнює «дихання» в овочах і фруктах, протидіє їх потемнінню, пригнічує мікроорганізми на поверхні харчового продукту та зберігає смак, аромат та інші властивості продуктів. Потрібен для «дихання» фруктів та овочів, запобігання активізації анаеробних мікроорганізмів у риби, а також для збереження яскраво-червоного кольору зрілого свіжого м'яса.

#### Азот (N<sub>2</sub>)

Використовується як інертна основа для заміщення кисню в газовій суміші.

Пригнічує мікроорганізми анаеробного гниття, захищає жири від окислення, не змінює колір м'яса. Погано розчиняється у воді і жирах та зберігає смак і аромат харчових продуктів.

#### Діоксид вуглецю (CO<sub>2</sub>)

Використовується як заміщувальний газ у пакуванні для харчових продуктів.

Легко розчиняється у воді й жирах. Має сильні інгібіторні властивості, стримує, уповільнює та пригнічує аеробні бактерії та плісняву, що змінюють смак, запах і спричиняють псування продуктів. Збільшує кислотність та знижує рН продукту, це подовжує терміни зберігання м'яса і м'ясних продуктів, птиці, риби, морепродуктів, сиру, кулінарних виробів та випічки. Проявляє антибактеріальні властивості. Перешкоджає «диханню» фруктів і овочів при концентраціях понад 1 %, але вміст CO<sub>2</sub> понад 10 % є фітотоксичним [1].

Приклади газових сумішей для пакування в модифікованому атмосферному середовищі різних харчових продуктів наведені у таблиці 1.[2].

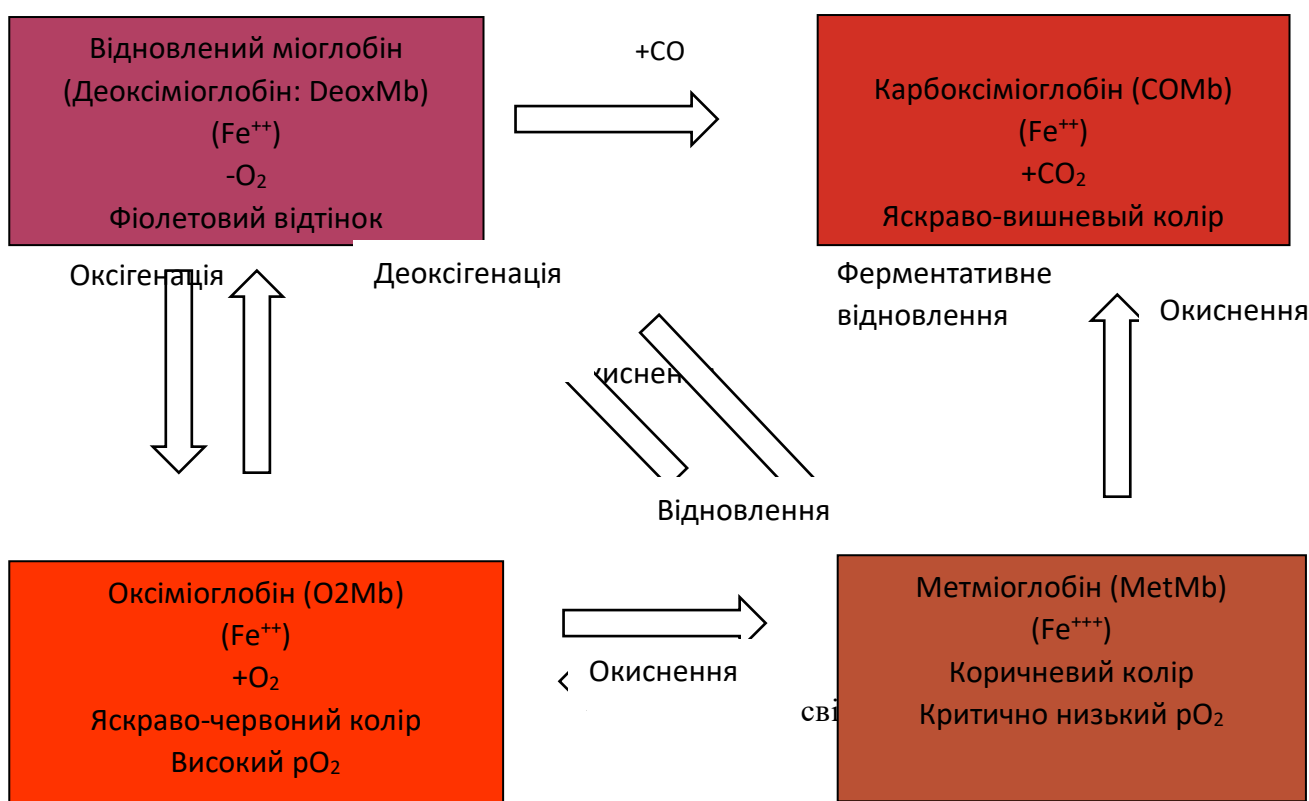
Таблиця 1.

Продукт	O <sub>2</sub> (%)	CO <sub>2</sub> (%)	N <sub>2</sub> (%)
Червоне м'ясо	80 - 85	15	-
Птиця	-	25	75
Риба	-	60	40
Сири	-	100	-
Хліб	-	70	30
Фрукти та овочі	3 - 5	3 - 5	85 - 95

Свіже м'ясо є одним найбільш складних об'єктів для забезпечення привабливого для споживача зовнішнього вигляду та збереження якісних характеристик за рахунок пакування.

У свіжому м'ясі при зберіганні відбуваються фізичні (втрата води), хімічні (зміна кольору та запаху) та/або мікробіологічні зміни. Термін придатності свіжого м'яса обмежений. Як відомо, його зміна більшою чи меншою мірою пов'язана з наявністю кісню, якій впливає на низку процесів, в тому числі на зміну кольору м'яса.

М'ясо набуває червоного кольору в результаті оксигенації (збагачення киснем) діоксіміоглобіну (DeoxMb), в результаті чого утворюється оксіміглогбін (O<sub>2</sub>Mb). Це збагачення киснем вважається зворотним залежно від парціального тиску O<sub>2</sub> (pO<sub>2</sub>). Зміна кольору поверхні м'яса виникає внаслідок окислення пігменту до метміоглобіну (MetMb). Часто окиснення пігменту лише повільно зворотно за рахунок ферментативно-опосередкованого відновлення MetMb на ранніх стадіях окиснення пігменту (рис 2). Отже, збереження зовнішнього вигляду м'яса передбачає передусім запобігання або уповільнення утворення метміоглобіну (MetMb) на відкритих поверхнях м'яса.



<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5848116/>

Тому саме цей продукт залишається важливим об'єктом для подальших наукових досліджень у сфері використання модифікованої атмосфери різного складу в тому числі з використанням монооксиду вуглецю (CO).

Використання CO при упаковці свіжого м'яса дає обнадійливі результати завдяки його позитивному впливу на загальну якість м'яса, посилення червоного кольору, зниження окислення ліпідів та уповільнення зростання мікроорганізмів, що призводить до продовження терміну придатності при ширшому територіальному розповсюдженні фасованої продукції. Однак у реальних концентраціях CO, які використовуються, він не має протимікробної дії, для затримки зростання грамнегативних бактерій необхідна достатня концентрація CO<sub>2</sub>.

Його використання призводить до більш стабільного червоного кольору карбоксиміоглобіну в м'ясі, що з одного боку є привабливим для споживачів, але з іншого боку викликає занепокоєння, що він може маскувати ознаки псування в продукті.

На рис.3 наведені фото бифштексів після зберігання в MAP різного складу впродовж 21 діб при температурі  $1 \pm \text{°C}$ .



70% O<sub>2</sub>/ 20% CO<sub>2</sub>/ 10% N<sub>2</sub>



24% O<sub>2</sub>/ 50% CO<sub>2</sub>/ 25,25% N<sub>2</sub>/ 0,75% CO



24% O<sub>2</sub>/ 50% CO<sub>2</sub>/ 25,5% N<sub>2</sub>/ 0,5% CO



24% O<sub>2</sub>/ 50% CO<sub>2</sub>/ 25% N<sub>2</sub>/ 1% CO

Рис.3. Зовнішній вигляд бифштексів, після зберігання в MAP впродовж 21 діб при температурі  $1 \pm \text{°C}$ . <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5848116/>

Використання CO в упаковці червоного м'яса залишається дискусійним питанням серед фахівців через його можливий токсичний вплив на робочий персонал секції пакування. При використанні CO у упаковках з модифікованою атмосферою, виробники м'ясної продукції повинні маркувати упаковку, вказуючи на об'єктивні терміни зберігання [3].

#### **Пакувальні матеріали та упаковка**

На атмосферу всередині упаковки значною мірою впливає швидкість пропускання матеріалу, який використовується для упаковки, і зміни температури зберігання. Для пакування з використанням модифікованої атмосфери використовується переважно полімерна упаковка.

Використовують як гнучку так і жорстку полімерну упаковку. Гнучку полімерну упаковку виготовляють з рулонних матеріалів, формування пакету, заповнення продуктом, створення модифікованої атмосфери всередині упаковки та її герметизація – є послідовними стадіями єдиного технологічного процесу. У випадку жорсткої упаковки використовуються або

попередньо виготовлені лотки та контейнери або рулонний листовий матеріал, з якого формується упаковка і відразу заповнюється продуктом, газовою сумішшю і герметизується за рахунок приварювання верхньої плівки.

Для забезпечення всередині MAP-упаковки постійного складу газового середовища використовують матеріали з низькою проникністю щодо газів, водяної пари та ароматів. Вакуумні та газонаповнені пакети спочатку виготовляли із прозорих ламінованих матеріалів: ОРА // Соех РЕ товщиною 60–100 мкм або ВОРЕТ // Соех РЕ товщиною 50–80 мкм. Нині при виготовленні упаковок з модифікованою атмосферою найчастіше користуються багатошаровими співекструдатами зі структурами: Соех LEVA/Adg/PA/Adg/PE; Соех PP/Adg/EVOH/Adg/PE/PE; Соех PE/Adg/PA/EVOH/PA/Adg/PE; ламінатами ВОРЕТ // Соех PE/Adg/PA/Adg/PE; ВОРЕТ // Соех PE/Adg/EVOH/Adg/PE та іншими. Шари LDPE, LLDPE, mLLDPE, LEVA призначені для зварювання і не пропускають вологу, шари PA-6, PA-6,6 є термостійкими, протидіють розтягуванню і проколюванню, а шар EVOH створює бар'єр проникненню у MAP-пакети кисню, газів і сторонніх запахів [1].

Використання упаковки з модифікованою атмосферою має великі перспективи, але при прийнятті рішення щодо її застосування необхідно враховувати економічні фактори для забезпечення конкурентної спроможності пакованих харчових продуктів. У таблиці 2 наведені переваги та обмеження MAP[4].

**Таблиця 2. Переваги та обмеження упаковки з модифікованою атмосферою [4]**

<b>Переваги MAP</b>	<b>Обмеження MAP</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Збереження якості, текстури, аромату і смаку харчового продукту. Збільшення терміну придатності харчового продукту.</li><li>• Зменшення відходів і втрат продуктів.</li><li>• Хімічні консерванти не потрібні.</li><li>• Зниження мікробного впливу та аеробного росту мікроорганізмів.</li><li>• Покращена презентація харчового продукту.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Висока вартість газів та пакувальних матеріалів, які використовуються в MAP.</li><li>• Висока вартість пакувальних машин.</li><li>• Висока вартість проведення досліджень щодо розрахунок необхідного складу газової суміші потребує дороге обстеження.</li><li>• Існують ризики для можливого розвитку харчових патогенів.</li></ul>

## **Висновки**

1. Використання модифікованою атмосфери у пакуванні харчових продуктів дозволяє забезпечити збереження їх якісних та смакових властивостей, колір і аромат; запобігти їх передчасному псуванню та подовжити термін придатності.
2. Найчастіше для модифікованої атмосфери використовуються вуглекислий газ (CO<sub>2</sub>), азот (N<sub>2</sub>) і кисень (O<sub>2</sub>) у різних співвідношеннях в залежності від пакованих продуктів. Продовжуються дослідження щодо використання монооксиду вуглецю та інертних газів.
3. Крім безумовних переваг використання упаковки з модифікованою атмосферою є також певні обмеження пов'язані з високою вартістю газів, пакувальних матеріалів і пакувальних машин, а також вартістю аналізу, який проводиться для розрахунку оптимального складу газової суміші для певного харчового продукту.

## **Література**

1. Шредер В.Л. Полімерна упаковка: монографія / В.Л. Шредер, В.М. Кривошей, Н.В. Кулик. – К.: Принт Медіа, 2021. – 579 с.
2. Modified Atmosphere Packaging Technique: An Overview. Mohd. Yunus Khan, Atishey Mittal. International Conference on Recent Advances in Engineering and Science (ICRAES-2020) held

on 11th -12th Jan., 2020 University Polytechnic, AMU, Aligarh in Collaboration with Council for Productive Education and Research (Affiliated by Vigyan Prasar, DST Govt. of India).

3. Carbon Monoxide in Meat and Fish Packaging: Advantages and Limits Djamel Djenane and Pedro Roncalés. Foods. 2018 Feb; 7(2): 12. Published online 2018 Jan 23. doi: 10.3390/foods7020012.
4. Н.В.Кулик, Д.В.Пригодій. Упаковка з використанням модифікованої атмосфери. Упаковка, №2, с.34-37.

## Оцінка відповідності пряжених продуктів голосу споживачів

Логінова А.О., Петруша О.О.

*Національний університет харчових технологій, Київ, Україна*

**Вступ.** Діяльність будь-якого оператора ринку із виробництва харчової продукції, його оптимізація, удосконалення та навіть впровадження елементів ощадливих інструментів мають на меті задовольнити вподобання клієнтів – споживачів. Що ж стосується харчового виробництва, то характеристики, які задовольняють споживачів у першу чергу це те, що сприймається відразу – упаковка, зовнішній вигляд, консистенція, смак, запах і колір. Впровадження заходів оптимізації націлених на скорочення витрат виробництва одиниці продукції повинні враховувати відмінності в цінностях кожної характеристики продукту [1]. Для ряду молочних продуктів, в основі яких лежить процес пряження – пряжене молоко, ряжанка, згущене молоко колір є дуже специфічною ознакою, оскільки саме за нею здійснюють його ідентифікацію.

**Матеріали та методи.** При оцінюванні сенсорного профілю молочної продукції були обрані 6 зразків комерційної ряжанки різних виробників (ПрАТ «Кагма», ТОВ «Радивилівмолоко», ПрАТ «Юрія», ТДВ «Яготинський маслозавод» ТОВ «Люстдорф» та ФГ «Парубоче» »). Дослідження проводили за кімнатної температури та нормального природного освітлення. Перед дегустацією тестових зразків їх було охолоджено до 4 °С, гомогенізовано для визначення кращої однорідності відібраних зразків.

Для тестування було запрошено 62 споживачі. Оцінювачами були особи, які не мали непереносимості на лактозу. Статеве співвідношення становило 35,82%/64,18% чоловіків/жінок. Вік учасників коливався від 17 до 51 року. Під час представлення зразка дотримувались рекомендацій Kilcast [2].

Дослідження проводили використовували гедонічний підходи аналіз вподобань споживачів. Приблизно 10 г гомогенізованих зразків поміщали в прозорі скляні чашки, помічені випадковими однозначними числами від 1 до 6 і подавали охолодженими при 4 °С. Респонденти оцінювали ряжанку за шкалою від 0 до 9, де 0 означає «надзвичайно не подобається», а 9 — «надзвичайно подобається», враховуючи такі органолептичні характеристики, як зовнішній вигляд і консистенція, смак і запах та колір.

Загальний показник якості розраховували з наступними коефіцієнтами значущості кожного із показників: зовнішній вигляд та консистенція – 0,3; смак і запах – 0,3, колір – 0,4.

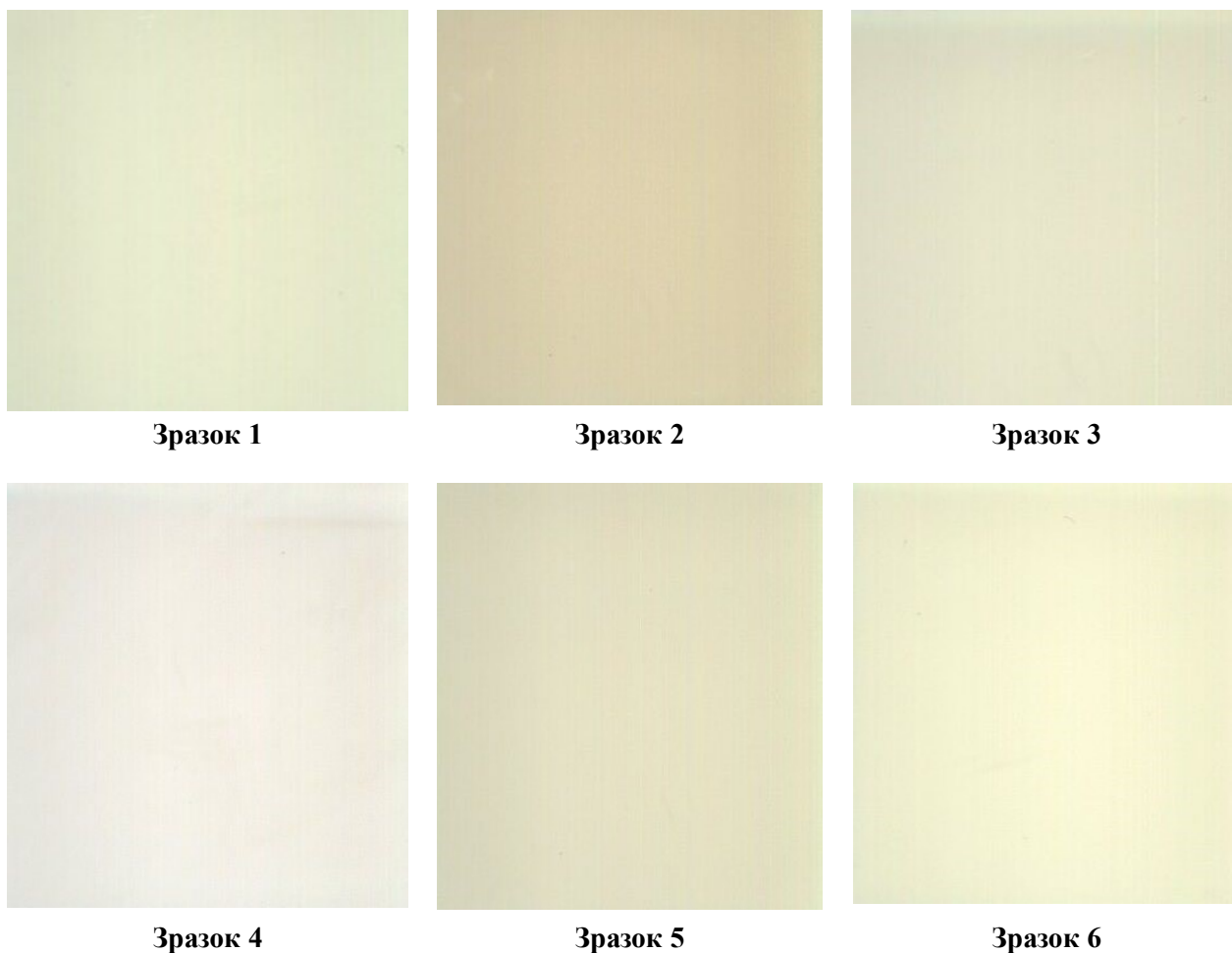
**Результати та обговорення.** Розвиток науки і технології відкривають можливості для прогресивних змін щодо виробництва, транспортування, реалізації харчової продукції. Технологічні інновації розглядаються як рушійна сила для підтримки більш стійких, безпечних та надійних операторів ринку [3], вирішуючи деякі з ключових проблем, що стоять перед молочним сектором, такі як сталий розвиток, зміна клімату, якість продуктів харчування. Однак неконтрольоване та недостатньо оцінене впровадження інновацій також призводять до непередбачуваних змін окремих характеристик продукції.

Процеси термічної обробки молочної продукції є енергоємними і особливо процес пряження. Тривалість такої теплової обробки може коливатись від 2 до 4 годин, визначених у технологічній інструкції.

Порядок фіксації завершення технологічного процесу може визначатись суб'єктивним критерієм головного чи змінного технологів, та навіть операторами даного етапу. Такі підходи у керування виробництвом пряжених продуктів збільшуватиме варіативність характеристик кінцевого продукту для різних партій, різного сезону виробництв та навіть різних виробничих змін.

Пряжені молочні продукти користуються попитом, оскільки майже всі виробники молочної продукції у своєму асортименті мають ряжанку, дещо менша кількість операторів ринку виробляють пряжене молоко та згущене молоко. Ці продукти вважаються традиційними для України.

Навіть беручи до уваги традиційність даного продукту та технологічної схеми її виробництва, підприємства мають досить розбіжні колірні характеристики кінцевого продовольчого товару. На рис. 1 зображено зразки ряжанки, які були надані споживачам для проведення органолептичних досліджень за такими показниками як: зовнішній вигляд і консистенція, смак і запах та колір.



**Рисунок 1. Досліджувані зразки ряжанки**

Аналіз даних зразків вказує на розбіжність кольору ряжанки: як маємо білий з кремовим відтінком для зразку 4 (рис.1) до достатньо насиченого кремового – зразок 2. Зразки 1 і 6, а також 3 та 4 мали досить подібні результати опитування, однак у цифрових значеннях кольору мають різницю. При цьому візуально споживачі не фіксували відмінності у характеристиці кольору. Зразок 2 мав найбільш насичений кремовий колір, що не стало вирішальним фактором у виборі споживача, що говорить про можливість скорочення термінів термічного оброблення до досягнення необхідного кольору продукту.

Також аналіз даних показав, що найкращим зразком є зразок 5 (рис.2.), який має найбільшу кількість за загальним показником якості, а найгіршим є зразок 1. Це можна пояснити прямою залежністю між кольором і загальним показником якості. Відповідно до отриманих результатів гістограми (рис.2) можна зтверджувати і про те, що при оцінці органолептичних характеристик досліджуваних продуктів ряжанки оцінювачі обрали найкращим зразком той, який мав і найкращі на їхню думку характеристики, і який водночас

мав середні значення у порівнянні між зразками, тобто не насичений, але і водночас не тьмяний за кольором, однорідний за консистенцією, при цьому не рідкий, і не густий, і також той, що має яскраво виражені смак і запах пряженого продукту.

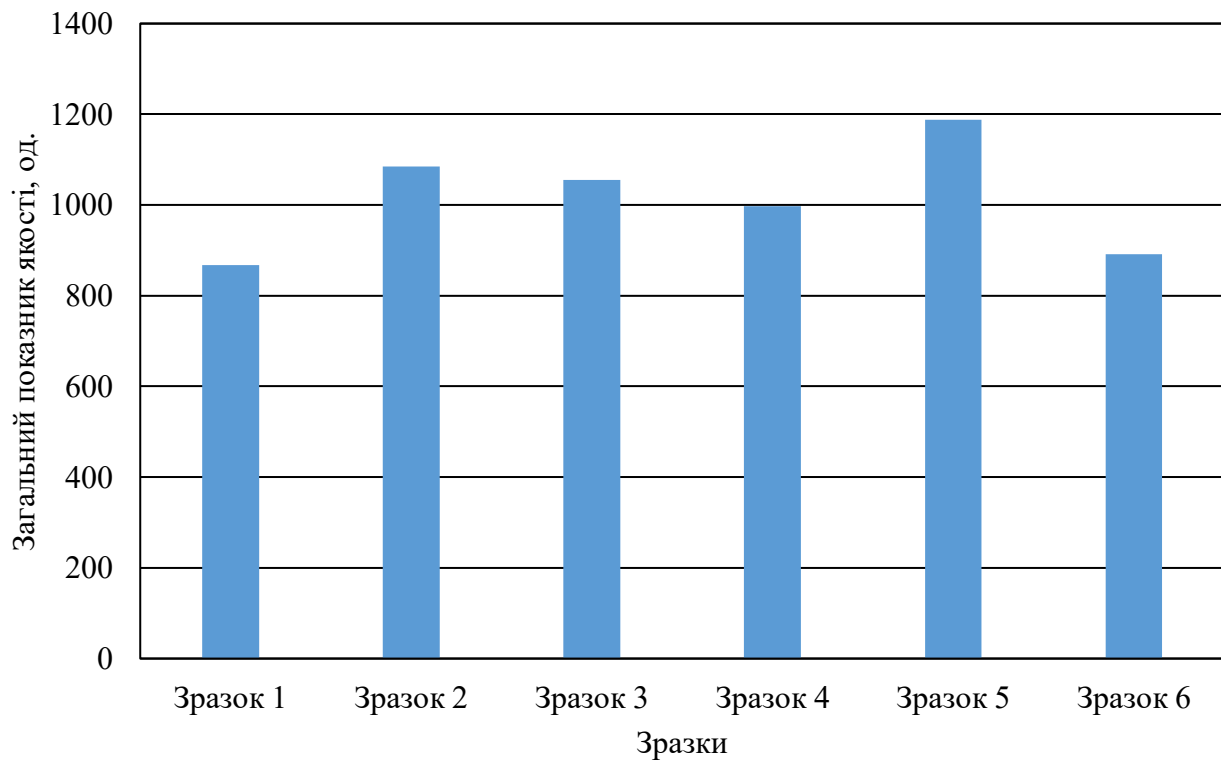


Рисунок 2. Загальний показник якості досліджуваних зразків ряжанки

Для того, щоб впровадити орієнтований на споживача харчовий продукт, оператор ринку повинен враховувати споживче мислення на різних рівнях організації: стратегічному, культурному та управлінському [4]. Тому виробництва можуть використовувати різні стратегії для інтеграції голосу споживача в рамках свого розвитку.

**Висновки.** Молочне виробництво галузь харчового промисловості, яка розвивається протягом багатьох поколінь і є важливим джерелом харчування для багатьох груп населення. Але, як і будь-яке виробництво потребує постійного розвитку та удосконалення. Технологічні інновації у цьому випадку є ключовим моментом у розвитку молочної сфери підприємницької діяльності. Якщо ж говорити про молочні продукти в основі яких лежить процес пряження – то для того, щоб оптимізувати їх виробництво слід контролювати важливі показники, на які в першу чергу задовольняють вимоги споживачі та визначають їх вибір при купівлі цієї продукції. Фіксування для оператора ринку кольору кінцевої продукції дозволить встановити ті межі енергоємних процесів, що будуть формувати такі характеристики.

### Література

1. Henchion, M. M., Regan, Á., Beecher, M., & MackenWalsh, Á. (2022). Developing ‘smart’ dairy farming responsive to farmers and consumer-citizens: A review. *Animals*, 12(3), 360.
2. Kilcast, D. *Sensory Analysis for Food and Beverage Quality Control—A Practical Guide*; Woodhead Publishing Limited: Cambridge, UK, 2010.
3. Rose, D. C., & Chilvers, J. (2018). Agriculture 4.0: Broadening responsible innovation in an era of smart farming. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 2, 87.
4. Ijäs, A. (2014). Consumer-led new product development. case: dairy industry.

## Дослідження сезонних змін білкового складу молока-сировини

Білуха Г. М., Боднарчук О.В., Романчук І.О.

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

**Вступ.** До початку промислового перероблення молоко-сировина піддається впливу багатьох чинників, які можуть суттєво змінювати його початкові показники. Під час приймання молока розрахунок здійснюється за базисними нормами жиру та білка. Дослідження білкового складу молока є актуальним як з точки зору оцінки його поживної цінності, так і для встановлення фактичних даних щодо змін основних білкових фракцій. Зміна складу молока може впливати на вихід цільового продукту та збільшувати втрати, зокрема під час виробництва білкових продуктів.

**Матеріали та методи.** Було проаналізовано 50 зразків молока за загальноприйнятими стандартизованими методиками досліджень. Масову частку загального білка - відповідно до ДСТУ EN ISO 8968-1:2022 (EN ISO 8968-1:2014, IDT; ISO 8968-1:2014, IDT) «Молоко та молочні продукти. Визначення вмісту азоту. Частина 1. Принцип К'ельдаля та розрахунок сирого протеїну», масову частку казеїнового азоту та казеїну за ДСТУ ISO 17997-1/IDF 29-1:2009 «Молоко. Визначення вмісту казеїнового азоту. Частина 1. Непрямий метод (контрольний метод)» та ДСТУ EN ISO 8968-4:2022 (EN ISO 8968-4:2016, IDT; ISO 8968-4:2016, IDT) «Молоко та молочні продукти. Визначення вмісту азоту. Частина 4. Визначення вмісту білкового та небілкового азоту та обчислення справжнього вмісту білка (еталонний метод)». Значення коефіцієнту перерахунку масової частки загального азоту на масову частку загального білка складала 6,38.

**Результати та обговорення.** Хімічний склад молока залежить від багатьох чинників серед яких найбільш вагомими є генетика тварин, годівля [1], а також встановлено залежність показників сирого молока від сезону та протягом року за різних технологій утримання корів [2]. Технології білкових продуктів базуються на застосуванні способів кислотної, кислотно-сичужної або термокислотної коагуляції для виділення білків із молочної сировини. Білковий склад, зокрема співвідношення казеїну та сироваткових білків, можуть змінюватися в залежності від стадії лактації, перенесеного маститу, кормової бази.

Було проведено дослідження зразків молока відібраних з різних партій щодо вмісту різних азотовмісних фракцій. Відмічено, що показники загального азоту у молоці були досить варіабельними протягом року. Середній вміст загального азоту був найменшим влітку, зокрема, на 7,1 % менше ніж у осінній період та на 8,8 % ніж у зимовий період (рис1).



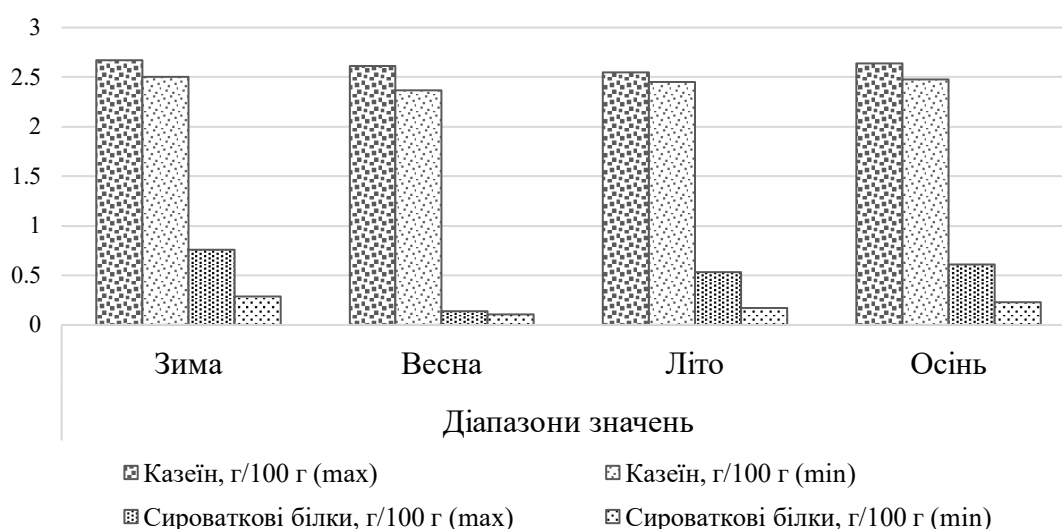
Рисунок 1. Зміна вмісту загального азоту у коров'ячому молоці протягом року

Білки молока (загальна кількість азотовмісних фракцій за К'ельдалем  $\times 6,38$ ) умовно поділяють на три основні фракції – казеїн (близько 78 % від загального білка), сироваткові

білки (близько 17 % від загального білка) і небілковий азот (близько 5 %). У разі додавання речовин, задля підвищення рівня масової частки загального білка у молоці сировині, співвідношення азотовмісних фракцій може змінюватися, зокрема, казеїну до сироваткових білків, а також може збільшуватись вміст небілкових речовин тощо. За рахунок фальсифікації молока азотовмісними небілковими речовинами при підвищених показниках загального білка погіршуються технологічні властивості молока – підвищується термостабільність молока, подовжується тривалість сичужного згортання, пригнічується розвиток заквашувальних культур під час сквашування.

Казеїн - найбільш технологічно важлива фракція молока. Неказеїновий азот включає окрім інших азотовмісних сполук також сироваткові білки, білки оболонок жирових кульок та небілкову фракцію. У заготівельному молоці літнього та осіннього періодів повідомлялося про підвищення неказеїнового азоту у порівнянні з молоком зимового та літнього періоду майже удвічі [3].

На підставі аналізу досліджуваних зразків заготівельного молока за вмістом казеїну та сироваткових білків були встановлені діапазони максимальних та мінімальних значень протягом року (рис.2).



**Рисуюнок 2. Зміна вмісту казеїну та сироваткових білків у коров'ячому молоці протягом року**

Найбільший вміст казеїну 2,64 % та 2,67 % спостерігали в зимові та осінні місяці. У цей же час спостерігали максимальні значення вмісту небілкових сполук, зокрема сечовини на рівні 30,5 % та 36,4 %. У після зимовий період відмічено збільшення співвідношення між середніми значеннями основних білкових фракцій за рахунок зменшення вмісту сироваткових білків.

**Висновки.** Визначення азотовмісних фракцій молока сировини за основними видами білків – казеїну, сироваткових білків, а також небілкового азоту дозволить на стадії вхідного контролю спрогнозувати якість продукції, зокрема під час виробництва білкових продуктів.

### Література

1. Walker G. P., Dunshea F. R., and Doyle P. T. Effects of nutrition and management on the production and composition of milk fat and protein: a review. *Australian Journal of Agricultural Research*, 2004, **55**, 1009–1028
2. Chen, B.; Lewis, M.J.; Grandison, A.S. Effect of Seasonal Variation on the Composition and Properties of Raw Milk Destined for Processing in the UK. *Food Chem.* 2014, 158, 216–223. [CrossRef]
3. Zhukova Y., Petrov P., Mudrak T. Structure of nitrogen fractions organic and conventional cow's milk. *Innovation in Science and Education: Challenges of Our Time: Collection of Scientific Papers of the I Int.Conf.*, September 12-17, 2016. London, 2016. P.190-191.

## Енергоспоживання у харчовій промисловості в контексті цілей європейського зеленого курсу

Мельник О.П., Кійко В.В.

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

**Вступ.** Харчова промисловість – велика і складна глобальна система, яка охоплює виробництво, переробку, розподіл і споживання харчових продуктів, що включає широкий спектр підприємств, від дрібних фермерів і місцевих продовольчих ринків до транснаціональних корпорацій і глобальних мереж постачання. Харчова промисловість демонструє високий попит на енергію, і це визначається

- великою масою перероблюваної сировини і матеріалів, включаючи вітчизняну та імпортовану сільськогосподарську сировину, воду та упаковку;
- технологією виробництва, що вимагає використання високих і низьких температур, високого тиску, а також автоматизованих процесів;
- діяльність, пов’язана з розподілом продукції, включаючи зберігання і транспортування в умовах, що гарантують безпеку харчових продуктів для здоров’я споживачів;
- енергія необхідна для різноманітних харчових процесів, включаючи нагрівання, охолодження, сушку, охолодження, обробку, пакування та транспортування [1].

Тому, енергетична безпека є критично важливою, переважно через зростаючі суперечності між сучасними моделями виробництва продовольства і викликами світової економіки. Ці виклики включають очікуване збільшення населення та посилення обмежень на природні ресурси, що супроводжуються тривалими змінами клімату [2]. Забезпечення широкого доступу до продовольства в умовах дефіциту енергії та води, який посилюється несприятливими екологічними та кліматичними умовами, є зростаючим навантаженням як на глобальному, європейському, так і на національному рівнях.

Стратегія «Від лану до виделки», яка є елементом Європейського зеленого курсу – це комплексна програма модернізації агропродовольчого сектору, головною метою якої є побудова сталого харчового ланцюга, що матиме вплив на виробників, споживачів, а також на клімат і довкілля.

Стратегія визначає амбітні конкретні цілі, які стосуються сталого сільськогосподарського виробництва та переробки харчових продуктів, управління природними ресурсами та захисту клімату, сталого ланцюга постачання та справедливого розподілу прибутку між учасниками ринку, гарантії продовольчої безпеки, сталого споживання та зменшення харчових відходів. Вони стосуються сталого виробництва харчових продуктів, продовольчої безпеки, сприяння сталому споживанню харчових продуктів, що позитивно вплине на здоров’я споживачів та навколишнє природне середовище шляхом зміни харчових звичок, зменшення харчових відходів, стимулювання сталих практик у харчовій промисловості, оптовій та роздрібній торгівлі, готельно-ресторанному бізнесі та громадському харчуванні, боротьба з фальсифікацією харчових продуктів у ланцюгу постачання продовольства, підтримка модернізації сільського господарства та харчової промисловості.

**Матеріали і методи.** В роботі використано методи аналізу та синтезу, наукового узагальнення та порівняння даних наукових джерел. Інформаційною базою дослідження були роботи вітчизняних та закордонних вчених.

**Результати та обговорення.** Харчова промисловість має безпосередній вплив на навколишнє середовище та зміну клімату. Тому важливо, щоб харчова промисловість забезпечувала здорову, стійку, доступну їжу, зменшуючи при цьому загальний вплив харчових систем на навколишнє середовище. Це включає такі заходи, як [3]: зміна складу харчових

продуктів відповідно до рекомендацій здорового і збалансованого харчування; просування стійких і соціально відповідальних методів виробництва і бізнес-моделей замкнутого циклу; зменшення впливу на навколишнє середовище і споживання енергії шляхом підвищення енергоефективності; впровадження стійкої біоекономіки; адаптація маркетингових і рекламних стратегій до потреб стійких продовольчих систем; широке використання інноваційної та стійкої упаковки, виготовленої з екологічно чистих матеріалів, придатної для багаторазового використання і вторинної переробки, зменшення кількості підробок і відходів харчових продуктів.

Великі харчові підприємства впроваджують системи енергоменеджменту (ISO 50001) та системи екологічного менеджменту (ISO 14 001, EMAS), але на менших підприємствах впровадження таких систем залишається економічно та організаційно невиправданим. Тому малі та середні підприємства повинні самостійно впроваджувати індивідуальні рішення для підвищення ефективності енергоменеджменту.

Загалом обладнання та машини для переробки харчових продуктів потребують електроенергії для роботи, тоді як системи охолодження використовують енергію для підтримки контролю температури та запобігання псуванню. Виробництво заморожених продуктів також вимагає значної кількості енергії. Інші енергоємні процеси включають запікання, смаження, консервування та розлив.

Охолодження – найпоширеніший спосіб охолодження, який використовується для збереження швидкопсувних харчових продуктів, таких як фрукти, овочі, м'ясо, молочні продукти та напої. Заморожування – ще одне важливе застосування охолоджувальної енергії в харчовій промисловості. Заморожені харчові продукти мають довший термін зберігання, їх легше зберігати та транспортувати, ніж свіжі продукти. Кондиціонери використовуються на харчових підприємствах для підтримки комфортного та безпечного робочого середовища для працівників, а також – в деяких приміщеннях для зберігання та транспортування харчових продуктів, щоб запобігти коливанням температури, які можуть зіпсувати їжу.

Теплова енергія є фундаментальною для різноманітних застосувань, таких як нагрівання, сушіння, приготування їжі, пастеризація та стерилізація. Тепло можна підводити безпосередньо до харчових продуктів за допомогою таких методів, як введення пари, або опосередковано за допомогою теплообмінників. Теплова енергія необхідна для кількох процесів, таких як бланшування овочів, варіння та випікання.

Сушка є ще одним поширеним застосуванням теплової енергії в харчовій промисловості. Гаряче повітря використовується для видалення вологи з харчових продуктів (наприклад, фруктів, овочів і зерна). Цей процес збільшує термін зберігання продуктів, запобігаючи розвитку цвілі та бактерій. Пастеризація вбиває шкідливі бактерії в таких продуктах, як молоко, тоді як стерилізація знищує всі мікроорганізми в таких продуктах, як консерви. Очищення та санітарія є критично важливими процесами для запобігання росту шкідливих бактерій і підтримки безпеки харчових продуктів. Крім того, ці процеси часто потребують великої кількості води, нагрівання та очищення якої може бути енергоємним.

Зменшення споживання енергії в харчовій промисловості має багато переваг. Підвищення ефективності процесів і потоків не тільки сприяє обмеженню викидів парникових газів і вирішенню проблеми зміни клімату, але також створює економію витрат для харчових компаній і підвищує загальну стійкість харчової системи. Для цього існує кілька способів, за допомогою яких харчова промисловість може зменшити споживання енергії та підвищити свою стійкість [4-8]:

- 1) підвищення енергоефективності в переробці та виробництві шляхом використання більш ефективного обладнання та оптимізації процесів;
- 2) використання відновлюваних джерел енергії, альтернативних та інтегрованих комбінацій джерел енергії для зменшення залежності від викопного палива;
- 3) використання відходів як джерела енергії (наприклад, шляхом перетворення харчових відходів у біогаз шляхом анаеробного зброджування, використання відпрацьованого тепла тощо);

- 4) рециркуляція та відновлення вихлопних потоків у вигляді води для мінімізації зовнішнього постачання;
- 5) заохочення використання більш стійких пакувальних матеріалів, які потребують менше енергії для виробництва та транспортування;
- 6) підвищення ефективності транспортування, оптимізація маршрутів доставки та використання більш економних транспортних засобів.

**Висновки.** Харчова промисловість є важливим рушієм світової економіки, що підтримує мільйони робочих місць і щорічно приносить значний дохід. Це також суттєво впливає на здоров'я населення, екологічну стійкість і соціальну справедливість. Оскільки населення світу продовжує зростати, попит на харчові продукти різко зростає, що вимагає значних інвестицій у продуктивність сільського господарства, інфраструктуру та покращення розподілу та доступу до їжі. Водночас вирішення проблеми негативного впливу на навколишнє середовище та забезпечення стійкості є ключовими проблемами. Нерозривний зв'язок між енергією, водою та відходами у виробництві харчових продуктів підкреслює необхідність зменшення втрат і відходів у всьому ланцюзі постачання, підвищення енергоефективності харчових процесів та оптимізації використання ресурсів.

## Література

1. Corigliano O., Algieri A. (2024). A comprehensive investigation on energy consumptions, impacts, and challenges of the food industry. *Energy Conversion and Management: X*, 23, 100661. <https://doi.org/10.1016/j.ecmx.2024.100661>
2. Kilkis, S., Krajacic, G., Duic, N., Rosen, M.A., Ahmad A.-N. (2021). Accelerating mitigation of climate change with sustainable development of energy, water and environment systems. *Energ Conver Manage*, 245, 114606, <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2021.114606>
3. Nayak, R., Waterson, P. (2019). Global food safety as a complex adaptive system: Key concepts and future prospects. *Trends Food Sci Technol*, 91, 409-425, 10.1016/j.tifs.2019.07.040
4. Kumar, R. K., Chaitanya, K. N.V.V., Natarajan, S. K. (2021). Solar thermal energy technologies and its applications for process heating and power generation – A review. *J Clean Prod*, 282, 125296, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125296>
5. Bajan, B., Mrowczyńska-Kaminska, A., Poczta W. (2020). Economic energy efficiency of food production systems. *Energies*, 13, 5826, <https://doi.org/10.3390/en13215826>
6. Zhao, Y., Powell-Palm, M.J., Wang, J., Bilbao-Sainz, C., McHugh, T., Rubinsky, B. (2021). Analysis of global energy savings in the frozen food industry made possible by transitioning from conventional isobaric freezing to isochoric freezing. *Renew Sustain Energy Rev*, 151, 111621, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111621>.
7. Wang, L. (2014). Energy efficiency technologies for sustainable food processing. *Energy Efficiency*, 7, 791-810, <https://doi.org/10.1007/s12053-014-9256-8>
8. Ismail, M.I., Yunus, N.A., Hashim, H. (2021). Integration of solar heating systems for low-temperature heat demand in food processing industry – A review. *Renew Sustain Energy Rev*, 147, 111192, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111192>
9. Kaur, M., Singh, A.K., Singh, A. (2023). Bioconversion of food industry waste to value added products: Current technological trends and prospects. *Food Bioscience*, 55, 102935, <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.102935>.

## **Методика використання програмних комплексів Autodesk Inventor та MatLab для дослідження спеціалізованих роботизованих комплексів в складі обладнання для групового пакування**

**І.С.Глущенко, М.В. Якимчук**

*Національний університет харчових технологій, Київ, Україна*

**Вступ.** Аналітичне дослідження сучасного обладнання для групового пакування виявило широке застосування плоских спеціалізованих роботизованих комплексів (СРК) шарнірного типу з 2-3 ступенями вільності. Такі комплекси є більш простими у порівнянні з універсальними промисловими роботами із 6-ступенями вільності та дозволяють здешевити обладнання для групового пакування при цьому надаючи всі переваги гнучкості використання роботизованих комплексів. Таким чином дослідження технічних характеристик СРК потребує використання сучасних програмних комплексів для математичного моделювання та САПР, а також методик їх застосування для проведення таких досліджень.

**Матеріали та методи.** Дослідження СРК проводиться на прикладі СРК Schubert F2 в складі обладнання для групового пакування Schubert TLM, декомпозиція відеоматеріалів роботи СРК проводиться за допомогою САПР Autodesk Inventor, математичне та графічне моделювання проводиться за допомогою програмного забезпечення MatLab.

**Результати та обговорення.** Програмні комплекси САПР Autodesk Inventor та MatLab мають широкий функціонал для використання інженерами-конструкторами та науковцями, однак зазвичай ці програмні комплекси використовуються на різних етапах механічного проектування або відірвано одне від одного. Дослідження показало, що поєднавши використання цих комплексів можна проводити дослідження робочої зони СРК, що дають більш повну картину отриманих результатів моделювання та дозволяють верифікувати отримані результати. Тому пропонується методика (Рис.1) комбінованого використання цих програмних комплексів, що складається із послідовності кроків:

*Крок 1. Декомпозиція відео-матеріалів роботи СРК*

Визначаємо максимальні кути повороту ланок  $\theta_1$ ,  $\theta_2$  в процесі роботи СРК та лінійні розміри ланок шляхом декомпозиції відеоматеріалів роботи СРК в складі обладнання для групового пакування (Рис.2).

*Крок 2. Створення розрахункової схеми СРК*

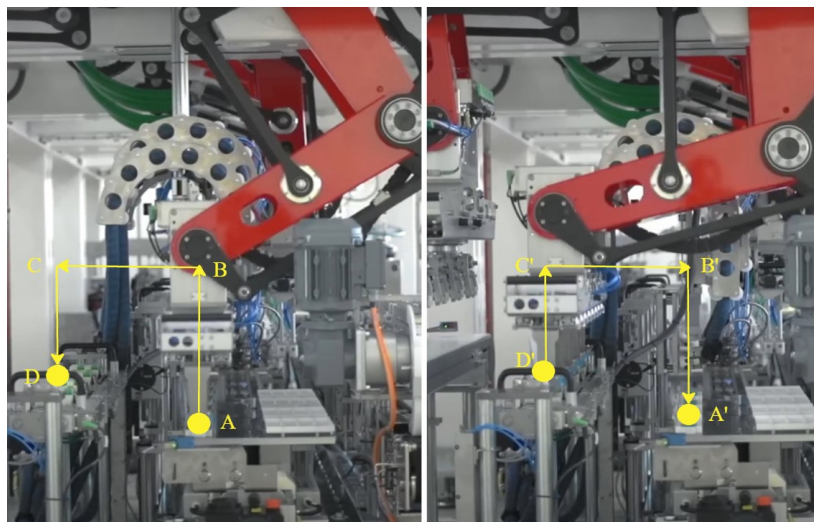
Зображуємо СРК у вигляді двовимірного ескізу в програмному забезпеченні САПР Autodesk Inventor, де ланкам визначеної довжини задаються кутові залежності у вигляді кутів  $\theta_1$ ,  $\theta_2$  та вимірюються координати точки кінцевої ланки. Основне завдання даного кроку, це верифікація отриманих результатів математичного моделювання в наступних кроках.



**Рис.1** Методика визначення робочої зони СКР з використанням

#### *Крок 3. Моделювання робочої зони СКР*

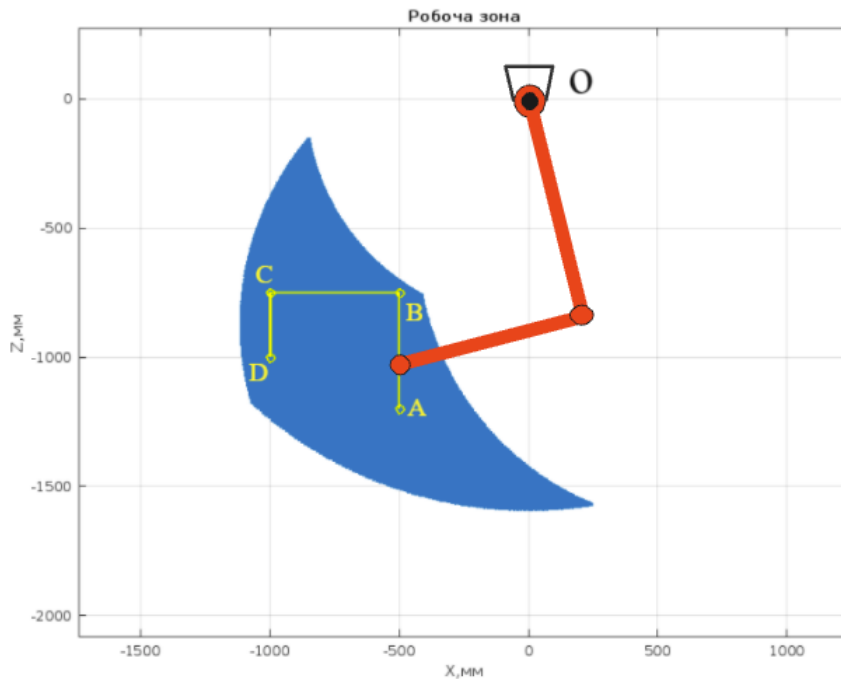
Моделювання робочої зони здійснюється за допомогою програмного забезпечення MatLab, де використовуючи матрицю Денавіта-Хартенберга [1, 2] розв'яжемо пряму задачу кінематики робота. Результатом розв'язку є математична функція зміни координат захоплювального пристрою СКР від кутових переміщень ланок. Далі використаємо отриману функцію для графічного моделювання робочої зони СКР в системі координат XZ (Рис.3).



**Рис.2** Декомпозиція відеоматеріалів роботи СКР Schubert F2

#### *Крок 4. Перевірка*

Перевірка результатів моделювання проводиться шляхом порівняння координат крайніх точок робочої зони на отриманому графіку (Рис.3) в програмному забезпеченні MatLab та розрахунковій схемі в САПР Autodesk Inventor. Перевірка успішна якщо координати контрольних точок рівні.



**Рис.3** Моделювання робочої зони та траєкторії руху захопного пристрою СРК Schubert F2

Для наочності та полегшення аналізу отриманих результатів на отриманому графіку (Рис.3) робочої зони досліджуваного СРК відображено спрощену схему Schubert F2. Також в межах робочої зони зображено траєкторію руху захоплювального пристрою між точками А, В, С, D що отримана шляхом декомпозиції роботи СРК в складі обладнання для групового пакування Schubert TLM.

**Висновки.** Аналітичне дослідження існуючих СРК в складі пакувального обладнання дозволило визначити типові технологічні процеси використання СРК та їх конструкцію. Запропонована методика (Рис.2) використання програмних комплексів Autodesk Inventor та MatLab для дослідження СРК дозволила визначити форму та розміри робочої зони СРК. Використання даної методики може значно пришвидшити процес проектування на ранніх етапах, оскільки інженер-розробник задаючи необхідну траєкторію має змогу сумістити її на графіку робочої зони і шляхом підбору довжин ланок та їх кутів повороту отримати оптимальну робочу зону.

### Література

1. R.N. Jazar, Theory of Applied Robotics; Kinematics, Dynamics, and Control, 1st ed., Springer US, 2007.
2. Вігуро, Максим & Маляр, Андрій. (2021). Розв’язання прямої задачі кінематики зварювального маніпулятора з шістьма ступенями свободи. Журнал електроенергетичні та електромеханічні системи. 27-34. 10.23939/sepes2021.01.027.
3. Farah Bader, Shahin Rahimifard, A methodology for the selection of industrial robots in food handling, Innovative Food Science & Emerging Technologies, Volume 64,2020,102379,ISSN 1466-8564, <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2020.102379>.
4. Elferink, M., & Schierhorn, F. (2016, April 7). Global demand for food is rising. Can we meet it? Harvard Business Review, 94(4), 2–5.
5. Вігуро, Максим & Маляр, Андрій. (2021). Розв’язання прямої задачі кінематики зварювального маніпулятора з шістьма ступенями свободи. Журнал електроенергетичні та електромеханічні системи. 27-34. 10.23939/sepes2021.01.027.
6. Проектування промислових роботів та маніпуляторів: навчальний посібник/ Ю.А. Ковальов, С.О. Кошель, О.П. Маноїленко. — Київ: Центр учбової літератури, 2020. — 256 с.

УДК 664.664.9

## Покращення якості хліба з конопляним борошном

Гетьман І.А., Науменко О.В., Лук'янчук І.В.

*Інститут продовольчих ресурсів НААН України, м. Київ, Україна*

Хліб є одним з основних продуктів харчування, які присутні у раціонах харчування людей в усьому світі. Більшість видів цієї продукції виготовляють із борошна пшеничного вищого та першого гатунку, оскільки використання цієї сировини забезпечує цим виробам привабливий зовнішній вигляд, високі смакові, текстурні та ароматичні властивості. Однак, така продукція має незбалансований амінокислотний склад, низьку кількість цінних харчових волокон, вітамінів і мінеральних речовин, що при надмірному споживанні призводить до проблем зі здоров'ям [1].

Тому, науковці у багатьох країнах світу активно працюють над удосконаленням рецептур, технологічних прийомів виробництва хлібобулочних виробів з метою збагачення такої продукції цінними нутрієнтами при одночасному збереженні високих органолептичних показників. Однією з найбільш перспективних добавок для збагачення хлібобулочних виробів є насіння конопель та основні, і побічні продукти його переробки, умовою використання яких у харчовій промисловості є низький вміст тетрагідроканабінолу (ТГК). Висока зацікавленість щодо використання насіння конопель для харчових цілей пояснюється досить цінним хімічним складом. Ця сировина може містити до 25–35% олії, 20–25% білку, 20–30% вуглеводів, 20–30% харчових волокон, вітаміни і мінеральні речовини (кальцій, цинк, магній, фосфор, калій, сірка і залізо). Насіння конопель характеризується високим вмістом жирних кислот омега-3 та омега-6, які до того ж знаходяться в оптимальному для організму людини співвідношенні [2, 3].

Існує велика кількість публікацій, які свідчать, що насіння конопель має антиоксидантну, антигіпертензивну, протимікробну, антихолестеринову та протипухлинну дію. Це привертає все більше увагу до цього продукту не лише вчених харчової промисловості, але й споживачів. Тому сьогодні науковці багато уваги приділяють як розробці рецептур хлібних виробів, збагачених сировиною із насіння конопель, так і удосконаленню технологій їх виготовлення, що забезпечують збереження високих сенсорних показників якості [4, 5].

Розробка рецептур хлібобулочних виробів оздоровчого призначення нерідко потребує пошуку рішень щодо покращення фізико-хімічних показників якості готових виробів. Більшість нетрадиційних інгредієнтів, маючи низькі технологічні властивості, здатні знижувати об'єм та пористість хліба, утримування форми для подових виробів тощо. Особливо це актуально у випадку заміни нетрадиційним інгредієнтом частини пшеничного борошна.

Попередніми дослідженнями в лабораторії відділу було з'ясовано, що конопляні продукти в кількості 20% від маси пшеничного борошна (10 % конопляного сортового борошна та 10 % насіння коноплі) в технології пшеничного хліба здатні знижувати об'єм хліба та пористість, попри те, що позитивно впливають на органолептичні показники якості та харчову цінність. Було поставлено завдання відкоригувати рецептуру хліба з конопляними продуктами шляхом пошуку харчових добавок, які можуть нівелювати негативних вплив продуктів переробки коноплі. Ефективним рішенням може бути внесення ферментних препаратів (ФП), глютену пшеничного, а також застосування технологічних прийомів у вигляді опар або заквасок з чистих культур мікроорганізмів.

Ключовою функцією ФП в хлібопеченні є інтенсифікація біохімічних процесів при бродінні тіста, вистоюванні тістових заготовок та випіканні хліба. Найвища ефективність від використання ферментів спостерігається в тістовій системі зі зниженою ферментативною активністю, недостатньо еластичною та малорозтяжною клейковиною.

При додаванні амілолітичних ферментів внаслідок гідролізу крохмалю в тісті накопичуються цукри та декстрини. Завдяки зростанню вмісту цукрів прискорюється процес

спиртового бродіння та скорочується тривалість дозрівання тістових заготовок. При цьому спостерігається покращення кольору та аромату хлібобулочних виробів, а наявність декстринів уповільнює процеси черствіння [6].

Авторами [7] встановлено позитивний вплив додавання  $\alpha$ -амілази, целюлази, глюкозооксидази, мальтогенної  $\alpha$ -амілази, ксиланази на збільшення об'єму хліба, зниження початкової твердості м'якушки та черствіння. Дослідження застосування  $\alpha$ -амілази та геміцелюлази у виробництві хліба з цільозернового борошна [8] показали, що додавання ферментів в оптимальних концентраціях значно покращує газоутримувальну здатність тіста, його питомий об'єм і сповільнює черствіння.

Нами для досліджень було обрано ФП Sunbake S200 та Sunbake A200 - комплекси ферментів з додаванням поліпшувачів окисної дії. До складу обох ФП входять ксиланаза, глюкооксидаза та аскорбінова кислота, ліпаза. Відмінністю є те, що до складу Sunbake A200 входить лише альфа-амілаза, до Sunbake S200 - мальтогенна амілаза та альфа-амілаза.

Експериментально встановлено, що ФП Sunbake S200 та Sunbake A200 в оптимально підібраній кількості 0,4% та 0,5% до маси борошна, відповідно, підвищують гідратаційну здатність тіста та еластичність, знижують пружність та розтяжність, що свідчить про покращення його реологічних властивостей.

Результати пробного лабораторного випікання хліба з 20 % конопляних продуктів та ФП Sunbake S200 та Sunbake A200 показали, що об'єм хліба зріс на 16-26 %, пористість - на 5,6-3,0 %, ніж в контрольному зразку без додавання ФП. Вироби характеризувалися високим об'ємом, розвинутою рівномірною тонкостінною пористістю, мають більш інтенсивне забарвлення скоринки. Спостерігався ефект відбілювання м'якушки, оскільки Sunbake S200 та Sunbake A200 мають переважну більшість ферментів окисної дії (аскорбінова кислота, глюкооксидаза). Кожен з представлених ФП позитивно впливає на уповільнення черствіння хліба з його додаванням. Найбільш відчутний вплив при додаванні спостерігався при внесенні Sunbake S200, далі - Sunbake A200. З'ясовано, що крихкуватість хліба знизилась на 15-25 %. Вироби зберігались свіжістю на 13-24 % більше, ніж в контрольному зразку без додавання ФП.

Відомим є коригування рецептур хлібобулочних виробів сухою пшеничною клейковиною (глютенем пшеничним). В рецептуру хліба пшеничний глютен додається з метою збільшення пружності тіста, його еластичності і покращення структури м'якушки. Особливо це ефективно у тістових системах зі зниженою кількістю клейковинних білків, оскільки допомагає компенсувати відсутність клейковини. Також додавання глютену допомагає подовжити термін зберігання виробів, краще зберегти та утримати вологу, запобігаючи таким чином черствінню [9].

Для досліджень було взяти зразки глютену пшеничного найбільш відомих виробників, які представлені на ринку України. Результати порівнювали з контрольним зразком – пшеничним борошном вищого сорту та тістом на його основі без конопляної сировини. Було з'ясовано, що для рецептур хліба з конопляною сировиною ефективним є додавання глютену зі співвідношенням глобуліни:глютеліни- 50:50 або незначним переважанням глютелінів (до 20 %) для досягнення збалансованості показників «розтяжність/пружність» клейковини. Зросла кількість клейковини в тісті з внесенням різних видів глютену на 24,5-28,1 %, покращилась її гідратаційна здатність, порівняно з контролем. Готовий хліб мав значно кращу пористість, об'єм хліба зріс на 6-10 %, хліб довше зберігав свіжість.

Технологічний прийом використання в рецептурі закваски дозволяє прискорити процеси конверсії біополімерів борошна, покращити набухання оболонкових частинок та швидке набуття тістом реологічних характеристик, необхідних для подальшого формування. Крім органічних кислот, тісто збагачується водорозчинними білками, вуглеводами та ароматичними сполуками, що покращує стан м'якушки хліба та смако-ароматичні властивості, підвищується стійкість хліба до збудника картопляної хвороби [10].

З'ясовано, що використання закваски на основі композиції чистих культур молочнокислих бактерій «Біолайт» в кількості 12% до маси борошна позитивно вплинуло на питомий об'єм готового хліба, що пояснюється більшою кількістю поживних речовин в конопляних продуктах

для живлення бродильної мікрофлори та накопиченням кислотності. Порівняно з безопарним способом, значення об'єму хліба зросли на 13%, кислотність - на 0,8 град, пористість хліба була вища на 4,1%.

**Висновки.** Продукти переробки насіння конопель є перспективною сировиною для виробництва різних видів хлібобулочних виробів. Використання конопляної сировини для такої продукції сприяє зростанню вмісту білків, ненасичених жирних кислот, харчових волокон, макро та мікронутрієнтів. Застосування такої добавки може збагатити смакові відчуття при споживанні такого хліба і дозволяє збалансувати його хімічний склад за рахунок омега-6 та омега-3 кислот.

Однак, за рахунок значного впливу цих продуктів на технологічні властивості хлібних виробів (структура тіста, фізико-хімічні показники) необхідно удосконалювати параметри та режими виробництва, щоб при збереженні високої біологічної та харчової цінності не втрачати в якості кінцевого продукту.

Експериментально встановлено, що ефективними технологічними добавками для досягнення цієї мети є ферментні препарати та пшеничний глютен, а також вибір правильного способу тістоприготування. Це може бути використання заквасок з чистих культур мікроорганізмів, зокрема молочнокислих бактерій.

## Література

1. Гунько, С. М., Науменко, О. В., Гетьман, І. А., Королюк, К. Є., Лук'янчук, І. В., & Кузнєцова, І. В. (2024). Використання продуктів переробки насіння конопель для виготовлення хліба. *Продовольчі ресурси*, 12(22), 50–60. <https://doi.org/10.31073/foodresources2024-22-06>
2. Dewettinck, K., Van Bockstaele, F., Kühne, B., Van de Walle, D., Courtens, T. M., Gellynck, X. (2008). Nutritional value of bread: Influence of processing, food interaction and consumer perception. *Journal of Cereal Science*, 48(2), 243–257. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2008.01.003.3>.
3. Altiab, E., Mohamed, M., Mohamed, S., Mansour, R., Buhagar, S., El-Mani, S., Elmabsout, A. A. (2021). Approximate composition analysis and nutritive values of improver and non-improver white bread. *IRJMETs*, 3(9), 793–803.
4. Oseyko, M. Sova, N., Chornei K. (2021). Substantiation of hemp seeds storage and processing technologies for functional, dietary and specialty products. Review. *Ukrainian Food Journal*, 10(3), 427–458. <https://doi.org/10.24263/2304-974X-2021-10-3-3.11>.
5. Резвих, Н. І., Горач, О. О. (2021). Насіння ненаркотичних конопель–сировина для харчової промисловості. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*, (3), 79–86. <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2021.3.10>.
6. Фалендиш, Н.О., Зінченко, І.М., Блаженко М.С. (2019). Особливості виробництва органічного хліба з використанням конопляного борошна. *Харчова промисловість*, 25:7–13.
7. Wang X., Pei D., Teng Y., Liang J. Effects of enzymes to improve sensory quality of frozen dough bread and analysis on its mechanism. *Journal of food science and technology* - 2018 - №55 – P. 389-398. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2950-8>
8. Tebben L., Chen G., Tilley M., Li Y. Individual effects of enzymes and vital wheat gluten on whole wheat dough and bread properties. *Journal of Food Science* - 2020 - №85(12) - P.4201-4208 <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15517>
9. Vogelmann S. A., Seitter M., Singer U., Brandt M. J., Hertel C. Adaptability of lactic acid bacteria and yeasts to sourdoughs prepared from cereals, pseudocereals and cassava and use of competitive strains as starters. *International Journal of Food Microbiology*. 2009. 130(3). P.205-212. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2009.01.020>
10. Hetman I., Mykhonik L., Kuzmin O., Shevchenko A. Influence of spontaneous fermentation leavens from cereal flour on the indicators of the technological process of making wheat bread. *Ukrainian Food Journal*. 2021. 10 (3). P.492-506. DOI: <http://dx.doi.org/10.24263/2304-974X-2021-10-3-6>

## Розробка високоавтивного коагулятора для нейтралізації фосфоліпідів із соняшникової олії

Околіта В.Ю., Шевченко В.О., Бабко Є.М., Олішевський В.В.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

**Вступ.** Для виготовлення високоякісної рафінованої дезодорованої олії необхідне проведення цілого комплексу очищення олії від супутніх домішок. Сучасні методи очищення та гідратації соняшникової олії базуються на використанні фізичного (відстоювання, центрифугування, фільтрування), хімічного (гідратація, лужна рафінація) та фізико-хімічного (адсорбційна рафінація, дезодорація) впливів [1-3]. Вибір методів рафінації та обладнання залежить від складу та кількості домішок, їх властивостей та призначення кінцевого продукту. Метою даного дослідження є розробка обладнання для формування гідратаційного осаду та очищення рослинних олій, удосконалення апаратурно-технологічної схеми коагуляції з використанням наноматеріалів.

**Матеріали та методи.** Для проведення гідратації у лабораторних умовах використовували нерафіновану соняшкову олію місцевого виробництва. Як гідратуючий агент використовували дистильовану воду та нанорозмірний коагулянт «Алюкол» рис.1 [4, 5] в кількості 5 % від маси олії, температура процесу становила 60 °С, тривалість експозиції 1 год., частота обертання мішалки коагулятора 20 об/хв. Визначення технологічних показників нерафінованої соєвої олії проводили за допомогою стандартних методик.

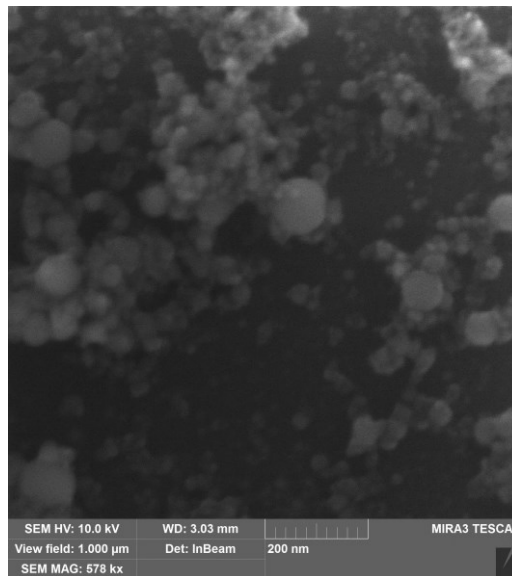


Рисунок 1. Алюмінійвмісний нанокоагулянт «Алюкол», який одержано електроіскровим способом

**Результати та обговорення.** Існуючі конструкції апаратів для змішування, які застосовуються в схемах рафінації олії, мають ряд недоліків, які полягають в недостатній якості перемішування водоолійної суміші і значній тривалості процесу. Внаслідок цього гідратаційний осад не формується належним чином, що призводить до втрат олії при розділенні фаз на сепараторі. Розроблений коагулятор призначений для безперервної коагуляції гідратованих фосфоліпідів і формування суміші «олія-фосфатидна емульсія» перед розділенням (рис. 2). Він містить станину 1, на якій розміщується реакційна ємкість 2 з сорочковим теплообмінником 3, патрубками для завантаження і вивантаження рідинної суміші 4, 5 та штуцером бдля подачі гідратуючого агенту, електродвигун 7, що через еластичну муфту 8 з'єднаний з вертикальним валом 9 на якому розміщена перфорована турбіна 10 та пропелер 11.

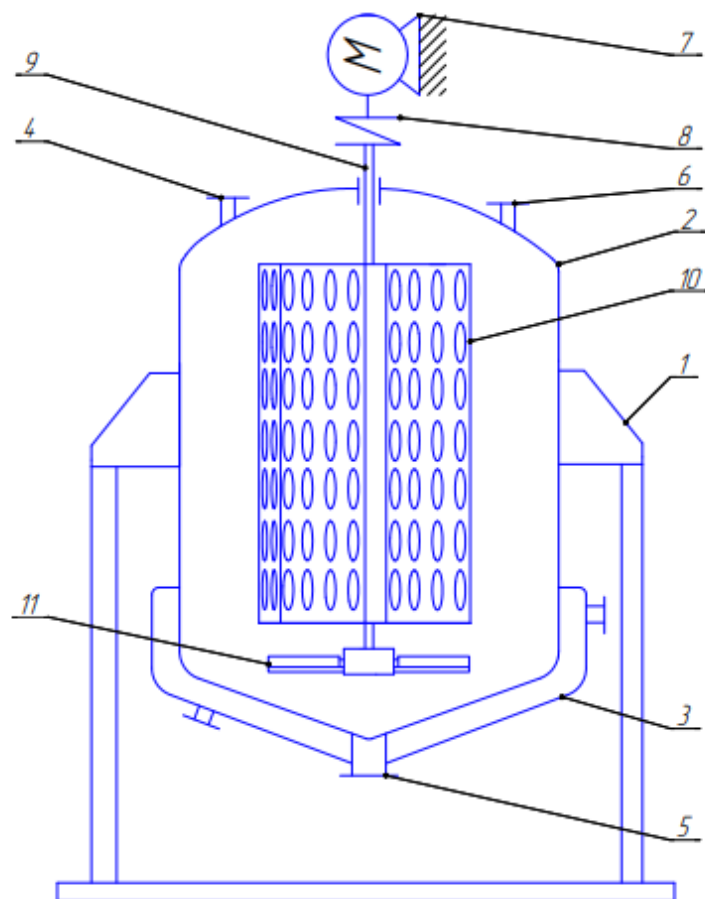
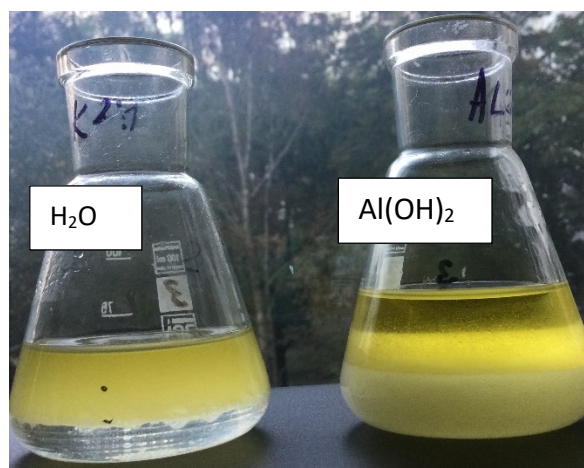
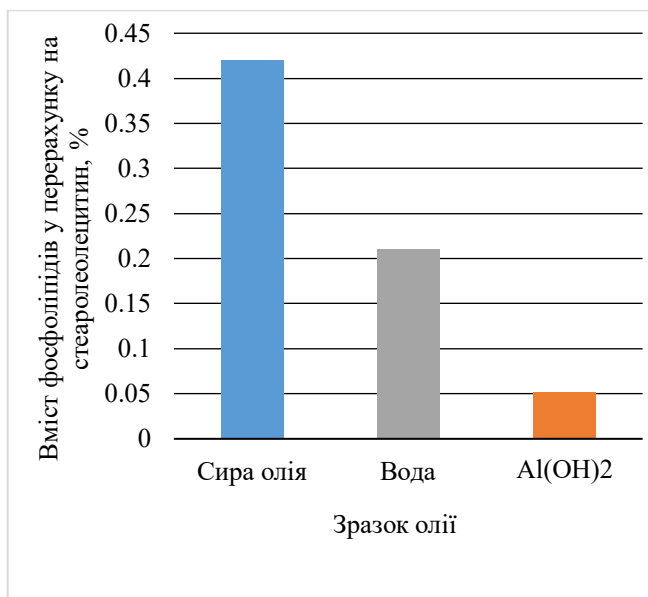


Рисунок 2. Принципова схема коагулятора

Дана конструкція працює наступним чином. Після завантаження необхідної кількості сировини в реакційну ємкість 2 через штуцер 6 у відповідній пропорції подають гідратуючий агент, вмикують електродвигун 7, та подають розігріту пару в сорочковий теплообмінник 3. Крутний момент від електродвигуна 7 через еластичну муфту 8 створює обертання вертикального валу 9, а як наслідок перфорованої турбіни 10 та пропелера 11. Рух перфорованої турбіни 10 активує турбулентні потоки в об'ємі оброблювального продукту за оахунок його проходження через отвори перфорації, після чого пропелер 11 виконаний у формі конуса спрямовує рідку масу у зворотному напрямку вдовж вісі обертання вертикального валу 8. Таке поєднання інтенсифікуючих конструктивних заходів дає можливість значно підвищити ефективність використання робочого простору реакційної ємкості та інтенсифікувати процес дегумінгу соняшникової олії.

Результати досліджень показали ефективність роботи запропонованої конструкції коагулятора. Вміст фосфоліпідів знизився в результаті дегумінгу в усіх зразках олії, при цьому використання нанорозмірного коагулянту «Алюкол» покращив розділення олійної та фосфоліпідної фракцій (рис.3), що пояснюється його високою реакційною здатністю до негативно заряджених частинок (фосфоліпідів) з утворенням агрегатів. Вміст фосфоліпідів знизився з 0,42 % у сирій олії до 0,21 % після водного дегумінгу та до 0,052 % при додаванні нанорозмірного коагулянту «Алюкол».

**Висновки.** Запропоноване удосконалення конструкції коагулятора підвищує ефективність використання робочого простору реакційної ємкості та сприяє інтенсифікації процесу дегумінгу соняшникової олії. Вміст фосфоліпідів знизився з 0,42 % у сирій олії до 0,21 % після водного дегумінгу та до 0,052 % при додаванні нанорозмірного коагулянту «Алюкол».



**а** **б**

**Рисунок 3. Вплив гідратуючих агентів на властивості соняшникової олії:**  
**а - на вміст фосфоліпідів; б – на розділення олійної та фосфоліпідної фракцій**

### Література

1. Осейко М. І. Технологія рослинних олій: підручник. Київ: Варта, 2006. 280с.
2. Осадчук П.І. Науково-технічні основи створення енергоефективного обладнання підвищення якості рослинних олій : дис. д -ра техн. наук: 05.18.12 / Осадчук Петро Ігорович // – Одеса, 2021. – 311 с.
3. Пат. на корисну модель 146065 Україна, МПК (2021.01) С11В 3/00, А23Д9/00. Установа для очищення рослинної олії / Уминський С. М., Дударев І. І., Житков С. С., Осадчук П. І., Уминський Д. С.; власники Уминський С. М., Дударев І. І., Житков С. С., Осадчук П. І., Уминський Д. С. - № u202004439; заявл. 16.07.2020; опубл. 20.01.2021, Бюл. № 3.
4. ТУ У 20.1-2799900706-001:2020 коагулянт АЛЮКОЛ (алюміній колоїдний).
5. Пристрій для отримання колоїду металу: патент на корисну модель 130939 Україна. № u201809540; заявл. 21.09.2018; опубл. 26.12.2018, Бюл. № 24. 3 с.

## Основні фактори, що визначають якість друкованої продукції на етапі додрукарської підготовки

Денисов К.Е., Зозуля С.О., Десик М.Г., Морфлюк-Щур В.В., Чепелюк О.О.  
Видавництво «Млин Медіа», Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

**Вступ.** Одним із видів втрат в методології ощадливого виробництва є втрати від браку. Вони можуть виникати на різних етапах виготовлення готової продукції і бути спричинені економічним, виробничим або людським чинником. В поліграфії 3 – 5 % браку вважаються прийнятним значенням, прагнення досягти зменшення цього показника часто призводить до невиправдано великих фінансових витрат. Однак на певних етапах виготовлення продукції усунути потенційні дефекти можливо насамперед завдяки кращій організації процесу і відповідальному ставленню працівників до своїх обов’язків.

Додрукарська підготовка макетів є критичним етапом в процесі поліграфічного виробництва. Від якості виконання цього етапу безпосередньо залежить кінцевий результат – якість друкованої продукції. Недоліки на цьому етапі можуть призвести до значних проблем під час друку та знизити загальну естетичну привабливість продукції, відповідно, її споживчу вартість, що в свою чергу, негативно вплине на фінансове становище поліграфічного підприємства, оскільки естетична привабливість поліграфічної продукції є однією з найважливіших цілей її виготовлення.

Протягом всього процесу додрукарської підготовки – попередній перевірці графічних файлів, підготовці готових макетів і зображень до друку, налаштуванні обладнання та, за потреби, контролю якості друкованих форм – виявляються і усуваються потенційні проблеми до того, як вироби будуть спрямовані на друк. Це підвищує ефективність виробництва, зменшуючи витрати як в процесі роботи, так і під час утилізації дефектної продукції.

**Матеріали та методи.** Дефекти, які виникають на етапі додрукарської підготовки макетів, і причини їх появи проаналізовано у виробничих умовах на потужностях підприємства «Млин Медіа». До уваги взято досвід й інших підприємств, які працюють в галузі видавництва та поліграфії, як вітчизняних, так й іноземних [1 – 3]. Проведені глибинні інтерв’ю з інженерним складом і операторами, які працюють з макетами і верстають друковану продукцію. Об’єкт дослідження – процес додрукарської підготовки продукції різного призначення – від книг до етикетки.

**Результати та обговорення.** Важливе значення при додрукарській підготовці макетів має програмне забезпечення, яке використовується для розробки та форматування документів, редагування зображень, шрифтів, роздільної здатності зображень, керування перетворенням файлів у потрібний формат і підготовку цифрових файлів до друку.

Популярними варіантами програмного забезпечення для додрукарської підготовки є такі пакети:

Adobe Creative Suite – пакет програм, до складу якого входять: 1. Adobe Photoshop – піксельна (растрова) програма, яка дозволяє змінювати розміри, корегувати кольори та маніпулювати відсканованими зображеннями, такими як фотографії та ілюстрації; 2. Illustrator – програма для малювання (векторна), яка підходить для створення логотипів, упаковок, плакатів та односторінкових макетів. 3. InDesign – програма для верстки багатосторінкових документів. Ці програми забезпечують розширену обробку зображень, графічний дизайн та створення макетів.

CorelDRAW Graphics Suite – пакет програм, до складу якого входять: 1. CorelDRAW – програма для роботи з векторною графікою з великою бібліотекою шаблонів та готових векторних об’єктів для створення логотипів, ілюстрацій; 2. Corel PHOTO-PAINT – програма для роботи з растровими зображеннями; 3. Corel Font Manager – програма для роботи з шрифтами. CorelDRAW Graphics Suite відомий передовими можливостями векторної графіки та популярний серед професіоналів поліграфії.

QuarkXPress – програмне забезпечення для верстки та графічного дизайну, що користується попитом серед видавців. Воно забезпечує розширену типографіку, обробку зображень та створення макетів. QuarkXPress відомий надійними можливостями макетування та дизайну і популярний серед професіоналів друку.

Основні ключові аспекти при виборі програмного забезпечення для додрукарської підготовки:

- Керування кольором: для забезпечення точності кольорів при високоякісному друці важливо обирати програми з розширеними інструментами керування кольором.
- Інструменти для обробки зображень: для підготовки зображень до друку потрібні розширені інструменти для корекції роздільної здатності, контрасту і яскравості зображень.
- Інструменти для перевірки: додрукарська перевірка допомагає виявляти помилки перед друком.
- Автоматизація робочого процесу: програмне забезпечення з функціями автоматизації додрукарських процесів дозволяє підвищити ефективність при роботі з пакетною обробкою даних, економить час і зменшує кількість помилок.

Найпоширеніші проблеми, які виникають під час додрукарської підготовки макетів, та їхній вплив на якість друку наведені нижче.

#### **Неправильні колірні моделі, профілі кольору та його підготовка.**

Використання неправильних колірних моделей (зазвичай, RGB або палітра Pantone замість CMYK) або профілів кольору призводить до спотворення кольору під час друку. Профілі кольору мають використовуватись в залежності від друкарського обладнання.

Інакше кольори можуть відрізнитися від бажаних, з'являються небажані відтінки, знижується контрастність. Яскравим прикладом є друковані фотографії людей, коли обличчя може виглядати або занадто червоним, або має сірий відтінок.

При відправленні на виготовлення офсетних пластин макету з наявністю елемента в іншій кольоровій моделі, ніж CMYK, цей елемент не буде нанесений на форму, оскільки формна машина просто не сприйме його, відповідно, не буде надрукований. На жаль, помилку буде видно вже на готовій продукції. Якщо ця продукція, наприклад, багатосторінкова брошура, то висока вірогідність, що весь наклад піде в брак.

Слід звернути увагу, що растрові процесори цифрових друкарських машин можуть опрацьовувати макети, надіслані на друк з недотриманням вимог щодо кольору. Але в цьому випадку результат може не відповідати очікуванням.

Підготовка кольору в макеті є важливим етапом додрукарської підготовки, яке має виконуватись в спеціалізованих професійних програмах з родини Adobe або CorelDRAW, що забезпечить точність кольорів і високу якість фінального друку.

#### **Низька роздільна здатність растрових зображень.**

Для забезпечення найвищої якості друку необхідно використовувати зображення з оптимальною роздільною здатністю в залежності від технології друку. Однак загальна практика показує, що використання зображень з низькою роздільною здатністю (менше 300 dpi) призводить до розмиття, пікселізації та втрати деталей.

Підготовку растрових зображень належної роздільної здатності можливо здійснювати за допомогою програм Adobe Photoshop, Adobe Lightroom, Corel Paint, ColorChecker Passport, Luminar, Capture One Pro, DaVinci Resolve, GIMP з подальшим доопрацюванням.

На друкованому відбитку зображення виглядають нечіткими, втрачається деталізація, знижується загальна якість друку, спотворюється зовнішній вигляд всього зображення.

#### **Неправильне налаштування вильотів**

Недостатні або надмірні вильоти можуть призвести до втрати частини зображення при обрізанні або до появи білих смуг по краях.

Таким чином, готовий виріб може мати неакуратний вигляд, втрачається авторський задум дизайнера.

### **Помилки у шрифтах**

Перед друком всі шрифти в макетах мають бути конвертовані в криві. Помилки у конвертації шрифтів у криві можуть призвести до спотворення тексту, заміни шрифтів на інші, заміна окремих символів або навіть до втрати тексту.

Такий текст може бути нечитабельним, не передавати ту важливу інформацію, яку планувалось передати за допомогою цієї поліграфічної продукції, порушується загальна композиція.

### **Проблеми з розміщенням елементів макета**

Неправильне розміщення елементів макета (тексту, зображень) відносно один одного, недостатня відстань між елементами можуть призвести до злиття елементів, нечитабельності тексту.

Це призводить до того, що готовий виріб виглядає неохайно, знижується читабельність, порушується загальна композиція.

### **Помилки у верстці**

Помилки у верстці можуть призвести до зсуву елементів, розриву сторінок, неправильного вирівнювання.

Готовий виріб має неакуратний вигляд, порушується загальна структура видання, послідовність та логічний зв'язок між елементами.

**Висновки.** Якість додрукарської підготовки макетів має важливе значення для отримання якісної друкованої продукції. Ретельна перевірка макетів на наявність вищезазначених проблем дозволить уникнути багатьох помилок і забезпечити високу якість кінцевого продукту. Для досягнення оптимальних результатів рекомендується залучати до процесу додрукарської підготовки досвідчених фахівців, які мають необхідні знання та навички.

При додрукарській підготовці макетів слід дотримуватись наступних правил:

Ознайомитися з технічними вимогами друкарні до макетів.

Для підготовки макету до друку слід використовувати колірний профіль СМУК.

Всі зображення повинні мати достатню роздільну здатність (не менше 300 dpi).

Необхідно дотримуватися вимог друкарні щодо розміру вильотів та полів безпеки, від яких можна розташовувати значимі елементи.

Для уникнення проблем із шрифтами рекомендується конвертувати їх у криві або растровати.

Перед відправкою макету на друк необхідно ретельно перевірити його на наявність помилок.

### **Література**

1. Kavita Graphics. Preparing material for print layout Common problems and practical solutions : посібник. Pune : Graphic Design, Typesetting, Picture Research, Pre-Press & Print. 10 p.. URL: [https://www.kavitagraphics.co.uk/pdf/KG\\_Guide\\_Full.pdf](https://www.kavitagraphics.co.uk/pdf/KG_Guide_Full.pdf)
2. Răcheru, Răzvan-George & Lucia, Adascalita & Pițigoî, Dorin-Vasile & Balan, Emilia. (2021). Aspects regarding the organization of printing production in the context of Industry 4.0. MATEC Web of Conferences. 343. 02008. 10.1051/mateconf/202134302008.
3. Bielaska M. Redefining the responsibility of pre-press file management within graphic design: How printing technology impacts our design development. 2006. 145 p.
4. Guidelines for using print production standards. Навч. посібник / ISO /TC 130 Graphic technology, 2019. 16 с.
5. Common Prepress Mistakes to Avoid Before Printing Design. Journal. URL: <https://vocal.media/journal/common-prepress-mistakes-to-avoid-before-printing-design> (date of access: 10.08.2024).
6. The Ultimate Guide To Pre-Press Production: Techniques, Software, And Best Practices. *Partners + Hunt Creative Support*. URL: <https://pandh.com/pre-press-production/> (date of access: 16.08.2024).

УДК: 621.798.3:004.4 (043.3)

## Розробка біонічного пристрою захоплення на основі телескопічних сильфоноподібних мембран та оптимізація їх параметрів

О.В. Ченцов, М.В. Якимчук

*Національний університет харчових технологій, Київ, Україна*

**Вступ.** Розвиток технологій м'яких та біонічних пристроїв захоплення протягом останніх років зумовлений значними зусиллями, що були спрямовані на розробку адаптивних кінцевих ефекторів, що ефективно взаємодіють з динамічним та неструктурованим середовищем та мають широкий робочий діапазон на відміну від традиційних жорстких пристроїв, що потребують важких приводних елементів, мережі сенсорів та складних алгоритмів керування при роботі з крихкими та чутливими об'єктами. Спираючись на аналіз існуючих наукових праць [1-3], був запропонований новий пристрій захоплення. Відмінна риса запропонованого конструктиву – використання у якості головного приводу плоских сильфоноподібних структур, що можуть змінювати форму під дією тиску та видовжуватися.

**Матеріали та методи.** Метою дослідження є визначення оптимальних параметрів геометрії та пропорцій сильфоноподібних мембран пристрою захоплення та способів керування напрямком їх деформації. Для математичного моделювання роботи пристрою було використано програмний пакет Autodesk Inventor. Для перевірки адекватності отриманих результатів побудовано експериментальні зразки пристроїв захоплення, які відрізняються геометрією, фізико-механічними характеристиками утворюючих матеріалів та наявністю елементів жорсткого ендоскелету.

**Результати та обговорення.** Відмінною рисою пристрою являються радіально розташовані плоскі мембрани, з'єднані з рейкою, що ковзає всередині напрямної. Тиск, прикладений до мембран зсередини, поступово вивертає та випинає її, а рейка скеровує напрямок деформації. При вимкненні тиску мембрана прагне повернутись до початкового стану.

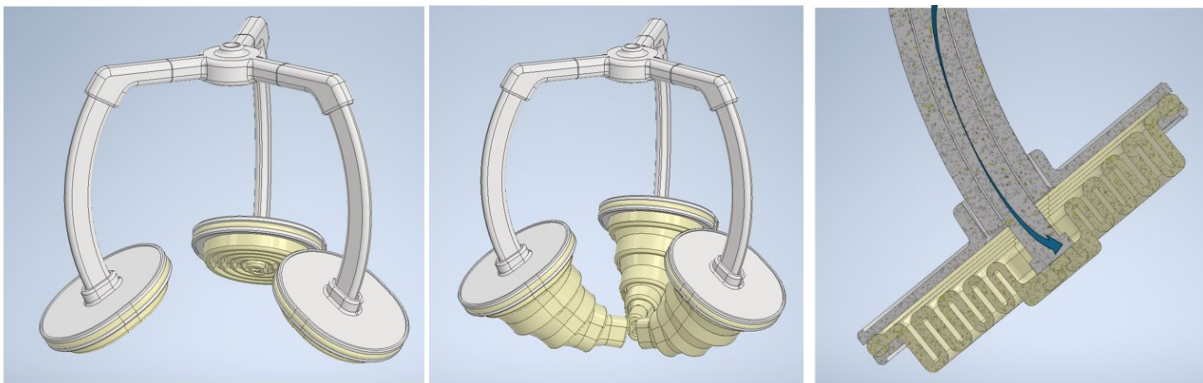


Рис.1. Структура пристрою

Аналіз існуючих праць виявив, що запропоновані підходи до проектування подібних мембран такі, як застосування зовнішніх обмежувачів руху [2], чи змінної довжини перерізу утворюючої поверхні [1] являються малоефективними та призводять до збільшення габаритів пристрою, обмеження робочого ходу за сили затискання. На відміну від них, запропонований підхід заключається у тому, що варіюється товщина мембрани, збільшуючись від центру до периферії, що дозволяє уникнути надмірного роздуття найбільших сегментів. Також різниця у товщині між внутрішньою та зовнішньою стінкою сегменту забезпечує легше вивертання та зменшує загальний габарит активованного пристрою. Результати математичного дослідження дозволили визначити оптимальні параметри та залежності у геометрії мембрани (Рис.2).

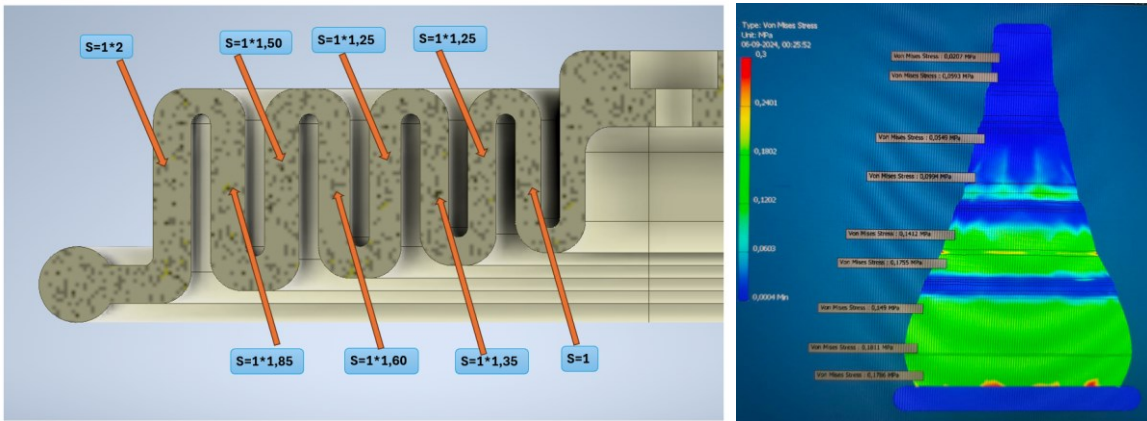


Рис.2 Структура мембрани та числене моделювання.

Було виготовлено декілька експериментальних зразків для оцінки параметрів роботи пристрою захоплення, що відрізняються геометрією та характером використаних матеріалів, та проведено серію випробувань. Для оцінки властивостей прототипів були використані силікони на платиновому катализаторі твердістю від 10 до 25HSA. Технологія аналогічна використаній у статті[3].

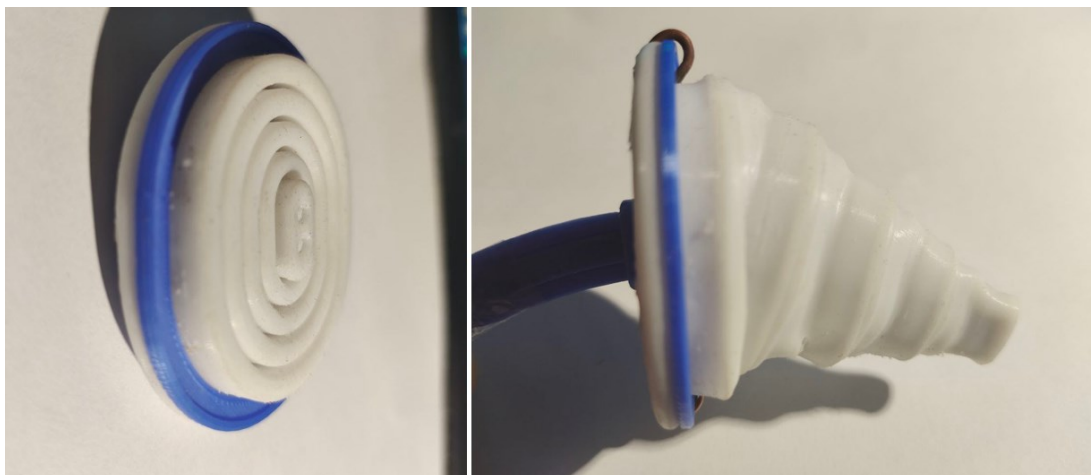
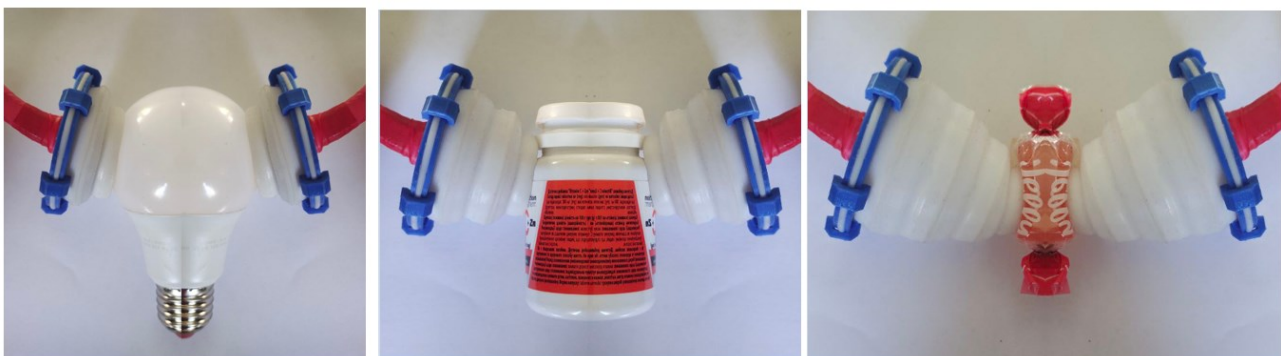


Рис.3 Неактивований та активований стан мембрани

Стратегія захоплення об'єкту полягає у тому, що сила, діюча на наступний сегмент мембрани під час надування, менша за ту, що діє на попередній сегмент, а отже він та наступні сегменти залишаються м'якими та здатні гнучко адаптуватись до невизначеної поверхні збільшуючи площу контакту.



**Рис.4 Стратегії захоплення об’єктів, відмінних за формою та розміром**



**Рис.5 Покрокове розгортання мембрани**

**Висновки.** Результати дослідження показали, що запропонована конструкція пристрою захоплення забезпечує швидке та делікатне захоплення та утримання об’єктів широкого спектру форм та властивостей поверхні за рахунок адаптивних властивостей еластичної мембрани та внутрішніх напрямних, що керують характером її роботи. Запропонована конструкція пристрою захоплення має великий потенціал для вдосконалення та потребує подальшого дослідження її можливостей.

### Література

1. A Pneumatically Driven, Disposable, Soft Robotic Gripper Equipped With Multi-Stage, Retractable, Telescopic Fingers / G. Gao et al. *IEEE Transactions on Medical Robotics and Bionics*. 2021. Vol. 3, no. 3. P. 573–582. URL: <https://doi.org/10.1109/tmrb.2021.3097143> .
2. Gerez L., Chang C.-M., Liarokapis M. A Hybrid, Encompassing, Three-Fingered Robotic Gripper Combining Pneumatic Telescopic Mechanisms and Rigid Claws. *2020 IEEE International Symposium on Safety, Security, and Rescue Robotics (SSRR)*, Abu Dhabi, United Arab Emirates, 4–6 November 2020. 2020.
3. Біонічний пристрій захоплення з тактильною активацією, О.В. Ченцов, М.В. Якимчук, д.т.н., Національний університет харчових технологій, м. Київ. «Упаковка», 5’2024.

## Вплив параметрів матеріалу на ефективність пневматичних стопорів: дослідження методом скінченних елементів LS-DYNA

Туфекчі В.І., Токарчук С.В., Костін В.Б.

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

Цимбаленко І.О.

*Національний технічний університет України "КПІ ім.І. Сікорського", м. Київ, Україна*

**Вступ.** Комп'ютерне моделювання стало невід'ємною частиною процесу проектування і вдосконалення фрикційних гальмівних пристроїв в структурі робототехнічних комплексів пакувальних систем [1]. Програмні комплекси як ANSYS та інтегрований в нього пакет програмного забезпечення для багатofізичного моделювання LS-DYNA дозволяють інженерам та конструкторам виконувати детальний аналіз динамічних властивостей гальмівних систем, враховуючи всі значимі фактори, від матеріалів фрикційних поверхонь до специфік робочих навантажень.

**Актуальність.** Оптимізація фрикційних гальмівних систем є ключовою для забезпечення безпеки та підвищення ефективності виробництва. Комп'ютерне моделювання дозволяє детально аналізувати роботу гальмівних систем, обґрунтовуючи більш надійні та довговічні lean-рішення для широкого спектра промислових застосувань, від окремих вузлів до роботизованих smart-технологічних ліній.

**Метою** дослідження є розробка інноваційної методології для оптимізації конструкції та функціональності фрикційних гальмівних систем з використанням сучасних засобів комп'ютерного проектування (CAD) та виробництва (CAM). Застосування інтегрованих програмних комплексів CAD/CAM дозволить створити віртуальні прототипи гальмівних систем та провести детальний аналіз їхньої поведінки в різних експлуатаційних умовах. Це відкриває нові можливості для підвищення точності розрахунків, скорочення часу розробки та зменшення витрат на фізичне прототипування.

**Основна частина.** Основна задача дослідження полягала у розробці методології для прогнозування поведінки гальмівних систем рулонотримачів під дією різних навантажень шляхом проведення детального чисельного аналізу в програмних комплексах ANSYS і LS-DYNA [2], з метою подальшої оптимізації конструкції. Синтез фрикційних гальмівних систем, передбачає забезпечення швидкого та безпечного гальмування за умови одночасної мінімізації теплових деформацій та зменшення зношування фрикційних пар. Поставлені задачі вирішувались на базі комплексного підходу, що включає в себе розробку нових матеріалів, оптимізацію геометрії деталей та застосування сучасних методів моделювання. Об'єктом чисельного аналізу в програмному комплексі LS-DYNA є тривимірна модель стопора штока пневматичного циліндра (рис.1). Конструкція стопора складається з трьох основних елементів: двох фрикційних губок та центральної частини штока. Функціональне призначення стопора полягає в забезпеченні фіксації штока пневмоциліндра у заданих положеннях. Для детального дослідження поведінки матеріалів та визначення напружено-деформованого стану конструкції, була створена розширена кінцево-елементна сітка (Mesh). Сітка складається з 1 155 216 вузлів та 730 460 елементів, що обґрунтувало високу точність розрахунків. Кожен елемент сітки являє собою невеликий об'єм матеріалу і дозволяє детально аналізувати локальні напруження та деформації [3]. Аналіз динамічних характеристик системи показав високу чутливість поведінки стопора до зміни навантаження та швидкості деформації. Нелінійна залежність між напруженням і деформацією свідчить про складний характер взаємодії матеріалів в зоні контакту [4]. Порівняльний аналіз матеріалів (бронза С51000 та нержавіюча сталь AISI 316) підтвердив, що вибір бронзи як матеріалу для губки є не оптимальним. Більша пластичність бронзи, порівняно зі сталлю, сприяє швидшому зносу матеріалу.

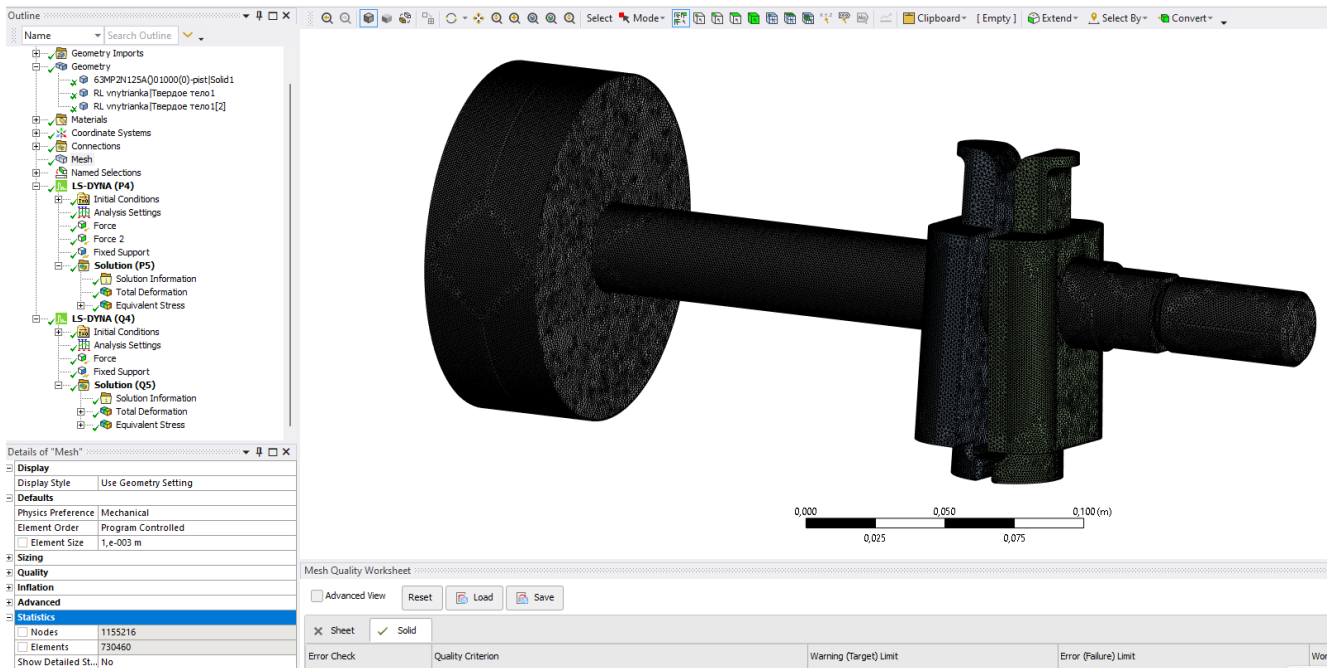


Рисунок 1. Дослідна модель фрикційного гальмівного пристрою у складі пакувальної машини

Проведені чисельні дослідження в програмному комплексі LS-DYNA дозволили детально проаналізувати роботу стопора штока пневмоциліндра з бронзовою губкою та виявити ряд критичних недоліків такої конструкції. Один із прикладів отриманих результатів дослідження наведено на (рис.2).

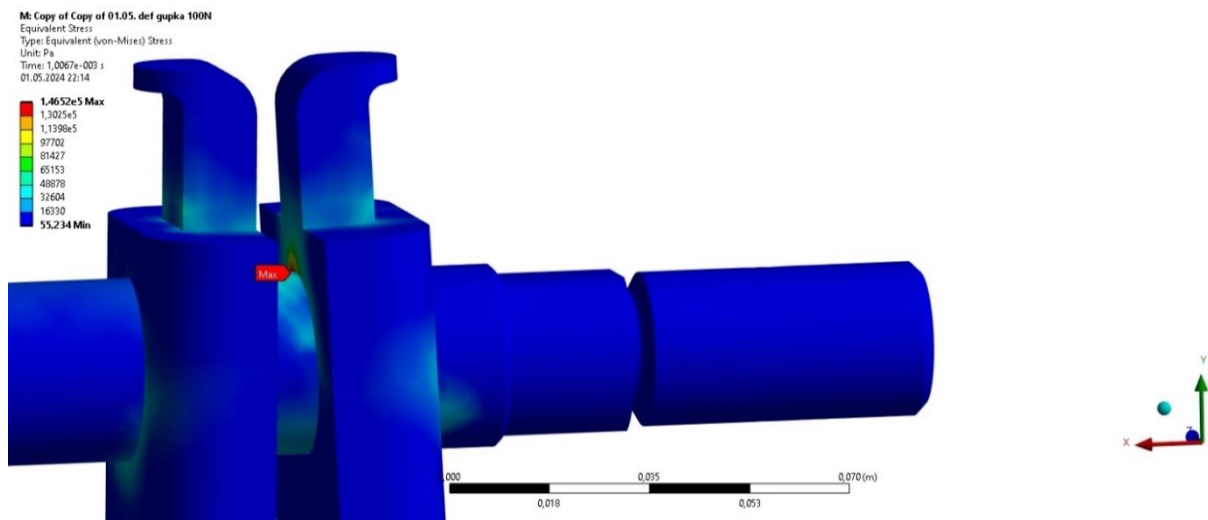
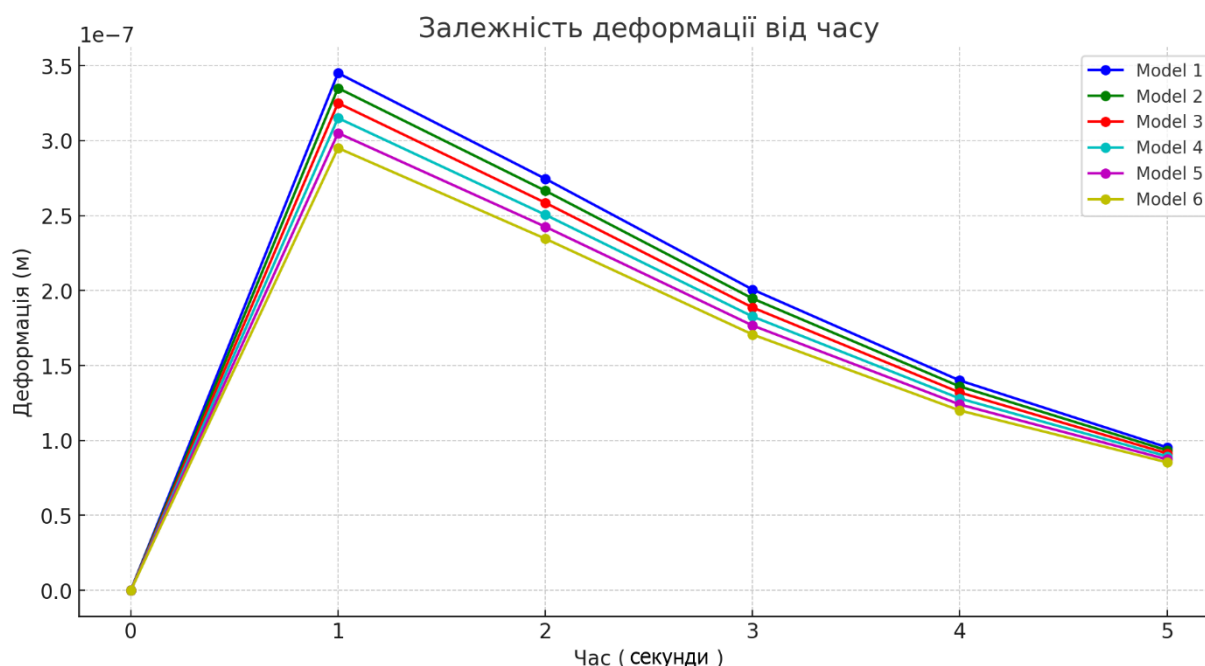


Рисунок 2. Результати моделювання зовнішнього впливу на фрикційні губки гальмівного пристрою у взаємодії із рухомих штоком

Результати моделювання підтверджують гіпотезу, щодо впливу циклічних навантажень на обтисну поверхню бронзової губки, що викликає значні пластичні деформації. Це призводить до зменшення її геометричних розмірів, зміни початкової форми та, як наслідок, зниження ефективності фіксації штока. Паралельно з деформацією (рис.3) відбувається інтенсивне зношування матеріалу губки, внаслідок абразивного та адгезійного впливу на поверхню штока з неіржавної сталі.



**Рисунок 3. Результати моделювання зовнішнього впливу на фрикційні губки гальмівного пристрою у взаємодії із рухомих штоком**

Такий процес деградації матеріалу призводить до поступового збільшення люфту у з'єднанні, зниженню точності позиціонування штока та, як наслідок, до передчасного виходу з ладу всього механізму. Крім того, продукти зношування можуть забруднювати енергоносії для пневмопривода, потрапляючи у мережу стисненого повітря та прискорювати деструкцію інших конструктивних елементів.

**Висновки.** Результати дослідження з використанням програмного комплексу LS-DYNA дозволили детально проаналізувати роботу фрикційних гальмівних систем, що застосовуються в робототехнічних комплексах пакувальних машин.

Аналіз роботи стопора штока пневмоциліндра, як типового елемента гальмівної системи, виявив ряд критичних недоліків, пов'язаних з деформацією та зношуванням матеріалів. Використання бронзової губки в якості фрикційного елемента призводить до її швидкого виходу з ладу внаслідок пластичних деформацій та абразивного зносу. Це, в свою чергу, знижує точність позиціонування штока та може призвести до передчасного виходу з ладу всього механізму. Результати дослідження підтверджують необхідність розробки нових конструктивних рішень для фрикційних гальмівних систем, які б забезпечували більш тривалий термін служби та підвищену надійність. Отримані наробки є підґрунтям для оновлення конструкцій фрикційних гальмівних систем, які забезпечують більш рівномірний розподіл навантаження на шток та зменшують концентрацію напружень у критичних зонах обтискних елементів.

### Література

1. Adam Hassan, Fadi Oudah (2024) RF-DYNA — Software for optimized random finite element simulation using LS-DYNA. October 2024 *Advances in Engineering Software* 196:103724. – P.19-31. DOI:10.1016/j.advengsoft.2024.103724
2. KryvoplyasVolodina, L. Gavva O., Volodin, S. Hnativ T. (2018) Dynamics of mechatronic function modules drives of flow technological lines in food production. - *Ukrainian Journal of Food Science.-Kyiv.- Ukrainian Food Journal*, Volume 7, Issue 4 p.660-669. DOI: 10.24263/2304- 974X-2018-7-4-16. URL: <https://nuft.edu.ua/doi/doc/ufj/2018/4/16.pdf>
3. Ilyas Bozkurt1 (2024) Determination of Frequency Vibration of Crankshaft with Different Mesh

1. Structure with LS DYNA Finite Element Program. International Journal of Advanced Natural Sciences and Engineering Researches Volume 8, pp. 84-90. – URL: <http://surl.li/oalrso>
4. Taimoor Hassan (2018) Finite-Element Modeling and Design of a Pneumatic Braided Muscle Actuator With Multifunctional Capabilities October 2018 IEEE/ASME Transactions on Mechatronics PP(99) DOI:10.1109/TMECH.2018.2877125

## **Обґрунтування розробки конструкції та технології виготовлення гнучкого споживчого пакування для зернової кави**

**Міськевич В. Д., Бабанова О.І., Доломакін Ю.Ю., Степанець В.В.**  
*Національний університет харчових технологій, Київ, Україна*

**Вступ.** Кава є одним з найпопулярніших напоїв у світі, і її споживання постійно зростає. З кожним роком з'являються нові сорти кави, способи її приготування та смакові відтінки. Разом з цим зростає і попит на якісну упаковку, яка не лише збереже свіжість і аромат кави, але й приверне увагу споживачів та підкреслить особливості бренду.

Упаковка для кави відіграє важливу роль у збереженні її якості та смакових характеристик. Вона захищає каву від впливу зовнішніх факторів, таких як світло, волога, повітря та сторонні запахи, які можуть негативно позначитися на її смаку та ароматі. Крім того, упаковка служить важливим інструментом маркетингу, допомагаючи бренду виділитися на полицях магазинів та привернути увагу споживачів.

Сучасні тенденції в упаковці кави спрямовані на використання екологічно чистих матеріалів, зручність використання та інноваційні дизайнерські рішення. Споживачі все більше звертають увагу на екологічність упаковки, тому виробники шукають альтернативи традиційним пластиковим пакетам.

Одним з перспективних матеріалів для упаковки кави є полімерні плівки, які мають високу бар'єрну здатність, захищаючи каву від впливу зовнішніх факторів. Вони також можуть бути виготовлені з перероблених матеріалів або бути біорозкладними, що відповідає вимогам екологічної безпеки.

**Матеріали і методи.** Мета даного дослідження полягає в розробленні конструкції та технології виготовлення упаковки для зернової кави об'ємом 500 грам. Для досягнення поставленої мети ми ставимо перед собою такі завдання: проаналізувати ринок упаковки для кави, дослідити вимоги споживачів та розробити оптимальну конструкцію упаковки з урахуванням її функціональності, зручності використання та естетичного вигляду. Також буде розглянуто технологічний процес виготовлення упаковки, включаючи вибір матеріалів, обладнання та методи контролю якості.

**Результати та обговорення.** В сучасному світі людині важко уявити своє життя без кави, цей продукт так заповнив серця людей що вони вже не можуть так просто від неї відмовитись, і це не просто так! Кава має різноманітні властивості, які можуть впливати на фізичний і психічний стан людини а також велику кількість вітамінів, таких як, вітаміни групи В (В2, В5, В1, В3, В9), Вітамін Е (токоферол). Також кава містить невелику кількість інших мікроелементів, включаючи калій, магній, марганець, мідь і хром. Схиляючись на статистику, 30...40 % людства вживає каву кожен день. За даними Міжнародної організації кави (ICO), у 2023 році світове споживання кави становило 178,5 мільйонів 60-кілограмових мішків. Це на 1,7 % більше, ніж у 2022 році і попит на цей продукт з кожним роком тільки зростає.

Ринок упаковки для кави є великим і конкурентоспроможним. Він охоплює широкий спектр продуктів, включаючи упаковку для зернової кави, меленої кави, розчинної кави, а також інших продуктів, пов'язаних з кавою, таких як кавові напої.

За даними Allied Market Research, у 2022 році світовий ринок упаковки для кави становив 11,2 млрд доларів США. Очікується, що він буде зростати в середньому на 4,5 % у період з 2023 по 2030 рік.

Основними факторами, які сприяють зростанню ринку упаковки для кави, є зростання споживання кави в усьому світі, а також зростаюча популярність альтернативних способів приготування кави, таких як еспreso та капучіно.

В сучасному світі упаковку для різновиду кави виготовляють з різних матеріалів, адже пакування повинно належним станом захищати продукт від всіх зовнішніх факторів, а саме:

температура, волога, захист від фізичних пошкоджень а також від повітря та ультрафіолетового випромінювання. На сьогоднішній день є безліч пакувань для кавових зерен.

Прототип сучасної упаковки для кави повинен включати в себе 4 найважливіші фактори. Розглянемо їх детальніше: **Функціональність**: упаковка буде герметична та такою, що захищає продукт від вологи, світла та інших зовнішніх факторів, оскільки виготовлена з фольги. Легко відкривається, через те, що має зручну пластикову кришку. **Зручність**: упаковку легко брати в руки та переміщати, через невеликий розмір, вагу та зручну форму. Крім того, легко утилізується, оскільки виготовлена з перероблених матеріалів. **Маркетинг**: упаковка приваблива для споживачів, оскільки має яскравий дизайн і містить інформацію про продукт. Вона відображає бренд продукту (логотип компанії-виробника), та містить важливу інформацію про продукт, наприклад, сорт кави, обсмажування, дату виготовлення та термін придатності. **Екологічність**: упаковка виготовлена з екологічно чистих матеріалів (фольга), оскільки виготовлена з фольги. Водночас, через те, що вона виготовлена з перероблених матеріалів, вона піддається процесу переробки.

Отже, найкращим прототипом для упаковки є 3d упаковка виготовлена з матеріалу який є екологічним. Ця упаковка може бути важливим та інноваційним рішенням для упаковки кави. З його гнучкістю, легкістю та адаптивністю до різних форм та розмірів продуктів, цей тип упаковки може забезпечити ефективний захист та збереження смакових якостей кави. Особливості полімерного пакування, такі як його інноваційний дизайн, можливості для брендуння та зручність використання, роблять його привабливим вибором для виробників та споживачів.

Стійкість до пошкоджень і зручність для споживача роблять полімерне пакування важливим елементом для задоволення потреб сучасного ринку. Враховуючи позитивні аспекти полімерного пакування, його можна розглядати як перспективний прототип упаковки для кави, проте важливо також враховувати конкретні вимоги та уподобання споживачів.

Стійкість до пошкоджень і зручність для споживача роблять полімерне пакування важливим елементом для задоволення потреб сучасного ринку. Враховуючи позитивні аспекти полімерного пакування, його можна розглядати як перспективний прототип упаковки для кави, проте важливо також враховувати конкретні вимоги та уподобання споживачів.

Провівши маркетинговий аналіз цільової групи споживачів, її уподобань та вимог до упаковки та проаналізувавши ці фактори, можна визначити, що для цільової групи молодих професіоналів важлива зручність та інноваційний дизайн упаковки, тоді як цінителі кави та експерти можуть надавати перевагу якісним та елегантним рішенням. Екологічно свідомі споживачі, напевно, оцінюватимуть екологічно чисті та повторно використововані упаковки. Спільні зусилля в напрямку відповідності цим уподобанням допоможуть створити ефективну маркетингову стратегію для кави та її упаковки.

Для пакування кави обрано 3d пакування з 4-ма сторонами і плоским днищем. Умови для такого продукту як кава зумовлює встановлення в упаковку клапана дегазації щоб продукт довгий термін залишався якісним та по між-народним нормам придатним для споживача.

Пакувальний матеріал та конструкція полімерної упаковки повинні відповідати різним вимогам, які залежать від типу продукту, умов зберігання та транспортування, а також екологічних норм. Основні вимоги включають фізико-механічні властивості, безпеку, екологічність, функціональність, естетичні властивості та конструкцію упаковки.

Для пакування було обрано екологічний комбінований полімерний матеріал на основі поліолефінів, а саме PE -MDO (PET/EVOH/PE): Комбінація PET, етилен-вінілового спирту (EVOH) і PE. Головною перевагою такого матеріалу є його екологічність, цей матеріал повністю піддається переробці що дозволяє зменшити вплив на навколишнє середовище.

Ідея створення упаковки, яка представлена в дослідженні була такою: упаковка має прямокутну форму, що робить її зручною для складання, транспортування та зберігання на полиці. Широка база забезпечує стійкість, мінімізуючи ризик перекидання, а прямокутна форма зручна для захоплення рукою. Ці фактори роблять її гарним варіантом пакування для

кави, зверху на упаковці матеріал запаюється так щоб споживач міг легко її відкрити без використання сторонніх предметів.

Таким чином, при пакуванні кави з використанням 3d пакету з плоским дном з матеріалу PE - MDO, необхідно стежити, щоб тиск перевищував 0,056 МПа для забезпечення цілісності та міцності упаковки.

Отже, наш вибір симетричної композиції для упаковки був продиктований бажанням створити гармонійний, збалансований і привабливий дизайн, який підкреслює якість продукту і робить бренд впізнаваним.



Рис. 1. Ескіз 3d пакування з дизайном для зернової кави

Зупинимося на аналізі кольорових рішень упаковки. **Основний колір:** Коричневий колір є домінуючим на упаковці. Він асоціюється з натуральністю, теплом і затишком, що дуже доречно для кави, оскільки нагадує про її природне походження і глибокий смак. Коричневий колір також створює відчуття стабільності та надійності. **Додатковий колір:** Золоті елементи, такі як логотип, текст і декоративні елементи, надають упаковці елегантності і вишуканості. Золото асоціюється з розкішшю та преміальністю, що допомагає виділити продукт на полицях серед конкурентів і підкреслити його високу якість. **Контрастність:** Використання золотого на коричневому фоні забезпечує достатній контраст, щоб важливі елементи упаковки, такі як назва бренду і логотип, були добре видимі та легко читабельні. Контрастні кольори допомагають споживачеві швидше і легше сприйняти інформацію на упаковці. **Гармонійність:** Поєднання коричневого та золотого створює гармонійний і збалансований вигляд упаковки. Ці кольори добре поєднуються між собою, забезпечуючи цілісність дизайну і приємне візуальне сприйняття. **Символіка:** Коричневий колір асоціюється з землею і природними матеріалами, підкреслюючи натуральність продукту, в той час як золотий символізує цінність і престиж. Таке поєднання кольорів сприяє створенню позитивних асоціацій з продуктом і брендом в цілому.



Рис.2. Палітра кольорів упаковки

Таким чином, вибір кольорових рішень для цієї упаковки кави підкреслює натуральність продукту, його високу якість і преміальність, що важливо для залучення і утримання споживачів.

Проблема утилізації упаковки є однією з найактуальніших екологічних викликів сучасності. Щорічно у світі генерується мільйони тон упаковки, значна частина якої опиняється на сміттєзвалищах, забруднює океани та негативно впливає на екосистеми. Зростання попиту на споживчі товари та відповідне збільшення кількості упаковки вимагають ефективних рішень для її утилізації. Сучасні технології утилізації упаковки спрямовані на мінімізацію шкідливого впливу на навколишнє середовище, зменшення обсягу відходів та повторне використання ресурсів. Утилізація упаковки є комплексним процесом, який включає збір, сортування, переробку та повторне використання матеріалів. Основні завдання цього процесу полягають у зменшенні обсягу відходів, зниженні рівня забруднення навколишнього середовища та забезпеченні стійкого використання природних ресурсів. Крім того, утилізація упаковки сприяє зниженню витрат на виробництво нових матеріалів та енергії, що є важливим економічним аспектом.

Неправильне поводження з відходами упаковки та їх накопичення призводять до значних екологічних проблем. Основні фактори екологічної небезпеки упаковки можна класифікувати за декількома критеріями, включаючи види матеріалів, процеси виробництва та способи утилізації

Таким чином, основними факторами екологічної небезпеки упаковки є тип матеріалів, енергоємні процеси виробництва, а також недостатньо ефективні способи утилізації. Для зменшення негативного впливу упаковок на довкілля необхідно впроваджувати інноваційні технології переробки, розвивати інфраструктуру для збору відходів та підвищувати рівень екологічної свідомості серед населення.

Упаковка MDO-PE (PET/EVOH/PE) компанії Polysack успішно утилізується завдяки спеціальним технологіям, які забезпечують ефективне перероблення багат шарових матеріалів. При цьому упаковка має спеціальні маркування, що допомагають ідентифікувати матеріал і сприяють його правильному сортуванню та переробці.

На упаковці розміщені спеціальні символи, які вказують на можливість та способи її переробки. Наприклад, зображений символ рециклінгу з трьома стрілками, які утворюють трикутник, часто доповнюється номером або аббревіатурою, що ідентифікує тип пластику. Це допомагає користувачам правильно розпізнати матеріал і забезпечити його належну утилізацію.

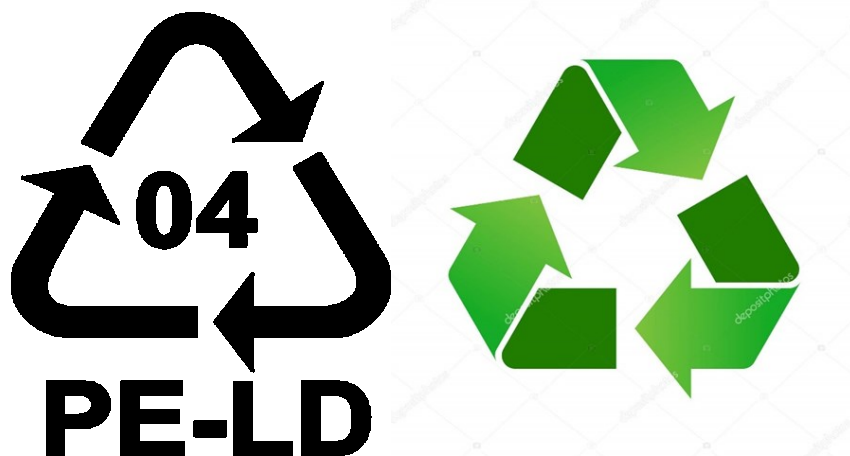


Рис. 3 Елементи екологічної безпеки, які наявні в дизайні упаковки

Успішна утилізація упаковки MDO-PE від Polysack є результатом комплексного підходу до збору, сортування та переробки матеріалів. Це забезпечує зменшення екологічного навантаження та сприяє сталому розвитку.

ми підібрали обладнання для двоступеневої організації процесу пакування упаковок з зерновою кавою, яке забезпечує ефективність та надійність всього виробничого циклу. Перше обладнання виконує завдання первинного пакування, гарантує збереження якості продукту та забезпечує точне дозування кави. Другий етап передбачає вторинне пакування, яке включає формування коробок та їх запаювання для транспортування, що підвищує зручність зберігання та перевезення готової продукції. Комплексний підхід до вибору обладнання дозволяє оптимізувати виробничі процеси, знизити витрати та забезпечити високу продуктивність, відповідно до сучасних стандартів якості та безпеки.

**Висновки.** У результаті проведеної роботи було розроблено конструкцію та технологію виготовлення упаковки для зернової кави об'ємом 500 грам. Упаковка відповідає сучасним вимогам щодо збереження якості продукту, зручності використання та екологічної безпеки.

Розроблена конструкція упаковки має оптимальні розміри та форму, що забезпечує зручність транспортування та зберігання продукту. Вибір матеріалу MDO-PE гарантує високу бар'єрну функцію, механічну міцність та стійкість до зовнішніх впливів, що дозволяє зберегти свіжість та аромат кави протягом тривалого часу.

Художнє оформлення упаковки виконано з урахуванням особливостей цільової аудиторії та вимог ринку. Використання кольорової гами, шрифтів та графічних елементів створює привабливий та інформативний дизайн, який виділяє продукт на полиці магазину.

Розроблена упаковка для зернової кави є конкурентоспроможною на ринку завдяки своїм технічним, функціональним та естетичним характеристикам. Вона відповідає сучасним вимогам щодо якості, безпеки та екологічності, що робить її привабливою для споживачів та виробників кави.

### Література

1. Халайджі В, Кривошей В.М. Упаковка для харчових продуктів та напоїв: Київ: ІАЦ «Упаковка», 2018. 216 с.
2. Волф Р. Х. Пластиковая упаковка: властивості, обробка, застосування та нормативи / Рубен Х. Волф. – 4-е видання. – Нью-Йорк: Wiley, 2016. – 550 с.

УДК 621.798

## Обґрунтування розробки конструкції та технології виготовлення споживчої упаковки для макаронних виробів

Маркович А. М., Доломакін Ю.Ю., Бабанова О.І.

*Національний університет харчових технологій, Київ, Україна*

**Вступ.** Сучасна пакувальна індустрія постійно еволюціонує, щоб відповідати зростаючим вимогам споживачів та виробників. Вона ставить перед собою завдання оптимізації виробничих процесів та створення ефективних технологічних рішень для упаковки різноманітних продуктів.

Однією з головних задач пакувальної індустрії є забезпечення естетичного вигляду та збереження якості упаковки, а також оптимізація використання ресурсів та підвищення швидкості та точності пакувальних процесів. Відповідно до діючих стандартів, упаковка визначається як засіб для захисту продукції від пошкодження або втрати під час транспортування, зберігання та транзиту.

**Матеріали і методи.** Мета даного дослідження полягає в розробленні конструкції та технології виготовлення упаковки для макаронних виробів, а також її художнього оформлення.

Для досягнення поставленої мети ми ставимо перед собою такі завдання:

Проаналізувати маркетингові дослідження та ринок макаронних виробів.

Сформулювати технічне завдання на розробку упаковки для макаронних виробів.

Розробити конструкцію упаковки.

Провести розрахунок геометричних параметрів та аналіз напружень (міцності).

Вибрати обладнання та технологічну схему для виготовлення та оформлення упаковки.

Розробити дизайн упаковки та фірмовий стиль.

Розглянути та вибрати технології утилізації та переробки упаковки.

Об'єктом дослідження є споживча упаковка для макаронних виробів.

**Результати та обговорення.** Макаронні вироби є популярними продуктами харчування, що виготовляються з пшеничного борошна та води. Вони доступні у різних формах, таких як вермишель, спагетті, фарфале, пенне, локшина та інші. Макарони є джерелом вуглеводів та добрим додатком до багатьох страв.

Упаковка макаронних виробів відіграє важливу роль у збереженні їх якості та привабливого зовнішнього вигляду. Зазвичай макаронні вироби упаковуються в картонні коробки або полімерні пакети. Упаковка може мати різноманітні дизайни та етикетки, які відображають бренд та важливі характеристики продукту, такі як сорт, вага, склад та інструкції з приготування.

Упаковка для макаронних виробів повинна володіти кількома важливими характеристиками, а саме міцністю, екологічністю, економічністю та привабливим зовнішнім виглядом. Крім того, вона має бути зручною для користування та здатною зберігати якість продукту.

Упаковка гарантує збереження макаронних виробів під час їх зберігання, транспортування та використання. Для продажу, макаронні вироби повинні бути фасовані та упаковані в тару, що виготовлена з безпечних матеріалів, що дозволені для контакту з харчовими продуктами, і які забезпечують безпеку та якість протягом терміну придатності.

Для запобігання псуванню макаронних продуктів, пакувальні матеріали повинні мати бар'єрні властивості, зокрема газо-, паро-, водо-, та ароматонепроникність. Вони також повинні бути вологоміцними та стійкими до жирів. Матеріали повинні бути надійними в експлуатації, щоб уникнути їх розшарування та деформації.

При виборі упаковки необхідно враховувати не лише функціональні аспекти, але й звертати увагу на її дизайн. У країнах Європи дизайн упаковки стає все більш популярним, і відзначаються творчі та інноваційні підходи до оформлення.

За результатами опитування виявлено, що споживачами макаронних виробів в основному є жінки, а не чоловіки, і серед споживачів переважають люди середнього віку. Найпопулярнішим видом упаковки виявився пакет. При виборі макаронних виробів ціна відіграє значну роль, особливо для тих, хто має обмежений бюджет. Хоча дизайн упаковки не має вирішального значення при виборі, він може привернути увагу споживачів та спонукати їх до покупки, тому незвичайні дизайнерські рішення можуть бути ефективними. Середня ціна за упаковку макаронних виробів становить приблизно 46,89 гривень. Розроблена упаковка спрямована на споживачів з середнім рівнем доходу. Отже, можна сформулювати портрет споживача, який включає людину віком від 25 до 49 років з середнім доходом, яка піклується про своє здоров'я і надає перевагу збалансованому харчуванню. Такий споживач зацікавлений у включенні таких продуктів у свою щоденну дієту та шукає найсвіжіші та найсмачніші опції. Крім того, для нього важливий креативний та незвичайний дизайн упаковки, а найбільш популярними типами упаковки є картон та пакет.

Розглядаючи основні типи упаковок для макаронних виробів, необхідно відібрати матеріал, який буде найбільш відповідати потребам упаковки продукції. Для цього визначають ключові критерії, за якими можна вибрати матеріал для майбутньої упаковки:

1. Простота експлуатації обладнання для виготовлення упаковки.
2. Економічна вигідність.
3. Стійкість до деформацій.
4. Легкість в утилізації з економічної та екологічної точок зору.

Оскільки нашим об'єктом є упаковка макаронних виробів, основними факторами вибору були:

1. Міцність упаковки.
2. Зручність використання.
3. Подовжений термін зберігання.

Таким чином, для упаковки макаронних виробів було обрано : незважаючи на те, що недоліки є у обидвох видів пакування, гнучкі полімерні матеріали мають перевагу перед картоном за рахунок більшого захисту продукту від вологи, запахів та зовнішніх пошкоджень.

Переваги такого виду упаковки пов'язані з відмінними споживчими характеристиками:

1. Легке зберігання на складах.
2. Можливість нанесення різнокольорових високоякісних зображень.
3. Економічна вигідність упаковки.
4. Різноманітність об'ємів від 400 грам до 1500 грам.

Знаємо, що такого типу упаковка має бути надійною. Це не просто спосіб максимально лагідно зберегти продукт, це здатність зробити так, щоб цінність упаковки була більш значною, ніж її вартість.

Упаковка для макаронних виробів складається з різних компонентів, які забезпечують захист продукту, його зберігання та привабливий зовнішній вигляд.

В роботі розробляється упаковка для макаронних виробів. Ця упаковка буде з полімерного матеріалу (трьох шарів) (БОПП-плівка, розмір упаковки: в/ш 240×215 мм).

Розглянемо детальніше обраний вид упаковки. Для виробництва гнучкої полімерної тари використовують одно- та багатошарові полімерні плівки.

Будова багатошарових плівок наступна: Зовнішній шар: захищає продукцію від зовнішнього впливу. Використовуються папір, плівки з полієфірів, поліамідів чи поліпропілену. Середній шар: захищає від проникнення запахів, сонячного світла. Для цього шару зазвичай використовують фольгу. Внутрішній шар: забезпечує герметичність продукції. Виготовляється з поліетилену чи поліпропілену.

Технологія задрукування усіх полімерних плівок рулонна. Найпопулярнішими видами друку гнучкої полімерної плівки є флексографічний та глибокий способи друку.

Отже, проаналізувавши флексографічний та глибокий види друку, можна зробити висновок що для нашої гнучкої полімерної упаковки тиражом 3000000 штук флексографічний друк підійде найкраще, адже забезпечує високу якість та тиражестійкість. Якісні вихідні матеріали та високий рівень автоматизації дозволяють виконати навіть найскладніші поліграфічні роботи за короткі терміни, зберігаючи при цьому рівень якості друку.

Під час розробки пакувального матеріалу, призначеного для макаронних виробів, враховувалися кілька важливих факторів:

- механічний (міцність);
- санітарно-гігієнічний (герметичність, бар'єрні властивості);
- технологічний (стійкість до температурної обробки у процесі пастеризації, у тому числі агресивних середовищ);
- маркетинговий (можливість створення форми, дизайну, сприйнятливості матеріалу до друку) та ін. Полімерна упаковка забезпечує стабільне середовище для збереження якості продукту під час зберігання та транспортування.

Якість процесу виготовлення пакування залежить від устаткування та матеріалів які використовуються. Оберемо необхідні матеріали та проаналізуємо скільки матеріалу нам знадобиться для виготовлення тиражу в 3000000 штук.

ПП-плівка є популярним гнучким полімерним матеріалом. Для нашої упаковки оберемо саме БОПП-плівку. Фарбовість такого пакування здебільшого 3-4. Є бажаним наявність віконця для огляду товару, що продається. Для нашого пакування було вирішено взяти прозору матову БОПП-плівку шириною 800 мм та товщиною 20 мкм. Для друку тиражу в 3000000 штук знадобиться 250000 метрів БОПП-плівки.

На сьогоднішній день в магазинах можна побачити безліч варіацій гнучких полімерних пакувань. Враховуючи такі їх характеристики як стійкість до вологи, запахів, невелика маса, механічна міцність і можливість привабливого оформлення, популярність цього матеріалу зовсім не дивує.

Дизайн упаковки є важливим аспектом у брендванні товарів споживчого призначення. Він не лише дозволяє виробам вирізнитися серед конкурентів на полицях магазинів, але й привертає увагу споживачів, стимулюючи їх до покупки. Якісний дизайн упаковки сприяє зрозумінню призначення продукту, допомагає з'ясувати, як його використовувати, та, що найважливіше, викликає бажання придбати його.

Обравши композицію для дизайну упаковки, ми віддали перевагу відкритому типу. Він передає відчуття простору за допомогою ліній, що виходять з центру, та використанням ритму. У дизайні молочної продукції я використовував стиль мінімалізму.

У даному варіанті елементи композиції об'єднані однорідними ознаками, формами, кольорами, фактурами і текстурами. Обмеження (до двох-трьох) у матеріалах, деталях, кольорі та формі дотримані. Елементи розташовані групами по два, а центральні елементи зображують події однакової важливості. Проміжки між групами допомагають уникнути перенасиченості композиції.

Колір упаковки відіграє ключову роль у відзначенні вашого продукту серед інших компаній на ринку. Він не лише відтворює ваш фірмовий стиль, але й несе певне смислове навантаження, що заохочує потенційних клієнтів до придбання вашого товару.

При створенні дизайну упаковки ми вибрали два основних кольори:

Білий. У психології білий вважається кольором нового, невинного. Цей колір є ідеальним вибором для упаковки, оскільки він безпечний, простий у використанні, невибагливий і консервативний. Він асоціюється як з самим продуктом, так і з чистотою та натуральністю. Проте важливо, щоб упаковка не була абсолютно білою. Дизайн упаковки макаронних виробів ілюструє, як правильно використовувати білий колір. Традиційно білий асоціюється з чистотою та свіжістю. Психологія кольору надає цьому кольору такі позитивні властивості: чистота, невинність, простота і безпечність.



Рис.1 Композиція дизайну

Синій. Синій колір асоціюється зі спокоєм і стабільністю. Використання синього в упаковці товару може створювати враження надійності та довіри, що важливо для споживача. Він також асоціюється зі світлом і небом, що може надавати позитивний настрій і підвищувати емоційний стан клієнта. Синій колір виражає впевненість, інтелект і комунікацію. Він часто використовується у дизайні упаковки для позитивного підкреслення характеристик продукту, таких як якість і стабільність. Також, синій колір може викликати асоціації з водою, що може бути корисним для товарів, пов'язаних зі здоров'ям і гігієною.

У цьому дизайні білий колір використовується для фону, на якому розміщені текстові та символічні елементи. Назва продукту, відтворена білим кольором на синьому фоні, є добре видимою, читабельною та привертає увагу. Білий фон створює контраст, що допомагає підкреслити зображення та відтворити елементи дизайну з високою чіткістю.

Білий колір також викликає асоціації з чистотою, свіжістю та простотою. Це дозволяє продукту виглядати сучасно та привабливо. Використання білого кольору у дизайні упаковки підкреслює його елегантність і простоту. Білий колір може також створювати враження простору і чистоти, що є важливим для споживачів, орієнтованих на мінімалістичний стиль.

Мінімалістичний підхід до дизайну, як і маленька чорна сукня в гардеробі, завжди актуальний. Він відображає сучасний стиль і прагнення до простоти. Мінімалістичний дизайн упаковки дозволяє продукту привертати увагу своєю чистотою та елегантністю, надаючи йому вишуканості та сучасного вигляду.

Маркування є важливою складовою упаковки будь-яких споживчих товарів. Це засіб надання інформації про продукт, його виробника та інші характеристики, що допомагає споживачам зробити свідомий вибір. Інформація, надрукована на упаковці, регламентується відповідним законодавством, яке забезпечує захист здоров'я та інтересів споживачів.

Обов'язковою є така інформація: назва продукту; склад інгредієнтів; кількість продукту у встановлених одиницях виміру; мінімальний строк придатності або дата "спожити до"; умови зберігання і/або використання (за потреби); назва та контактні дані оператора ринку; назва та адреса імпортера.

В сучасному світі термін "упаковка" охоплює широкий спектр продуктів, що виготовлені з різних матеріалів. Ця різноманітність також визначає способи їх утилізації. Щоб з'ясувати, що відбувається (або повинно відбуватися) з різними пакувальними матеріалами після їх використання, розглянемо технічні аспекти цього питання.

Використані пакувальні матеріали можуть бути вторинно використані або перероблені. Переробка - це процес переробки використаних продуктів, упаковки, тари або відходів продукції з використанням відповідної технології таким чином, щоб їх можна було

використовувати в подальших технологічних процесах як вихідний матеріал або вторинна сировина для виробництва енергії.

Переробка упаковки - це обов'язок кожного, хто прагне жити в гармонії з природою. Паперова упаковка розкладається на сміттєзвалищах від двох до десяти років, металева - майже 100 років, поліетиленова - 200 років, пластикова - 500 років, а скляна - 1000 років, щоб повністю розкластися.

**Висновки.** Під час розробки конструкції була описана технологія створення упаковки для макаронних виробів. Крім цього, було здійснено такі дії: проведено оцінку макаронних виробів та аналіз цільової аудиторії продукту. Вибрано матеріали для виготовлення упаковки та розраховано їх необхідну кількість. Створено оригінальний дизайн. Проведено аналіз екологічної ситуації та описано процес переробки.

Кінцевий результат упаковки має наступні характеристики: ефективний захист від зовнішніх впливів; привабливий та інформативний дизайн; екологічна властивість за рахунок можливості переробки матеріалів повторно.

### Література

1. Шредер В.Л. Полімерна упаковка: монографія / В.Л. Шредер, В.М. Кривошей, Н.В. Кулик. – К.: ІАЦ «Упаковка», 2021.
2. В.Л. Шредер, В.М. Кривошей, Н.В. Кулик. Полімерна упаковка: К.: Принт Медіа, 2021

## Обґрунтування модернізації апарату для перемішування пшеничних висівок при стерилізації живильного середовища

Магеровський Н.Д., Беседа С.Д., Бабанова О.І.

*Національний університет харчових технологій, Київ, Україна*

**Вступ.** Стерилізація - це процес знищення всіх організмів і патогенів (бактерій, пріонів, вірусів), які можуть поширюватися, наприклад, з поверхні матеріалів, що використовуються в біотехнологічних процесах.

Стерилізація є одним з найважливіших елементів підготовки поживних середовищ. Сам процес приготування середовищ складається з наступних етапів: змішування компонентів, попереднє зволоження, стерилізація, охолодження стерилізованого середовища та посів на нього посівного матеріалу.

Методи стерилізації включають оброблення паром, вакуумом, гарячим повітрям, струмом високої частоти, ультразвуком, інфрачервоним випромінюванням та іонізуючим випромінюванням. У даній роботі розглянута термічна стерилізація, що включає такі етапи: початковий нагрів - з моменту ввімкнення стерилізатора до досягнення температури стерилізації; додатковий нагрів - з моменту досягнення температури стерилізації до поширення температури стерилізації по всій товщині шару об'єкта, що стерилізується; стерилізація - з моменту поширення температури стерилізації по всій товщині об'єкта до закінчення стерилізації.

**Матеріали і методи.** У стерилізаторі, що розглядається в цій роботі, культуральне середовище стерилізується гострою паром при 120 °С протягом 90...120 хвилин.

Для охолодження стерилізованого поживного середовища в сорочку подається холодна вода при безперервному перемішуванні перемішувальним пристроєм. Після того, як висівки охолонуть до 40°C, до середовища додають закваску в концентрації 0,6% і стерильну воду.

Приготування самого живильного середовища включає в себе змішування компонентів, попереднє зволоження, стерилізацію, охолодження стерилізованого середовища та внесення посівного матеріалу.

У виробництві ферментів для камерного методу інкубації форм у кюветах використовують кілька типів стерилізаторів для твердих середовищ. Найпоширенішими є стерилізатори, що використовують відкриту пару, яка стерилізує при надлишковому тиску 0,05 МПа.

В установках періодичної дії важко стерилізувати тверді середовища відкритою паром. Тому стерилізацію конвекційним випромінюванням проводять при атмосферному тиску.

Вченими Калустом Калунянц та Леонідом Голгером були успішно проведені дослідження зі стерилізації пшеничних висівок струмами високої частоти і іонізуючим випромінюванням. Результати показали, що пшеничні висівки стають стерильними при опроміненні більш ніж 680000 рентгенів радіації. Активність культур пліснявих грибів, вирощених на висівках і стерилізованих високочастотним струмом та іонізуючим випромінюванням, була не меншою, ніж у культур, вирощених на висівках і стерилізованих в автоклаві паром під тиском 0,15 МПа протягом однієї години.

Досвід експлуатації стерилізаторів на мікробіологічних підприємствах показує, що протягом основного часу роботи оброблене середовище недостатньо гомогенне і не відповідає вимогам технологічного процесу. Ця проблема частково вирішується шляхом повторного оброблення сировини. Збільшення часу оброблення призводить до збільшення споживання електроенергії.

Для покращення процесу змішування компонентів доцільно модернізувати змішувальне обладнання.

У своєму дослідженні ми пропонуємо змінити конструкцію апарату, замінивши лопаті на стерилізаційному валу та збільшивши об'єм апарату. Така зміна збільшить продуктивність апарату та покращить процес змішування під час руху продукту вздовж вертикальної осі.

**Результати та обговорення.** Ферменти, що виробляються різними видами пліснявих грибів і бактерій, відіграють каталітичну роль у біологічних процесах, які відбуваються в природі. Ця здатність ферментів використовується для підвищення ефективності технічних процесів.

Академік Нораір Сісакян наступним чином характеризує роль ферментів: «У живій природі всі хімічні перетворення засновані на каталітичних процесах, здійснюваних ферментами».

Однак за допомогою ферментів можна викликати різні хімічні перетворення і поза живого організму, наприклад при технологічній переробки сировини рослинного і тваринного походження. Завдяки застосуванню ферментів можна заощадити десятки тисяч тон кондиційного зерна, що витрачається для вироблення солоду, інтенсифікувати технологічні процеси і поліпшити якість продукції, що випускається підприємствами мікробіологічної та інших галузей.

Сьогодні мікробіологічна промисловість - це галузь промисловості, що базується на виробничих процесах, які мікробіологічним шляхом синтезують цінні продукти з різних видів нехарчової сировини та відходів промислової переробки, таких як цукровий буряк, кукурудза, олійні та зернові культури. Мікробіологічна промисловість України виробляє білково-вітамінні концентрати, амінокислоти, вітаміни, ферментні препарати, антибіотики, бактеріальні та вірусні препарати для захисту рослин від шкідників і хвороб, бактеріальні добрива

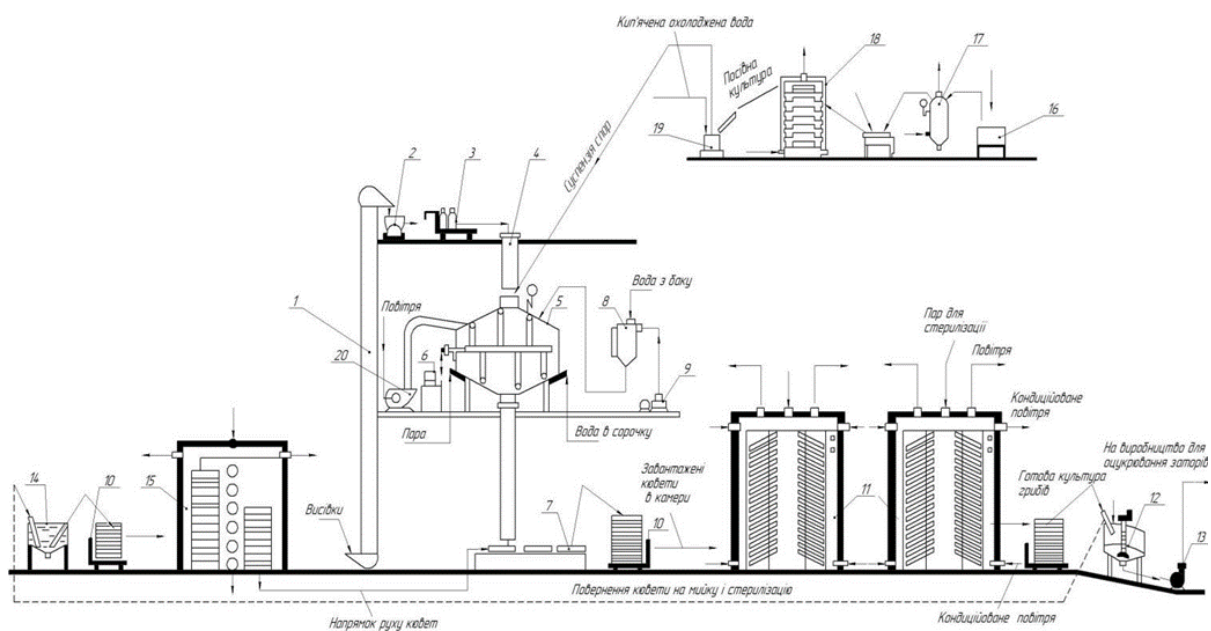
Культивування плісняви здійснюється у кюветах, розміщених у шарі культури заввишки 2,5...3 мм. Невелика висота шару забезпечує сприятливі умови для аерації мікробної культури, що розвивається, а також для видалення продуктів життєдіяльності та тепла, що виділяється в процесі біосинтезу.

Чисті пшеничні висівки використовуються як поживне середовище для мікроорганізмів, але також додаються інші інгредієнти, такі як картопляний м'якуш, буряковий жом і солодові паростки. Лушпиння соняшника, зернових та вівса додають для розпушення середовища.

На рис. 1 показана схема вирощування культури пліснявих грибів у кюветній камері. Пшеничні висівки піднімаються на верхній поверх камери ковшовим підйомником 1. Після зважування на десятковій шкалі 3 або автоматичних вагах висівки подаються по трубопроводу 1 до стерилізатора 5 у заздалегідь визначеній кількості. Стерилізатор бере на себе всі турботи від підготовки середовища до посіву культури. Для попереднього змочування висівок подається вода з лічильника 8. Вмикається електродвигун 6 для приводу механічної мішалки. Після перемішування середовища люк і всі запірні пристрої закривають, а порожнину стерилізатора повністю герметизують. Висівки пропарюють протягом 1 години при надлишковому тиску 0,5...0,7 кГ/см<sup>2</sup> (49...69 кН/м<sup>2</sup>) (залежно від допустимого тиску стерилізатора).

Стерилізовані висівки охолоджуються регульованим повітрям, що подається вентилятором 20, після чого пара видаляється з обладнання в атмосферу, а в сорочку обладнання подається холодна вода. Деякі компанії не замінюють повітря, щоб уникнути інфікування навколишнього середовища. В охолоджене середовище подається кип'ячена холодна вода, а потім така кількість посівного матеріалу, щоб кінцева вологість середовища становила 60...63 % при температурі 40 °С.

Приготоване таким чином середовище переносять зі стерилізатора на роздавальний стіл, де його вручну розподіляють по кюветах з отворами на дні. Висота шару середовища в кюветі становить 30 мм. На сучасних підприємствах кювети заповнюють поживними середовищами за допомогою механічних дозаторів. Заповнені кювети ставлять на спеціальну полицю і транспортують на візку в культуральну кімнату.



**Рис 1. Апаратурно-технологічна схема вирощування культур цвілевих грибів поверхневим методом (на кюветках):**

**1 - норія; 2 - візок; 3 - ваги; 4 - труба для подачі висівок в стерилізатор; 5 - стерилізатор для висівок; 6 - електродвигун для стерилізатора; 7 - кювети; 8 - мірник стерильної води; 9 - компресор; 10 - візок з кюветами; 11 - камера для вирощування; 12 - змішувач грибної культури з водою; 13 - насос для перекачування суспензії на виробництво; 14 - ванна для миття кювет; 15 - камера для стерилізації кювет; 16 - ванна для зволоження посівної культури; 17 - автоклав для стерилізації висівок; 18 - камера для вирощування цвілевих грибів; 19 - мірник для посіву суспензії спор; 20 - вентилятор.**

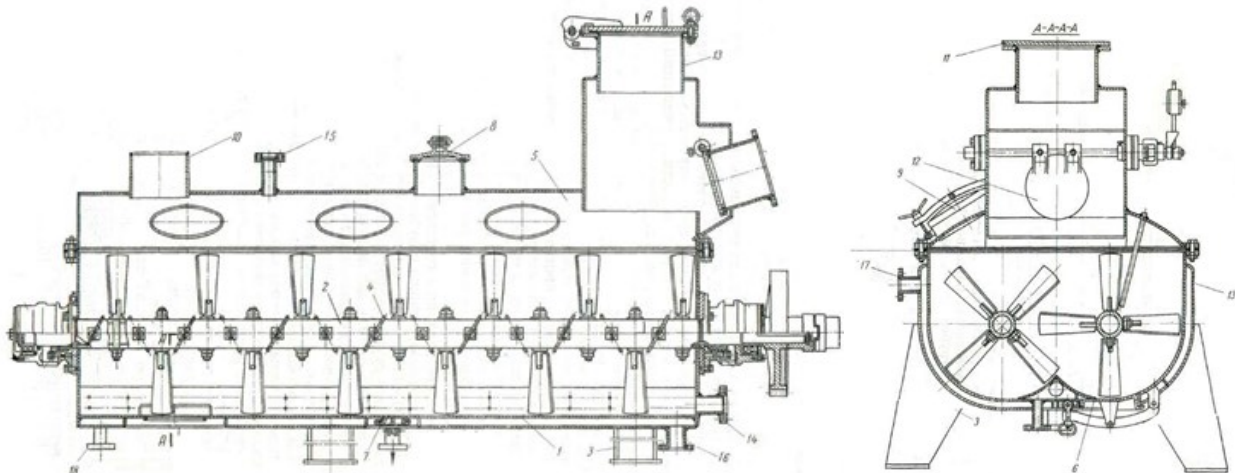
Найпоширеніший стерилізатор, що використовується у виробництві ферментів, був розроблений Українським інститутом харчової промисловості. Стерилізатор періодичної дії (рис. 2.) призначений для одночасної стерилізації пшеничних висівок вагою 720 кг. Конструкція зварна, матеріал – сталь 3, надлишковий тиск -  $0,5 \text{ кг/см}^2$  ( $0,049 \text{ МПа}$ ), товщина стінок – 8 мм. Корпус еліптичний у поперечному перерізі розташований горизонтально. Усередині корпусу знаходяться два обертових вали з двома лопатями, розташованими по спіралі, з сальниками на кінцях валів на вході і виході з корпусу. Вали обертаються в протилежних напрямках. Тому маси рухаються в протилежних напрямках, і на обох кінцях пристрою маси переходять з одного потоку в інший. Таким чином, маси рухаються по замкненій траєкторії, яка має вигляд дуже витягнутого еліпсу.

Робоча частина корпусу має «сорочку», яка забезпечується водою для охолодження середовища після стерилізації. У нижній частині корпусу, в місці з'єднання робочої зони, утвореної лопатями робочого валу, пара вводиться в порожнину, де знаходиться середовище, що стерилізується. Для цього по всьому корпусу в похилій стінці порожнини просвердлені отвори діаметром 3 мм.

Кришка апарату є знімною і кріпиться до корпусу болтами. Кришка має 11 люків для завантаження поживних середовищ, 8 люків для внесення посівного матеріалу та 6 люків (по 3 з кожного боку) для миття та очищення корпусу. Завантажувальний люк з'єднаний з трубою з клапаном для подачі охолоджуючого повітря. З протилежного боку кришки є патрубок для відведення охолоджувального повітря і пари в атмосферу. Апарат оснащений штуцерами для введення гарячої води в корпус (в середовище, яке стерилізують), а також для подачі і відведення охолоджуючої води.

Робочий цикл стерилізатора складає близько 6 годин. Певну кількість висівок засипають у апарат, запускають перемішувальний пристрій і подають 200...240 літрів води для попереднього змочування. Процес стерилізації відбувається в два етапи. Під час роботи

перемішувального пристрою відкривається клапан для подачі пари в машину і одночасно відкривається клапан для випуску повітря в атмосферу. Після 15...20 хвилин попереднього нагрівання маси клапан випуску повітря закривають, а надлишковий тиск в апараті підвищують на цьому рівні протягом 1 години. Протягом цього часу перемішувальній пристрій слід запускати кожні 10...15 хвилин на 3...5 хвилин.



**Рис. 2. Стерилізатор для висівок конструкції Українського науково-дослідного інституту харчової промисловості: 1 - корпус; 2 - ведений вал; 3 - лапа; 4 лопать; 5 - кришка стерилізатора; 6 – розвантажувальний люк; 7 - патрубок спускання промивної води; 8 - люк для завантаження посівної культури; 9 – люк для миття корпусу стерилізатора; 10 - патрубок для виходу повітря та пари; 11 - люк для завантаження середовища; 12 - клапан повітряного патрубку; 13 - охолоджуватиа сорочка; 14 - патрубок для подачі пари; 15 - патрубок подачі стерильної води; 16 - патрубок для підведення охолоджувальної води; 17 - патрубок для відведення води з охолоджувальної сорочки; 18 - патрубок для відведення конденсату**

Для охолодження стерилізованих висівок в сорочку подається вода, а у вільний простір апарату над гарячою масою нагнітається стерильне повітря.

Як тільки температура висівок досягає 60...65°C, в обладнання подається стерильна вода в такій кількості, щоб вологість середовища становила 59...60%, а температура – 38...40°C, при працюючому перемішувальному пристрої.

У підготовлене середовище вводять посівну культуру у вигляді водяної або сухої суспензії. Масу ретельно перемішують протягом 20...30 хвилин і випускають через нижній люк на розливний стіл. Після цього залишки середовища в обладнанні промивають і завантажують середовище повторно. Вологість підготовленого середовища становить 60...63 %.

У конструкції апарату пропонується змінити форму лопатей стерилізаційного валу. В результаті запропонованих змін отримаємо збільшення використання об'єму апарату, а також покращення процесу перемішування, що в свою чергу сприяє інтенсифікації теплообміну у стерилізуємому середовищі.

Модернізацію лопатей полягає в зміні конструкції лопатей. Метою модернізації є зниження енергоємності підвищення продуктивності та якості приготування продукту.

Указана мета досягається тим, що лопатевий змішувач, що містить циліндричний корпус із завантажувальним і вивантажувальним отворами, горизонтально розташований лопатевий вал і периферійні лопатки, забезпечений центральними лопатками, жорстко закріпленими на лопатевому валі, на яких змонтовані периферійні лопатки, при цьому робоча поверхня кожної центральної і периферійної лопатки розташована відповідно під кутом  $\alpha=30...35^\circ$  і  $\beta=120...125^\circ$  до площини, перпендикулярної осі вала, а висота периферійних лопаток дорівнює 0,2-0,3 радіуса робочої поверхні корпусу, ширина центральних лопаток дорівнює 0,3-0,4 цього радіуса, при цьому відношення ширини периферійних лопаток до ширини центральних лопаток складає від 1,35 до 1,6.

Для підвищення продуктивності і якості продукції, яку виробляє даний апарат необхідно застосовувати засоби автоматизації. Автоматизація виробничого процесу доцільна не тільки для покращення якості продукції і продуктивності виробництва, а ще з точки зору охорони праці і собівартості продукції. Якщо обладнання буде працювати автоматично, то біля нього майже не потрібен робочий персонал, а значить ризик присутності робочого персоналу у випадку аварії зменшується. Тому потрібно максимально автоматизувати всі операції, що відбуваються в даному апараті.

На стадії стерилізації потребується регулювання таких параметрів, як: температура в апараті; після завантаження живильного середовища інколи його кислотність по показнику рН; тиск в апараті; рівень продукту. На робочій стадії основною задачею управління є підтримка в стерилізаторі таких вимог, при яких процес стерилізації проходить найбільш ефективно.

Фармацевтична та мікробіологічна галузі через свою специфіку мають додаткові вимоги при виборі матеріалів. Основна вимога полягає в тому, що матеріал повинен мати можливість контактувати з фармацевтичним продуктом. Якщо прямого контакту між компонентами об'єкта проектування і лікарським засобом немає, то використовуються загальноінженерні критерії вибору матеріалу.

Раціональною конструкцією апарату або пристрою вважається використання фізичних властивостей конструкційних матеріалів компонентів найбільш прийнятним способом для отримання необхідної міцності, жорсткості і зносостійкості при мінімальній вазі і вартості.

Виходячи з цього, ми обрали сталь 3 для корпусу стерилізатора. Сталь 3 використовується для несучих елементів у зварних конструкціях, призначених для використання в умовах змінних навантажень в діапазоні від -40 до +425 °С.

**Висновки.** На основі вихідних даних (маса висівок, що подаються, температура і вологість вихідних і вже стерилізованих висівок, тиск стерилізації тощо) в даній роботі було розраховано основні параметри обладнання та запропоновано радикально нову конструкцію лопатей на валу стерилізатора періодичної дії. Дана модернізація забезпечує рівномірність процесу стерилізації висівок за рахунок покращення процесу перемішування.

Модернізація апарату полягала в покращенні процесу перемішування за рахунок встановлення на валу стерилізатора принципово інших лопатей. Дані лопаті мають іншу конструкцію і дають змогу не тільки переміщувати продукт вздовж ємності апарата, але й підіймати його вгору. Це зроблено з метою рівномірності процесу стерилізації висівок за рахунок покращення перемішування.

## Література

1. Технологічне обладнання біотехнологічної і фармацевтичної промисловості: підручник (для вищ. навч. закл.) Стасевич М.В., Милянч А.О., Стрельников Л.С. і інші – Львів: «Новий Світ-2000», 2018. - 410 с.
2. Обладнання харчових та переробних виробництв: традиції та інновації. Вітчизняний та світовий досвід [Електронний ресурс] : наук.-допом.бібліогр. покажч. / [упоряд. О. В. Олабоді] ; Нац. ун-т харч. технол., Наук.-техн. б-ка. – Київ, 2020. – 247 с.

## Генеративний дизайн та адитивні технології – новітні підходи до створення пакувальних машин

Слюсенко А.М.

*Національний університет харчових технологій, Київ, Україна*

**Вступ.** Ринок упаковки переживає швидкі зміни, викликані потребами в економії ресурсів, підвищенні швидкості виробництва та зменшенні екологічного впливу на природу. Традиційні підходи до розробки пакувальних машин часто не відповідають сучасним вимогам. Генеративний дизайн і адитивні технології є новими інструментами, які можуть радикально змінити підходи до проектування та виготовлення пакувальних машин.

**Матеріали та методи.** Аналіз літературних джерел за темою дослідження, моделювання в програмі Autodesk Inventor Professional.

**Результати та обговорення.** Генеративний дизайн – це підхід у проектуванні, де алгоритми використовуються для автоматичного створення численних варіантів дизайну виробу з урахуванням визначених умов і обмежень [1]. Це може значно спростити і пришвидшити процес розробки конструкції виробу та забезпечити нові інноваційні рішення.

Генеративний дизайн може бути використаний для [1]:

- оптимізації виробу по вазі – генеративний дизайн дозволяє створювати конструкції, які мають меншу вагу зі збереженням міцності та функціональності;
- створення естетичного дизайну – генеративний дизайн може створювати естетично привабливі конструкції, що підвищує конкурентоспроможність виробу.

Генеративний дизайн при проектуванні нового виробу включає такі етапи [1, 2, 3]:

- створення початкової геометрії. При цьому слід розробити базову геометричну модель (форму), яка буде служити відправною точкою для генеративного дизайну;
- налаштування умов і обмежень. Потрібно задати параметри, які описують середовище та умови використання виробу. Це можуть бути фізичні обмеження, навантаження, температурні режими тощо. Також можна задати обмеження на геометрію виробу, зокрема, максимальні і мінімальні розміри, зазори, тощо;
- визначення критеріїв оптимізації. Необхідно задати критерії, по яких слід оптимізувати конструкцію, наприклад, вага, міцність, тощо;
- запуск генеративного дизайну. На даному етапі спеціалізоване програмне забезпечення для генеративного дизайну автоматично створює різні варіанти дизайну виробу на основі заданих умов;
- аналіз і відбір варіантів. Слід оглянути запропоновані прототипи моделі та вибрати найкращі варіанти. При цьому потрібно здійснити додаткові аналізи, такі як симуляції або верифікацію, щоб впевнитися в тому, що обрані моделі задовольняють задані умови;
- корегування та доопрацювання. На основі результатів аналізу можна внести необхідні зміни в конструкції виробу. За потреби провести повторний інженерний розрахунок;
- виготовлення і тестування прототипу. Для створення прототипу обраної моделі можна використати 3D-друк або традиційне машинобудування. Щоб перевірити реальні характеристики і функціональність технічного об'єкта слід провести фізичні тести;
- ітераційний процес. На основі результатів фізичного тестування можна внести додаткові зміни в конструкцію, продовжити її оптимізацію.

У відповідності до загального алгоритму генеративного дизайну виконано оптимізацію конструкції захвату продукції для пакувальної машини. Ціль оптимізації – зменшення ваги технічного об'єкта зі збереженням його міцності.

Було створено цифровий прототип захвату продукції для пакувальної машини (рис. 1). На рис. 2 представлено конструкцію його прижиму, який підлягає оптимізації.

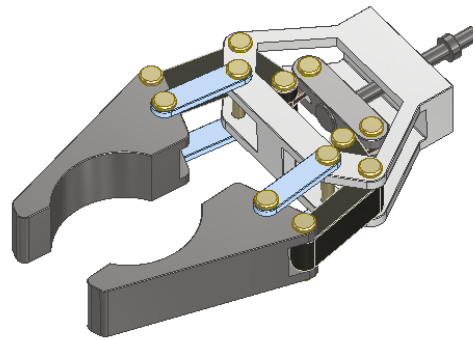


Рисунок 1. Цифровий прототип захвату для пакувальної машини

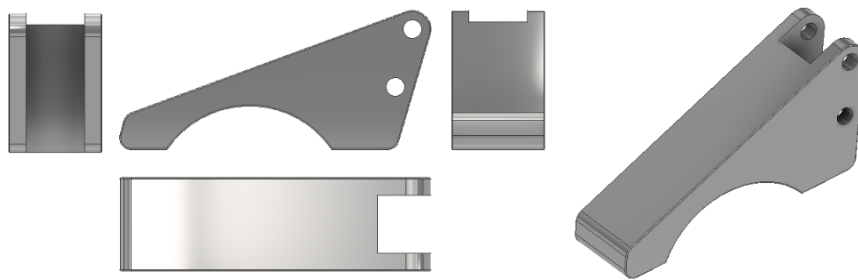


Рисунок 2. Конструкція прижиму

В середовищі програми Autodesk Inventor здійснено інженерні розрахунки з метою визначення максимальних напружень, що виникають в конструкції прижиму під дією заданих навантажень (рис. 3), і подальшої оптимізації.

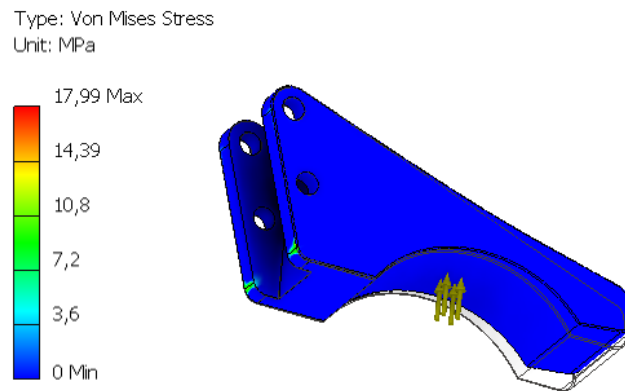


Рисунок 3. Напруження по Мізесу в конструкції прижима

Проведений розрахунок показує, що у конструкції прижиму під дією заданого навантаження 0.1 МПа не виникає критичних напружень, які б привели до його руйнування. В зв'язку з цим конструкцію прижиму можна оптимізувати.

Оптимізацію конструкції здійснено з використанням інструментів генеративного дизайну програми Autodesk Inventor. Так, на рис. 4 показано один із варіантів конструкції прижиму, створеного в генераторі форм Autodesk Inventor.



Рисунок 4. Варіант конструкції прижиму

Після подальшого оброблення моделі (з урахуванням рекомендацій генератора форм Autodesk Inventor) створено нову конструкцію прижиму, яка має на 35% меншу вагу (рис. 5,а).

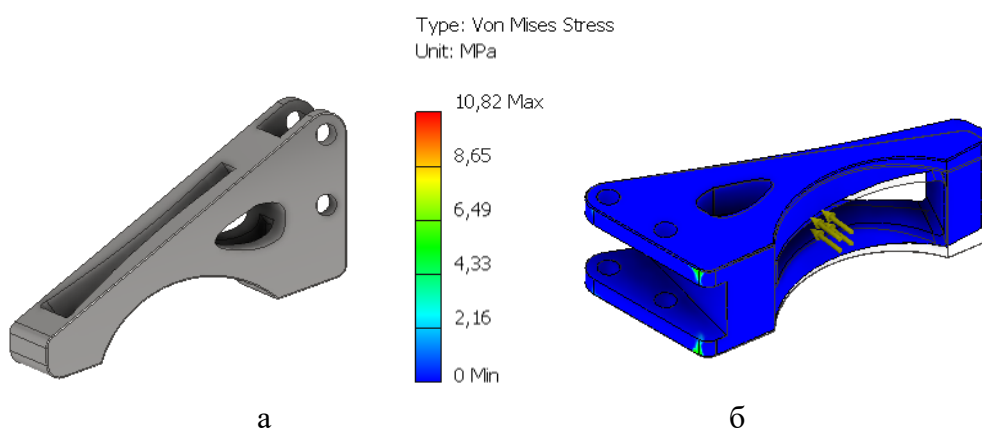


Рисунок 5. Новий прижим: а) – модель; б) – напруження по Мізесу в конструкції прижима

Аналіз на міцність прижима нової конструкції (рис. 5,б) показує, що під дією такого ж самого навантаження 0.1 МПа він не втратив міцності, ба більше, максимальне напруження в конструкції навпаки зменшилося, що пояснюється наявністю ребер жорсткості.

На рис. 6 представлено конструкцію захвату пакувальної машини з оптимізованими прижимами.

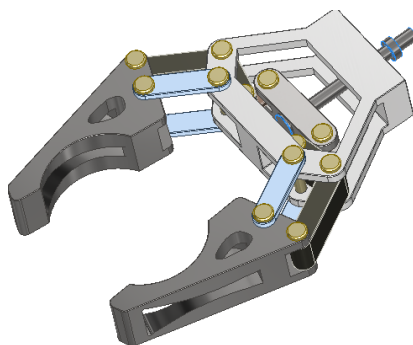


Рисунок 6. Захват пакувальної машини з оптимізованими прижимами

Що стосується виготовлення прижиму нової конструкції, то для цього можна використати адитивні технології (3D друк). Ці технології дозволяють виготовляти деталі з високою точністю і складною геометрією без необхідності створення складних ливарних форм або спеціальних інструментів [4, 5]. Завдяки цьому значно прискорюється процес розробки нових виробів, а друк деталей безпосередньо з цифрових моделей зменшує витрати матеріалів.

Потрібно відмітити, що генеративний дизайн може створювати конструкції, які ідеально підходять для адитивного друку. Складні геометричні форми, що раніше були неможливі для виготовлення традиційними методами, тепер можуть бути реалізовані завдяки адитивним технологіям. Завдяки цьому процеси проектування і виготовлення стають більш швидкими та гнучкими.

**Висновки.** Використання генеративного дизайну та адитивних технологій у створенні пакувальних машин відкриває нові горизонти для інновацій в цій галузі. Генеративний дизайн дозволяє оптимізувати конструкції для підвищення ефективності та зменшення матеріальних витрат, тоді як адитивні технології забезпечують швидкість і гнучкість у виготовленні. Ці дві технології доповнюють одна одну, створюючи нові можливості для генерації дизайну та виробництва пакувальних машин.

## Література

1. Meinbodi M. A. Generative Design Exploration: Computation and Material Practice. Doctoral Thesis. Royal Institute of Technology School of Architecture and the Build Environment. Stockholm, 2016. 260 p.
2. Barbieri L., Muzzupappa M. Performance-Driven Engineering Design Approaches Based on Generative Design and Topology Optimization Tools: A Comparative Study. *Appl. Sci.* 2022. № 12, 2106.
3. Krish S. A practical generative design method. *Computer-Aided Design.* 2011. 43(1). P. 88–100.
4. 3D Printing: Understanding Additive Manufacturing / A. Gebhardt et al. Carl Hansen Verlag GmbH & Company KG, 2018. 204 p.
5. Wimpenny D. I., Pandey P. M., Kumar L. J. *Advances in 3D Printing & Additive Manufacturing Technologies.* Springer, 2017. 186 p.

УДК 663

## Пробіотичний ферментований харчовий напій для дорослих та дітей на основі чайного гриба

Олег Дятел, Сергій Удодов

*Національний університет харчових технологій, Київ, Україна*

**Вступ.** Всі біохімічні процеси, які відбуваються в організмі людини, безпосередньо та прямо залежать від складу, кількості та якості харчових продуктів та напоїв, які споживає людина впродовж свого життя. Науково-медичним фактом є те, що до людського організму лише через їжу та напої надходять всі необхідні нам макро- та мікронутрієнти, а саме - білки, жири, вуглеводи, харчові волокна, вітаміни та мінерали, які необхідні людському організму для здійснення всіх своїх внутрішніх біохімічних реакцій та процесів, від яких залежать всі життєві функції організму. Частина вищевказаних нутрієнтів потрапляє в організм людини також і через харчові напої. Тому сучасне ставлення до харчування, а саме до харчових напоїв, повинно базуватись на обґрунтованому виборі споживачем тих харчових напоїв, які є корисними для здоров'я та забезпечують наш організм фізіологічно необхідними компонентами.

Також, суттєво важливим є показник якості харчових напоїв у дитячому та підлітковому віці, оскільки в даний період розвитку людського організму, крім вищезгаданих функцій харчування ще й визначає біологічний та фізіологічний розвиток людини. Тому в даному віці особливо неприпустимим є часте вживання харчових напоїв, які не несуть ніякої користі організму людини та мають низькоякісний біохімічний склад.

На сьогоднішній день ситуація зі станом здоров'ям у дорослих та дітей щороку погіршується: з кожним роком підвищується не тільки рівень загальної захворюваності серед населення України, а й поширеність різноманітних захворювань окремих органів та систем. Це пов'язано зі зростанням інтенсивності негативного впливу на здоров'я населення різноманітних чинників, таких як неналежне медичне лікування, негативний екологічний вплив, погіршення структури та якості харчових продуктів та напоїв, малорухливий спосіб життя, мала ефективність традиційних профілактичних заходів. Щоденні стреси та фізичний або ж психологічний вплив на людину усіх вищевказаних факторів в поєднанні зі значними нервовими навантаженням, пов'язаними з професійною діяльністю людини, вимагають постійного надходження до організму людини з їжею, а зокремо і напоями, комплексу усіх незамінних і замічних харчових нутрієнтів. Тому розробка нових оздоровчих харчових напоїв є актуальним завданням харчової промисловості України на сьогоднішній день.

**Матеріали та методи.** Національним університетом харчових технологій у співдружності з ТОВ «КОМБУЧА УКРАЇНА» створено принципово новий інноваційний продукт харчування - безалкогольний ферментований напій на основі чаю та натуральної сировини рослинного походження - «Комбуча».

**Результати та обговорення.** «Комбуча» - це пробіотичний напій, який має оздоровчу та профілактично-лікувальну дію для людського організму. Даний напій має унікальний біохімічний склад: він містить антиоксиданти, вітаміни, мінерали та органічні кислоти, біологічно активні речовини з вихідної сировини, амінокислоти, вітаміни, мікро- та макронутрієнти. Як результат, після ферментації суслу в кінцевому напої утворюється аскорбінова кислота, тіамін та рибофлавін та органічні кислоти. Загальна кількість амінокислот у готовому напої зростає приблизно у два рази, а незамінних амінокислот - у чотири рази.

У готовому напої утворюються такі важливо необхідні амінокислоти як: валін - є складовою для метаболізму в м'язах, сприяє відновленню ушкоджених тканин і підтримує нормальний обмін азоту в організмі людини; лейцин – амінокислота, яка бере участь у синтезі білка та регуляції рівня цукру в крові та приймає участь у загоєнні ран; ізолейцин –

амінокислота, яку людський організм використовує для виробництва гемоглобіну; триптофан – амінокислота, що перетворюється в серотонін, який покращує настрій людини та сприяє покращенню якості сну; фенілаланін – амінокислота, що необхідна для виробництва нейромедіаторів, таких як дофамін і норадреналін.

Ферментовані напої на основі чайного гриба володіють дієтичною цінністю та є харчовим джерелом вітамінів групи В, а саме - В1, В2, В6 і В12, які відіграють важливу роль в енергетичному обміні, функціонуванні центральної нервової системи та підтримці здоров'я шкіри. Також напій багатий на вітамін С, який є потужним антиоксидантом та зміцнює людський імунітет, сприяє засвоєнню заліза і бере участь у синтезі колагену. А ще Комбуча містить вітамін К2, який необхідний для здоров'я кісток та серцево-судинної системи людини.

До складу напою також входять і мінерали: калій, натрій, магній та залізо. Калій регулює водний баланс в людському організмі, підтримує нормальний артеріальний тиск; натрій приймає участь у передачі нервових імпульсів і роботі м'язів; магній сприяє розслабленню м'язів та покращенню якості сну, а також допомагає регулювати рівень цукру в крові; залізо в цілому необхідне для транспортування кисню в організмі.

Напій «Комбуча» ефективно вгамовує спрагу, має високі органолептичні властивості, виразну біологічну дію на організм людини, обумовлену загальним поліпшенням біохімічних процесів обміну речовин та нормалізацією роботи всього шлунково-кишкового тракту, сприяє покращенню його функціонального стану. Комбуча може використовуватися як продукт з профілактичними, антиоксидантними та загальнооздоровчими властивостями, у тому числі і як доповнення до індивідуального раціону харчування людей з тяжкою фізичною або розумовою працею, спортсменів, дітей та підлітків, а також військовослужбовців.

У ферментованому напої на основі чайного гриба, подібно кисломолочним продуктам, містяться певні культури пробіотиків, які надають низку важливих біологічних ефектів на організм людини. Отже, вибір напою, як харчового продукту для вживання є більш ніж доцільним та обґрунтованим.

Важливо зазначити, що напій може бути приготований також з добавкою пряно-ароматичної сировини у вигляді фруктів або цілющих рослин та трав. В залежності від цього він може мати різний колір та присмак, але в загальному всі ферментовані напої на основі чайного гриба мають хорошу сумісність з усіма харчовими продуктами та напоями та не викликають жодних небажаних побічних реакцій.

**Висновки.** У збагаченому пробіотичному ферментованому напої на основі чайного гриба гармонійно поєднуються цілющі властивості пробіотиків та посилюються унікальним біохімічним складом напою, що одночасно позитивно стимулює роботу багатьох систем організму людини. Ці унікальні властивості напою підсилюють функціональну спрямованість ферментованого продукту для усіх верств населення.

Рекомендовано урізноманітнити свій щотижневий раціон харчування ферментованим напоєм на основі чайного гриба, таким як «Комбуча». Даний напій рекомендується до широкого використання в практиці харчування людей різного віку з метою підвищення рівня їхнього здоров'я, загального тону, стану серцево-судинної системи та роботи всього шлунково-кишкового тракту.

#### **Література:**

1. Удодов, С.О. Пивний бізнес / С.О. Удодов // Харчова і переробна промисловість. - 2004. - № 8. - С. 8-9.
2. Wolfgang Kunze (2014), Technology Brewing & Malting, Hardcover

УДК 641.447:664.5

## Кінетика вакуумного нвч-концентрування та НВЧ-сушіння пряної сировини

Бабанова О.І.

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

Прасол С.В., Шевченко А.О.

*Державний біотехнологічний університет (ДБТУ), м. Харків, Україна*

**Вступ.** Важливим напрямом підвищення показників економічної діяльності підприємств харчової та переробної промисловості, закладів ресторанного господарства є впровадження новітніх енерго- та ресурсозберігаючих технологій переробки харчової сировини, що забезпечують високу якість готової продукції. Реалізація такого завдання потребує технічного переоснащення підприємств шляхом часткової чи повної заміни існуючого обладнання на нове, більш прогресивне, що тягне за собою додаткові капіталовкладення. При такому підході виробники харчової продукції мають бути зацікавленими в отриманні максимально повної інформації, що дає уявлення про переваги новітніх технологій, процесів та обладнання, які пропонуються для впровадження.

Одним із значимих недоліків, що мають місце в процесах переробки харчової сировини, є значні втрати її харчової та біологічної цінності, особливо на стадії тепло-масообмінної обробки, зокрема під час концентрування, сушіння. В першу чергу це стосується термолабільної сировини, наприклад прямих овочів, які за умов високотемпературного впливу, окрім суттєвого зниження харчової та біологічної цінності, втрачають природні ароматичні та смакові властивості, що не дозволяє повною мірою використати їхній природний потенціал при виробництві харчової продукції на її основі, а також з її використанням в якості смакового та ароматичного компонента [1].

У зв'язку з цим, вирішення проблеми створення енерго- та ресурсозберігаючих способів та обладнання для тепло-масообмінної обробки термолабільної сировини, що забезпечують високу якість готової продукції, має актуальний характер.

**Матеріали та методи.** В промислових умовах виробництва харчової продукції на основі рослинної сировини для концентрування та сушіння використовують достатньо широкий спектр обладнання, що часто відрізняється громіздкістю, значною металоємністю, а також тривалістю процесу. До перспективних методів тепло-масообмінної обробки відносять обробку в НВЧ-полі [2, 3]. При НВЧ-обробці теплота виділяється одночасно по всьому об'єму продукту, відбувається електроплазмоліз і утворення пористої структури. Відмічається високий рівень збереженості харчових речовин, що зумовлено, по-перше практично миттєвим завершенням процесів життєдіяльності і кліткової метаболічної активності, по-друге суттєвим скороченням тривалості процесу, внаслідок чого в продукті не встигають повністю розвиватися процеси температурного руйнування речовин. Під час визначення кінетики маси внаслідок видалення вологи через кожні 10 хв. процесу здійснювали контрольне зважування зразків за допомогою лабораторних ваг ВЛР1000. Фіксація зміни температури зразка здійснювалась термopарою за допомогою пірометричного мілівольметра Ш-4501. Вміст вологи визначали за допомогою рефрактометра та висушуванням до постійної маси.

**Результати та обговорення.** Об'єктом досліджень є процеси НВЧ-концентрування та НВЧ-сушіння за умов вакуумування. Як предмет досліджень використовували суміш подрібнених коренів прямих овочів – петрушки, пастернаку, селери, кропу, а також модельний зразок вакуумного апарата НВЧ-нагрівання. Початкові умови є такими: маса зразка – 1 кг, вологовміст суміші під час концентрування – 560 %, під час висушування – 100 %, товщина зразка – 4 та 6 см відповідно. Дослідження проводились у три етапи: 1 – нагрів зразка до температури кипіння рідини; 2 – НВЧ-концентрування суміші до вологовмісту 100 %; 3 – НВЧ-сушіння до кінцевого вологовмісту 10 %.

З результатів досліджень тривалості нагріву зразка до температури кипіння рідини при заданих параметрах вакуумування і потужності нагріву, визначено, що внаслідок інтенсивного

поглинання НВЧ-енергії температура достатньо різко зростає на етапі від початку процесу до настання інтенсивного випаровування вологи. При цьому вакуум істотно знижує температуру нагріву зразка. Безумовно, що на якісні зміни зразка суттєво впливає температура нагріву, за зміною якої можна оцінити критичну тривалість впливу НВЧ-енергії, при якій наступить денатурація білка, що в свою чергу приведе до погіршення якості продукту. Так, зі збільшенням глибини вакуумування в робочій камері знижується кінцева температура продукту, до якої він нагрівається під час нестационарного режиму: при 80 кПа – 93 °С, при 60 кПа – 86 °С, при 50 кПа – 81 °С, а при 40 кПа – 76 °С.

Зі збільшенням потужності нагріву з 0,5 кВт до 2 кВт скорочується тривалість досягнення кінцевої температури при НВЧ-концентруванні та НВЧ-сушінні в 3,9...4,1 рази. Зокрема, при НВЧ-концентруванні тривалість даного етапу скорочується при 80 кПа – з 9,7 хв. до 2,4 хв., при 60 кПа – з 8,8 хв. до 2,2 хв., при 50 кПа – з 8,1 до 2,0 хв., при 40 кПа – з 7,5 хв. до 1,9 хв. При НВЧ-сушінні тривалість етапу скорочується в таких межах: при 80 кПа – з 7,1 хв. до 1,8 хв., при 60 кПа – з 6,4 хв. до 1,6 хв., при 50 кПа – з 5,9 хв. до 1,5 хв., при 40 кПа – з 5,4 хв. до 1,4 хв.

Зі збільшенням глибини вакуумування з 80 кПа до 40 кПа при НВЧ-концентруванні та НВЧ-сушінні скорочується тривалість досягнення вищевказаних значень температури в межах 21...25 %. Так, наприклад, при потужності 0,5 кВт тривалість цього етапу при НВЧ-концентруванні знижується з 9,7 хв. до 7,5 хв., при 1,0 кВт – з 4,9 хв. до 3,7 хв., при 1,5 кВт – з 3,2 хв. до 2,5 хв., при 2,0 кВт – з 2,4 хв. до 1,9 хв. При НВЧ-сушінні відмічається зниження тривалості етапу в таких межах: при потужності 0,5 кВт – з 7,1 хв. до 5,4 хв., при 1,0 кВт – з 3,5 хв. до 2,7 хв., при 1,5 кВт – з 2,4 хв. до 1,8 хв., при 2,0 кВт – з 1,8 хв. до 1,4 хв.

За результатами досліджень впливу потужності НВЧ-нагрівання при глибині вакуумування 80 кПа на кінетику маси та вологовмісту при концентруванні виходить, що отримані залежності при різних значеннях потужності є ідентичними за характером і різняться розбіжністю за часом досягнення певних втрат маси і значень вологовмісту. Безумовно, що найбільш ефективно процес зневоднювання відбувається при більш високих значеннях потужності НВЧ-нагріву: зі збільшенням потужності відбуваються більш суттєві зміни маси й, відповідно, вологовмісту. Так, на етапі концентрування при потужності НВЧ-генератора 0,5 кВт втрати маси в кількості 70 % від початкового значення й, відповідно, зміна вологовмісту 560 % до 100 % відбувається протягом 70 хв., а при 1 кВт – 40 хв., 1,5 кВт – 25 хв., 2,0 кВт – 20 хв. Тобто, тривалість процесу НВЧ-концентрування при збільшенні потужності НВЧ-нагріву з 0,5 до 1,0 кВт скорочується в 1,7 рази, до 1,5 кВт – в 2,8 рази, до 2,0 кВт – в 3,5 рази. Період постійної швидкості характеризується інтенсивним вологовидаленням, а на певному етапі обробки, що відповідає тривалості, відповідно, 25 хв., 15 хв, 10 хв, 5 хв., швидкість вологовидалення сповільнюється. Тобто, вищевказані межі часу відповідають критичним значенням, коли розпочинається період падаючої швидкості вологовидалення.

Для етапу подальшого висушування сконцентрованої суміші за тих самих умов вакуумування, тривалість процесу НВЧ-сушіння при збільшенні потужності НВЧ-нагріву з 0,5 до 1,0 кВт скорочується в 1,8 рази, до 1,5 кВт – в 2,6 рази, до 2,0 кВт – в 3,8 рази. Швидкість вологовидалення сповільнюється, відповідно, через 20 хв., 10 хв., 8 хв, 5 хв. від початку процесу, що відповідають критичним значенням завершення періоду постійної швидкості та початку періоду падаючої швидкості вологовидалення.

Дослідження впливу глибини вакуумування на зміну маси та вологовмісту досліджуваної сировини проводились при незмінній потужності НВЧ-нагріву – 1,0 кВт, а глибина вакуумування змінювалась в межах 80...40 кПа. Отримані залежності при різних значеннях глибини вакуумування є ідентичними за характером і різняться розбіжністю за часом досягнення певних втрат маси і значень вологовмісту, переважно на першій стадії процесу.

Так, через 20 хв процесу НВЧ-концентрування відмічається, що втрати маси при глибині вакуумування 80 кПа складають 55 %, при 60 кПа – 41 %, при 50 кПа – 38 %, а при 40 кПа – 35 %. Ці значення відповідають вологовмісту, відповідно, 200 %, 240 %, 260 %, 280 %. В результаті розбіжність у часі досягнення втрати маси 70 % є незначною. Так, при глибині вакуумування

80 кПа тривалість процесу складає 40 хв, при 60 кПа – 44 хв, при 50 кПа – 46 хв, при 40 кПа – 48 хв. Тобто, зміна глибини вакуумування вдвічі в наведених діапазонах призводить до несуттєвого збільшення тривалості процесу, відповідно на 10 %, 15 % та 20 %. Таким чином, експериментально доведено, що глибина вакуумування впливає на інтенсивність видалення вологи переважно в періоди прогрівання і постійної швидкості концентрування. В період падаючої швидкості глибина вакууму практично не впливає на швидкість видалення вологи.

На етапі НВЧ-сушіння деяка несуттєва розбіжність в результатах відмічається лише протягом перших 10 хв. процесу. За даний час при вакуумуванні 80 кПа втрати маси складають 30 %, при 60 кПа – 25 %, при 50 кПа – 28 %, а при 40 кПа – 20 %. Ці значення відповідають вологовмісту, відповідно, 40 %, 48 %, 54 %, 60 %. Протягом подальшого часу зміни мають ідентичний характер і розбіжності за часом досягнення кінцевого значення вологовмісту (25 хв.) практично не спостерігається.

Далі нами було визначено середню швидкість процесів НВЧ-концентрування та НВЧ-сушіння при потужності нагріву 1 кВт за різних значень глибини вакуумування. У випадку НВЧ-концентрування спостерігається несуттєве зменшення швидкості при збільшенні глибини вакуумування, що обумовлено зниженням температурного режиму. Так, якщо при глибині вакуумування 80 кПа швидкість зміни маси складає  $29,2 \cdot 10^{-3} \text{ %/с}$ , то при 40 кПа –  $24,3 \cdot 10^{-3} \text{ %/с}$ . На етапі НВЧ-сушіння глибина вакуумування практично не впливає на середню швидкість процесу і складає  $30 \cdot 10^{-3} \text{ %/с}$ .

Дані експериментальних досліджень щодо тривалості НВЧ-концентрування та НВЧ-сушіння при різних значеннях потужності та глибини вакуумування добре узгоджуються з результатами теоретичних розрахунків тривалості досліджуваних процесів. В межах збільшення глибини вакуумування з 80 кПа до 40 кПа тривалість НВЧ-концентрування збільшується в середньому на 13...20 %, а тривалість НВЧ-сушіння практично не змінюється.

**Висновки.** Таким чином, зі збільшенням глибини вакуумування в робочій камері знижується кінцева температура продукту, до якої він нагрівається під час нестационарного режиму. Тривалість досягнення кінцевої температури при НВЧ-концентруванні та НВЧ-сушінні зі збільшенням потужності нагріву з 0,5 кВт до 2 кВт скорочується в 3,9...4,1 рази, а зі збільшенням глибини вакуумування з 80 кПа до 40 кПа – на 21...25 %. Зі збільшенням потужності НВЧ-нагріву скорочується тривалість процесів НВЧ-концентрування та НВЧ-сушіння в 3,5...3,8 рази. Глибина вакуумування впливає на інтенсивність видалення вологи переважно в періоди прогрівання і постійної швидкості НВЧ-концентрування, а в період падаючої швидкості глибина вакууму практично не впливає на швидкість видалення вологи. При НВЧ-сушінні несуттєва розбіжність в результатах зміни маси та вологовмісту в залежності від глибини вакуумування відмічається лише на початковому етапі процесу, а при досягненні критичних значень характер подальших змін має ідентичний характер і розбіжності за часом досягнення кінцевого значення вологовмісту практично не спостерігається. З точки зору збереженості фізико-хімічних властивостей сировини перевагу слід віддати максимально можливому зниженню тиску. За думкою авторів найбільш раціональним є залишковий тиск 40...60 кПа, що не вимагає спеціальних конструктивних заходів для забезпечення герметичності оболонки робочої камери НВЧ-апарата, а процес зневоднювання здійснюється в температурному інтервалі 76...86 °С.

#### Література

1. Льовщина, Л. Д. Товарознавство плодоовочевих товарів, пряно – ароматичних рослин та прянощів : навчальний посібник / Л.Д. Льовщина, В.М. Михайлов, О. В. М'ячиков. – К. : Ліра – К., 2010. – 388с.
2. Черевко, О. І. Переробка дикорослої та пряно-ароматичної рослинної сировини / О. І.Черевко, Ю. І. Єфремов, В. М. Михайлов. – ХДУХТ, 2007. – 229 с.
3. Черевко, О. І. Процеси і апарати харчових виробництв : підручник / О. І. Черевко, А. М. Поперечний. – Х. : ХДУХТ, 2002. – 420 с.

## Безпечність пакувальних матеріалів для кондитерських виробів

Гончаренко Т.В, Чорна А.І

*Національний університет харчових технологій*

**Вступ.** Сучасні пакувальні технології та обладнання використовують мінімальну кількість енергії й матеріальних ресурсів, автоматизовані системи управління та контролю, займають мінімально можливу площу і мають оптимальну вагу. Вони забезпечують технологічний процес можливістю постійного контролю за технологічними параметрами, системами безпечного обслуговування, аварійної зупинки та оперативної заміни деталей і вузлів. І при цьому вони досягають максимально можливої продуктивності, що позитивно впливає на економічні показники пакувального виробництва, забезпечуючи обґрунтовану вартість упакованої продукції [1].

Сучасні технології та тренди в галузі упаковки кондитерських виробів спрямовані на підвищення її надійності та безпеки. Нові технології та матеріали, а також зміни у вимогах законодавства, забезпечують необхідність удосконалення пакувальних матеріалів, покращення їх характеристик та можуть забезпечити високий ступінь захисту кондитерських виробів [2].

**Матеріали та методи.** Інформаційною базою дослідження виступають роботи вітчизняних вчених, а також українські видання. Використано методи аналізу та синтезу, класифікації та теоретичного узагальнення інформації.

**Результати та обговорення.** Упаковка та фасування продукції має особливе значення у транспортному ланцюгу постачання товарів до кінцевого споживача. Для забезпечення надійної та якісної упаковки використовують сучасні пакувальні та фасувальні машини. Це інноваційне обладнання забезпечує високу якість та герметичність упаковки товарів [3].

Оператори ринку кондитерських виробів і харчових продуктів загалом постійно шукають способи подовження терміну придатності без шкоди для їх фізичних і хімічних властивостей і без додавання штучних інгредієнтів. Упаковка в модифікованому газовому середовищі – природний метод збереження харчових продуктів, який швидко набирає популярності у всьому світі. Перевагами зберігання кондитерських виробів у модифікованих газових середовищах є:

- збільшення терміну зберігання без використання хімічних речовин і заморожування;
- збереження натурального смаку, текстури і зовнішнього вигляду виробу;
- підвищення ефективності виробництва і розподілу завдяки зниженню витрат [4].

Спеціально підібраний склад газової суміші надає можливість уповільнити розвиток патогенної флори і зберегти натуральні властивості харчового продукту, зокрема кондитерських виробів.

Газова суміш, що використовується в даній технології, є безпечною для життя та здоров'я споживачів.

Серед полімерних матеріалів одне з важливих місць посідають пакувальні плівки.

Термозбіжна плівка – це прозорий матеріал, здатний під впливом температури скорочуватися та приймати форму виробу. Для пакування харчових продуктів найчастіше використовують термозбіжну плівку з полівінілхлориду (ПВХ). Процес упаковки та сам пакувальний матеріал для кондитерських виробів, наприклад, печива чи цукерок, вимагає суворого дотримання усіх санітарно-гігієнічних вимог. Ключовий фактор, який впливає на популярність цього виду плівки серед кондитерських підприємств, – це відсутність у складі шкідливих хімічних подразників. Термоплівка екологічна та безпечна при контакті з харчовими продуктами навіть при тривалому зберіганні.

Термопакування кондитерських виробів відбувається за допомогою високотехнологічного пакувального обладнання. Різні потужності таких термозбіжних установок дозволяють використовувати їх як на великих, так і на малих потужностях.

Зручність термозбіжної упаковки полягає в тому, що в неї можна запакувати як один товар, так і цілі групи. Щільність та стійкість плівки дозволяє з легкістю запакувати різноманітні види кондитерських виробів.

Переваги термоупаковки для кондитерських виробів:

- прозорість упаковки дає змогу привабливо представляти вироби на полицях супермаркетів;
- практичність та доступність, широке застосування на будь-яких виробництвах;
- міцність та універсальність, змога пакувати вироби поштучно або групами;
- економічність, доступна вартість.

На сьогодні пакування продуктів у термоупаковку є найдешевшою, найпростішою та найбезпечнішою технологією [5].

Полімерні пакувальні матеріали для кондитерських виробів мають низьку собівартість, легко переробляються, а також сумісні з великим асортиментом різних кондитерських виробів. Але деякі з видів полімерів (виключаючи поступово поширюються біополімери) низькоєкологічні, тому при виборі матеріалів для упаковки необхідно врахувати це.

Поліпропілен, особливо прозорий, не підходить для упаковки продуктів з високим вмістом жиру. Під дією світла і тепла, впродовж тривалого зберігання, жирові компоненти розщеплюються, а виріб стає прогірклим. Тому для таких продуктів підходять непрозорі або металізовані плівки.

Паперово-картонні пакувальні матеріали – найбільш популярні не тільки в Україні, але й по всьому світу. Їх використовують для створення коробок, картонних ящиків, етикеток, обгорткового паперу та іншого. З недоліків картонної упаковки для кондитерських виробів варто виділити низьку стійкість до вологи, ненадійну захист від неприємних запахів і порівняно високу вартість.

Упаковка з металу характерна для цукерок і печива преміум-сегменту. Вона створюється з жерсті, алюмінію, сплавів або інших металів і забезпечує надійний захист від будь-яких пошкоджень. Її недоліки - висока вартість і невеликий вибір конструкцій.

Упаковка з комбінованих матеріалів – це блістери, упаковка з полімерної плівки та картону, багатошарові полімерні матеріали. Така тара збільшує термін зберігання продуктів і надійно захищає їх від забруднень, важить небагато і естетично виглядає [6].

Варто також зазначити, що в Україні з 19.11.2025р. набуває чинності Закон «Про матеріали і предмети, призначені для контакту з харчовими продуктами», який визначає правові та організаційні засади забезпечення безпеки матеріалів і предметів, призначених для контакту з харчовими продуктами, з метою забезпечення захисту життя і здоров'я людей, а також інших прав та інтересів споживачів [7].

Все частіше виникає питання щодо підвищення надійності та безпеки упаковки під час перевезення та зберігання. Виробники неодноразово почали застосовувати інноваційні технології в області датчиків та маркування, такі як використання QR-кодів та RFID-міток. Ці технології дозволяють відстежувати переміщення товарів та забезпечувати їхню безпеку. Сучасні пристрої дозволяють контролювати температуру та вологість, а також відстежувати місцезнаходження вантажу в режимі реального часу. Це допомагає запобігти пошкодженню продуктів під час транспортування та забезпечити максимальну надійність у використанні [2].

**Висновки.** Упаковка відіграє важливу роль у харчовій промисловості, зокрема для кондитерських виробів. Вона не тільки захищає харчові продукти від пошкоджень і зберігає їх свіжість, а й служить засобом інформування споживача про товар, його склад, термін придатності та інші характеристики.

У світі з розвитком технологій упаковка стала невід'ємною частиною виробництва харчових товарів. У процесі пакування харчових продуктів потрібно враховувати безліч факторів, таких як відповідність вимогам безпеки харчової продукції, зручність використання

для споживача, естетичний вигляд та можливість транспортування товару. Для цього використовується спеціальне обладнання, яке забезпечує правильне та якісне пакування продуктів.

### Література

1. Пакувальні технології та обладнання [Електронний ресурс] – URL: <https://upakjour.com.ua/zhurnal-upakovka/statti/174/packaging-technologies-and-equipment> (дата звернення 09.09.2024).
2. Нові технології та тренди: Надійність та безпека у використанні упаковки [Електронний ресурс] – URL: <https://alfapack-zahid.com.ua/blog/novi-tehnologii-ta-trendi-nadijnist-ta-bezpeka-u-vikoristanni-upakovki/> (дата звернення 09.09.2024).
3. Упаковка в харчовій промисловості та обладнання [Електронний ресурс] – URL: <https://packfood.com.ua/> (дата звернення 09.09.2024).
4. Сучасні матеріали та технології пакування харчової продукції [Електронний ресурс] – URL: <https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/node/9518/prezentaciyaupakovanniahpmagistry2022.pdf/> (дата звернення 09.09.2024).
5. Термоупаковка кондитерських виробів [Електронний ресурс] – URL: [https://harch.tech/2022/01/05/termoupakovka\\_kondyterskyh\\_vyrobyv\\_exida/](https://harch.tech/2022/01/05/termoupakovka_kondyterskyh_vyrobyv_exida/) (дата звернення 09.09.2024).
6. Вимоги до упаковки для кондитерських виробів [Електронний ресурс] – URL: <https://koloro.ua/ua/blog/issledovaniya/obzor-rynka-upakovki-dlya-konditerskih-izdelij.html> (дата звернення 09.09.2024).
7. Про матеріали і предмети, призначені для контакту з харчовими продуктами: Наказ від 03.11.2022 р. № 2718-IX. – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2718-20#Text> (дата звернення: 11.09.2024).

УДК 681.586:664.8

## Розумні пакувальні рішення з інтеграцією сенсорів для контролю якості та безпеки харчових продуктів

Цюрпита М.Є., Олішевський В.В., Бабко Є.М.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

**Вступ.** Розумні пакувальні рішення з інтеграцією сенсорів є важливою частиною сучасної харчової індустрії, що сприяє підвищенню якості та безпеки продуктів харчування. Ці технології дозволяють здійснювати постійний моніторинг умов зберігання та транспортування продуктів, зокрема відстежувати температуру, вологість, рівень кисню та інші критичні параметри, які можуть впливати на безпеку продуктів.

**Матеріали і методи.** У дослідженні використовуються полімерні матеріали з інтегрованими сенсорами для моніторингу основних показників якості продуктів. Сенсори підключаються до системи обробки даних, яка здійснює збір і аналіз інформації в реальному часі. Методологія дослідження включає тестування різних типів сенсорів у лабораторних та реальних умовах, а також оцінку їх ефективності та надійності.

**Результати.** У процесі дослідження тестуються кілька типів сенсорів, інтегрованих у пакувальні матеріали, для моніторингу критичних параметрів, що впливають на якість харчових продуктів, таких як температура, вологість, рівень кисню та наявність шкідливих газів, як-от аміак чи вуглекислий газ, які можуть утворюватися під час псування продуктів. Температурні сенсори встановлюються на різних ділянках упаковок для забезпечення рівномірного контролю температури всередині, і вони виявляють навіть незначні зміни, наприклад, на 5 % протягом 2 хв., що дозволяє оперативно реагувати на можливі проблеми з умовами зберігання або транспортування. Гігрометричні сенсори виявляють зміни вологості на рівні 8 % протягом 3 хв., запобігаючи утворенню конденсату всередині упаковки, що може сприяти псуванню продуктів. Газові сенсори, інтегровані у пакування, контролюють рівень кисню, особливо у вакуумних упаковках або упаковках з контрольованим середовищем, і виявляють зміни рівня кисню на 10 % протягом 1 хв., що дозволяє запобігти небезпечному анаеробному зберіганню, яке може призвести до розвитку шкідливих мікроорганізмів. Завдяки впровадженню цих розумних пакувальних рішень обсяги харчових відходів знижуються на 15 % порівняно з традиційними методами контролю якості, що також сприяє зменшенню витрат на транспортування та зберігання продуктів, оскільки процеси коригуються в реальному часі.

**Висновки.** Проведений аналіз складових розумних пакувальних рішень з інтеграцією сенсорів показав їх високу ефективність у підвищенні безпеки та якості харчових продуктів. Використання цих технологій дозволяє суттєво знизити ризики псування продуктів та підвищити ефективність логістичних процесів. Подальші дослідження можуть сприяти вдосконаленню таких систем та розширенню їх застосування у харчовій промисловості.

Табл. 1. Результати

Параметр	Тип сенсора	Виявлені відхилення	Час реакції	Вплив на якість продукту
Температура	Термометричний	5% підвищення	2 хвилини	Попередження перегріву
Вологість	Гігрометричний	8% підвищення	3 хвилини	Запобігання утворенню конденсату
Кисень	Газовий	10% зниження	1 хвилина	Попередження анаеробних умов



Рис. 1. Часові інтегратори температури MonitorMark 3M

## Література

1. Smith, J., & Doe, A. (2022). Smart Packaging with Integrated Sensors for Food Quality Control. *Journal of Food Science and Technology*, 58(3), 123-135.
2. Lee, H., & Kim, Y. (2023). Innovations in Packaging Materials: A Review of Sensor Technologies for Food Safety. *Packaging Science & Technology*, 46(2), 67-80.
3. Patel, R., & Singh, P. (2021). Advances in Smart Packaging: Implications for Food Safety and Waste Reduction. *International Journal of Food Engineering*, 15(4), 291-305.

УДК 664.64:547.56:613.2

## Мікроелементне збагачення хлібобулочних виробів

Цюрпита М.Є., Олішевський В.В., Бабко Є.М.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

**Вступ.** Розробка харчових продуктів із підвищеним вмістом мікроелементів є важливим напрямом сучасної харчової індустрії. Магній та цинк відіграють ключову роль у багатьох метаболічних процесах в організмі людини, тому їх додавання до продуктів харчування, зокрема хлібобулочних виробів, є перспективним напрямом для збагачення раціону. Це дослідження спрямоване на порівняння впливу магнію та цинку на якість хлібобулочних виробів.

**Матеріали та методи.** У дослідженні використовувалися три зразки тіста: контрольний (без добавок), із додаванням магнію та із додаванням цинку. Додавання мікроелементів здійснювалося у вигляді колоїдних розчинів, отриманих електроіскровим способом. Всі зразки тіста готувалися однофазним безопарним способом з пшеничного борошна вищого сорту. Аналіз якості хлібобулочних виробів проводився за такими показниками, як об'єм, формостійкість, пористість, колір м'якушки, а також органолептичні властивості.

**Результати та обговорення.** У процесі дослідження було виявлено, що додавання магнію та цинку до тіста суттєво впливає на фізико-хімічні властивості хлібобулочних виробів. Контрольний зразок без добавок слугував базою для порівняння результатів.

**Вплив магнію.** Зразок із додаванням магнію продемонстрував значне покращення показників об'єму та пористості хліба. Об'єм хліба збільшився на 15 % порівняно з контрольним зразком, що свідчить про підвищену газоутворюючу здатність тіста. Це можна пояснити тим, що магній активує ферменти амілолітичної дії, що сприяє кращому живленню дріжджових клітин. Важливо відзначити, що пористість хліба також покращилася, збільшившись на 5 %, що забезпечило більш м'яку та повітряну текстуру виробу. Формостійкість хліба також зросла, що свідчить про кращу структуру тіста і стійкість форми виробу після випікання. Колір м'якушки залишився білим, що є позитивним показником, особливо для виробів з пшеничного борошна вищого сорту.

**Вплив цинку.** Додавання цинку також позитивно вплинуло на об'єм хліба, який збільшився на 10 % порівняно з контрольним зразком. Однак, на відміну від магнію, цинк мав деякі негативні впливи на пористість та колір м'якушки. Пористість знизилася на 2 %, що зробило текстуру хліба дещо щільнішою. Це може бути пов'язано з тим, що цинк, хоча й активує ферменти, водночас може взаємодіяти з іншими компонентами тіста, що призводить до менш однорідного структурування пор. Крім того, колір м'якушки набув злегка сіруватого відтінку, що може бути небажаним з естетичної точки зору. Однак цей ефект не був значним, і хліб все ще залишався придатним для споживання.

Табл. 1. Результати

Показник	Контрольний зразок	З додаванням магнію	З додаванням цинку
Об'єм хліба, см <sup>3</sup> /100г	36	41	39
Формостійкість, Н/Д	0.32	0.44	0.40
Пористість, %	82	87	80
Колір м'якушки	Білий	Білий	Злегка сіруватий



**Рис. 2. Зображення зразків хліба з різними добавками**

**Висновки.** Проведений аналіз показав, що додавання магнію до хлібобулочних виробів позитивно впливає на їх якість, збільшуючи об'єм та покращуючи текстуру хліба. Додавання цинку також підвищує об'єм виробів, але може дещо знижувати їх органолептичні показники, такі як пористість і колір м'якушки. Ці результати вказують на доцільність подальших досліджень для оптимізації використання мікроелементів у хлібопекарській промисловості.

### **Література**

1. Дробот В.І. Підвищення якості хлібобулочних виробів – К.: Техніка, 1984. – 191с.
2. Лабораторний практикум з технології хлібопекарського та макаронного виробництва: Навчальний посібник / В.І. Дробот, Л.Ю. Арсеньєва, О.А. Білик, В.Ф. Доценко та ін. - К.: Центр навч. літ-ри, 2006. – 341 с.
3. Шатнюк Л.Н Досвід збагачення залізом та вітамінами пшеничного борошна хлібобулочних виробів та інших харчових продуктів / Л.Н. Шатнюк, В.Б. Спиричев // Харч. промисловість, 2003. — № 8. — С. 92–94.

## **Influence of biopolymers on the quality and stability of fortified wines in Azerbaijan**

**Rahimov N.K., Kazimova I.H., Maharramova S.I., Mammadaliev M. Kh.**  
*Azerbaijan State Economic University (UNEC)*

**Introduction.** One of the key tasks of the modern wine industry is to ensure the stability of wines to clouding. This problem is becoming especially relevant in the new economic conditions, when the competitiveness and export potential of high-quality domestic wines on the world market depend on their long-term and guaranteed stability.

Numerous studies confirm that colloidal clouding is most often observed in wines, which occurs as a result of coagulation of substances in a colloidal state. These cloudings can also form as a result of physicochemical changes in the components of wine. In the formation of colloidal clouding, an important role is played by high-molecular components of must and yeast, which pass into wine during complex chemical and biochemical processes [3,4].

There are many studies devoted to the role of various substances in the formation of colloidal clouding in wines. More than 50% of all types of clouding are colloidal. Their occurrence is often associated with violations of production technology, the use of insufficiently ripe grapes and press fractions of must. It is obvious that nitrogenous substances, polysaccharides and phenolic compounds primarily affect the stability of wines and are the cause of frequent clouding.

The main indicator of the quality of finished wine products is the transparency and stability of wines. Even small changes in transparency can cause a negative reaction in consumers and reduce the marketability of the product.

The objective of the study is to monitor the chemical composition of white fortified wines produced in various wine regions of Azerbaijan in order to predict their susceptibility to various types of cloudiness and to identify the influence of biopolymer components on the stability and quality of wines.

White strong wine materials from different regions of Azerbaijan were used as objects of research. Samples of white strong wines were taken from Ganja Winery-2, Shamkir Winery. In addition to these samples, we took white strong wine materials from Bakvinzavod-1, Bakvinzavod-2.

At the first stage of our research, fortified wines prepared in production were taken from various regions of Azerbaijan and we gave a characteristic of the chemical composition of the wines.

From the data presented in Table 1, it is noteworthy that all samples of fortified wines do not differ much in all chemical indicators. This fact indicates that despite the fact that all the wines were prepared in different wine regions of the republic, this may be the result of using a single technology for preparing wines of this type.

Our studies of the composition of biopolymers allowed us to establish an idea of the role of biopolymers on a number of chemical indicators of white fortified wines such as port. In the course of our research, we summarized the data on the chemical composition and physicochemical properties of some Azerbaijani white fortified wines. The analysis shows that the mass concentration of biopolymer components including polysaccharides, phenolic substances, proteins, as well as amino acids and polypeptides did not differ significantly from each wine sample separately, but in our opinion they are the main source of colloidal turbidity. This once again confirms the correctness of our research to identify the sources of turbidity in Azerbaijani wines.

**Conclusions.** We monitored the chemical composition of fortified wines such as port wine produced in various wine regions of Azerbaijan in order to predict their susceptibility to various types of clouding, as a result of which the types of clouding were established.

A study of the composition of biopolymers revealed stable concentrations of polysaccharides, phenolic substances, proteins, amino acids and polypeptides, which, despite their constancy, significantly affect the stability of wines and are the main sources of colloidal clouding.

## **Principles of enrichment of food products with nutrients**

**Maharramova S. I., Omarova E. M., Kazimova I. H., Mammadaliev M. Kh.**  
*Azerbaijan State Economic University (UNEC)*

Food fortification is the addition of any essential nutrients and minor components to food products: vitamins, macro- and microelements, dietary fiber, polyunsaturated fatty acids, phospholipids, and other biologically active substances of natural origin in order to preserve or improve the nutritional value of individual products or the general diet of individual population groups, entire settlements, or nations. In some cases, food fortification can synergistically complement other measures to influence the nutritional status. When introducing new food products, their nutritional value can be changed by fortification to achieve the maximum effect. Food fortification is increasingly used to compensate for the impact of food processing and purification processes on their nutritional value and is an alternative between attempts to preserve the nutritional composition of products through gentle processing and minimal purification or to support it through fortification and other measures.

The introduction of nutrients into the product reliably guarantees the maintenance of the optimal supply of the body with all vitamins and minerals in almost any nutritional deficiencies and at the same time does not create any excess of these substances.

The amount of vitamins and minerals additionally introduced into the products fortified with them should be calculated taking into account their possible natural content

For the enrichment of food products, it is necessary to use those micronutrients whose deficiency actually occurs, is widespread enough and is safe for health.

It is necessary to enrich with food additives primarily mass-produced and regular products. Enrichment of food products with vitamins and minerals should not worsen the consumer properties of these products: reduce the content and digestibility of other nutrients contained in them, significantly change the taste, aroma, freshness of products, reduce their shelf life. in the original product or raw materials used for its manufacture.

Of course, it is most reasonable to enrich products with those vitamins and minerals, the deficiency of which is most common and dangerous, and to introduce them into the enriched products in quantities corresponding to the degree of this deficiency. These products have a protective, stimulating or therapeutic effect on certain physiological systems and functions of the body. For example, it is not always advisable to introduce dietary fiber into products enriched with iron salts or other microelements, which can firmly bind these microelements, disrupting their absorption in the gastrointestinal tract. To overcome these difficulties, special, more stable and protected from interaction forms of vitamins and minerals have been developed.

The main groups of food products for fortification with vitamins:

- flour and bakery products - B vitamins;
- baby food - all vitamins;
- drinks, including dry concentrates - all vitamins except A, B.
- dairy products - vitamins A, E, C.
- margarine, mayonnaise - vitamins A, E;
- fruit juices - all vitamins except A, B.

Flour and bread are usually fortified with B vitamins, calcium and iron. Vitamin C and water-soluble B vitamins are most often added to juices and drinks: B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub>, nicotinic, pantothenic, folic acids and biotin. Fat-soluble vitamins A, D, E, K and carotene are often added to products containing fat: vegetable oil, butter, margarine, milk and fermented milk products. They can also be added to juices and drinks, using special water-soluble forms of these vitamins for this purpose.

**Conclusions.** In practice, this problem is often solved by distributing poorly compatible enriching additives between different products. And to enrich the diet with microelements, such as iodine, fluorine and some others, table salt, drinking water and mineralized drinks are most often used. The use of special, protected forms of these microelements allows them to be introduced into other products, including in combination with a more or less complete set of vitamins. It is necessary to enrich with food additives primarily mass-produced and regular products. The success of enrichment depends on a number of factors, including the stability of the micronutrients introduced into the food product.

## Удосконалення технологічного процесу виробництва стерилізаційного обладнання на машинобудівному підприємстві малої потужності

Сушко В.К.<sup>1</sup>, Десик М.Г.<sup>2</sup>, Губеня О.О.<sup>2</sup>

1 – Полтавський завод медичного обладнання та інструментів

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

**Вступ.** Для дотримання нових вимог, які передбачають можливість кваліфікації, медичні установи, фармацевтичні компанії, лабораторії і ветеринарії повинні використовувати сучасні методи стерилізації. В переважній більшості сучасні методи термічної стерилізації, класичного автоклавовання та новітня плазменна технологія повністю покривають дані вимоги.

ДСТУ EN 285 та ДСТУ EN ISO 17665-1) регламентують такі параметри стерилізації: 121 °C з часом витримування принаймні 15 хвилин і 134 °C з часом витримування принаймні 3 хвилини. Водночас, під час безпосереднього процесу стерилізації, до параметрів процесу висуваються наступні вимоги: температура має знаходитися в межах діапазону стерилізації (0/+3 °C від встановленої температури); різниця між найнижчою і найвищою температурою, включаючи теоретичну температуру насиченої пари, не більше 2 °C; температура, що вимірюється протягом часу витримування, не має коливатися більше ніж на 1 °C; час збалансування 15 секунд для камери об'ємом < 800 літрів або 30 секунд для камери об'ємом > 800 літрів не був перевищений (даний критерій застосовується під час термоелектричних вимірювань під час валідації процесу стерилізації). Щоб скоротити час нагрівання і балансування, а також виключити вірогідність холодних зон в завантаженні, потрібно ефективно видалити повітря з камери стерилізатора, створюючи вакуум до подачі пари. Найбільш передовою технологією для парових стерилізаторів медичних виробів вважається фракційний (імпульсний) вакуумний процес.

На ринку медичного та фармацевтичного обладнання не достатньо сучасного стерилізаційного обладнання виробленого в Україні, яке відповідає сучасним вимогам стерилізації.

Мета роботи – розробити конструкцію стерилізатора парового для медичних лабораторій та фармацевтичних підприємств в умовах машинобудівного підприємства малої потужності.

Завдання досліджень:

Дослідити процес стерилізації в стерилізаторі паровому.

Надати рекомендації щодо удосконалення обладнання для проведення стерилізації, сушіння і охолодження виробничого одягу.

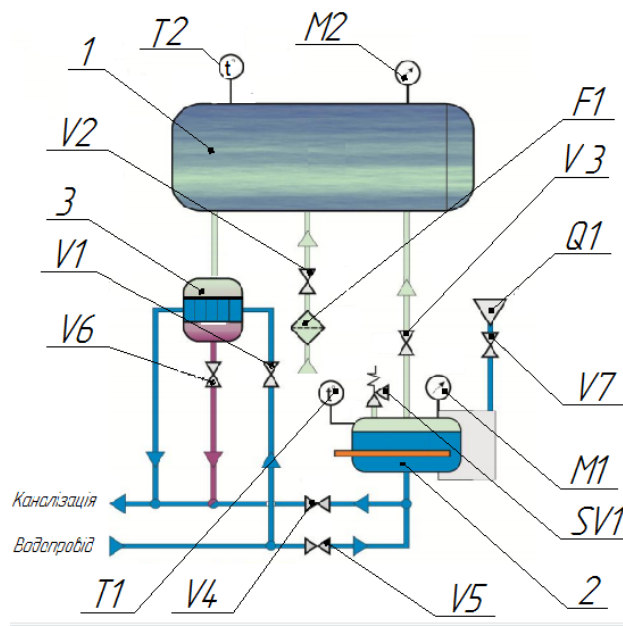
Розробити конструкцію стерилізатора парового з підвищеною продуктивністю, надійністю та довговічністю, а також зменшеними витратами енергоресурсів.

**Матеріали і методи.** Вибір схеми організації виробництва та обладнання здійснено на основі виробничого досвіду ТОВ Полтавський завод медичного обладнання та інструментів, аналізу наукової та технічної літератури. Дослідження процесів стерилізації проведені на пілотній установці на основі автоклаву періодичної дії (Рисунок 1) на Полтавському заводі медичного обладнання та інструментів. Досліджувалася стерилізація, сушіння і охолодження виробничого одягу.

**Результати і обговорення.** Підвищення ефективності роботи обладнання неможливе без дослідницької роботи, тому для підвищення конкурентоздатності підприємству малої та середньої потужності варто мати в своєму складі крім основних та допоміжних цехів також і відділ досліджень та інновацій.

Раціональною є структура машинобудівного підприємства малої потужності, яка має в своєму складі: 1 – цех різання і виробництва заготовок для стерилізаційного обладнання, 2 –

цех механічного оброблення, токарних та фрезерних операцій, згинання та зварювання, 3 – складальний цех, 4 – відділ досліджень та інновацій.



**Рисунок 1. Схема експериментальної установки стерилізатора парового**  
1- стерилізаційна камера; 2 - парогенератор; 3 - конденсатор;  
V1 - кульовий кран «Вакуум»; V2 - кульовий кран «Повітря в камеру»;  
V3 - кульовий кран «Пар в камеру»; V4 - кульовий кран «Злив води»;  
V5 - кульовий кран «Заливання води»; V6 - кульовий кран «Пар з камери»;  
V7 - кульовий кран «Залив дистильованої води»; M1 - манометр;  
SV1- запобіжний клапан; M2 – мановакууметр; F1 – фільтр; Q1 - заливна лійка;  
T1, T2 – датчики температури.

Відділом досліджень та інновацій Полтавського заводу медичного обладнання та інструментів виконано дослідження процесів стерилізації та вакуумного сушіння простерилізованого матеріалу на основі яких надані рекомендації щодо удосконалення конструкції стерилізатора парового для підвищення ефективності його роботи.

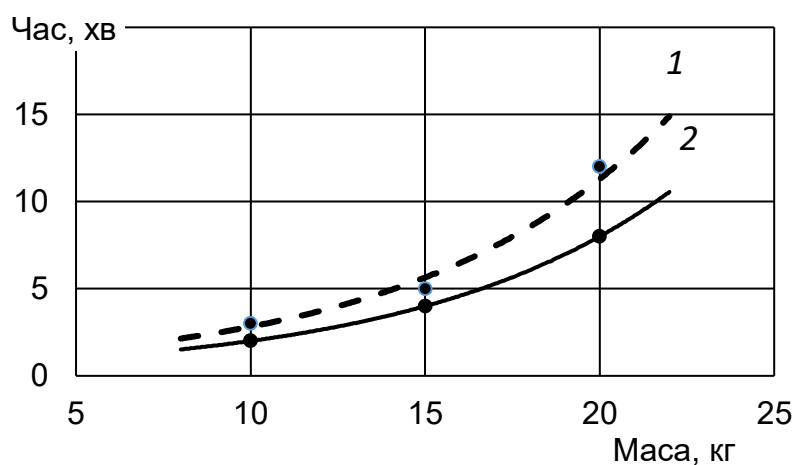
В процесі дослідження встановлено, що важливе значення для швидкості процесів прогрівання камери та збалансування температури по об'єму робочої камери має теплоізоляція стерилізаційної камери. Так, встановлення більш якісних термоізоляційних матеріалів, які мають низький коефіцієнт теплопровідності, та збільшення товщини термічної ізоляції на 5мм дозволяють досягти більш рівномірного розподілу температур в об'ємі стерилізаційної камери та підвищити продуктивність стерилізатора скоротивши тривалість процесу прогрівання від 3-12 хв до 2-8 хв в залежності від маси завантаження (Рисунок 2).

Після закінчення процесу стерилізації матеріал який знаходиться в камері містить достатній рівень залишкової вологи і його потрібно висушити. Для сушіння використовуються сушильні шафи. Щоб уникнути даний процес та використання сушильної шафи деякі сучасні стерилізатори мають можливість відкачувати залишки пару після закінчення процесу, що дає можливість відразу отримувати сухі інструменти й матеріали.

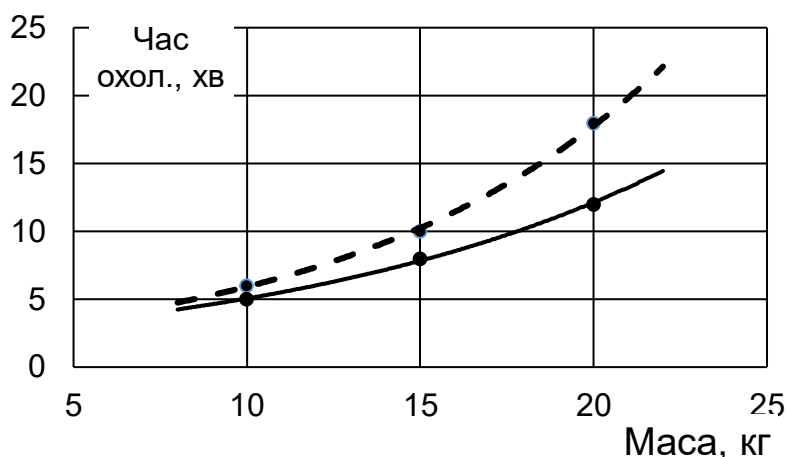
Процес сушіння запропоновано проводити за допомогою трубчатого конденсатора. Дослідження показали, що одним із визначальних чинників, який впливає на процес вакуумного сушіння є площа теплообміну конденсатора.

Збільшення діаметру трубок конденсатора по яких проходить пар ми збільшили площу теплообміну і досягли бажаних результатів (Рисунок 3).

При завантаженні матеріалу 10 кілограм процес вакуумного сушіння триває 5 хвилин, при завантаженні 15 кілограм процес триває 8 хвилин, а найкращий результат ми отримали при завантаженні матеріалу 20 кілограм тривалість сушіння скоротилося на 6 хвилин.



**Рисунок 2. Порівняння тривалості нагріву камери від маси завантаження.**  
1 – стерилізатор до зміни теплоізоляції;  
2 – стерилізатор із модернізованою теплоізоляцією



**Рисунок 3. Порівняння тривалості вакуумного сушіння простерилізованого матеріалу від маси завантаження:**  
1 –стерилізатор з базовим трубчастим конденсатором,  
2 – стерилізатор із модернізованим трубчастим конденсатором

**Висновок.** На Полтавському заводі медичного обладнання та інструментів дослідницьким відділом удосконалено конструкцію стерилізатора парового за рахунок: використання якісних конструкційних матеріалів та збільшеної товщини термоізоляції, що забезпечує рівномірний розподіл температури у всіх зонах стерилізаційної камери та зниження втрат теплоти; встановлення трубчатого конденсатора, що дозволило інтенсифікувати процес сушіння та отримати простерилізований виробничий одяг з залишком вологи не більше 1% без застосування додаткового сушильного обладнання.

## Перспективи використання м'яса індички в м'ясопродуктах спеціального призначення

Галенко О.О., Федченко О.В.

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

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

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

Визначення амінокислотного складу проводили за допомогою методу іонообмінної хроматографії. За даними табл. 1 видно, наскільки високий рівень незамінних амінокислот у білках м'яса індички. Харчова й біологічна цінність визначається значним вмістом незамінних амінокислот, їх оптимальним співвідношенням, а також гарною перетравлюваністю м'яса ферментами шлунково-кишкового тракту. У білках м'яса птиці, зокрема м'яса індички, немає амінокислот лімітуючих біологічну цінність цих білків.

Важлива роль в оцінці харчової цінності продуктів приділяється ліпідам. Ліпіди м'яса птиці - носії енергії, їх біологічна цінність визначається вмістом поліненасичених (есенціальних) жирних кислот і жиророзчинних вітамінів. Жири забезпечують гарне всмоктування в кишечнику жиророзчинних вітамінів. Важлива роль приділяється їм і у формуванні аромату м'яса.

Поліненасичені жирні кислоти не синтезуються організмом людини в необхідних кількостях. Жири з більш високим рівнем ненасичених жирних кислот більшою мірою сприяють засвоєнню білкового азоту. М'ясо індички є джерелом есенціальних жирних кислот, які входять до складу ліпопротеїнового комплексу клітинних мембран організму людини, тому дуже важливо забезпечити їхнє надходження в необхідній кількості.

Жири птиці мають температуру плавлення нижче 40<sup>0</sup>С, що обумовлює гарне емульгування їх у травному тракті та засвоєння. Ліпіди індички містять високий рівень ненасичених жирних кислот і особливо коштовні поліненасичені жирні кислоти - лінолева, ліноленова й арахідонова (табл. 2).

Одна із фракцій, що займає найбільш питому вагу в складі ліпідів їстівної частини індички, представлена тригліцеридами.

При розгляді фракційного складу частка фосфоліпідів у кілька разів менше тригліцеридів, однак, поліненасичені жирні кислоти містяться у фосфоліпідах у більшій кількості, ніж у тригліцеридах. Вміст ненасичених жирних кислот таких, як ліноленова, лінолева та арахідонова, у м'ясі індички майже в 2 рази більше, ніж насичених, така ж тенденція зберігається й у відношенні поліненасичених незамінних жирних кислот.

Різні тканини м'яса індички класифікують по їхньому промислового значенню та розрізняють м'язову, жирову, сполучну, хрящову кісткову та кров. Головною складовою частиною м'яса птиці, безсумнівно, є м'язова тканина.

Частка м'язової тканини в тушках індички 1-й і 2-й категорій перебуває в межах 44...47% та займає домінуюче значення, вміст шкіри з підшкірним жиром становить 13...22%.

Таблиця 1

Амінокислотний склад білків м'яса індички

Показник	М'ясо індички	
	I категорії	II категорії
Білок, %	19,5	21,6
Амінокислотний склад, г в 100 г білка		
Незамінні амінокислоти:	39,10	39,55
Валін	4,77	4,71
Ізолейцин	4,94	4,76
Лейцин	8,14	8,42
Лізин	8,39	8,94
Метіонін	2,55	2,30
Треонін	4,49	4,45
Триптофан	1,69	1,64
Фенілаланін	4,12	3,94
Замінні амінокислоти:	60,69	60,54
Аланін	6,25	6,12
Аргінін	5,99	6,45
аспарагінова кислота	10,30	9,75
Гістидин	2,77	2,02
Гліцин	5,83	6,08
глутамінова кислота	16,82	17,00
Оксипролін	0,93	1,0
Пролін	4,26	4,21
Серії	3,77	3,97
Тирозин	3,16	3,29
Цистин	0,62	0,67
Загальна кількість амінокислот	99,76	99,80
Лімітуюча амінокислота, скор, %	Немає	Немає

Індичка має здатність приймати смак будь-якого іншого м'яса при спільному їх використанні. Даною особливістю м'яса індички досить успішно користуються вже багато виробників ковбас, копченостей, напівфабрикатів в усьому світі.

Крім того, м'язова тканина м'яса індички має дрібноволокнисту структуру з відсутністю «мраморності», що дозволяє зв'язувати до 40% вологи, збільшуючи тим самим вихід готової продукції. М'ясо стегна індички складається з декількох невеликих темних м'язів, які визначають текстуру всього шматка м'яса й готових продуктів. Внаслідок цього м'ясо стегна індички дуже ретельно перемішують при використанні з іншими видами м'яса. Жиловане м'ясо гомілки роблять за допомогою спеціальних механічних пристроїв, які видаляють 13 наявних у гомілці сухожилів. У результаті виходить сировина, подібна з яловичиною, подрібненою на вовчку з отвором ґрат 2-3 мм. Цим м'ясом можна замінити пісну яловичину або свинину, наприклад, при виробництві салямів.

М'ясо індички поширене в м'ясопереробній промисловості для виробництва посічених напівфабрикатів, ковбасних і делікатесних виробів, однак вимагає, застосування механічної обробки у вигляді масування або тумблювання. Характеристики міцності м'яса індички, особливо стегової частини, обумовлені більшою кількістю сполучної тканини, кількість якої збільшується з віком птиці. У м'ясі молодшої птиці колаген не сильно впливає на твердість, але чим старше птиця, тим м'ясо стає жорсткіше, через колаген, який формує термостійкі поперечні та міжмолекулярні зв'язки всередині однієї молекули, утворюючи термостійку просторову сітку, наявність якої спричиняє твердість м'яса старої птиці. Для підвищення ніжності стегової частини м'яса індички використовують різні способи механічної обробки, такі як тумблювання та масування.

Таблиця 2

**Фракційний і жирнокислотний склад ліпідів у м'ясі індички**

Фракційний і жирнокислотний склад ліпідів, г в 100 г м'яса	М'ясо індички	
	I категорії	II категорії
<b>Ліпіди (сума):</b>	<b>22,00</b>	<b>12,00</b>
тригліцериди	16,06	8,40
фосфоліпіди	4,40	3,00
холестерин	0,21	0,13
Жирні кислоти (сума)	18,35	9,12
<b>Насичені</b>	<b>5,82</b>	<b>2,91</b>
в тому числі:		
C12:0 (лауринова)	0,02	0,01
C14:0 (міристинова)	0,23	0,11
C15:0 (пентадеканова)	0,03	0,01
C16:0 (пальмітинова)	4,10	2,06
C17:0 (маргарінова)	0,07	0,03
C18:0 (стеаринова)	1,35	0,67
C20:0 (арахідонова)	0,02	0,02
<b>Мононенасичені</b>	<b>8,46</b>	<b>4,23</b>
в тому числі:		
C14:1 (міристолеїнова)	0	0
C16:1 (пальмітолеїнова)	1,78	0,74
C17:1 (гептадеценінова)	0,05	0,02
C18:1 (олеїнова)	6,42	3,36
C20:1 (гадолеїнова)	0,21	0,11
<b>Поліненасичені</b>	<b>4,07</b>	<b>2,06</b>
в тому числі:		
C18:2 (линолева)	3,88	1,98
C18:3 (ліноленінова)	0,15	0,06
C20:4 (арахідонова)	0,04	0,02

Швидке зростання виробництва м'яса птиці обумовлений постійним попитом на нього з боку споживачів. Для м'яса птиці не існує яких-небудь культурних або релігійних бар'єрів. Наслідок цього - розширення асортименту продуктів з м'ясом птиці, розробка нових рецептур, нових технологій, що забезпечують безпеку продуктів і збереження ними високої якості.

**Література**

1. Galenko O., Hasyuk O., Kravchuk V., Medianuk M. (2021) Study of combination of pumpkin seed flour and turkey meat in hams / Ukrainian Journal of Food Science. Volume 9. Issue 1, pag. 48-61.
2. Lytvynchuk S., Galenko O., Cavicchi A., Ceccanti C., Mignani C., Guidi L., Shevchenko A. Conformational changes in the structure of dough and bread enriched with pumpkin seed flour. Plants 2022, 11, 2762.
3. Oleg Galenko, Anastasiia Shevchenko, Costanza Ceccanti, Chiara Mignani, Svitlana Lytvynchuk Transformative shifts in dough and bread structure with pumpkin seed protein concentrate enrichment / European Food Research and Technology, 250 (2024) 1177–1188

## Вдосконалені матеріали та конструкції для пневмомускулів

Ярослав Войтюк, Микола Якимчук

*Національний університет харчових технологій, Київ, Україна*

**Вступ.** Пневмомускули відіграють важливу роль в автоматизованих системах для пакування харчових продуктів завдяки своїй високій ефективності, надійності та простоті використання. Проте, незважаючи на ці переваги, існує низка обмежень, пов'язаних з матеріалами, які зазвичай використовуються для їх виготовлення. Традиційно в пневмомускулах використовуються нейлонова армована гума, що характеризується достатньо хорошими механічними властивостями, такими як модуль пружності та міцність на розрив. Однак ці матеріали мають свої недоліки, які впливають на загальну продуктивність пневмомускулів. Сучасні дослідження спрямовані на пошук нових матеріалів, які б дозволили покращити ефективність пневмомускулів, збільшити їх термін служби, а також знизити витрати на технічне обслуговування. Зокрема, дослідники звертають увагу на можливість використання матеріалів з кращими фізико-механічними властивостями, таких як армідна волоконно-армована гума, яка має значно вищий модуль пружності та міцність на розрив у порівнянні з нейлоною гумою.

**Матеріали та методи.** Для проведення дослідження було обрано два основні матеріали: нейлонова армована гума та армідна волоконно-армована гума. Вибір цих матеріалів був обумовлений їхніми фізико-механічними властивостями, які суттєво впливають на продуктивність пневмомускулів. Нейлонова гума має модуль пружності 1.2 ГПа, міцність на розрив 300 МПа та щільність 1.15 г/см<sup>3</sup>, що забезпечує достатню ефективність у звичайних умовах експлуатації. Однак, з метою покращення продуктивності та збільшення довговічності пневмомускулів, було вирішено дослідити можливість використання армідної волоконно-армованої гуми, яка має модуль пружності 2.5 ГПа, міцність на розрив 500 МПа та щільність 1.44 г/см<sup>3</sup>. Експерименти проводилися на спеціально розробленій випробувальній установці, яка дозволяла точно контролювати умови випробувань та в автоматичному режимі рахувати кількість циклів до зносу та тягове зусилля. Пневмомускули з кожного матеріалу встановлювалися на установку, один кінець фіксувався, а до іншого кінця застосовувався контрольований тиск повітря. Тиск повітря поступово збільшували від 0.5 до 2.0 бар з кроком 0.5 бар. Вимірювання проводилися на кожному етапі з метою визначення тягового зусилля, а також фіксувалася кількість циклів до зносу.

**Результати.** Результати експериментів показали, що використання армідної волоконно-армованої гуми значно покращує тягове зусилля пневмомускулів. При тиску повітря в 0.5 бар пневмомускули з армідної гуми показали тягове зусилля 180 Н, що на 50% більше, ніж у випадку з нейлоною гумою. При збільшенні тиску повітря до 2.0 бар тягове зусилля для армідної гуми зросло до 720 Н, що також суттєво перевищує показники нейлонової гуми. Це свідчить про значне покращення характеристик пневмомускулів при використанні нових матеріалів. Аналіз кількості циклів до зносу також підтвердив переваги нових матеріалів. Пневмомускули з армідної гуми в середньому витримали на 50% більше циклів до досягнення критичної точки зносу порівняно з нейлоновими шлангами. Це означає, що при однакових умовах експлуатації нові матеріали можуть забезпечити більш тривалий термін служби пневмомускулів, що дозволяє знизити витрати на технічне обслуговування та заміну компонентів. Порівняння тягового зусилля для існуючих і нових матеріалів показало значне покращення при використанні нових матеріалів, результати розрахунків при різних тисках показані в таблиці 1. Порівняльна таблиця 2 показує, що нові матеріали показали більшу стійкість до зносу.

Тиск (бар)	Нейлоновий шланг (Н)	Арамідний шланг (Н)
0.5	120	180
1.0	240	360
1.5	360	540
2.0	480	720

Матеріал	Приблизна кількість циклів до зносу
Нейлоновий армований шланг	60000
Арамідний волоконно-армований шланг	90000

Таблиця 2. Кількість циклів до зносу

Таблиця 1. Тягове зусилля

На рис. 1 зображено залежність тягового зусилля від тиску повітря та на рис. 2 - кількість циклів до зносу для обох типів матеріалів.

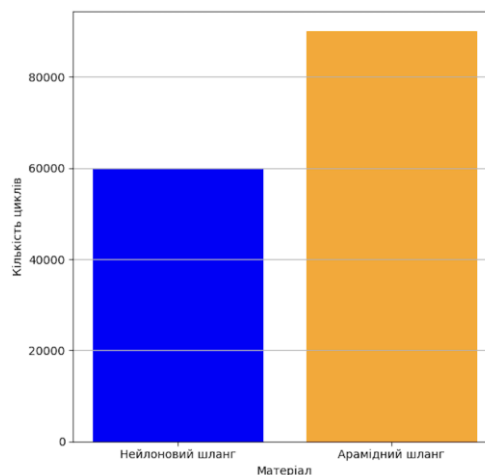
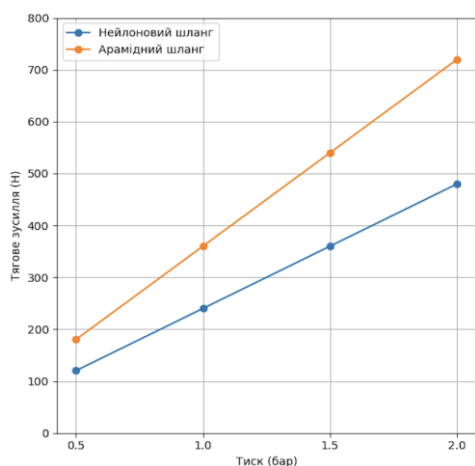


Рис 1. залежність тягового зусилля від тиску повітря. Рис 2. кількість циклів до зносу.

**Висновки.** Випробування показали, що впровадження нових матеріалів, таких як армідна волоконно-армована гума, значно покращує технічні характеристики пневмомускулів. Збільшення тягового зусилля на 20% дозволяє підвищити продуктивність пневмоприводів у харчовій промисловості, що має важливе значення для забезпечення ефективності автоматизованих систем. Крім того, збільшення кількості циклів до зносу на 50% дозволяє знизити частоту технічного обслуговування та витрати на заміну компонентів, що підвищує загальну ефективність експлуатації обладнання. Враховуючи отримані результати, можна рекомендувати використання армідної волоконно-армованої гуми в конструкції пневмомускулів для сучасних високопродуктивних автоматизованих систем. Майбутні дослідження можуть бути спрямовані на вивчення інших перспективних матеріалів, а також на оптимізацію конструкції пневмомускулів для подальшого покращення їх характеристик.

### Література

1. Chen, Y., Zhang, J., Gong, Y. Novel design and modeling of a soft pneumatic actuator based on antagonism mechanism. *Actuators*, 2020, 9(4), 107. DOI: 10.3390/act9040107.
2. Tinsley, L. J., Harris, R. A. A novel computer-controlled maskless fabrication process for pneumatic soft actuators. *Actuators*, 2020, 9(4), 136. DOI: 10.3390/act9040136.
3. Pneumatic precision: elevating food and beverage automation. *Fescolo*, 2024. (Fescolo Pneumatic).

## Логіка дизайн-процесу проектування екологічного пакування.

Кадомський С.В.

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

**Вступ.** Красивий і оригінальний дизайн упаковки - сьогодні важливий атрибут бренду, це не просто тара для продукту, це канал комунікації з аудиторією і найсильніший маркетинговий інструмент.

Розробка дизайну упаковки, яскравого і привабливого, здатна стимулювати продажі і збільшувати число спонтанних покупок.

Сьогодні «царюють» на ринку ті бренди, які відповідально ставляться до кожного кроку продаж і просування продукту, починаючи від розробки самого товару і його тари, і закінчуючи рекламою. Ті бренди, які дотримуються єдиної стратегії у всьому.

Створення якісного дизайну неможливе без працюючого дизайн-процесу (послідовності кроків, у тому числі складається робота над дизайном продукту). Дизайнери-початківці часто дивляться на дизайн як на процес створення красивої картинки «прийшов - намалював - передав у розробку». В результаті виходить неефективний, хоч і гарний проект, який не вирішить проблеми користувачів. Робота дизайнера починається не зі створення картинки, а набагато раніше, і не закінчується разом із релізом, а продовжується весь час існування продукту.

Незважаючи на те, що універсального процесу, який підійшов би будь-якій команді, не існує, на його структуру впливають ресурси, доступні команди, її склад, етап життєвого циклу продукту і так далі в цій статті ми розкажемо основні принципи побудови дизайн-процесу пакування «Завиванець з маком» з самого початку.

### Процес формування банку ідей і пропозицій

Пошук аналогів об'єкта проектування	↔	Аналіз розмірів виробу
Добір конструкційних матеріалів	↔	Ескізні замальовки з короткими описами ідей
Аналіз різних методів збирання пакування	↔	Варіанти кольорового оздоблення



Створення образу майбутнього виробу
Товарний знак виробу, дизайн виробу та пакування
Визначення функціональності виробу

**Розробка дизайну упаковки повинна відповідати наступним вимогам:**

- **Привабливість.** Красива і якісна упаковка для товару привертає увагу споживача і підштовхує його до здійснення покупки.
- **Тактильний відгук.** Матеріал для тари, її габарити, якість друку.

- **Емоційний відгук.** Упаковка для товару повинна дарувати споживачеві позитивні емоції і викликати тільки позитивні асоціації, така «тара» створює міцний емоційний зв'язок споживача з брендом.
- **Функціональність.** Не варто забувати і про те, що упаковка повинна виконувати свої основні функції - зберігати товар і перешкоджати механічного впливу.
- **Фірмовий стиль.** Дизайн повинен бути узгоджений із загальною ідеєю бренду і фірмовим стилем компанії, що в свою чергу підвищує впізнаваність бренду.
- **Екологічність та гігієнічний дизайн.**

**Вихідні умови:** «хлібобулочний виріб» – десертний продукт високої якості. Пакування повинно мати елітний вигляд і хороший інформаційний дизайн, бути екологічним (використовувати екологічні матеріали) і оригінальним, забезпечувати добру зберігаємість продукту. Мати привабливий «подарунковий» зовнішній вигляд.


**Розробка упаковки проводиться з метою** – створення додаткової конкурентної переваги товару і яскравого відмінності від аналогових продуктів. Це вибір кольорової гами, матеріалу виготовлення, форми тари, розробка концепції її оформлення, вибір кольорового оформлювання, шрифтів, закладення в дизайн певних емоцій або вражень, які товар буде передати споживачеві.

**Пошук аналогів об'єкта проектування:** В зв'язку з тим, що більшість хлібобулочних виробів пакується в поліолефінових пакетах, і привозиться в дерев'яних лотках кожного дня, на невелику відстань вимога до пакування суттєво відрізняється. Продукція з м. Рівне буде доставлятися періодично на велику відстань. В зв'язку з цим було необхідно розробити пакування яке складається з трьох видів пакувань: а – яке безпосередньо контактує з харчовим продуктом і має допуск до контакту з ним, б – яке несе основне презентаційне і інформаційне навантаження, і вберігає внутрішнє пакування, в – транспортне пакування.


**Аналіз розмірів виробу:** Основним розміром, який визначає розміри всіх пакувань є завиванець з маком вагою 350 г. Його розміри становлять приблизно: 100×40×250 мм.


**Добір конструкційних матеріалів:** Аналіз цих вимог показує, щоб їх забезпечити необхідно використовувати багатошарове пакування з різних матеріалів.

Зовнішнє пакування призначене для покращення зберігасності, і забезпечення необхідних потреб інформування споживачів та їх приваблення. Для цього використовується тонкошаровий високоякісний картон, який також використовується для друку листівок,

обкладинок, (  код, зазначені у рішенні Європейської комісії 97/129/ЕС). Зовнішнє пакування має привабливий зовнішній вигляд і дозволяє робити на поверхні високоякісний друк. Зовнішнє пакування несе на собі головне інформаційне і рекламне навантаження. Зовнішнє пакування має форму коробки в якій вставляється виріб, запакований у внутрішнє пакування.

Для внутрішнього пакування, яке безпосередньо контактує з «завиванцем маковим» є

прозорий пакет (  - виготовлений поліпропілену і який використовується як упаковка з-під шоколадок, макаронів, пакетів для хлібобулочних виробів). На внутрішнє пакування встановлюється дата виготовлення на основі якої визначається дата кінця строку зберігання. Запаковується пакування термічним методом і забезпечує збереження виробу протягом 14 діб з дати виготовлення.

Транспортне пакування виготовлюється з гофрованого картону .

#### **Ескізні замальовки з короткими описами ідей**

Внутрішнє пакування – прозоре, внаслідок чого дуже чудово розпізнається виріб, та його принади. Внутрішнє пакування дозволяє зберігати виріб до його розпакування протягом 14 діб.

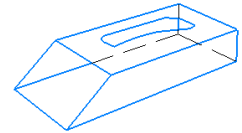
*Рис. 1. Приклад екологічного внутрішнього пакування*



Зовнішнє пакування являє собою пакет, з висіченим віконцем, в середині якого розміщується виріб запакований у внутрішнє пакування.


Рис. 2. Орієнтовна форма зовнішнього пакування


В якості зовнішнього пакування було запропоновано 2 варіанти: пакет з міцного паперу з віконцем і високоякісний картон. В зв'язку з тим, що пакет не дозволяє охайно, без змінання транспортувати виріб від нього було вирішено відмовитись. Другий варіант, який став основним – це коробчастий пакет, з високоякісного картону, на поверхню якого наноситься високоякісний друк, який.





#### Варіанти кольорового оздоблення


В якості основних кольорів використовуються:

 Фон внутрішньої, та бокових сторін, напису текстових заголовків задньої сторони: червоний 240, зелений 95, синій 85, шістнадцятирічний формат f05f55.

 Фон передньої і задньої сторони: червоний – 230, зелений – 210, синій – 180, шістнадцятирічний формат – e6d2b4

 Колір шрифту коричневий, для напису ВИРІБ ХЛІБОБУЛОЧНИЙ: червоний 130, зелений 100, синій 70, шістнадцятирічний формат – 826446.

 Колір поперечної стрічки: червоний 200, зелений 100, синій 50, шістнадцятирічний – c86432

 Для інформаційного тексту задньої сторони чорний: червоний 0, зелений 0, синій 0, шістнадцятирічний формат – 000000.

 Для напису торгової марки – Рум'янець, червоний 240, зелений 110, синій 50, шістнадцятирічний формат f56419. F06E32

#### Орієнтовне забарвлення різних сторін пакування:

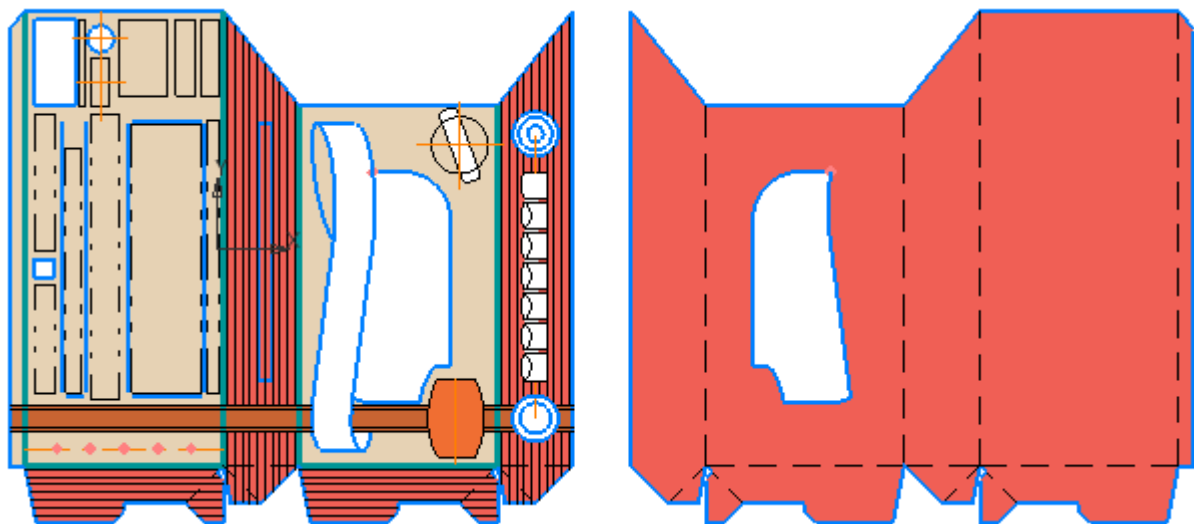
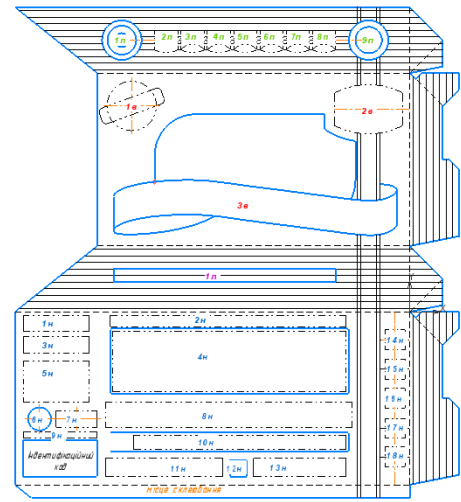


Рис. 3. Орієнтовний вигляд висічки: а – зовнішня сторона, б – внутрішня сторона

**Вибір шрифтів:** В якості основного тексту для написів – використовується *calibri*, для інших випадків використовуються дизайнерські шрифти.

**Створення образу майбутнього виробу:** Для створення образу майбутнього виробу була ескізно промальована маркетингова розгортка пакування (висічка), на якій були вказані основні інформаційні атрибути. Форма висічки, форма віконця, місце склеювання, та місце замикання, нижньої частини.

**Рис. 4. Логіка нанесення інформаційних написів .**  
Орієнтовний вигляд висічки:



**1в – Дизайнерські рекламні написи: СМАЧНО!**  
**51% начинки, 6 витків тіста**

**2в – Товарний знак виробу: Рум'янець**



**3в – Основний напис: ЗАВИВАНЕЦЬ З МАКОМ**

**4в – маса виробу: 350 г.**

**1л – Рекламний слоган: СМАЧНИЙ КОЖЕН**

**ДЕНЬ!**

**1н – ГСТУ 158.00389676.013-2003**

**2н – ВИРІБ ХЛІБОБУЛОЧНИЙ «ЗАВИВАНЕЦЬ З МАКОМ»**

**3н – МАСА НЕТТО: 350 г мінус 3%**

**4н – СКЛАД:** борошно пшеничне вищого сорту, вода питна, цукор білий, маргарин «Молочний» 82%\*\* , дріжджі хлібопекарські пресовані, **яйця курячі харчові**, ванілін.

**\*СКЛАД НАЧИНКИ** (66%): наповнювач «Мак» «Ексклюзив» - (мак олійний харчовий - 30%, цукор, вода, патока кукурудзяна, олія соняшникова дезодорована виморожена марки «П», стабілізатор клітковина рослинна, консервант сорбат калію), вода питна, **сухарі панірувальні пшеничні, яйця курячі харчові**, цукор білий, маргарин Молочний 82%, яблучний пектин.

**\*\* СКЛАД МАРГРИНУ «МОЛОЧНИЙ 82% :** гідрогенізовані рослинні жири, олія соняшникова, олія пальмова, емульгатор **соєвий лецитин**, β-каротин, ароматизатор «Масло вершкове», молочна кислота, сорбінова кислота. **Продукт містить глютен, яйця курячі**

**5 н –** Виготовлено в Україні. Виробник: ТзОВ «Хлібодар» Адреса потужностей виробництва: 35, вул. Біла, м. Рівне, Україна, 33009

Поштова адреса (офіс): 446, вул. Соборна, м. Рівне, Україна, 33024 тел.+38(0362)625861

**6 н –** етикетка НАССР

**7 н –** На підприємстві впроваджена та сертифікована система НАССР

**8 н –** 51% - вміст начинки в готовому виробі

66% - вміст начинки по рецептурі під час виготовлення.

Поживна харчова цінність на 100г продукту: жири – 14,05 г, з них насичені жири – 2,17г, вуглеводи – 47.06г, з них цукри – 21,09г, білки – 8,16г, сіль – 0,45г.

Енергетична цінність/калорійність на 100 г продукту: 1459 кДж/ 347 ккал

**9н –**  [RUMIANETS.UA](http://RUMIANETS.UA)  


**10н –** Зберігати в сухих, чистих, добре провітрюваних приміщеннях, не заражених шкідниками хлібних запасів за температури не нижче ніж +4 С та не вище +20 С при відносній вологості повітря від 65% до 75%.


**11н – Строк придатності споживання – 14 діб.** Після відкриття упаковки вжити протягом 3 діб (термін протягом якого продукт зберігає свої індивідуальні властивості)


**12н –** дизайнерська етикетка


**13н – номер бригади і дата «вжити до» вказані на упаковці. Номер партії відповідає даті «вжити до»**


**14н – Берегти від сонячного світла.** Транспортне пакування необхідно захистити від прямих сонячних променів. Тобто сонячне випромінювання може нашкодити вмісту —

зберіганню харчових продуктів чи приладів, чутливих до світла. Це можуть бути косметичні засоби, лаки, фарби, хімічні та побутові товари. 

**15n** – матеріал плівки - 

**16n** – матеріал картону 

**17n** – Дбай про чистоту. Знак, що нагадує споживачеві про те, що пакування треба викинути до урни. Часто біля цього позначення буває символ про те, що перед викиданням коробки й упакування від напоїв слід зім'яти, щоб вони займали менше місця, і контейнер не заповнювався так швидко. 

**18n** – Міжнародний символ вторинної переробки — зелена стрічка Мебіуса. Символ означає, що продукт підлягає вторинній переробці. Використовується для популяризації переробки та заохочення людей до зменшення кількості відходів. Символом маркують пакувальні матеріали, предмети побуту та електроніку. 

**1n** – дизайнерська етикетка: Енергетична цінність/ калорійність на 100 г продукту 347 ккал (1459 кДж)

**2n** – Поживна харчова цінність 100 гр продукту

**3n** – вуглеводи -47,06 г

**4n** – цукри – 21,09 г

**5n** – жири – 14,05 г

**6n** – насичені жири – 2,17 г

**7n** – білки – 8,16 г

**8n** – сіль – 0,45 г

**9n** – дизайнерська етикетка: UNITED REGISTRAR OF SYSTEM \* ISO 22000\*



Рис. 5 Реальний вигляд пакування в торгівельній мережі,



Рис. 6. Зареєстрований товарний знак виробу.

Рис. 7 Рекламне фото, яке розповсюджено в торгівельній мережі



## Висновок

Використовуючи наведені вище прийоми, дизайнери, можуть візуалізувати образ бренду в його упаковці, відображаючи позиціонування товару. Причому завданням дизайнера є не тільки створення цілісного образу бренду, але і продумані композиційні рішення - грамотне розміщення різних текстових і графічних елементів в ієрархічній послідовності.

## Як оцінити виробництво на відповідність засадам lean на виробництві

Юлія Теличкун

*Національний університет харчових технологій, м.Київ Україна*

**Вступ.** Для визначення стану виробництва на поточний момент, оцінки та використання системного підходу реалізації засад бережливості, розуміння потенціалу проводимо атестацію виробництва на відповідність засадам Lean. Це допоможе зрозуміти на чому сконцентрувати зусилля всіх співробітників для того, щоб отримати найбільший ефект та визначити які інструменти використовувати для того щоб вирішити конкретні проблеми.

На будь-якому виробництві можемо виявити як виробничі, так і не виробничі втрати. Атестація допомагає виявити сім видів прихованих втрат та зрозуміти як їх усунути. Правильна атестація зменшить витрати, пов'язані з помилками, які допущені на початковому етапі реалізації проєкту, та допоможе визначити як досягнути найбільшої рентабельності інвестицій.

**Результати та обговорення.** Більшість компаній не можуть собі дозволити реалізацію системи Lean у всіх сферах своєї діяльності. Тому питання номер один – «З чого варто починати?».

Атестація – це системний підхід, який допомагає впроваджувати засади Lean та допомагає компанії впевнитися в тому, що підходи Lean варто використовувати у всіх сферах діяльності, починаючи з робочих місць на виробництві, а слідом в адміністративних та допоміжних службах.

Ця атестація дозволяє визначити стан виробництва на даний момент для визначення впровадження методик Lean. Цу так званий самоаудит, який не ставить на меті замінити саму систему атестації Lean, яка проводиться досвідченими спеціалістами.

Під час проведення атестації на відповідність засадам бережливого виробництва необхідно ставити питання з семи типів прихованих втрат та проблем керівництва. Оцінку здійснюємо за д'євяти категоріями: втрати від надлишкових рухів; втрати від надлишкового оброблення; втрати від надлишкових запасів; втрати від транспортування; втрати від перевиробництва; втрати від очікування; втрати від дефектів, браку та перероблення; стратегія лідерів; культура виробництва. Останні дві категорії - це ядро, яке утримує інші категорії разом. Якщо ці категорії не відпрацьовані, зусилля з реалізації Lean у всій компанії приречені на невдачу. Оцінка організації охоплює також і не виробничі процеси, які впливають на загальні показники роботи компанії. Втрати існують в кожному підрозділі, а не тільки на виробництві. Оцінка не має проводитися однією людиною, для цього краще підходить багатофункціональна команда із двох-трьох людей, бажано включати співробітників, які не працюють, там де проводиться оцінка. Консультанти, спеціалісти відділів якості партнерських компаній та інших підрозділів фірми будуть хорошими джерелами свіжих ідей. Коли процес оцінюється людьми, які безпосередньо беруть в ньому участь, вони надто близькі до об'єкта оцінки і тому звикли до існуючого стану речей. А якщо хтось буде постійно запитувати «Чому?», це буде стимулювати дискусії, які допоможуть виявити приховані втрати та їх першопричини.

Для проведення атестації нами розроблені карточки з питаннями для оцінки за кожною категорією, яка оцінюється в 10 балів, загальна кількість балів за атестацією становить 90 балів, але більшість компаній в перший раз отримують від 40 до 60 балів. Більш досвідчені компанії, які вже декілька років реалізують Лін, можуть набрати від 80 до 90 балів. Співробітникам компанії цікаво дізнатися загальну суму балів, для того, щоб мати можливість порівняти свою компанію з іншими.

Навіть дві людини, які проводять атестацію, ніколи не поставлять однакову кількість балів. Необхідно порівняти записи, обговорити свої дані та домовитися про прийнятну суму балів для кожної категорії.

Карточки для виставлення балів допомагають звести всі бали воедино, щоб не упустити ні одну категорію, коли заносимо бали в матрицю для визначення конкретних Лін-інструментів і напрямків діяльності, які нададуть максимальний вплив.

Під час проведення атестації у кожного консультанта має бути свій екземпляр методичних рекомендацій.

Відповіді на запитання в карточках можуть дати ідеї для вирішення виробничих проблем. Перебуваючи в цеху під час проведення атестації, відразу виставляємо бали у відповідності з істинним баченням експерта.

До завершення атестації збільшувати кількість балів або порівнювати їх з оцінкою інших аудиторів, ваших колег, поки на виробництві не варто.

Після повернення з цеху, порівнюємо оцінки та приходимо до спільної думки з кожної підкатегорії.

Переносимо отримані бали в підсумкову матрицю.

Виділяємо категорії з найменшою кількістю балів та визначаємо інструменти для включення цих резервів

Від керівництва отримуємо найбільше фінансових даних, щоб оцінити потенціал цих резервів у гривні. Це надзвичайно важливо!

- Вартість браку, дефектів, переробок.
- Вартість виробничих площ
- Вартість матеріалів в виробництві(НЗВ).
- Вартість матеріалів на складі (сировина, матеріали, комплектуючі).
- Річний об’єм реалізації продукції виробництвом.
- Фактичний об’єм і вартість понаднормових робіт.
- Вартість простоїв та штрафів за затримку поставки продукції.

Фіксуємо на фото- і/або відеофакти, які ілюструють ті чи інші проблеми – бажано в цифровому форматі. Наприклад: поганий стан інструментів, робочих місць, надлишок НЗП і таке інше.

За отриманою табличкою даних Табл. 1. результатів атестації виконуємо їх графічну інтерпретацію.

Табл.1

№	Види втрат	Кількість балів
1	Втрати від надлишкових рухів	
2	Втрати від надлишкового оброблення	
3.	Втрати від надлишкових запасів	
4.	Втрати від транспортування	
5.	Втрати від перевиробництва	
6.	Втрати від очікування	
7.	Втрати від дефектів, браку та перероблення	
8	Стратегія лідерів	
9	Культура виробництва	
	<b>Сума балів</b>	

Навпроти кожної категорії зазначаємо кількість балів на графічному зображенні рис.2.

В залежності від категорії та розмірів втрат вибираємо пріоритетні напрямки діяльності.

Визначаємо інструменти, які можемо використовувати для кожної категорії, виділяємо категорії з найменшою кількістю балів під час атестації, визначаємо потрібні інструменти які стоять мінімум в двох із виділених категорій.



Рис. 2. Графічна інтерпретація результатів атестації

**Висновки.** Атестацію виробництва на відповідність засадам Lean проводимо з метою виявлення потенціалу прихованих можливостей для вдосконалення ступеню їх впливу на виробництво. Оцінка не визначає як вирішувати виявлені проблеми: вона виявляє можливості, а не рішення.

### Література

1. Вумек П. Дж., Джонс Д. Ощадливе виробництво : К.: Фабула, 2018. 448 с.
2. Андерсон Д.Дж. Канбан. Успішні еволюційні зміни для вашого технологічного бізнесу. Київ :Фабула, 2020. 192с.
3. Машина, що змінила світ: Історія лін –виробництва – таємної зброї «Тойоти» в автомобільних війнах [текст] / Джеймс П. Вомак, ДеніелТ.Джонс, Деніел Рус перекл. З англ.Наталія Валевська. – Бібліотека Лін Інституту.-Київ: Пабулум, Lean InstituteUkraine, 2017.- 388.
4. Вміння бачити бізнес-процеси: створення цінності та зменшення втрат[текст] / Майк Ротер, Джон Шук; перекл. з англ.Катерина Гуменюк.- Київ: Пабулум, Lean InstituteUkraine, 2017.- 132с.
5. Керувати, щоб навчити(ся).Використання АЗ-процесу управління для того щоб вирішувати проблеми, заручитися підтримкою, наставляти та вести вперед [текст] / Джон Шук; перекл. з англ.Яна Сотник.- Бібліотека Лін Інституту - Київ:, 2021.- 156с.

## **Білки мікроводорості *Chlorella* – потенціал застосування в харчових продуктах оздоровчого призначення**

**Ольга Кожемяка, Людмила Пешук**

*Інститут продовольчих ресурсів, Київ, Україна*

*Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Дніпро, Україна*

### **Вступ**

Сьогодні наукова спільнота світу говорить про масштаби голоду, які за даними ООН до 2050 року охоплять близько 10% населення планети. Пошуки додаткових джерел білка є пріоритетом в харчовій галузі. Таким джерелом є мікроводорість *Chlorella*. За останніми даними, світове виробництво *Chlorella* становить 2000 тон на рік, а біомаса використовується для збагачення білками звичайних продуктів харчування, також для створення функціональних продуктів харчування та харчових добавок [1, 2]. *Chlorella*, яка є одноклітинною зеленою водорістю з високою швидкістю росту та доброю пристосованістю до різних умов вирощування, є однією з найбільш вивчених видів мікроводоростей [3]. *Chlorella vulgaris* з високою здатністю до асиміляції CO<sub>2</sub> може виробляти їстівну біомасу шляхом фотосинтезу і в подальшому використовуватись для виробництва в харчовій галузі [4]. В м'ясній промисловості активно розвиваються технології з метою створення екологічно чистих продуктів харчування. Включення мікроводоростей до складу м'ясних продуктів відкриває перспективи для розробки оздоровчих продуктів харчування, оскільки вони є природним джерелом поживних речовин та біологічно активних сполук.

### **Матеріали та методи**

Нами було розроблено паштети із частковою заміною м'ясної сировини від 0,5 % до 3 % на порошок мікроводорості *Chlorella*. Попередньо було проведено літературний огляд статей, в яких узагальнено результати використання мікроводоростей в м'ясних продуктах зі свинини, яловичини, курятини, індички тощо. Були проведені дослідження розроблених паштетів на вміст білка та зроблено розрахунки амінокислотного СКОР [1].

### **Результати**

Глобальний попит на альтернативні білки з різних джерел, таких як мікроводорості, мікропротеїни, комахи, культивоване м'ясо, білки на основі грибів за ринковими прогнозами сягне 290 мільярдів доларів США до 2035 року. Мікроводорості та їх потенційне використання як джерела харчових білків тісно пов'язані з цілями сталого розвитку #2 Подолання голоду, #3 Міцне здоров'я, #6 Чиста вода та належні санітарні умови, #12 Відповідальне споживання.

Біомаса мікроводоростей містить цінні поживні сполуки з корисними властивостями для здоров'я людини. Загалом мікроводорості мають переважно білковий склад (40-70%), також містять вуглеводи (10-25%), ліпіди (5-30%), мінерали (5-25%), пігменти (1-5%), поліненасичені жирні кислоти і значну кількість вітамінів B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub>, E, K і D. Однак білок є одним із цінних есенціальних компонентів, що має вирішальне значення для здоров'я людини. *Chlorella* містить 18 типів амінокислот, з яких найбільш поширеними є глютамінова кислота, аспарагінова кислота та лейцин. Вміст незамінних амінокислот становить 42 % від загального вмісту амінокислот і >20 % від сухої маси клітини [5]. Харчова цінність білкових продуктів з *Chlorella* обумовлена їх засвоюваністю, вмістом незамінних амінокислот і біологічною активністю гідролізованих поліпептидів. Смак уамі *Chlorella* походить від вільних амінокислот, таких як глютамінова та аспарагінова кислоти [6].

В таблиці 1 дані амінокислотного профілю мікроводорості *Chlorella* порівняні з деякими основними традиційними продуктами харчування та еталонним зразком збалансованого білка, рекомендованим ФАО/ВООЗ (2011).

Таблиця 1

Амінокислотний профіль джерел білка та *Chlorella* (г/100 г)

Джерело	Pe	Leu	Lys	Meth	Phe	Thr	Try	Val
ФАО/ВООЗ	3.0	6.1	4.8	2.3	4.1	2.5	1.0	4.0
Яйце	6.6	8.8	5.3	3.2	5.8	5.0	1.7	7.2
Соеві боби	5.3	7.7	6.4	1.3	5.0	4.0	1.4	5.3
<i>Chlorella</i>	3.8	8.8	8.4	2.2	5.0	4.8	2.1	5.5

Склад амінокислот *Chlorella* прирівнюють до продуктів харчування із збалансованим вмістом білка.

При дослідженні паштетів з *Chlorella* виявили збільшення лізину на 19,0 % та триптофану на 27,6 % [7].

### Висновки

М'ясні паштети, збагачені мікроводоростю *Chlorella*, мають перевагу перед традиційною їжею за рахунок збільшення вмісту незамінних амінокислот (лізин, триптофан), макро- та мікроелементів, вітамінів.

Подальші розробки, дослідження та створення інноваційних продуктів з мікроводоростю є перспективним напрямком, де *Chlorella* може замінити білки м'яса і молока.

### Література

1. O. Kozhemiaka, L.Peshuk. *Chlorella* as a biologically active component in the technology of health and wellness products. *Journal of Chemistry and Technologies*. – 2023. №2 (31). P. 230-239. DOI: <https://doi.org/10.15421/jchemtech.v31i2.275148>.
2. A.K. Gohara-Beirigo, M.C. Matsudo, E.A. Cezare-Gomes, J.C.M.d. Carvalho, E.D.G. Danesi, Microalgae trends toward functional staple food incorporation: sustainable alternative for human health improvement, *Trends Food Sci. Technol.* 125 (2022) 185–199. <https://doi:10.1016/j.tifs.2022.04.030>.
3. R.N. Pereira, D.P. Jaeschke, R. Rech, G.D. Mercali, L.D.F. Marczak, J.R. Pueyo, Pulsed electric field-assisted extraction of carotenoids from *Chlorella zofingiensis*, *Algal Res.* 79 (2024). <https://doi:10.1016/j.algal.2024.103472>.
4. M. Janssen, R.H. Wijffels, M.J. Barbosa, Microalgae based production of single-cell protein, *Curr. Opin. Biotechnol.* 75 (2022) 102705. <https://doi:10.1016/j.copbio.2022.102705>.
5. M. Muys, Y. Sui, B. Schwaiger, C. Lesueur, D. Vandenneuvel, P. Vermeir, S.E. Vlaeminck, High variability in nutritional value and safety of commercially available *Chlorella* and *Spirulina* biomass indicates the need for smart production strategies, *Bioresour. Technol.* 275 (2019) 247–257. <https://doi:10.1016/j.biortech.2018.12.059>.
6. J. Milinovic, P. Mata, M. Diniz, J.P. Noronha, Umami taste in edible seaweeds: the current comprehension and perception, *Int. J. Gastron. Food Sci.* 23 (2021). <https://doi:10.1016/j.ijgfs.2020.100301>.
7. Кожемяка О. В., Пешук Л. В., & Вербицький С. Б. (2023). Перспективні напрямки використання мікроводорості *Chlorella* в технології продуктів здорового харчування. *Продовольчі ресурси*, 11(21), 81–92. <https://doi.org/10.31073/foodresources2023-21-08>.

## **Increasing the efficiency of the functional mechatronic module for packaging liquid food products**

**Oleksandr Savchuk, Oleksandr Gavva, Liudmyla Kryvoplias-Volodina**  
*National University of Food Technologies (NUFT), Kyiv, Ukraine*

**Introduction.** Improving the efficiency of functional mechatronic modules for dosing liquid food products is an urgent problem in the modern food industry. Existing solutions, although providing tightness and ease of operation, have limitations in regulating flow characteristics, which leads to the formation of product residues and reduced production efficiency.

This research is aimed at developing and implementing new approaches to controlling the flow of liquid food products in mechatronic modules to ensure continuous and accurate dosing. The proposed solutions will optimise production processes, reduce product losses and increase the overall efficiency of food processing companies [1].

**Relevance.** The need for accurate and efficient liquid food dosing systems is constantly growing. Existing mechatronic modules do not always meet modern production requirements. This research is aimed at developing innovative solutions to improve the accuracy and flexibility of dosing systems, which will increase the competitiveness of food companies.

**The aim** of the study is to optimize the process of dosing liquid food products by analyzing and improving the design of mechatronic modules. In particular, the research is aimed at studying the impact of different types of shut-off elements (ball valves, seat valves, etc.) and control systems on the dosing accuracy and stability of the equipment. The results will allow us to develop recommendations for selecting the optimal components and system parameters to ensure high efficiency and quality of food dosing.

**Discussion of the research results.** The scientific novelty of the study lies in the development and experimental substantiation of the optimal operating parameters of the mechatronic module for dosing liquid food products using different types of locking elements. For the first time, a detailed comparison of the efficiency of ball valves and seat valves under dynamic operating conditions was carried out, which made it possible to determine the optimal type of locking element for different technological processes [4,5]. The results obtained can be used to create more efficient and flexible production lines in the food industry (fig.1).

To control mechatronic dosing systems, two types of distributors are currently used: proportional and discrete. When developing the mathematical model of the distributor, the main difference is the type of the applied signal. Thus, for proportional distributor the signal changes smoothly from zero to the final value. For discrete spreader the input influence is stepwise. Note, in the case of proportional distributor the input signal can also be set as a step input. The distributor coil is an electromagnet (hereinafter referred to as EM). EM (Fig.1, a, c) consists of a cylindrical body-magnet conduit 1, in which coaxial winding 3 is located. Inside the housing there is a cylindrical armature 2. The magnetic flux passes through two gaps: working flat 4 and parasitic radial 5. Where  $F_e$  is the electromagnetic force,  $y$  is the spool linear displacement.

Fig.1, b) shows the dependence of the force developed by the electromagnet force  $F_e$  on the spool displacement in case of using discrete distributor with electromagnet with ‘flat stop’. distributor with electromagnet with ‘flat stop’.

Mathematical modelling of the distributor system is performed in the form of in the form of equations and block diagrams of its individual elements. Modelling of the system is especially important, as it is faster and cheaper than carrying out a physical experiment.. The results obtained from the mathematical simulation can be used to optimise the system, The results obtained from mathematical modelling can be used for system optimisation, determination of operating modes, causes of possible failures, etc.

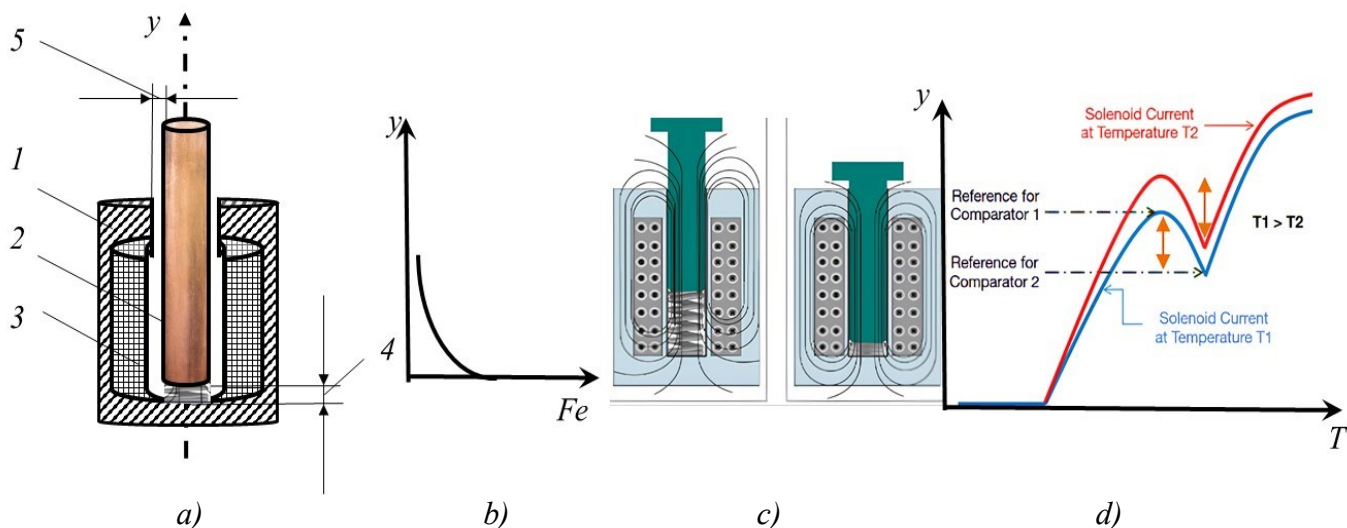


Figure 1. Experimental model of a controlled solenoid as part of a precessionary distributor

During operation, the dosovalno-fasuvalna system is subjected to control and disturbing influences, as a result of which changes in the state of the system occur in time. In real conditions, impacts on the system are most often random, causing random or stochastic (uncertain) processes in the system. In practice, the information on characteristics of random influences on the system with pneumatic drive is usually very limited, so the so-called deterministic influences are widely used in the research of dynamic properties of the system. Typical deterministic influences are three types of influences: step, pulse and harmonic. In the case of harmonic influences, the behaviour of the system is considered in the frequency domain of signals, in which it is possible to solve the problems of system stability quite effectively, as well as to study the influence of various factors on the dynamic characteristics of individual elements and the system as a whole [1,2].

An IIoT gateway can be a dedicated hardware appliance and/or a software program that collects, (preprocesses and) aggregates data, before forwarding them to cloud (Fig.2).

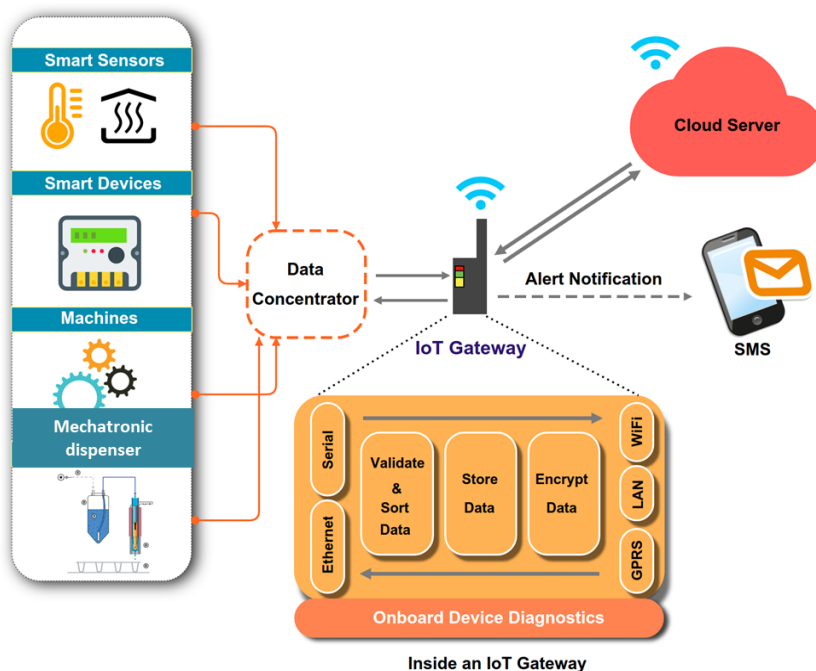


Figure 2. IIoT – Gateway

In full-scale tests of a system containing complex objects, frequency methods of analysing dynamic characteristics are not applicable. In practice, methods of research and calculations of the system in the time domain. In this case, transients caused in systems by step, pulse or harmonic influences are determined. The first types of signals are used in real conditions, to check the adequacy of the calculated and obtained as a result of physical experiments transients. In addition, the processes of stepwise processes at staggered impact on the system give a visual representation of such dynamic properties of mechatronic dosing system as speed, oscillation and duration of the process itself [7]. When developing, researching and operating control systems with mechatronic-type metering device when using pneumoautomatics elements, it is necessary to evaluate with the help of dynamic characteristics of the created packaging equipment. Pneumatic distributors, which are part of the system and designed to regulate the parameters of the working medium flows in the metering units, according to the law of the input signal, are characterised by their own properties.

## Conclusions

The method of calculation of working processes in the mechatronic module of the metering unit controlled by proportional valves has been developed. For the first time, a pressure-controlled proportional tracking system was used to determine the current effective area in proportional valves based on the control signal and pressure drop.

A bench was designed and constructed to investigate the dependence of the current effective area of the proportional valve on the control signal and pressure drop. The experimental data obtained were used in the calculation method and programme developed to determine the structure of the proportioner. As a result, a multifunctional direct pass system for calculation of the effective area of the selected proportional valve in the range from 0 to 100% and at pressure drop in the range from 0 to 0.4 MPa was obtained.

## References

1. LivintiPetru, GhandouMazen PWM Control of a DC Motor Used to Drive A Conveyor Belt. *Procedia Engineering*, Volume 100, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.01.371>
2. R. Mattone, G. Campagiorni F. Galati, Sorting of Items on A Moving Conveyor Belt. Part 1: A Technique for Detecting and Classifying Objects. *Robotics and Computer Integrated Manufacturing* Volume 16, Issues 2–3, April 2000. [https://doi.org/10.1016/S0736-5845\(99\)00040-X](https://doi.org/10.1016/S0736-5845(99)00040-X)
3. Hongmei Xia Wenbin Zhen Dongyang Chen Wen Zeng, Rigid-Flexible Coupling Contact Action Simulation Study of The Open Mechanism on The Ordinary Multilayer Fruit Paper Bag for Fruit Bagging. *Computers and Electronics in Agriculture* Volume 173, June 2020. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105414>
4. Hyun - WooKim Wan - Suk Yoo. MBD Applications in Design. *International Journal of Non-Linear Mechanics* Volume 53, July 2013. <https://doi.org/10.1016/j.ijnonlinmec.2012.10.008>
5. KryvoplyasVolodina, L. Gavva O., Volodin, S. Hnativ T. (2018) Dynamics of mechatronic function modules drives of flow technological lines in food production. - *Ukrainian Journal of Food Science.- Kyiv.- Ukrainian Food Journal*, Volume 7, Issue 4 p.660-669. DOI: 10.24263/2304- 974X-2018-7-4-16. URL: <https://nuft.edu.ua/doi/doc/ufj/2018/4/16.pdf>
6. Ilyas Bozkurt1 (2024) Determination of Frequency Vibration of Crankshaft with Different Mesh  
1. Structure with LS DYNA Finite Element Program. *International Journal of Advanced Natural Sciences and Engineering Researches* Volume 8, pp. 84-90. – URL: <http://surl.li/oalrso>
7. Taimoor Hassan (2018) Finite-Element Modeling and Design of a Pneumatic Braided Muscle Actuator With Multifunctional Capabilities October 2018IEEE/ASME Transactions on Mechatronics PP(99) DOI:10.1109/TMECH.2018.2877125

## Оптимізація робочих режимів запірно-регулювальної мережі продуктопроводу на базі позиційних приводів

Володін С.О., Мирончук В.Г., Бутик Т.В.

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

**Вступ.** Одним із критичних аспектів ефективної експлуатації підприємств цукрової галузі є раціональна організація технологічних комунікацій. Зокрема, правильний вибір та конфігурація запірно-регулювальної мережі на основі запірно-регулювальних пристроїв (ЗРП). Актуальними задачами автоматизації харчових підприємств є обґрунтування впливу ЗРП на енергоефективність процесів та загальну продуктивність виробництва. Сучасні ЗРП, оснащені позиційними електропневматичними системами керування, дозволяють досягти високої точності регулювання та гнучкості управління технологічними процесами. Проте, для досягнення оптимальних робочих режимів необхідно розробляти та впроваджувати ефективні методи їхньої оптимізації.

**Актуальність** дослідження полягає в тому, що динамічні моделі ЗРП з позиційними приводами дозволяють детально проаналізувати поведінку системи в різних режимах роботи та розробити алгоритми управління, спрямовані на мінімізацію енерговитрат, підвищення точності регулювання та стабільності роботи обладнання.

**Мета** дослідження полягає у виявленні оптимального типу керуючого контуру для запірно-регулювальної мережі (ЗРП), оснащеної різними видами запірної арматури (дискова між-фланцева заслінка, сідельний клапан, кульовий кран) та позиційними електропневматичними системами керування. Порівняльний аналіз пропорційних та дискретних розподільників дозволить визначити найбільш ефективний варіант керування ЗРП з точки зору точності позиціонування, швидкодії, енергоефективності та надійності.

**Основна частина.** Час спрацювання приводу ЗРП, тобто час повного закриття прохідного перерізу, суттєво впливає на динамічні характеристики технологічного процесу. Зокрема, нестабільність цього параметра, особливо характерна для дискових заслінок, призводить до неконтрольованих змін витратних характеристик робочих середовищ у різних технологічних контурах, що може негативно вплинути на якість продукції та стабільність процесу. Для підвищення точності та швидкодії систем керування ЗРП широко застосовуються позиційні електропневматичні приводи (рис.1), що забезпечують плавне регулювання положення запірної арматури [1-3]. Однак, ефективність таких систем значною мірою залежить від типу використаного розподільника. Пропорційні розподільники дозволяють отримати плавну зміну вихідного сигналу, що відповідає аналоговому характеру багатьох технологічних процесів. З іншого боку, дискретні розподільники генерують ступінчасті сигнали, що можуть бути більш простими в реалізації та забезпечувати високу швидкість спрацювання. Вибір типу розподільника залежить від конкретних вимог до системи керування, таких як точність позиціонування, швидкість відгуку, вартість та надійність. Для адекватного опису динамічних властивостей ЗРП з різними типами розподільників необхідно розробляти математичні моделі, що враховують особливості їхньої будови та принципів роботи. При побудові таких моделей особливу увагу слід приділяти аналізу впливу форми керуючого сигналу на динаміку системи [4]. Так, для пропорційних розподільників характерним є плавний перехід від одного стану в інший, тоді як для дискретних розподільників характерні різкі зміни вихідного сигналу. Незважаючи на це, у деяких випадках для керування ЗРП з пропорційними розподільниками також можуть використовуватися ступінчасті сигнали, що дозволяє спростити алгоритми управління та підвищити їхню стійкість до зовнішніх збурень [5]. Таким чином, вибір оптимального типу розподільника та форми керуючого сигналу є важливим завданням при проектуванні та налаштуванні систем автоматичного керування ЗРП.

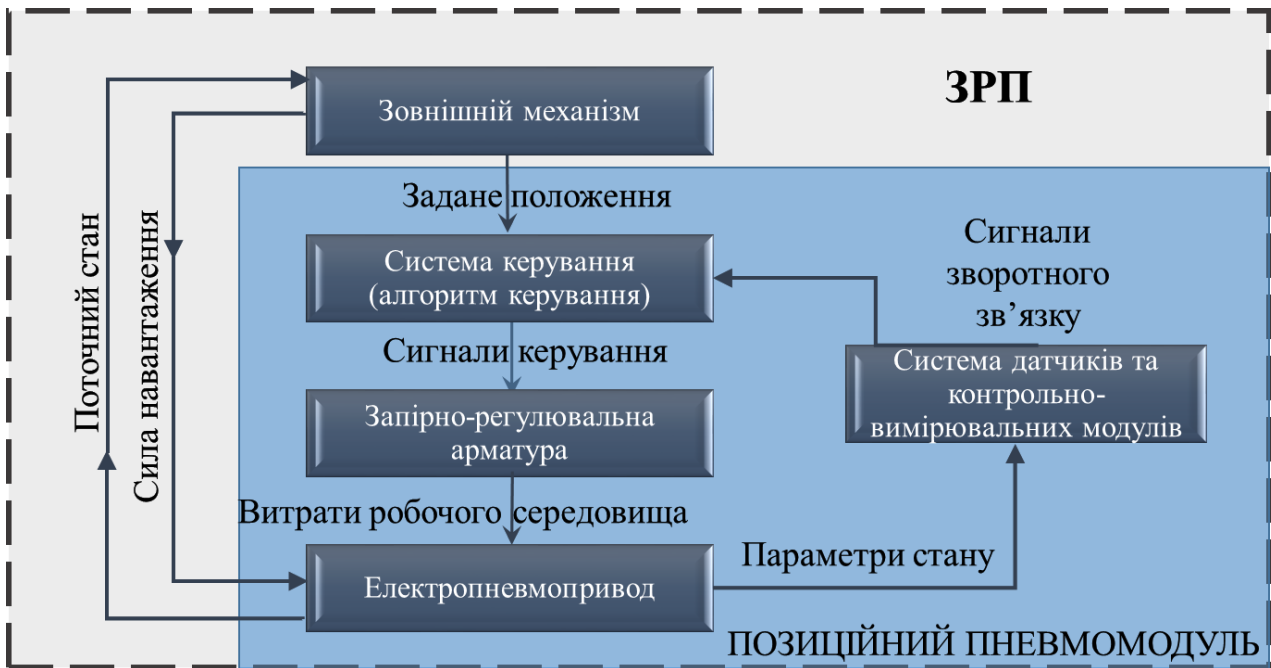


Рисунок 1. Загальна схема взаємодії елементів позиційного пневмомодуля ЗРП та зовнішнього механізму

Проведені чисельні дослідження в авторському програмному комплексі дозволили більш детально проаналізувати роботу ЗРП продуктопроводу та дослідити оптимальні режими керування системою. Один із досліджуваних ЗРП, наведено на (рис.2).

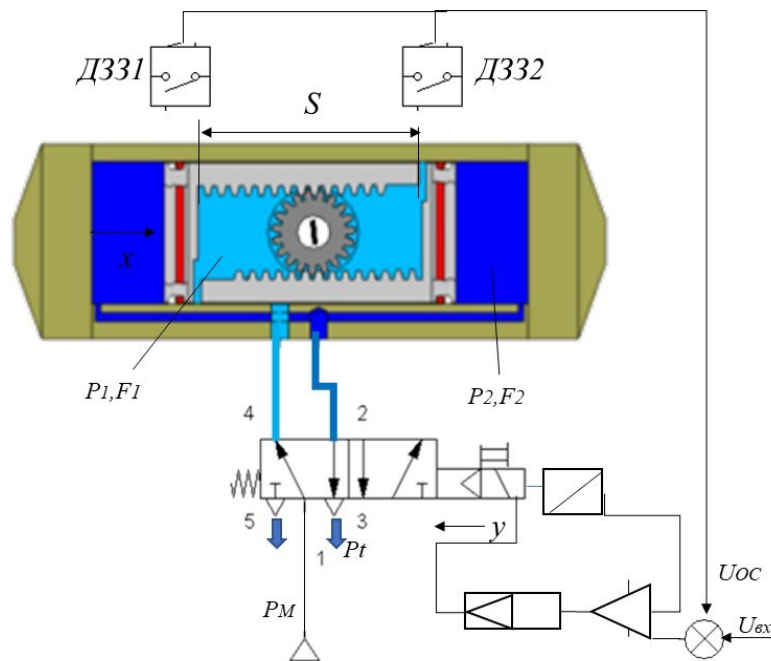


Рисунок 2. Схема автоматичного позиціонування запірної арматури за допомогою електропневматичного приводу:

$P_1$  – тиск магістральний поршневої порожнини;  $P_m$  – тиск підвідної пневматичної магістралі;  $P_t$  – тиск відвідної пневматичної магістралі (на вихлопі);  $U_{вх}$  – вхідний (керуючий) сигнал,  $U_{зз}$  – сигнал зворотного зв'язку, ДЗЗ – пропорційний датчик зворотного зв'язку, ДЗ31 і ДЗ32 – дискретні датчики зворотного зв'язку (індуктивні, механічні, геркони)

Використання пропорційного розподільника в схемі з однорейковим поворотним пневмоприводом забезпечує плавне регулювання положення запірної арматури та високу точність позиціонування. Однак, час спрацювання такого приводу може бути довшим порівняно з дискретними схемами. З іншого боку, дискретні розподільники забезпечують швидке перемикання між двома станами, що дозволяє скоротити час спрацювання, але може призвести до підвищеного зносу елементів приводу та погіршення точності позиціонування. Вибір оптимального типу розподільника залежить від конкретних вимог до системи керування, таких як швидкість відгуку, точність позиціонування та енергоефективність. Крім того, дослідження показали, що для пропорційних розподільників можливе використання як плавних, так і ступінчастих керуючих сигналів, що розширює можливості їх застосування. Отримані результати можуть бути використані для розробки адаптивних систем керування ЗРП, які дозволяють автоматично вибирати оптимальний режим роботи в залежності від поточних умов.

## Висновки

На базі отриманих результатів чисельного моделювання, з'ясовано, що лінійні регулятори та ковзаючі режими у своєму традиційному використанні, мають погані показники якості під час керування нелінійними складними об'єктами, до яких належать ЗРП. Синтез систем керування на підставі цих методик пов'язаний із попередньою побудовою математичної моделі, що враховує безліч чинників. Крім недостатньої інформації про об'єкт керування, до неефективності традиційних алгоритмів керування може призвести і зміна умов роботи: просторового положення запірного елемента, навантаження, додаткового тертя, тиску живлення, випадкової похибки датчиків, тощо. Для керування нелінійними системами в умовах, що змінюються, пропонується використовувати різні сучасні підходи, які можуть застосовуватися як у чистому вигляді, так і в комплексі з традиційними алгоритмами. Результати дослідження із використанням програмного комплексу Simulink, підтвердили якість керування ЗРП адаптивними методами.

## Література

1. Saravanakumar, D., Mohan, B., & Muthuramalingam, T. (2017). A review on recent research trends in servo pneumatic positioning systems. *Precision Engineering*, 49. doi:10.1016/j.precisioneng.2017.01.014.
2. Gavva, O., Kryvoplias-Volodina, L., Marinin, A., Tokarchuk, S., Blazhenko, S., & Volodin, O. (2023). Architecture of hybrid mechatronic dosing and packing module of packaging machine based on qualitative analysis. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4(2 (124)), 70–79. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.286615>
3. Ning, S., Long, Y., Zhao, Y., Liu, J., Bo, X., Lu, S., Gao, J. (2021). Research on micro-liquid dispensing driven by a syringe pump with the consideration of air volume. *Microsystem Technologies*, 27 (10), 3653–3666. doi: <https://doi.org/10.1007/s00542-020-05133-9>
4. Furmann, R., Furmannová, B., Więcek, D. (2017). Interactive Design of Reconfigurable Logistics Systems. *Procedia Engineering*, 192, 207–212. doi: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.06.036>
5. Vazquez-Santacruz, J. A., Portillo-Velez, R., Torres-Figueroa, J., Marin-Urias, L. F., Portilla-Flores, E. (2023). Towards an integrated design methodology for mechatronic systems. *Research in Engineering Design*. doi: <https://doi.org/10.1007/s00163-023-00416-4>

UDC 621.9.06

## **Digital transformation in mechanical engineering: a case study of creating control cabinets based on 3d models**

**Polyushchenko Iryna, Oliynyk Vasyl**

*Separate structural subdivision 'Kyiv Professional College of Computer Technologies and Economics of the National Aviation University', Kyiv, Ukraine*

**Introduction.** Using Inventor and AutoCAD to create 3D models of control cabinets significantly improves the efficiency of the design process. Detailed virtual models that accurately reflect the geometry and positioning of components allow you to identify and eliminate potential design flaws at the early stages of development. This, in turn, helps to optimise the layout of the equipment inside the cabinet, reduce the number of errors during the production phase and improve the overall quality of the finished product. In addition, visualisation of the project in three-dimensional space greatly facilitates communication with the customer and contributes to more informed engineering decision-making. [1, 2].

**Actuality.** The relevance of using three-dimensional modelling of control cabinets in integrated CAD systems containing component libraries from pneumatic automation manufacturers is driven by the need to improve the efficiency of design and production processes. This approach allows you to automate the selection of standard elements of pneumatic systems, create parametric 3D models of cabinets and perform virtual testing of their functionality. The use of modelling methods such as parametric design and libraries of off-the-shelf components significantly reduces development time, minimises errors at the production stage and ensures a high level of compatibility between different elements of the automation system.

**The aim** of the study is to develop and optimise the design of a control cabinet for a gate-type dosing machine using 3D modelling. Using software and a 3D library, the task was to create a model that would provide accurate weight control of the selected dose of a bulk food product, while optimising the design and functionality of the cabinet.

**Discussion of the research results.** The process of visualising three-dimensional scenes is a multifaceted problem that requires the use of complex algorithms and powerful computing resources [1,3]. Despite significant progress in the development of computer graphics, accurate real-time simulation of light propagation remains unattainable due to the exponential growth of computational complexity with scene detail. Therefore, modern rendering engines usually use a combination of different methods, each of which has its own advantages and limitations. One of the most common and fastest methods is rasterisation. This algorithm is based on projecting three-dimensional objects onto a two-dimensional screen plane using mathematical transformations. Rasterisation is used effectively in interactive applications such as video games due to its speed, but has limited capabilities for modelling photorealistic effects such as shadows, glare, and transparent materials [4,5]. The ray-tracing method is a more physically based approach that produces more realistic images (fig.1). It is based on the idea of tracking the path of a light ray from the source to the observer's eye. Each ray crossing the surface of an object determines the colour of the corresponding pixel on the screen. However, this method also has its limitations, especially when modelling complex scenes with many reflections and refractions. Ray tracing is the most accurate and sophisticated rendering method that produces photographic-quality images. Unlike the ray tracing method, ray tracing tracks the path of a light ray in the opposite direction, from the observer's eye to the light source. This allows for accurate modelling of effects such as caustics, soft shadows, light dispersion and depth of field. However, high image quality is achieved at the expense of significant computational costs, which limits the use of ray tracing in interactive applications. Modern rendering engines often combine different methods to achieve an optimal balance between image quality and computing speed.

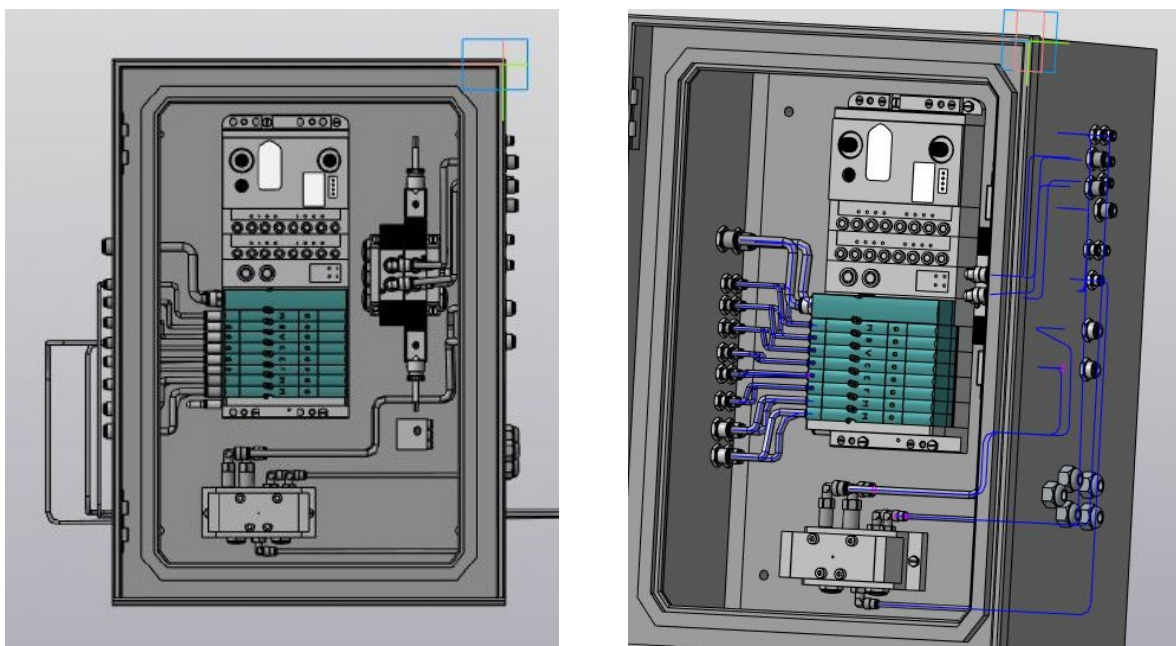


Figure 1. General 3D view of the control cabinet for the mechatronic dosing module

For example, ray tracing is used to create high-quality pre-rendered images, while a hybrid approach combining rasterisation with ray tracing-based methods is used for interactive applications. The development of computer graphics is aimed at creating more efficient rendering algorithms that will allow for photorealistic images in real time. Promising areas of research include parallelisation of computing, the use of GPUs, and the development of new algorithms based on machine learning. The main goal of the study is to create a detailed geometric model of the control cabinet, which will allow for a comprehensive geometric analysis and correct marking of the control cabinet as the basis for the design of technological equipment at the design stage (fig.2).

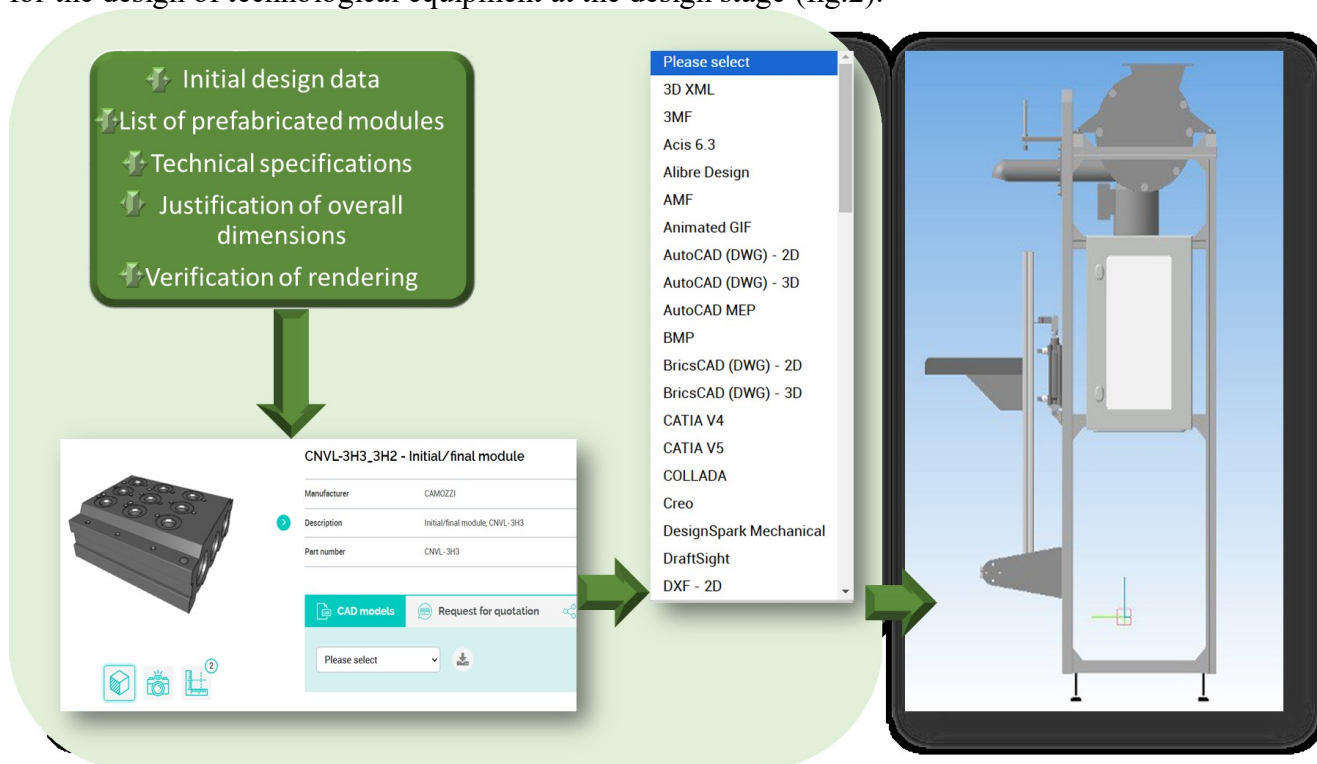


Figure 2. Adaptive modelling algorithm

Using computer graphics and motion simulation methods, it is planned to study the working area of the energy supply to the cabinet and determine the limitations of the working area for servicing electropneumatic equipment. This approach also makes it possible to identify potential conflicts between the controlled elements. The results obtained will allow us to assess the efficiency of the machine as a whole, identify bottlenecks for maintenance and take into account the design features of the process machine and offer recommendations for optimisation.

## Conclusions

This study demonstrates the effectiveness of using Inventor software to create a detailed three-dimensional model of a packaging machine. The use of the 3D model library from 3Dfindit.com has significantly accelerated the development process and ensured a high level of accuracy of geometric characteristics. The resulting model provides an opportunity to analyse the machine's operation in detail, identify potential problems in the design and optimise the packaging process. The use of Inventor Studio for model visualisation allowed us to create a realistic image of the machine, which makes it easier for both developers and customers to understand its functioning. The developed model can be used for further calculations, simulations and optimisation of the packaging machine design.

## Literature

1. Dahmus, Jeffrey & Otto, Kevin. (2001). Incorporating Lifecycle Costs Into Product Architecture Decisions. 929-938. 10.1115/DETC2001/DAC-21110.
2. Hoang, Long. (2022). Automatic Creating 3D Solid Models for Advanced Mechanical Engineering Applications. 10.1007/978-3-030-99666-6\_68.
3. Tran, A. & Knight, D. & Gaader, A.. (2024). Transformation of Concept Evaluation Studies with Cloud Native Digital Twins. 10.2118/222882-MS.
4. Teguh, M. J., Noermijati, N., Moko, W., & Rofiaty, R. (2022). The Impact of Digital Organizational Culture and Digital Capability on Organizational Performance through Digital Innovation Mediation in the COVID-19 Era: A Study on Indonesian Pharmaceutical SOEs. *Jurnal Pengurusan*, 66.
5. Pfaff, Y. M., Wohlleber, A. J., Münch, C., Küffner, C., & Hartmann, E. (2023). How digital transformation impacts organizational culture – A multi-hierarchical perspective on the manufacturing sector. *Computers & Industrial Engineering*, 183, 109432.

## Практичні аспекти регулювання мехатронними модулями процесів пневмотранспортування сипких харчових продуктів

Кривопляс-Володіна Л.О., Масло М.А., Запорожець О.В., Кохан А.А.  
Національний університет харчових технологій (НУХТ), м. Київ, Україна

**Вступ.** Дослідження спрямоване на оптимізацію процесу пневматичного транспортування сипких харчових продуктів з метою усунення проблем, пов'язаних зі склепоутворенням та сегрегацією матеріалу. Запропоновано нову конструкцію пневматичного пристрою, яка передбачає використання мембранного імпульсного клапана для забезпечення рівномірного розподілу продукту в транспортному трубопроводі. Наукова новизна роботи полягає в розробці параметричної моделі, що дозволяє описувати кінематичні та динамічні процеси в системі, а також у створенні ефективного способу деструкції злежів.

**Актуальність** дослідження зумовлена необхідністю підвищення ефективності процесів дозування та фасування сипких харчових продуктів в харчовій промисловості. Наявні методи пневмотранспортування часто супроводжуються проблемами склепоутворення та сегрегації матеріалу, що призводить до нестабільності процесу і зниження якості кінцевого продукту. Розроблена, в рамках даного дослідження, конструкція пневматичного пристрою з мембранним імпульсним клапаном дозволяє ефективно розв'язати ці проблеми, забезпечуючи рівномірний розподіл продукту в транспортному трубопроводі. Тобто, результати дослідження мають значний потенціал для оптимізації технологічних процесів у харчовій промисловості та підвищення якості готової продукції [1-4].

**Метою** дослідження є розробка та впровадження інноваційного пневматичного пристрою для ефективного транспортування сипких харчових продуктів з метою усунення проблем сегрегації та когезії матеріалу. Наукова новизна роботи полягає у створенні математичної моделі багатофазного середовища та розробці системи керування процесом, що забезпечує стабільний та рівномірний потік матеріалу в транспортному трубопроводі.

**Основна частина.** Дослідження процесів пневмотранспортування дрібнодисперсних харчових продуктів здійснювався з використанням комплексного підходу, із поєднанням теоретичних та експериментальних методів. Під час моделювання процесу застосовано апарат математичної фізики, зокрема, рівняння гідродинаміки багатофазних середовищ та теорії диференціальних рівнянь. Експериментальна частина дослідження базувалася на власно розробленій установці (рис.1), яка поєднувала вивчення поведінки частинок продукту в умовах, наближених до промислових та можливість корегування режимів керування пневмомережею в умовах реального часу.

У вертикальній трубі рух дисперсного середовища характеризується двома зонами:  $l_1$  – ділянкою прискореного руху, де концентрація частинок знижується від основи до вершини, та  $l_2$  – ділянкою стаціонарного руху, де швидкість і концентрація частинок є сталими. Відповідно до [2], об'ємна концентрація твердих частинок у потоці  $\beta$  коливається в межах від 0,01 до 0,04 (до 4%). Для регулювання потоку стисненого повітря в системі обрано контур керування зі зворотним зв'язком за струмом (4..20 мА), що дозволяє змінювати керуючий сигнал в діапазоні 0..5 с. Система керування (рис.1) включає пневмоавтоматичні компоненти: драйвери серії 130 для керування пропорційними розподільниками AP (2/2), електронний датчик/реле тиску серії SWCN та бустер 40M2L100A120MC02. ШІМ-сигнал, що генерується драйвером у замкнутому контурі регулювання струму 4..20 мА, забезпечує частоту модуляції до 500 Гц на котушці соленоїда електромагнітного клапана, який регулює подачу стисненого повітря в систему вертикального каналу.

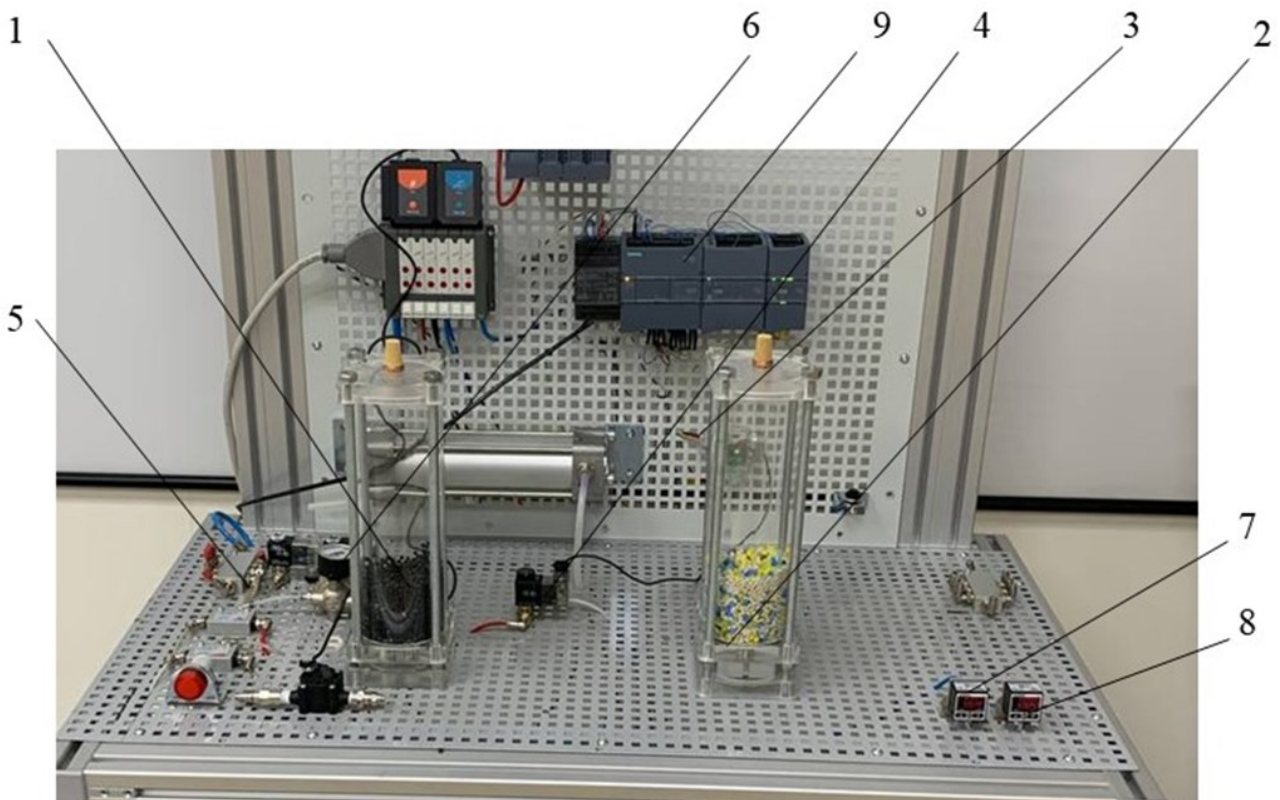


Рисунок 1. Загальний вид експериментальної установки

Можливість встановлення змінних режимів підведення стисненого повітря, а також корегування в режимі реального часу в експериментальному стенді реалізовано за рахунок пристрою формування ШІМ-сигналу (рис.2), для можливості прямого управління пропорційними розподільниками за допомогою типових аналогових сигналів.

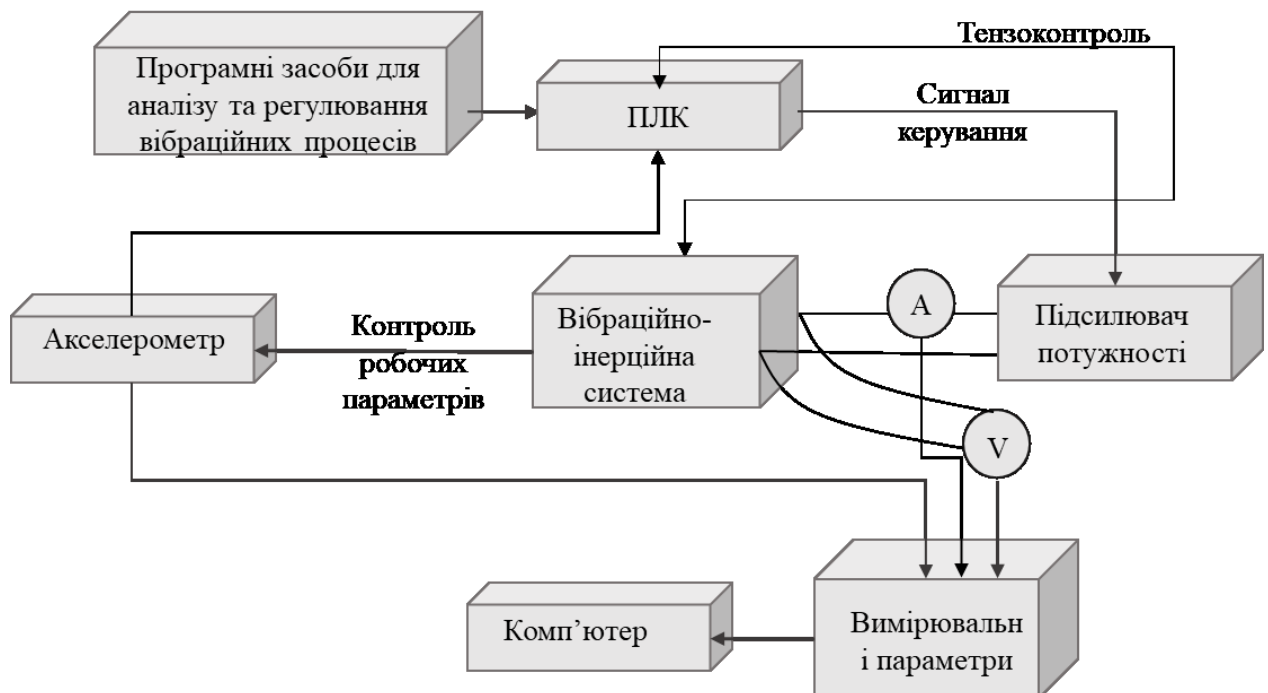


Рисунок 2. Структурна схема керування експериментальною установкою

Електронний пристрій управління пропорційними клапанами Серії 130 дозволяє керувати будь-яким електромагнітним клапаном при максимальному струмі до 1А, зокрема серією AP 2/2.

## Висновки

Проведене дослідження було спрямоване на аналіз впливу параметрів пневмотранспорту на поведінку дрібнодисперсних продуктів у вертикальному каналі. Результати дослідження показали, що характер руху частинок у каналі значною мірою залежить від режиму подачі стисненого повітря, геометричних параметрів каналу та властивостей самого продукту.

Аналіз експериментальних даних свідчить про те, що зміна тиску та частоти імпульсів стисненого повітря суттєво впливає на швидкість і характер руху частинок. Зокрема, було встановлено, що оптимальний режим транспортування для досліджуваних продуктів досягається при тиску в діапазоні 1,7-2,5 бар та частоті імпульсів 0,1-1,3 Гц. При таких параметрах спостерігається максимальна кількість активних частинок та стабільний процес транспортування. Розроблена математична модель дозволяє описати процес руху частинок у каналі з урахуванням їх взаємодії зі стінками та між собою. Модель передбачає можливість розрахунку траєкторій руху частинок та визначення оптимальних параметрів процесу. Порівняння результатів моделювання з експериментальними даними показало адекватність розробленої моделі.

Отримані результати мають важливе практичне значення для оптимізації процесів пневмотранспортування в харчовій промисловості та інших галузях. Зокрема, вони дозволяють: зменшити енергоспоживання за рахунок вибору оптимальних режимів роботи; підвищити ефективність транспортування шляхом зменшення втрат продукту та зносу обладнання; розробити нові конструкції пневмотранспортних систем, адаптовані до конкретних продуктів та умов експлуатації. Перспективними напрямками подальших досліджень є: детальне дослідження впливу різних форм частинок на процес транспортування; розробка методів контролю та управління процесом пневмотранспортування в реальному часі за допомогою сучасних сенсорних систем і алгоритмів керування; дослідження можливості використання альтернативних робочих тіл (наприклад, газів з іншими властивостями) для підвищення ефективності процесу. Запропонований підхід до дослідження процесу пневмотранспортування може бути використаний для оптимізації технологічних процесів в різних галузях промисловості, що потребують транспортування сипких матеріалів.

## Література

1. Nghia Le Van, Kussyak V. A., Nguyen T. H. (2017) The Research on Threshold Values Determination of One Parameter Feedback in the Automated Friction Clutch Control Circuit for Truck Start-Up Process. Paper from the 10th National Conference on Mechanical Engineering, 8–9 Decem., Le Quy Don Technical University and Vietnam Association of Mechanic, Hanoi, Vietnam. Hanoi, LQDTU, 25–32.
2. Lee H.-W., Oh J.-S., Jung G.-H. (2000) A Study on Full Electronic Control of Automatic Transmission: Direct Active Shift Control. F2000A101: Materials of FISITA World Automotive Congress, Seoul, Korea, 1–6.
3. KryvoplyasVolodina, L. Gavva O., Volodin, S. Hnativ T. (2018) Dynamics of mechatronic function modules drives of flow technological lines in food production. - Ukrainian Journal of Food Science.- Kyiv.- Ukrainian Food Journal, Volume 7, Issue 4 p.660-669. DOI: 10.24263/2304- 974X-2018-7-4-16. URL: <https://nuft.edu.ua/doi/doc/ufj/2018/4/16.pdf>
4. Martens, M.; Boblan, I. Modeling the static force of a Festo pneumatic muscle actuator: A new approach and a comparison to existing models. *Actuators* 2017, 6, 33. <https://doi.org/10.3390/act6040033>
5. Lunze, J. *Regelungstechnik 1*; Springer Vieweg: Berlin/Heidelberg, Germany, 2016; Volume 11. URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-52678-1>

## Механізм реалізації вибіркового переносу за рахунок поверхневого структурування під час тертя мідних сплавів

Кадомський С.В.<sup>1</sup>, Друченко В.С.<sup>2</sup>, Кадомський А.С.<sup>3</sup>

1 – Національний університет харчових технологій (НУХТ), Київ, Україна

2 – Національний технічний університет «КПІ ім. Ігоря Сікорського», Київ, Україна

3 – Національний університет харчових технологій (НУХТ), Київ, Україна

**Вступ.** Одною з основних проблем сучасного машинобудування є підвищення надійності і довговічності деталей і вузлів механізмів, наряду с постійним зниженням металоємкості конструкцій. Актуальність проблеми постійно підвищується в зв'язку з підвищенням вимог до виготовлення виробів, необхідністю економії дефіцитних коштовних кольорових металів і сплавів і, як наслідок, заміни їх на економічно більш вигідний варіант. Одним з перспективних варіантів є вдосконалення процесу виробництва за рахунок підбору матеріалів, технологічних режимів їх виготовлення з метою реалізації в вузлах тертя Вибіркового переносу (ВП) [7,8].

**Актуальність.** Різноманітність процесів відбуваються в вузлах тертя, а також багатоваріантність умов, флуктуації і розподілу елементів реагуючих речовин, енергетичного поля і поєднань взаємодіючих матеріалів призводять до того, що виникнення і межі стійкого протікання вибіркового переносу (ВП), який виникає при терті мідних сплавів, призводить до суттєвого зменшення енергетичних і матеріальних витрат і вимагає подальшого вивчення з метою покращення стабільності роботи вузлів тертя, як в умовах реалізації вибіркового переносу, так і без.

**Матеріали і методи.** В ході досліджень будуть використані загальні методи наукового пізнання:

1. Метод теоретичного дослідження (аналіз і синтез інформації по темі дослідження);

2. Метод емпіричного дослідження; проведення досліджень зношування зразків різних кольорових металів у сполученні на машині тертя. Результати та обговорення.

Розглядаються умови існування та механізм вибіркового переносу, який визначає утворення поверхневих шарів, з позиції внутрішнього окиснення та динаміки відновлення міді внаслідок твердофазних реакцій між продуктами трибодеструкції контактуючих матеріалів.

Засобом поліпшення характеристик трибосистем у харчовій промисловості є ініціювання в зоні тертя вибіркового переносу (ВП). Результати досліджень з виявлення впливу коефіцієнта взаємного перекриття, концентрації розчиненого в зовнішньому середовищі кисню та фазового складу продуктів зносу дали змогу встановити основні фактори, які визначають перебіг ВП під час тертя мідних сплавів [1,8]. Основною і необхідною умовою є існування хімічного потенціалу кисню, який забезпечує стійке проходження окисно-відновних реакцій, що сприяють появі в зоні контакту іонів міді, заліза, та інших легуючих компонентів.

Процеси, які відбуваються під час тертя, суттєво прискорюють фізико-хімічну взаємодію матеріалів, дифузійний перерозподіл елементів біля поверхні тіл тертя, які визначаються такими факторами: існуванням градієнту температур (ефект Соре), деформуванням поверхневого шару (ефект Конобєєвського), а також існуванням змін концентрацій хімічного потенціалу у просторі (закони Фіка). Оскільки товщина вторинних структур незначна, то основну роль на дифузійний перерозподіл елементів буде відігравати хімічна взаємодія поверхневого шару мідного сплаву з активними елементами середовища і насамперед розчиненого в рідині кисню [2].

Питанням взаємодії мідних малолегованих оловом, титаном або марганцем сплавів з киснем присвячено багато робіт, авторами яких було встановлено, що на поверхні під час такої взаємодії утворюється збагачений міддю прошарок, а під поверхнею утворюється зона внутрішнього окиснення легуючого елемента. Тільки під час дослідів бронз, що мають понад 3 % алюмінію, на поверхні утворюється окисна плівка, що має чудові захисні властивості. Утворення зони внутрішнього окиснення можливе з таких причин: мідь здатна розчиняти в

собі велику кількість кисню; рухливість атомів кисню в міді або в мідному сплаві більша за рухомість атомів легуючого компонента, абсолютне значення вільної енергії утворення оксиду легуючого металу більше енергії утворення  $\text{Cu}_2\text{O}$  або  $\text{CuO}$  [3]. В роботі О. Кубашевського, Б. Гопкінса [4] було встановлено, що на початковій стадії окиснення утворюється плівка оксиду, яка складається з оксиду менш благородного металу. Однак якщо легуючий елемент ліганду (Me) наявний у невеликій кількості, то ця реакція, внаслідок збіднення поверхневого шару зразка металом Me, може припинитися. В подальшому реакція буде проходити внаслідок окиснення основного компонента сплаву Mt під час його дифузії крізь прошарок  $\text{MeO}_x$  з утворенням на його поверхні оксиду  $\text{MtO}_y$  (рис. 1). Швидкість реакції буде визначатись при цьому швидкістю дифузії компоненту  $\text{Mt}$  крізь катіонну решітку легуючого компонента.



**Рис.1. Схема утворення зони внутрішнього окиснення за О. Кубашевським, і Б. Гопкінсом:**  
1 – дифузія атомів всередині сплаву; 2 – іонізація атомів Me з утворенням іонів та електронів; 3 – дифузії іонів Me та електронів у прошарку  $\text{MeO}_x$ ; 4 – іонізація атомів ліганду Mt з утворенням іонів та електронів; 5 – дифузії іонів Mt та електронів у прошарку  $\text{MeO}_x$  і  $\text{MtO}_y$ ; 6 – адсорбція кисню на межі метал-рідина; 7 – іонізація адсорбованого кисню; 8 – дифузії іонів кисню в шарі оксиду; 9 – реакція взаємодії іонів Me з  $\text{O}^{2-}$ ; 10 – реакція взаємодії іонів Mt з  $\text{O}^{2-}$ . [6]

Ці закономірності були вивчені за стаціонарних умов, а тертя, як динамічний процес, буде накладати на внутрішнє окиснення свої особливості. Існуючий температурний градієнт, а також підвищення температури збільшують порівняно із стаціонарними умовами коефіцієнти дифузії, що значно впливає на швидкість зростання зони внутрішнього окиснення. На ці процеси впливають також деформування поверхневих шарів та ефект Киркендола (Kirkendall E.), внаслідок якого потік атомів легуючого елемента має більшу швидкість дифузії, ніж основний метал, що сприяє прискоренню першого етапу – утворенню окисної плівки легуючого металу. Під час тертя структури, в яких існує перевага легуючого елемента швидко спрацьовуються. Внаслідок неможливості відновлення їх (висока хімічна активність, велике значення вільної енергії утворення) на поверхні формується шар з багатократним перевищенням міді та її оксидів. Навіть щільна плівка оксидів  $\text{Al}_2\text{O}_3$  під час механічної активації легко спрацьовується і зона її впливу швидко зникає. Як було показано багатьма авторами, під час тертя утворюються продукти трибодеструкції, до складу яких входять оксиди різних металів [6]. Однак мало ймовірно, щоб у зоні контакту, де існують підвищені температура і тиск, вони б існували без взаємодії одне з одним. Через їхню дисперсність і високу температуру в контакті створюються сприятливі умови для швидкого перебігу реакцій, механізм яких може бути доволі складним. Ці реакції сприяють утворенню сполук дуже високих порядків і належать до загального класу реакцій у твердому стані які суттєво відрізняються від гомогенних реакцій в рідкому стані. Вивченню цих реакцій були присвячені роботи В. Джоста, К.Хауффе, Дж. Хедвалла (Jost W., Hauffe K., Moro G., Hedwall J.A.) Варто визначити, що взаємодія іонів Cu і легуючих компонентів сплаву під час тертя буде визначатись механізмами твердофазних трибокатоалітичних реакцій (з'єднання, заміщення, відновлення). Швидкість реакцій у твердому стані визначається дифузиею компонентів у зоні контакту та відведенням продуктів реакції з неї. Під час тертя в зоні контакту умови для

твердофазних реакцій значно поліпшуються. Відбувається деформація, внаслідок якої спотворені кристалічні ґрати підвищують свою реакційну здатність. Внаслідок цих реакцій відбувається відновлення міді та подальше окиснення легуючих компонентів. Процес буде проходити доти поки не буде встановлена стаціонарна рівновага, яку можна визначити як константу рівноваги, згідно з формулою Больцмана, за зміною ентропії реакції. Напрямок ходу реакції можна визначати відповідно до вільної енергії утворення або термодинамічного потенціалу. Швидкість перетворення з участю твердих тіл при досить швидких реакціях залежить тільки від рухомості частинок і перепаду концентрації компонентів. Враховуючи, що під час тертя утворюються дрібнодисперсні частки внаслідок спрацювання, велику роль буде відігравати поверхнева дифузія. Так для часток діаметром 1 мкм одна тисячна частка цих іонів буде на поверхні [6]. Для продуктів спрацювання, які мають розгалужену зовнішню і внутрішню поверхні, можлива також фольмерівська дифузія цілих груп атомів, які не мають змоги рухатися всередині кристала. Внаслідок цих реакцій відбувається відновлення міді, крім того, мідь може відновлюватись завдяки взаємодії з продуктами трибодеструкції вуглеводів (галогеноводнями).

Атоми відновленої міді мають низьку температуру епітаксії [6], високу каталітичну та адгезійну активність, внаслідок чого відбувається їх конгломерація, що зменшує поверхневу енергію та осадження на активованих тертям поверхнях. Поверхнева пластифікація, взаємодифузія прискорюють утворення молекулярних зв'язків з ювенільною поверхнею металу. Внаслідок дискретності процесу, великої кількості центрів зародження поверхня, що утворюється, буде мати значну кількість вакансій, пор, порожнин, які заповнюються зовнішнім середовищем. Під час миттєвих флуктуацій тиску вона буде видавлюватися з порожнин внаслідок їх обтискання, частково переводячи процес тертя з граничного в гідродинамічний.

Завдяки тому, що кисень легко розчиняється в міді, він може легко проникати й утворювати шари внутрішнього окиснення. Утворення такого шару показано в роботах [6,7]. Перерозподіл концентрацій міді та легуючого елемента сприяє утворенню границь поділу вглиб тіла тертя на кілька зон: поверхневий прошарок – servovit-stratum, прошарок максимального внутрішнього окиснення – debris-stratum, прошарок поступового окиснення – conductor-stratum, властивості якого плавно змінюються в бік основного металу (рис. 2).

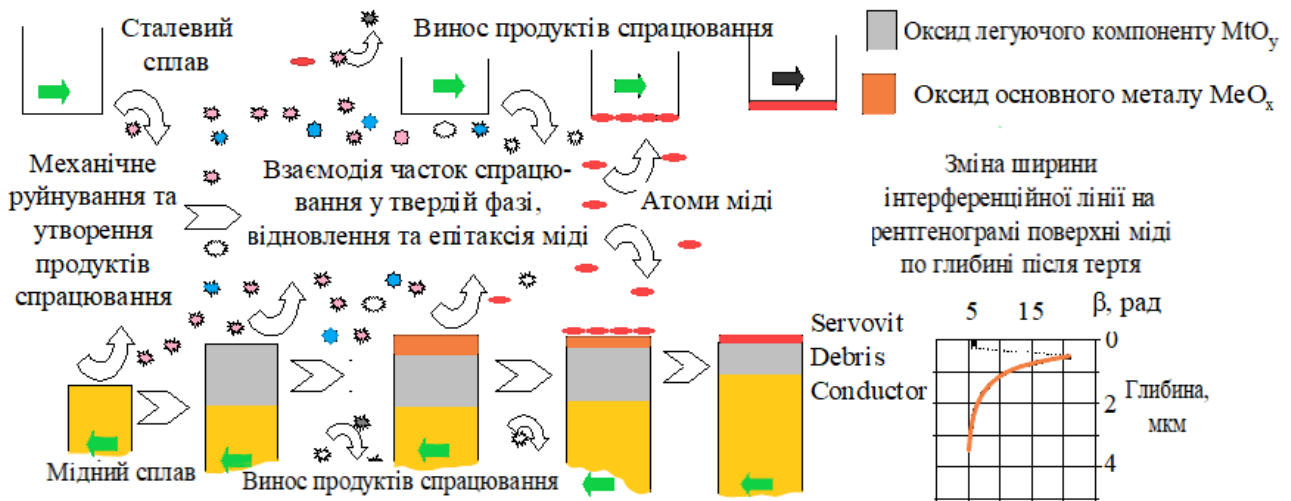


Рис.2. Схема фізико-хімічної модифікації поверхні мідних сплавів під час тертя в умовах реалізації вибіркового переносу

Servovit-stratum різко зменшує контактні напруження, заліковує концентратори напружень і, якщо створити умови для його постійного відновлення то спрацювання суттєво знижується й іноді, у замкнених об'ємах, може зупинитися зовсім.

Debris-stratum – прошарок, який визначається ступенем хімічної взаємодії з киснем, розчиненим у навколишньому середовищі. Він захищений servovit-stratum, внаслідок чого швидкість його руйнування значно зменшується. Існування debris-stratum сприяє зменшенню прогинання та деформації поверхні металу внаслідок окиснення, що підвищує твердість і як наслідок зносостійкість. У зв’язку з тим, що мідь більш благородний метал порівняно з легуючими елементами, вона не вступає в хімічну реакцію у debris-stratum, внаслідок чого швидкість її дифузії до поверхні на кілька порядків вища, ніж у легуючого металу, що теж покращує розподіл елементів сплаву під час їх дифузії в біля поверхневих шарів, під час механічної активації внаслідок тертя.

Процес ВП має можливості до саморегулювання. Із зменшенням товщини “servovit” повніше окислюється “debris-stratum”, що, у свою чергу, сприяє відновленню та прискорює вихід на поверхню нових порцій неокиснених металів і, як наслідок прискорює твердофазні реакції, які зумовлюють появу більшої кількості міді на поверхні.

**Висновки.** На основі проведеного аналізу можна коротко описати механізм вибіркового переносу в умовах нормального механо-хімічного спрацювання: поверхневий шар мідного сплаву окислюється, диспергується, утворює дрібні частинки, які стають компонентами твердофазних реакцій, внаслідок яких відбувається відновлення міді, що в атомарному стані осаджується на активованій тертям поверхні. Процеси відновлення сприяють до збільшенню часу “життя” мідних атомів на поверхні та в зоні контакту, причому передумовою процесу є оптимальний ступінь окиснення початкової поверхні мідного сплаву та залізного контртіла, що визначається умовами доступу кисню в зону хімічної модифікації поверхонь. Частина продуктів (остаточно пасивованих у результаті хімічних реакцій), покидають зону контакту. Їх винесення зумовлює спрацювання пари тертя.

Завдяки процесам відновлення це спрацювання буде значно нижче ніж спрацювання без існування такого механізму в зоні контакту. Стаціонарне проходження ВП зумовлюється подальшою дифузією міді з основного металу крізь прошарки приповерхневої товщини металу.

## Література

1. Кіндрачук, М. Трибологія [Текст]/ М. Кіндрачук, В. Лабунець, М. Пашечко, Є. Корбут. – К.: Вид-во Національного Авіаційного університету «НАУ-друк», 2009. – 232 с.
2. Аксенов А. Ф. Тертя та зношування металів у вуглеводних рідинах. [Текст] / А. Ф. Аксенов. – К.: Київський інститут інженерів цивільної авіації, 1977. – 151 с.
3. Hauffe, K. Reactions in Solids and on Their Surfaces. [Текст]/ К. Hauffe, – М.: Izdatinlit., 1963. – т.2, – 27
4. Oswald Kubaschewski, Bernarr Eugen Hopkins; Oxidation of Metals and Alloys Publisher, Academic Press ; Original from, the University of California. 1953 – 312 p.
5. Костецький, Б., Натансон М., Бершадський Л. Механо-хімічні процеси при граничному терті [Текст] / Б. Костецький, М. Натансон, Л. Бершадський – К.: Наука, 1972. – 171 с
6. PHYSICS OF THIN FILMS Advances in Research and Development. Guest Editors MAURICE H. FRANCOMBE. Research and Development Center Westinghouse Electric Corporation Pittsburgh, Pennsylvania and RICHARD W. HOFFMAN Department of Physics Case Western Reserve University Cleveland, Ohio. ACADEMIC PRESS New York and London 1971. 390p
7. Кадомський С.В., Друченко В.С. Роль шорсткості в процесах стаціонарної поверхневої взаємодії під час тертя мідних сплавів в умовах реалізації вибіркового переносу // 11th International Specialized Scientific and Practical Conference “Trends in lean food production and packaging”, October 25, 2022, Kyiv, Ukraine, P. 99-103
8. Рибаківа Л.М., Куксенова Л.І. Структура і зносостійкість металів. [Текст]/ Л.М. Рибаківа, Л.І Куксенова – М.: Машинобудування, 1982. – 212 с.

УДК 741/744

УДК 7.012:766]:621.798

## **Візуалізація в Lean-технологіях і дизайні пакувань**

**Кадомський С.В., Степанець В.В., Морфлюк-Щур В.В.**

*Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна*

### **Вступ**

Із візуальною інформацією маємо справу чи не всюди: в ЗМІ, правилах дорожнього руху, схемах аварійного виходу, картах проїзду, інструкціях до побутової техніки, поліграфії, рекламі, тощо. Зображувально-інформаційна графіка є візуальним способом висвітлення інформації в поліграфічних технологіях і особливо в пакуванні харчових продуктів. Вона трансформує вербальні відомості в зорові, надає їм графічної форми, візуалізує складні для текстового викладу дані, конкретизує і поглиблює розкриття змісту через встановлення візуальних зв'язків. Попри те, що більшість авторів ототожнює їх, поняття «інфографіка» та «візуалізація» мають відмінності. Останнє є ширшим, представляє певний дизайнерський матеріал, історію, подану в наочній формі. Йдеться не лише про зображення, графіки, а про особливий спосіб відтворення даних, їх композицію, komponування згідно із поставленими завданнями.

Візуалізація – складова частина графічного дизайну. Візуальне сприйняття в своїй основі послуговується принципами та методологією гештальтпсихології, основи якої в 1920-і роки заклали психологи Wolfgang Köhler, Kurt Koffka [1], Max Wertheimer [2]. Питаннями «візуальної культури» і «візуального мислення» в художньому мистецтві було введено в науковий обіг ще в 1954 р. – Rudolf Arnheim [3]. Його дослідження продовжують Temple Grandin with Betsy Lerner [4]. В наш час з'явилися роботи Dan Roam [5] по візуальному мисленню в галузі маркетинга. В основі методики Дена Роема лежить ідея, що будь-яке бізнес-завдання чи життєву проблему простіше вирішити, представивши її у візуальному вигляді, за допомогою малюнка, схеми, структури тощо. Для цього не треба бути художником, прості ескізи можна намалювати навіть на серветці. Візуалізація полегшує сприйняття інформації, якої ми отримуємо надто багато. Багато уваги приділяє візуальній семантиці інфографіки Alberto Cairo [6]. Ролі візуальної культури в сучасному житті присвячені роботи А. Бойлен А. [7] і В. Соломатової [8]. В той же час візуальний складник оформлення поліграфічних і пакувальних матеріалів досі необґрунтовано випадає з поля зору дослідників.

**Актуальність теми дослідження.** Безупинний потік інформації отримуваної людиною з різних джерел інформації з одного боку є необхідним, із іншого ж – свідомість не може охопити все, що оточує нас, відсортувати та відібрати необхідне, сформувані власний, потрібний нам контент. Тому як захист від інформаційного перевантаження отримують перевагу візуальні «гештальт» методи сприйняття повідомлень, при якому отримана візуальна інформація перероблюється на підсвідомому рівні. Людина з усього розмаїття повідомлень сприймає фрагменти, які відбиваються в пам'яті, й акцентує увагу на деяких із них. Ланцюг «зображення-заголовок-текст» відповідає принципам такого мислення, адже графічний контент зацікавлює людину своєю виразністю, емоційністю, фактичністю, деталізацією, яскравістю, інтригою, іншими властивостями. Зміна орієнтації свідомості призводить до того що змінюються стереотипи сприйняття інформації. Все менше люди хочуть сприймати простий текст і все більше віддають перевагу методам візуальної семантики, що призводить до того, що сьогодні весь цивілізований світ дуже уважно вивчає та досліджує інформаційні аспекти візуального дизайну.

## Методи дослідження

При постановці мети та визначенні завдань дослідження використовувався системний підхід. Він забезпечив розгляд дизайну споживчої упаковки як єдиного цілого з узгодженим функціонуванням усіх її елементів. Типологічний метод використовувався при аналізі зразків стандартної та ексклюзивної упаковки, з його допомогою виявлено функціональні особливості та естетичні характеристики упаковки.

## Результати дослідження та їх обговорення

Сучасні візуальні образи мають давню історію. Візуалізації різних форм інформації застосовувалися з давніх часів. Найпростішою формою візуалізації були жести, артикуляції, наскальні малюнки, пізніше ієрогліфи, плани, карти, реклама [9]. Зображення – одне з головних і найдавніше джерело інформації: саме ними інформація передавалася від покоління до покоління, ще задовго до виникнення писемності, що і призвело врешті решт до її зародження. Вивчення наукових положень, концепцій і моделей дає підстави для комплексного дослідження візуального контенту як нового способу відтворення даних, якого вимагає сучасний споживач. Проведений аналіз засвідчує відсутність у сучасній науковій спільноті більш-менш сформованої концепції візуального контенту, а тим паче системного уявлення і цілісного формулювання, здатного усвідомити його роль.

Актуальність обраної теми обумовлена розвитком візуальних технологій, що призвело до нових підходів на відтворення візуального контенту в друкованих та електронних ЗМІ, по-друге, пов'язана зі зростанням ролі пакування, що призводить до більш високих вимог візуалізації і графічному дизайні пакування, як системи ЗМІ. Конвергенція медіа, гіпертекстуальність сучасного суспільства, вихід візуального мислення на новий рівень вимагає нових підходів до моделювання пакування, оптимізації нових способів подання інформації, що й зумовлює своєчасність і дієвість візуалізації даних. Сучасні медіапродукти, зокрема пакування, мають не лише допомогти споживачеві в отриманні необхідних відомостей, але й відповідати рівневі суспільного розвитку, використовувати на своїх сторінках технології та методики, які є звичними для сучасного споживача відповідної продукції, послуговуватися формами та дизайном, до яких споживач звик в оточуючому просторі. Акцентування на подання інформації через візуальні засоби зумовлено тим, що сучасний споживач з візуальних методів представлення інформації отримує місткіші відомості, запам'ятовує таку історію швидше, на більш тривалий час із меншими зусиллями. Спосіб візуалізації визначається можливостями сучасних технологій, творчим мисленням, культурними традиціями певного прошарку суспільства, тематикою, рівнем підготовки споживача до сприйняття тієї чи іншої інформації.

Візуалізація інформації має відповідати збільшеним обсягам загальнодоступних даних як когнітивний фільтр, як збільшувальна лінза розуміння, і вона ніколи не зобов'язана додавати зайвої інформації до цього потоку. Не всяку візуалізацію слід вважати позитивним кроком вперед. Проста передача даних у візуальній формі, що не дає додаткової інформації, або – що навіть гірше – ускладнює його, є недопустимою.

Правильний вибір способу візуалізації пов'язаний з метою отримання бажаної реакції споживача. Якщо потрібно показати зміни у часі, тоді варто використовувати структурне подання інформаційних даних. Форми і види пакувань суттєво відрізняються одне від одного, як формою, кольоровою гамою, принципами подання інформації. Різні види візуалізації, дозволяють проявити які дають можливість виконати різноманітні завдання. Для споживача важливий не спосіб візуалізації, а дані, які демонструють характеристики продукту, їх зіставленість і зрозуміле відображення.

Традиційно текст вважають основним носієм змісту будь-якої видавничої діяльності, при цьому зображальній формі представлення інформації відводять роль допоміжного інструмента відображення контенту. Але, навіть без досліджень зрозуміло про втрату попиту

на поліграфічну продукцію що в наш час. В той же час розширюється і стає більш витонченою поліграфічна продукція пов'язана з пакуванням харчових продуктів. І хоч поліграфія пакування має не тільки інформаційну але і рекламну мету, що розрахована не на одnodенний попит. Тобто споживач неодноразово, виглядає продукт, що сподобався на полках супермаркета. Пакування сьогодні є одночасно рекламним і інформаційним додатком до товару.

Зв'язок семіотичної системи з вивченням контенту ЗМК (Lean технології, поліграфія, наукові дослідження) не є чимось новітнім. Робота J.Bertin, M.Varbu [10], визначає теоретичну основу візуалізації інформації і сьогодні. Вчений ввів концепцію «образу» (Image), а також пояснив рівні зчитування інформації. На його думку, образ – виразна візуальна форма, що розпізнається за мінімальний час. Тобто, якщо людина відразу може зрозуміти, що зображено у візуальному повідомленні, то вона сприймає образ. Існує три рівні сприйняття візуального образу: елементарний, проміжний і загальний. На елементарному рівні ставляться питання: як, чому? На проміжному, що саме відбувалось? Загальний рівень потребує відповіді на питання: що відбувалось протягом певного періоду? Правильно побудований візуальний образ має давати швидко відповідь на питання всіх трьох рівнів. Цю концепцію ми будемо враховувати під час експериментального дослідження пакувань.

У багатьох випадках поліграфічне оформлення пакування харчових продуктів оперує лише тим, що передає споживачеві у візуальному вигляді. Відмінність індивідуального дизайну пакувань даних від традиційного, що подає ту частину інформації, яка відповідає дизайнерській політиці та дизайнерському задуму, полягає в повноті висвітлення інформації, оскільки вона оперує всім масивом відомостей із теми, залучає експертів харчової промисловості, офіційну статистику, передісторію, суміжні проблеми тощо. Такий дизайн формує повідомлення поєднанням традиційного «чуття на новини» та спроможності розповісти переконливу історію візуальним оформленням пакування, заголовками, шрифтовою графікою, кольором, залученням різної інформаційної джерельної бази, зв'язком із конкретною особою. Такі відомості стають не лише джерелом інформації, але й інструментом, за допомогою якого дизайнер формує імпульс споживання, розповідає певну історію (супроводжувальні ілюстрації, колір, форма, візуальний ряд продукції обраного бренду, що завжди насичується емоційними спогадами і призводить до передбаченої поведінки споживача .

Ми вважаємо, що форми візуальної комунікації є усталеним складником, який у композиції пакування разом з іншими виконує певне функціональне призначення відповідно до поставленого завдання. До форм візуальної комунікації дизайнерського пакування відносимо графічні нормативи (символи), малюнки, інфографіку, фотографії, типографіку. Функціональне призначення візуальних форм полягає у створенні комунікації різного роду. Відповідно до мети, теми, завдань дизайнерського матеріалу, концепції пакування, споживчих вподобань застосовуються різні способи подання візуального контенту: композиційні закони та закономірності (розташування в просторі сторінки, розвороту, дизайну в цілому, просторовість, послідовність візуальних об'єктів); візуальні дослідження, наукові презентації; візуальні історії; характеристики (портрет) об'єкта чи персони, складові частини, особливості, функції; хронологія події, розвиток події в часі; довідки, поради, порівняння, рейтинги.

Розвиток сучасних технологій виготовлення друкованої продукції, опрацювання даних, можливості їх відображення обмежуються лише творчими здібностями дизайнера та його просторовим баченням, від якого залежить ступінь візуалізації і повноти подання фактичних відомостей. Технології друку пакування харчових продуктів забезпечують високу якість відтворення графічної інформації будь-якого ступеня складності. Існують бази зображень, комп'ютерні програми дають змогу здійснювати монтаж, послуговуватися певними ефектами, аналізувати значну кількість цифрової інформації і лише від дизайнера залежить, результат і спосіб її подачі.

Пакування виконує наступні функції: формує попит на товар і надає споживачам необхідну інформацію. Забезпечує і підтримує збут. Основний принцип візуально-рекламної

діяльності на пакуванні є головна запорука успіху - запуск у постійний обіг реклами, яку споживач запам'ятовує, ототожнюючи з конкретним товаром, створює довіру до товару і його виготовлювача, враховує потреби споживчої аудиторії. Графічний дизайн пакування передбачає вивчення й аналіз психології споживача і його мотивацій при виборі, презентує облік підприємства. Зокрема, призначення корпоративної реклами - покращення репутації і популярності фірми. Вирішується ця задача за допомогою «фірмового стилю» (корпоративної ідентичності:) - набору кольорних, графічних і словесних констант, що забезпечують візуальну та значеннєву єдність товарів і послуг; а також усієї вихідної від фірми інформації, її внутрішнього і зовнішнього оформлення. Тільки на основі єдиного фірмового стилю можливе створення «фірмового товару». Індивідуальне оформлення пакування створює визначений образ (імідж) даного товару. Завдяки пакуванню з'являється можливість відрізнити даний товар від продукції фірм-конкурентів. Те ж завдання виконує марочна (фірмова) назва, покликана цілком відповідати властивостям товару і смаку потенційного покупця. Сприяє підвищенню естетичного рівня споживача. Будь який дизайн пакування має освітній характер, який кожен день впливає на формування мистецьких і естетичних смаків людства.

Візуальний образ пакування хоч і є цілісним утворенням, але складається з різнорідних за будовою та функціоналом інформаційних елементів, які самі по собі незрозумілі та незв'язні. І тільки коли вони проаналізовані, осмислені, згруповані, ранжовані за певними критеріями, може бути сформована візуалізація, яка легко формує семантику зорового образу в цілому. Тож можемо стверджувати, що візуальна форма виникає із даних (як її ключовий структурний елемент). Форма пакування також є єдиним засобом успішності повідомлення – наочно подає його зміст, нюанси, емоційність, прагнення, проблему. Форма, її структура та зовнішня оболонка є тим, що відтворює зміст видання. Пакування як цілісна композиційна одиниця призначено для забезпечення комунікативної функції – функції спілкування, для чого послуговується мовою наочних образів [11].

Візуалізація – потужний інструмент для аналізу, розкладання цілого на частини. У такий спосіб демонструється зв'язок між елементами, об'єктами, їх взаємоперехрещення всередині набору даних, виявлення характерних особливостей. Правильно зроблена візуалізація товару на пакуванні розкриває характерні особливості, устрій об'єкта, його структуру, ієрархію зв'язків та понять. Детальна характеристика товару складається у візуалізацію портрета особистості. Складні дослідження понять, вицленовування в них ключових слів формує хмару тегів – текстову візуалізацію.

Для прочитання та створення візуальної інформації потрібно розуміти семіотичні закони функціонування візуального образу. Необхідно враховувати його конотативне значення в контексті взаємодії з іншими образами. Для тлумачення візуальної інформації важливу роль відіграє історія існування візуального коду та стереотипу.

Відповідно і методика візуального дизайну пакування повинна відштовхуватися від цих аспектів, а саме: однозначне сприйняття візуальних образів; вивчення соціально обумовлених аспектів сприйняття; створення ефективної комунікації зі споживачем яке базується на культурних і історичних традиціях; спираючись на словник стандартних знаків та сучасних візуальних кодів пакування.

Для цього під час оформлення пакування візуальна компетентність дизайнера повинна базуватися на [12]:

- вмінні перевести візуальні образи у вербальну мову чи навпаки (вмінні підібрати або створити зображення на основі вербальний текст;
- розумінні символічної природи візуального образу чи знака;
- знанні загальнолюдських та національних візуальних стереотипних образах-символах;
- обізнаності з візуальними метафорами\* сучасного медіаконтенту;
- трактуванні смислового навантаження композиції;
- розробці комунікативних ідей;
- оригінальності – створенні власної візуальної інформації;
- вмінні мотивувати доречність форми подачі інформації.

Візуальні метафори пояснюють складні поняття через образи чи інші поняття, формують додаткові уявлення через ключові характеристики для кращого розуміння, графічно організовують та структурують поняття.

Модель візуальної компетентності повинна стати основою для започаткування засобів організації виробництва візуальної інформації. Правила використання, прийоми та інструментарій візуального мислення формують технологічний процес в дизайні пакувань, який значно скорочує час на обробку інформації та робить її результат цікавим та значущим. Розробка інструментарію візуального мислення з врахуванням специфіки мас-медіа є актуальним завданням сучасного візуального дизайну.

Як і для більшості інших дизайнерських робіт, креативність, організованість, відданість справі та бажання проектувати є необхідними навичками для дизайнерів. Проекти, клієнти та продукти можуть відрізнятись, але потреба в індивідуально оформленому пакуванні залишиться.

## Висновки

Гарний та оригінальний дизайн упаковки – сьогодні важливий атрибут бренду, це не просто тара для продукту, це канал комунікації з аудиторією та найсильніший маркетинговий інструмент.

Створення привабливої упаковки неможливе без якісної емоційно-привабливого візуалізації графічного дизайну. Дизайнери-початківці часто дивляться на дизайн як на процес створення красивої картинки «прийшов - намалював - передав у розробку». В результаті виходить неефективний, хоч і гарний проект, який не вирішує ні проблеми виготовлювача продукту ні його споживачів. Робота графічного дизайнера починається не зі створення обгортки, а набагато раніше, і не закінчується разом із релізом, а продовжується весь час існування продукту. При цьому зображенню відводять роль допоміжного інструмента відображення рекламно-інформаційного контенту. Хоча терміни «візуальна культура», «візуальне мислення» ввійшли в науковий обіг ще 70 років тому [Арнхейм], проте візуальний складник матеріалів графічного дизайну необґрунтовано випадає з поля зору дослідників (у порівнянні з логіко-абстрактним мисленням побудованим на основі вербального). Частковим поясненням тут може слугувати те, що візуальні комунікації пронизують наскрізь наше життя як на підсвідомому так і свідомому рівнях, і входять нерозривним чином рекламні і інформаційні технології, психологію мистецтва та наукової діяльності, соціально-культурної комунікації.

Проектування дизайну, що відповідає вимогам часу і запитам своїх споживачів означає виконання трьох взаємозалежних завдань, що відповідають головним складникам загальної архітекτονіки: утилітарно-функціонального, структурного, конструктивно-технологічного. Уся сукупність текстових і зображальних матеріалів у дизайні поєднується, візуалізується у цілісність, а композиція (як система, як засіб) «дає просторове існування слову», коли виникає повне і логічне єднання, взаємодія композиції самого пакування, композиції архітектонічної, що виростає на основі конструктивної організації пакування, і композиції образотворчої, що існує начебто самостійно.

## Література

1. Kohler W, Koffka Kurt Principles of Gestalt psychology / K. Koffka – Routledge, 1935. – 732 р.
2. Max Wertheimer *Productive Thinking*. Harper, New York 1945. \ \ *Produktives Denken*. Deutsche Übersetzung von *Productive Thinking* durch Wolfgang Metzger. Kramer, Frankfurt 1957. ND 2019, hg. v. Viktor Sarris, ISBN 978-3-662-59820-7.
3. R. Arnheim *Visual thinking*. University of California Press The Regents of the University of California ISBN 0-520-01871-0 talk, paper Library of Congress Catalog Card Number: 71-76335; 6)

- [https://monoskop.org/images/e/e7/Arnheim\\_Rudolf\\_Art\\_and\\_Visual\\_Perception\\_1974.pdf](https://monoskop.org/images/e/e7/Arnheim_Rudolf_Art_and_Visual_Perception_1974.pdf)
4. Temple Grandin with Betsy Lerner Visual thinking. Riverhead books NY, 2022 – 378 p. An imprint of Penguin Random House LLC – ISBN: 978-059-354-311-5
  5. Dan Roam. The Back of the Napkin (Expanded Edition): Solving Problems and Selling Ideas with Pictures/ Dan Roam;- New York : Portfolio 2008. - 279 p.
  6. Каїро, А. Функціональне мистецтво. Вступ до інфографіки та візуалізації [Текст]: [навч. посіб.] / А. Каїро; – Л.: Укр. катол. ун-т, 2017. – 349 с. Пер.: The functional Art: an introduction to information graphics and visualization / Alberto Cairo. – 2013. – ISBN 978-966-2778-75-5
  7. Бойлен А. Візуальна культура / А. Бойлен – К.: ArtHuss, 2021. – 208с. - ISBN 978-617-779-965-7
  8. Соломатова, В. Парадигма візуального в сучасній культурі [Текст]: монографія / В. Соломатова. – К.: КНУКіМ, 2020. – 234 с.
  9. Кадомський С., Штефан Є. Логіка становлення ключових первісних форм текстово-ілюстративної інформації. Сучасне репродукування: інжиніринг, моделювання, мульти-та кросмедійні технології. // Матеріали науково-практичного семінару каф. репрографії КПІ ім. І. Сікорського, 23.X.2019 р. – К.: «Політехніка», 2019. – С. 51-56 ISBN 978-966-622-078-9
  10. Bertin J., Barbut M. Semiologie graphique: les diagrammes, les reseaux, les cartes / J.Bertin, M.Barbut [et al.]. – Paris: Gauthier. – Villars, 1967
  11. Таміла Силенко, Сергій Кадомський. Художнє оформлення пакування, загальні принципи. // Матеріали 89 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів "Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті", 3-7 квітня 2023 р. – Київ: НУХТ. – Ч.2. с.54 [https://conference.nuft.edu.ua/young/index\\_ua.htm](https://conference.nuft.edu.ua/young/index_ua.htm)
  12. Кадомський С.В. Логіка дизайн-процесу проектування екологічного пакування // Матеріали 12th International Specialized Scientific and Practical Conference “Trends in lean food production and packaging”, September 20, 2023, Kyiv, Ukraine“, с. 99-103

## Сучасні підходи побудови графічної композиції у дизайні пакування

Кадомський С.В., Хохлова Р., Морфлюк-Щур В.В.

*Національний університет харчових технологій, Київ, Україна*

### Вступ

Переважає більшість виробів, що існує на сьогоднішній день у світі потребує упаковки. Упаковка в сучасному світі є багато функціональною і виконує наступні функції: захисна, інформаційна, експлуатаційна, нормативно-законодавча, логістична, екологічна, естетична, маркетингова, тощо [1, 2, 3]. Індивідуальна упаковка є одним з елементів ідентифікації виробу та використовується, в тому числі, для вирішення його серед виробів-конкурентів. Тому створення нових видів надійних, естетично-довершених та обґрунтованих видів пакувальної продукції є актуальним завданням. 80% рішень щодо тієї або іншої купівлі приймається покупцем безпосередньо в місцях продажу, у маркетинговій стратегії просування товару саме дизайн пакування у взаємодії з іншими рекламними засобами відіграє вирішальну роль. Сьогодні покупка майже всіх товарів здійснюється в упакованому вигляді. Створення креативних дизайнів упаковок в наш час не є рідкістю, так як через велику конкуренцію різні бренди усіма силами намагаються привернути увагу споживачів до свого товару, тому зараз на полицях своїх магазинів спостерігається великий вибір різноманітних, не типових візуальних рішень щодо дизайну графічної частини та форми в упаковках.

**Актуальність теми дослідження.** Упаковка є віддзеркаленням традицій, менталітету та смаків суспільства у конкретний період. Останні десятиріччя свідчать про виокремлення пакувального дизайну України у спеціалізовану галузь дизайну, демонструють становлення окремих сфер виробництва, які забезпечують виробництво пакувальних матеріалів, виготовлення спеціального устаткування, розробку дизайну упаковки, тиражування упаковки за допомогою поліграфії тощо. Працюючи над упаковкою, дизайнерові необхідно постійно відстежувати зміни в естетичних, функціональних і технологічних вимогах, які сьогодні висуваються суспільством, ринком та виробництвом.

За обсягом виробництва пакувальна галузь багато в чому визначає стан і розвиток національної економіки певної країни. Збільшення обсягів виробництва упаковки пояснюється, зокрема, зростаючим асортиментом продукції, появою сучасних пакувальних матеріалів, нових видів упаковок та стрімким розвитком технологічних можливостей, а в нашій країні це також пов'язано з розширенням мережі супермаркетів. Потрібно зробити акцент на тому, що за рахунок збільшення асортименту товарів утворюється нова група продукції високої цінової категорії, яка потребує вже не стандартної, а ексклюзивної упаковки. Таким чином, актуальність дослідження визначається сучасним розвитком візуального дизайну споживчої упаковки в Україні, тим фактом, що після епохи масового тиражу та створення стандартних (типових) зразків упаковки все більше уваги приділяється елітній, ексклюзивній упаковці. Особливо важливим є визначення питання: як індивідуальний дизайн споживчої упаковки сприяє виявленню певних характеристик товару, тобто вирішенню завдання щодо створення образу продукту. Привернути увагу, утримати, надихнути до покупки, запам'ятатися споживачеві – це завдання грамотно зробленого пакування.

### Методи дослідження

При постановці мети та визначенні завдань дослідження використовувався системний підхід. Він забезпечив розгляд дизайну споживчої упаковки як єдиного цілого з узгодженим функціонуванням усіх її елементів. Типологічний метод використовувався при аналізі зразків

стандартної та ексклюзивної упаковки, з його допомогою виявлено функціональні особливості та естетичні характеристики упаковки.

**Основу дослідження** становлять роботи відомих учених, теоретиків та практиків упаковки та дизайну зокрема: В. Кривошея, В. Шредера, Н. Сбітнєвої, С. Яреми, О. Гавви[5], С. Федосова[4], В. Даниленка, закордонних вчених Дж. Ф. Ханлона[3], Т.Хайна[2], Х. Люка.

### **Результати дослідження та їх обговорення**

Створення дизайну упаковки – це процес створення візуальної оболонки для товару. Дизайн упаковки та етикетки є головним та єдиним каналом комунікації з покупцем і часто допомагає йому прийняти остаточне рішення, який продукт вибрати. Гарний та оригінальний дизайн упаковки – сьогодні важливий атрибут бренду, це не просто тара для продукту, це канал комунікації з аудиторією та найсильніший маркетинговий інструмент.

Розробка упаковки – створення додаткової конкурентної переваги товару та яскравої відмінності від аналогових продуктів. Це вибір колірної гами, матеріалу виготовлення, форми тари, розробка концепції її оформлення, вибір фірмового шрифту, закладка в дизайн певної емоції чи враження, які товар має передати споживачеві. Але рекламний матеріал та ілюстрації не мають заважати сприйняттю назви й інших обов’язкових відомостей, до яких належать назва продукту, його номер і дата виготовлення строк придатності.

Шрифтовий напис на поверхні пакування має насамперед інформаційне значення. Тому гарнітура шрифту має бути не тільки чіткою, але і привабливою, а вся композиція (розміри різноманітних елементів напису, інтервали між ними) - логічна та обґрунтована. Малюнок шрифту частіше не пов’язують безпосередньо зі змістом пакування. Проте можливе таке рішення, при якому шрифтове виконання асоціативно пов’язується із змістом пакування.

**Основні правила створення дизайну упаковки.** Пакування повинні добре запам’ятовуватись та легко розпізнаватись. Рекламні компанії мають аналізувати ринкові тенденції, акцентуючи увагу на певні властивості товару, а також використовуючи рекламні елементи, зумовлені вимогами часу, настроями споживачів, традиціями, особливостями вікових та статевих груп. Розробка дизайну пакування здійснюється протягом тривалого часу, тому вона створюється з перспективою на майбутнє і має гармонійно об’єднувати в собі миттєве та вічне, модне і класичне, сучасне і традиційне. Щоб витримати конкуренцію, пакування має бути не красивим, а й унікальним і забезпечуючи взаємодію та гармонію всіх складових дизайну, що досягається правильною побудовою композиції.

Лицьова (передня) грань повинна бути максимально простою, мати ключовий (центральний) образ, який являється домінантою у візуальній комунікації, містити як можна менше текстової інформації. На лицьовій панелі розміщується найменування продукту, торгова марка або її різні прояви, а також суб-бренди, що підтримують торгову марку і загальну направленість дизайну. Лицьова панель, як правило, містить основну текстову інформацію про товар. Розміщені на передній грані окремі елементи можуть повторюватися і на зворотній грані (торгова марка, торговий знак, зменшене найменування продукту тощо).

Створення упаковки товару – складний та трудомісткий процес. Безліч факторів впливає на рішення щодо дизайну. Можна виділити такі важливі моменти та правила:

- Передбачати раціональні засоби реалізації макетів на вибір замовника.
- Використовувати зображення та графіку, не порушуючи будь-яких авторських прав.
- Визначити, хто споживач, та створювати дизайн та комунікацію під нього. Використовувати графічні прийоми з психотипів цільової аудиторії, його світу.
- Упаковка має відрізнятись від конкурентів. Але в той же час дизайн має відповідати товарній ніші. Бажано слідувати трендам, які є на ринку.
- Інформація на макеті має бути логічно викладена за пріоритетами у збалансовану композицію. Споживач повинен одразу визначити, що за продукт перед ним.

- При створенні дизайн-концепції необхідно передбачити вплив дизайну на асортиментну лінійку. Створювати систему ідентичності, яка дозволяє використовувати різні формати.

Використовуючи наведені вище прийоми, дизайнери можуть візуалізувати образ бренду в упаковці, відображаючи позиціонування товару. Причому завданням дизайнера є не лише створення цілісного образу бренду, а й продумані композиційні рішення – грамотне розміщення різних текстових та графічних елементів у ієрархічній послідовності.

#### Сучасні тренди в дизайні пакування

- Дрібні, високої роздільної здатності зображення та орнаменти, які натякають чи чітко розповідають про те, що знаходиться усередині коробки чи упаковки;
- Геометричні форми упаковки або дизайну. Чіткі лінії, геометрично правильні форми і яскраві кольори краще запам'ятовуються та пізнаються;
- Асоціативні (метафоричні) відсилання до творів мистецтва: картин, шаржів тощо;
- На дизайні упаковки центральне місце посідає назву товару, дотримується чіткої симетричності;
- Сторітелінг - дизайн упаковки не обмежується одним пакуванням, а розтягується на кілька візуальних дизайнів одного стилю, що спонукає придбати кілька виробів однієї фірми;
- Монохромність. Часто такий тренд у дизайні упаковки року дотримується при розробці лінійки товарів.

Найбільша помилка у маркетингу – бути нудним, звичайним, монотонним. Колір вашої упаковки має бути дуже приємним та відповідати цільовій аудиторії (ЦА) – це найголовніше правило. Чим простіше ЦА – тим яскравіші кольори, чим вимогливішими – тим менше

відтінків. Упаковка виробів для дітей – кольорова, яскрава. (Рис.1). Для дорослих у подарунковій упаковці – менше кольорів. Для продуктів «Преміум» – обережніше з квітами, переважно переважають монотони, з ухилом у сірий відтінок, або «під дерево», там де це підходить.



Рис. 1

Форма не повинна бути нудною, має бути приємною, зрозумілою, щоб «око радувало».

Дизайн — це не декоративне оформлення й рекламний додаток до товару чи послуги, а динамічний процес і засіб візуальної комунікації. Дизайн нині — це форма передання різноманітної інформації, а саме ідей, сенсів, досвіду, емоцій і цінностей, іншій людині, аудиторіям, суспільству. Композиція як дієвий засіб комунікації гармонійних зв'язків між усіма учасниками детально досліджує і пояснює, як створюються дизайн-продукти без візуального сміття.

**Композиція** – це упорядкування і гармонізація всіх елементів пакування. Вдала пакована має ясний, цілісний і збалансований дизайн з лаконічним текстовим матеріалом, має єдину направленість, гармонійність, узгодженість між зовнішнім виглядом і призначенням. Для ексклюзивних товарів пакована, як правило, проектується неповторною, притягальною, в інших випадках (наприклад, для товарів щоденного використання) – простою, нейтральною, гармонійною, зрівноваженою. Основними засобами гармонізації форми, розмірів, кольору і графічного оформлення, які використовуються при створенні композиції пакування, є пропорції, масштабність, симетрія, асиметрія, ритм, фактура, текстура, контраст і нюанс.

При розроблянні композиції вирішуються два основних завдання. Перше завдання – створити реальне або символічне сприйняття товару, знайти центральний (ключовий) образ, необхідну кольорографічну схему, вибрати розміри і тип шрифту, підготувати необхідний текстовий матеріал. Пакування має мати індивідуальний характер, воно має виділятися на фоні

іншої упаковки, що використовується для аналогічних товарів. Друге завдання – правильно, визначити стиль, зручно і раціонально розмістити на поверхні найменування товару, логотипи, товарний знак, ілюстрації, основний текст, підзаголовки, девізи, вставки, окремі зображення, піктограми і символіку, а також визначити місце й виділити площу для тексту, їх ієрархію.

Композиція створюється послідовно, шляхом виконання чорнових ескізів розгортки і макетів пакувального засобу в натуральну величину. Макетування і ескізи пакування можуть виконуватися за допомогою комп’ютерних засобів. У побудованій композиції не повинно бути другорядних, незначних елементів. Композиція досконала лише тоді, коли у неї вже немає нічого зайвого. Якщо у разі виключення будь-якого елемента композиція не сприймається, можна вважати, що оптимальне рішення знайдено. У процесі побудови композиції пакування потрібно розробити і (або) підібрати всі складові дизайну, оптимально розмістити їх у просторі та досягти їхньої гармонійної взаємодії. Для цього дотримуються певної послідовності:

- створюють центральний образ і оптимізують його положення на упаковці;
- розробляють і підбирають допоміжні елементи, досягаючи співмірності й гармонійності;
- забезпечують послідовне подання ілюстрацій і тексту досягаючи цілісності та єдності;
- використовують контрасти і акценти, створюють динаміку, рух і направленість дизайну;
- забезпечують лаконічність, простоту і чіткість передачі головного задуму дизайну.

Центральний (ключовий) образ має бути цілісним, закінченим, сконцентрованим на одній ідеї. Він потрібний для вирішення таких завдань: привабливості уваги; підкреслення якостей товару і його унікальності; підтримання торгової марки.

Як ключовий образ використовують стилізований малюнок, фотографію або їх комбінації, що у вирашному світі відображають товар, спосіб або місце його споживання, викликаючи у покупця спогади про близьких людей, улюблених заняттях тощо. Однак можуть використовуватися й інші мотиви, зорієнтовані на смаки і запити певних груп споживачів.

На етикетці товарів для дітей, наприклад, часто зображують улюблені персонажі казок і мультфільмів, стилізовані під дитячу тематику фірмові персонажі. Пакована продукція, яка орієнтована на молодих людей, може оформлюватися з використанням спортивної й туристичної теми. Для продукції, що споживається всіма віковими групами подається сімейна тема. На етикетці товарів для жінок містяться зображення квітів, рослин, використовуються м’які, пастельні кольори. Упаковка чоловічих товарів, виконується у суто лаконічному стилі, інколи з детальним зображенням використання товару [5].

**Центральний образ** не повинен обтяжуватися непов’язаними між собою деталями, а його виконання має бути простим, зрозумілим і легким для сприйняття та викликати позитивні емоції. Акценти слід підбирати так, щоб покупець легко розпізнавав товар. Центральний образ дизайну пакування може бути символічним, реалістичним, формалістичним, а за технікою виконання – аплікацією, малюнком, фотографією, комп’ютерною графікою тощо.

Якщо продукція приваблива, «апетитна», «фотогенічна», то найчастіше застосовують фотографію – це робить товар реалістичним і більш бажаним. Прикладом є зображення овочів і фруктів на пакетах із соками. Відчуття реалізму надають реальні або великі (на віддалені – як реальні) розміри фруктів, крапельки роси, соковита фруктова м’якоть у розрізі тощо. При цьому потрібно точно передати кольорову палітру, вибрати необхідну форму, об’єм і фон.



**Рівновага композиції** досягається розташуванням центрального образу у визначеному місці пакування. Центральний образ може займати не тільки передню, а й суміжну грань упаковки. Здебільшого це залежить від експозиції товару в торговому залі – покупцеві видно всю упаковку або тільки її передню частину. У тарі круглої форми центральна грань адекватна 1/3 частини розгортки циліндра (120°). Однак при розміщенні на циліндричній поверхні зображень і написів слід враховувати спотворення, які виникають при цьому. Часто центральний образ прив’язується до оптичного центру упаковки, що знаходиться вище фізичного центру на 1/8.



Сьогодні актуальним стає виготовлення упаковки пакування багатогранної форми. Форма шестикутника дозволяє раціонально представляти інформацію на різних гранях такої упаковки. (Рис. 3). Помірність при оформленні упаковки досягається гармонійним розміщенням окремих складових дизайну по всіх гранях упаковки, залежно від їхньої значимості. Уточнюються і корегуються розміри ілюстрацій і текстових матеріалів відповідно розмірам. Для передачі спокою, стабільності, статичності використовуються прості геометричні форми, вертикальні й горизонтальні лінії, прості шрифти.

Фірмовий стиль і національні традиції – це ті елементи, які є невід’ємною частиною дизайну пакування. Сьогодні кожне підприємство, яке випускає харчову продукцію, товари широкого вжитку намагається створити свій власний стиль, який в тій чи іншій мірі має відобразитися на всіх видах упаковки.

Національні традиції у дизайні пакування у нашій країні, на жаль, з відомих причин на довгі роки були забуті, і сьогодні при активному впровадженні на український ринок західної продукції з великими труднощами починають відроджуватися. [6].



**Висновок.** Професійні дизайнери завжди спираються на роками відпрацьовану методику дизайн-проекування, яка передбачає глибокий аналіз та облік максимальної кількості чинників. На сьогоднішній день упаковка відіграє дуже значну роль в виробі, виконуючи як утилітарну, так і естетичну функції. Визначена важливість розробки дизайну упаковки, як складової просування того чи іншого бренду. Доведено, що естетично довершена пакувальна продукція, яка має в своїх характеристиках візуальний графічний образ споживача, позитивно впливає на нього своїм зовнішнім виглядом. При створенні упаковки як креативного об’єкту дизайну, потрібно враховувати не тільки можливість подальшого використання або утилізації, гарантувати збереження вмісту, її функціональність і зручність використання але і зрозумілий візуальний дизайн щодо характеристик продукту та інструкції по застосуванню, привертати увагу, відповідати іміджу бренду.

## Література

1. ДСТУ EN 14182:2012. Пакування. Основні терміни та визначення (EN 14182:2002, IDT): [пер. з англ.]. – К.: Мінекономрозвитку України, 2013. – IV, 6 с.
2. Thomas Hine The Total Package: The Evolution and Secret Meanings of Boxes, Bottles, Cans and Tubes. DIANE Publishing Company, 2001 – 289 p.
3. Joseph F. Hanlon, Robert J. Kelsey, Hallie Forcinio Handbook of Package Engineering, Third Edition CRC Press, 1998 г. 698 p.
4. Федосов, С. Інноваційні упаковки харчових продуктів [Текст]: [монографія] / С. Федосов, А. Сергеева; Одес. нац. акад. харчових технологій. - О.: ТЭС, 2012. - 226 с.
5. Ярема, С. Етикетка [Текст]: навч. посібник для ВНЗ / С. Ярема, О. Гавва - К.: Ун-т "Україна", НУХТ, 2007. – 640 с. – ISBN 966-7979-26-1
6. Удріс-Бородавко, Н. Графічний дизайн з українським обличчям [Текст] / Н. Удріс-Бородавко – К.: ArtHuss 2023 рік – 206с. – ISBN 978-617-8025-40-3

УДК 664.726.9

## Застосування фотосепараторів в елеваторній галузі

Ткачук А.А., Харченко Є. І., Шаран А.В.

*Національний університет харчових технологій, Київ, Україна*

**Вступ.** Очищення зерна від важковіддільних шкідливих домішок є однією із важливих наукових проблем технології зберігання і переробки зерна. Зберігання зернових культур є критичним етапом агропромислового процесу. Одним з найважливіших аспектів цього процесу є забезпечення високої якості зерна із мінімальними втратами його маси. Традиційні методи сепарування зерна часто не можуть забезпечити необхідний рівень точності та ефективності процесу очищення основної культури зерна від важко віддільних та шкідливих домішок [1, 3-10].

В останнє десятиліття набуває широкого розповсюдження фотооптичне сортування зерна, яке являє собою інноваційний підхід, який дозволяє з високою точністю ідентифікувати дефектні зерна, пошкоджене та заражене зерно, а також інші домішки. Фотосепаратори широко почали застосовуватися в зерноочисних відділеннях борошномельних заводів та на контролі готової продукції на круп'яних заводах [2].

Застосування фотооптичного сортування може суттєво підвищити показники якості зерна, тривалість його зберігання та знизити вміст важковіддільних домішок, які суворо обмежуються під час заключення міжнародних контрактів. Фотооптичне сортування дає змогу відбирати якісну сировину, для подальшого використання в круп'яній, борошномельній та комбікормовій галузях [1, 3-10].

В елеваторній галузі застосування фотооптичного сортування ще мало використовується. Фотооптичне сортування в основному використовується на підприємствах обробки насіннєвого матеріалу, але широкого розповсюдження на елеваторах ще не знайшло. Ці обставини потребують додаткових пошуків та досліджень, які б дали змогу ширшого використання фотооптичного сортування в елеваторній галузі. Використання фотооптичного сепарування потребує вивчення з точки зору адаптації техніки та технології до високих продуктивностей технологічного процесу [1, 3-10].

**Матеріали та методи.** Дослідження технологічних показників роботи плоско-решітних сепараторів та фотооптичного сепарування проводилося на зерновому елеваторі із використанням фотооптичного сепарування в потоці. Фотооптична технологія розділення базується на використанні камер високої роздільної здатності та спектрального аналізу для виявлення дефектів зерна та іншого насіння. В експерименті використовувалися різні зразки зерна, зокрема пшениця та кукурудза.

Зразки проходили через фотооптичний сепаратор, де здійснювався аналіз їхніх фізичних властивостей, таких як колір, форма та наявність пошкоджень.

Паралельно ця ж партія пропускала через типовий плоско-решітний сепаратор з метою подальшого порівняння виділення домішок. Під час проведення досліджень такі показники показники якості, як вологість скловидність тощо не змінювалися.

Оцінку ефективності очищення зерна аналізували за загальноприйнятими методиками.

**Результати та обговорення.** Дослідженнями було встановлено, що застосування фотооптичного сепарування зерна пшениці та кукурудзи на елеваторах дозволило значно підвищити точність сортування та якість очищення зерна, зменшивши частку дефектних зерен у партіях на 15...20 % у порівнянні з традиційними методами очищення зернової маси.

Дещо зменшились витрати електроенергії у бік їх зниження. Також, фотооптичні сепаратори показали високу ефективність у виявленні дефектів зерна, що неможливо було досягти за допомогою стандартних механічних методів розділення зерна на звичайних плоско-решітних, барабанних та повітряних сепараторах. Але за рахунок меншої продуктивності

обладнання, збільшився час обробки зернових партій, і було встановлено, що для найбільш опимальним режимом роботи для фотосепаратора є очищення накопиченої партії зерна.

Найбільшим недоліком більшості фотооптичних сепараторів є низька їх продуктивність, що суттєво лімітує їх застосування. Другим недоліком використання фотооптичних сепараторів є висока вартість даного обладнання і потреба мати висококваліфікований персонал для обслуговування та налагодження фотооптичних сепараторів.

Застосування фотооптичних сепараторів в потоці технологічного процесу елеватора без збільшення їх продуктивності потребує подальших досліджень. Для роботи “з коліс” дане обладнання не підходить по продуктивності. Окрім того, для широкого впровадження на підприємствах елеваторної галузі, технологія фотооптичного сепарування потребує інвестицій та подальшого розвитку, що виступає стримуючим фактором для її широкого розповсюдження в Україні.

Аналізуючи результати досліджень було встановлено, що використання фотооптичного сепарування дало більшу точність розділення зерна та ефективність очищення, особливо від важко віддільних домішок в порівняно з традиційними методами очищення та сортування зерна, які використовуються на усіх елеваторах. У таблиці 1 наведено порівняння результатів досліджень по очищенню пшениці та кукурудзи.

Таблиця 1

**Порівняння ефективності сортування зерна фотооптичним методом та традиційними методами**

Показник	Традиційні методи сепарування	Фотооптичне сепарування
Частка дефектних зерен, %	12,0	2,0
Частка домішок у партії, %	10,0	1,0
Продуктивність сортування (тон/год)	50	20
Витрати на обслуговування обладнання	Низькі	Високі
Витрати енергії (кВт/год на тону зерна)	1,5	1,2

Як видно із даних таблиці 1, фотооптичне сепарування значно знижує частку дефектних зерен і домішок у порівнянні з традиційними методами сепарування. Водночас, цей метод має нижчу швидкість обробки при дещо нижчих енергетичних витратах. Тому для ефективного використання даного способу сепарування на даному етапі розвитку технології очищення зерна та фотооптичного обладнання необхідно проводити попереднє накопичення партії зерна для її подальшого очищення без прив'язки до загальної продуктивності потоку. Однак, високі витрати на обслуговування можуть бути обмежувальним фактором для невеликих підприємств.

Технологія фотооптичного сортування представляє велику цікавість для великих портових перевалочних елеваторів із великими потужностями ліній, але низька продуктивність фотооптичного сортування не дозволяє широке впровадження даної техніки. Ця обставина є предметом подальших наших досліджень.

**Висновки.** Дослідження показали, що фотооптичне сепарування зерна є перспективною технологією для підвищення якості зерна під час його зберігання та обробки на підприємствах елеваторної галузі. Воно забезпечує вищу точність та ефективність виділення важко віддільних домішок, зменшуючи витрати на повторне очищення та підвищуючи якість продукції. Проте для масового впровадження необхідне зниження вартості обладнання та забезпечення доступності технології для невеликих сільськогосподарських підприємств.

Дослідженнями було встановлено, що для широкого застосування фотооптичних сепараторів на підприємствах елеваторної галузі необхідно здійснити глибокий аналіз технології обробки зерна на елеваторах із виділенням можливих етапів встановлення фотооптичного обладнання.

## Література

- 1.Ткаченко, І. Л. Аналіз застосування фотооптичних сепараторів в агросекторі. – Київ: Наука і техніка, 2021.
- 2.Харченко Є.І. Інновації в зернових технологіях : навч. посібник / Є.І. Харченко, А.В. Шаран, Т. І Янюк, О. Ю. Супрун-Крестова. – Одеса : Олді+, 2024. – 202 с.
- 3.Assefa, M., Singh, C. B., & Sabatier, J. (2017). Review of Optical Sorting Technologies and Their Applications in the Food Industry. *Journal of Food Engineering*, 220, 55-67.
- 4.Borém F. M., Oliveira P. D. A., & Corrêa J. L. G. (2013). The Effect of Optical Sorting on Coffee Quality. *Food Research International*, 54(1), 302-309.
- 5.Czuchajowski L., & Trziszka T. (2015). Development of Optical Sorting Systems for Quality Control of Cereal Grains. *International Journal of Food Properties*, 18(5), 1023-1037.
- 6.FAO. Optical sorting technologies in grain processing. – Rome, 2019.
- 7.He Y., Tian Z., & Liu, F. (2018). Applications of Machine Vision in Grain Processing: A Review. *Food Control*, 87, 123-132.
- 8.Johnson, T. and Smith, R. (2019). Advanced Grain Storage Solutions Using Optical Sorting Technology. *Journal of Agricultural Engineering*.
- 9.ISO 22000: Food safety management systems. – ISO, 2018.
- 10.Karoui, R., & Blecker, C. (2011). Optical Sorting in the Agricultural Sector: Technological Advances and Applications. *Trends in Food Science & Technology*, 22(8), 421-430.

## Регулювання міцнісних характеристик таблеток під час пресування на роторному таблетковому пресі

Олександр Зьоменко, Сергій Самарчук,  
Анатолій Жебровський, Олексій Губеня

*Національний університет харчових технологій, Київ, Україна*

### Вступ

Основний вплив на міцність та стиранисть таблеток мають їх рецептура та ступінь (зусилля) пресування. Проте, на ці показники також можуть впливати режимні параметри роботи пресувального обладнання, зокрема, частота обертання ротора пресу і кількість циклів пресування (тобто, кількість таблеток, виготовлених у одній преспарі) [Herasymenko et al., 2024]. Вплив даних факторів недостатньо описаний у науковій та довідковій літературі, тому питання потребує додаткових досліджень.

Під час пресування можуть виникнути відхилення у показниках міцності та стиранисті таблеток, що призводить до порушення їх показників технологічності [Siiriä et al., 2011], зокрема – цілісності у наступних операціях покриття, пакування, транспортування та зберігання [Natoli et al., 2017; Sivetskyi et al., 2023], може вплинути на безпечність продукції [Gordiienko et al., 2015], і, підсумовуючи – на рентабельність виробництва.

Відхилення від прийнятої міцності не має перевищувати 5%. Зазвичай бокове зусилля, при якому таблетка руйнується, складає від 40 до 100 Н, а міцність, як похідна від нього, залежить від розміру таблетки. Значення стиранисті згідно гармонізованої Європейської Фармакопеї не має перевищувати 1% [European pharmacopoeia, 2024], проте деякі дослідники вважають цю цифру завищеною і рекомендують значення стиранисті 0.3–0.5% [Podczek, 2007]. Враховуючи значну кількість випадкових факторів, міцність і стиранисть таблеток підтримують технологічно – рецептурою, та інструментально – налаштуванням пресувального інструменту і режимів роботи обладнання.

Більшість дослідників звертають увагу на залежність міцності та стиранисті лише від рецептури таблеток, зусилля стискання або ступеню пресування. Наприклад, зі збільшенням зусилля стискання (і, відповідно, ступеня пресування) від 8 до 30 кН міцність таблетки збільшується від 0.2 до 1.4 кПа; при великих зусиллях стискання міцність таблетки змінюється незначно [Pitt et al., 2013]. Проте власний виробничий досвід, а також досвід інженерів і налагоджувальників пресувального обладнання вказує, що на міцність, стиранисть та інші показники якості впливають кінематичні параметри роботи пресу та час його роботи. Протягом декількох змін роботи пресу міцність таблеток може знизитися на понад 10%, а стиранисть перевищити 1% [Herasymenko et al., 2024]. Схожі показники браку виникають при великих швидкостях обертання барабану. Тому потребує додаткових досліджень питання регулювання структурно-механічних і якісних показників таблеток за рахунок зміни режимних параметрів роботи обладнання і стану поверхні пресувального інструменту.

Мета досліджень – визначити вплив кількості циклів пресування і частоти обертання барабану таблетпресу на міцність і стиранисть таблеток.

### Матеріали і методи

Досліджувалися показники міцності двох загальновідомих лікарських засобів у вигляді таблеток:

- *Зразок 1* виготовлявся на основі ексципієнтів: моногідрату лимонної кислоти, картопляного крохмалю, повідону, какао, кальція стеарату, та АФІ: ацетилсаліцилової кислоти, парацетамолу, кофеїну.

- *Зразок 2* виготовлявся на основі ексципієнтів: крохмалю картопляного, тальку, кальція стеарату, та АФІ метамізолу натрію.

Таблетки виготовлялися у виробничих умовах з використанням таблетпресу Korsch XL 400. Таблетпрес Korsch XL 400 забезпечує можливість роботи зі значенням попереднього пресування 20 кН і основного пресування 100 кН, максимальну продуктивність 338000 таблеток за годину при максимальній швидкості обертання барабану 120 об/хв.

Під час дослідження таблеток на міцність зразки відбиралися кожні вісім годин безперервної роботи таблеткового пресу (або кожні 28.2 тисячі готової таблетки на одну матрицю). Для кожного дослідження відбиралося 10 таблеток.

Під час дослідження таблеток на стиранисть частота обертання ротора становила 35, 50, 65 і 80 об/хв. Для кожного дослідження використовувалося 12 таблеток.

**Міцність** (або межа міцності) [European pharmacopoeia, 2024] таблетки визначалася загальноприйнятим у фармацевтичній діяльності методом: таблетка стискалася у діаметральному напрямі, визначали зусилля  $P$ , при якому таблетка руйнується, а за руйнівним зусиллям – межу міцності  $\sigma_p$ .

Межа міцності таблетки  $\sigma_p$  – відношення руйнівного зусилля до площі перерізу таблетки:

$$\sigma_p = \frac{P}{d \cdot h}, \text{ Па} \quad (1)$$

де  $P$  - руйнівне зусилля, Н;  $d$  – діаметр таблетки, м;  $h$  - висота таблетки, м.

**Руйнівне зусилля**  $P_{руйн}$  таблетки – це зусилля, прикладене в діаметральному напрямі, при якому таблетка руйнується.

У цьому дослідженні руйнівне зусилля і міцність таблетки визначалося на приладі для визначення міцності РТВ-М 300 N Pharma Test. Робочим органом приладу є дві губки, спрямовані одна до одної, які переміщуються в горизонтальній площині і стискають таблетку у діаметральному напрямі. Точність приладу – 1 Н. Кожне тестування повторювалося 10 разів.

Згідно прийнятих у фармацевтичній галузі норм [European pharmacopoeia, 2024], дослідження таблеток **на стиранисть** визначали на приладі “ERWEKA TAR II” у вигляді обертового колеса з однією лопаттю.

Внутрішній діаметр барабану – 283–291 мм. Швидкість обертання –  $25 \pm 1$  об/хв. У камері встановлена лопать визначеної форми, яка створює піднімання і опускання таблетки всередині камери. Під час обертання барабана таблетки падають з висоти  $156 \pm 2$  мм або 6 дюймів.

10 таблеток спочатку знепилюють, зважують та поміщають у барабан, закривають кришку і включають прилад на 4 хвилини. Після цього повторно проводять процедуру їх зважування цих..

Показник стиранисті  $\Pi$ , % визначаємо за формулою:

$$\Pi = 100 - \frac{P_{пoch} - P_{кін}}{P_{пoch}} \cdot 100 \quad (2)$$

де  $P_{пoch}$ ,  $P_{кін}$  – маса таблеток до і після стирання;

## Результати і обговорення

**Вплив кількості циклів пресування на руйнівне напруження таблеток.** Для двох зразків таблеток спостерігалася зниження їх міцності до 10% протягом трьохсот тисяч циклів роботи прес-пари, що складає 80 годин роботи таблетпресу.

Зі збільшенням кількості циклів таблетування від 28 до 280 тисяч, що становить приблизно від 8 до 80 годин роботи пресу, руйнівне напруження (міцність) зразку 1 знижується від 102 до 91, а зразку 2 – від 152 до 140 Н (рис. 1). Зниження міцності таблеток відбувається за параболічною залежністю – перші 100–150 тисяч циклів (30–35 годин роботи пресу) воно незначне, а далі прискорюється. З часом міцність таблеток знижується на понад 5%, тому для гарантування постійної якості продукції процес потрібно зупинити і вжити заходів для відновлення початкової міцності. У цьому дослідженні процес варто зупинити на 200–250 тисячах циклів, тобто, орієнтовно на 60–70 годині роботи пресу.

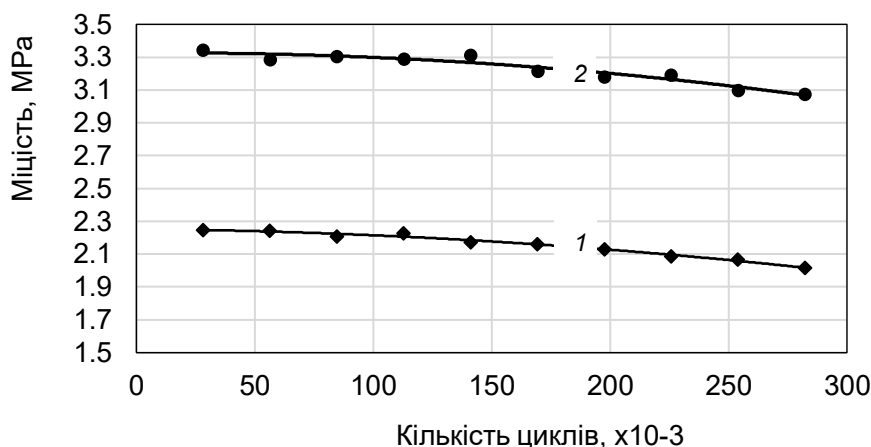


Рис. 1. Вплив кількості циклів на міцність таблетки  
1 – Зразок 1; 2 – Зразок 2

Один з відомих на практиці методів підтримання стабільної міцності – слідкувати за станом поверхні матриць та пуансонів, зокрема, проводити періодичне полірування [Qiu et al., 2020]. Попередні спостереження у даному експерименті показали, що після полірування робочих поверхонь пуансонів і матриць руйнівне напруження (міцність) таблетки повертається до початкових показників протягом 7–10 разів, проте далі виникають інші збурювальні фактори, які призводять до зниження початкової міцності таблеток. Дане питання потребує додаткових досліджень.

У випадку даного дослідження пропонується полірувати пресувальний інструмент після 48 годин робочого часу.

Зниження міцності таблетки під час тривалої роботи пресу можна пояснити тим, що утворюється налиплий шар на поверхні пресінструменту, і, відповідно, збільшується зусилля (напруження) тертя і виштовхування таблетки у матриці. У результаті поверхневі шари таблетки отримуються менш міцними, а розподіл густини таблетки за висотою і шириною – непостійний.

**Вплив частоти обертання барабану таблетпресу на показники стирання таблеток.** Зі збільшенням швидкості обертання ротора таблетпресу від 35 до 80 об/хв відсоток стирання зразку 1 збільшується від 0,15 до 1,24% (рис. 2).

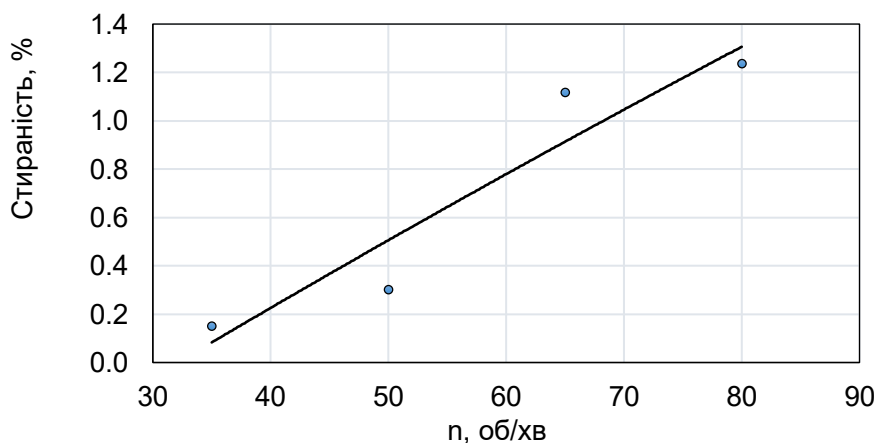


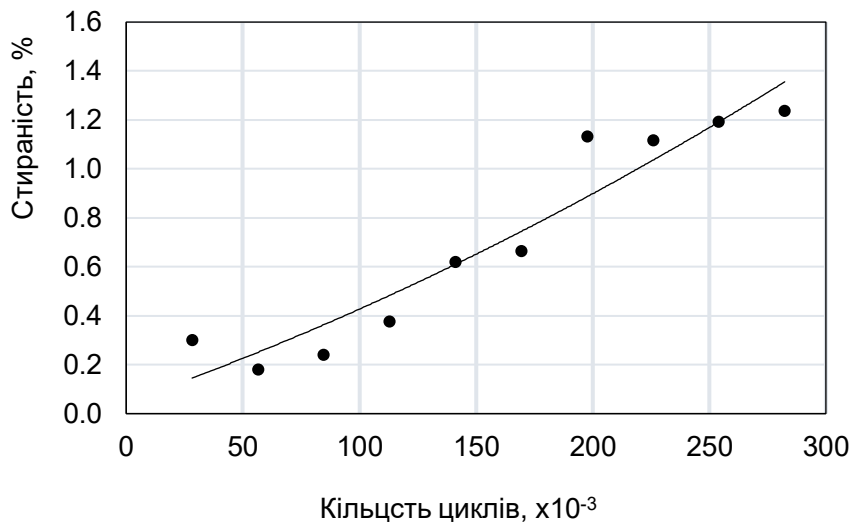
Рис. 2. Вплив швидкість роботи таблетпресу на стирання таблетки

За вищенаведеним припущенням, на стирання впливає не частота обертання барабану, а похідна від неї – швидкість руху пуансонів у матриці, і, відповідно, швидкість виштовхування таблетки із матриці.

Отримана залежність пояснюється тим, що за високих швидкостей виштовхування таблетки із матриці, внаслідок великих сил тертя руйнується зовнішній шар таблетки. Цей шар надмірно стирається у наступних технологічних і фінішних операціях. Цей вид браку

негативно проявляється під час нанесення покриття у машинах барабанного типу та з киплячим шаром [Salawi, 2021], транспортування між обладнанням і під час пакування таблеток у блистерну упаковку.

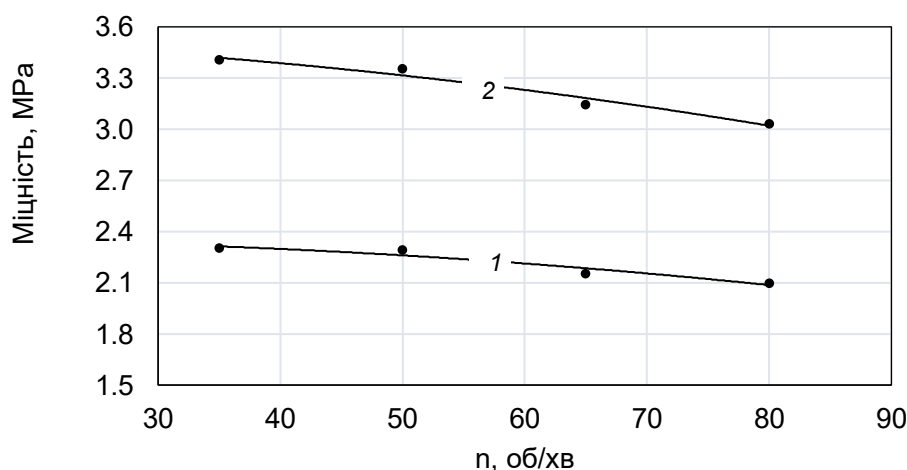
**Вплив кількості циклів пресування на стирання таблетки.** Спостерігалось збільшення значення стираності зі збільшенням робочих циклів: на початку експерименту відсоток стирання був 0,18–0,30%, в кінці експерименту 1,19–1,24% (рис. 3).



**Рис. 3. Вплив кількості робочих циклів на стирання таблетки**

**Вплив частоти обертання барабану таблетпресу на руйнівне напруження таблеток.** У виробничих умовах для кожного виду таблеток зазвичай налаштовується раціональна швидкість пресування, яка залежить від частоти обертання ротора таблетпресу [Tye et al., 2005]. За високих швидкостей пресування міцність таблетки знижується [Swarbrick, 2007].

Під час експерименту у межах частоти обертання барабану від 35 до 80 об/хв спостерігалась майже прямолінійна залежність міцності таблетки (рис. 11).



**Рис. 4. Вплив частоти обертання ротора таблетпресу на міцність таблетки**  
1 – Зразок 1; 2 – Зразок 2

Це пояснюється тим, що за високих швидкостей пресування структура таблетки не встигає сформуватися, а високі швидкості виштовхування призводять до підвищення сил тертя та руйнування зовнішніх шарів таблеток.

У межах досліджуваного діапазону частоти обертання міцність таблеток знижується до 20 %. Враховуючи необхідність забезпечення стабільних показників якості таблеток, не доцільно перевищувати швидкість обертання барабану понад 50 об/хв.

Ймовірно, на міцність таблетки також впливає час витримування таблетки (релаксації напружень), коли верхній і нижній пуансони нерухомі. На час витримування впливає збільшення розміру рівної поверхні головки пуансона, яка контактує з прижимним роликком [Swarbrick, 2007]. Проте слід звернути увагу, що криволінійна частина головки, яка відповідає за рух пуансона, зменшується, і, відповідно, швидкість і прискорення пуансона будуть зростати. Більша швидкість пресування може негативно вплинути на якість таблетки [Goh et al., 2019].

## Висновки

1. Режимні параметри роботи таблетпресу впливають на міцність таблетки. У межах робочого діапазону частоти обертання барабану таблетпресу від 30 до 80 об/хв міцність таблеток може знизитися до 10%. Це пояснюється зміною швидкості пресування і зниженням часу витримування таблетки у матриці.
2. Кількість циклів пресування (кількості виготовлених таблеток) у преспарі матриця-пуансон впливає на міцність таблетки: через 300 тисяч циклів таблетка втрачає в середньому до 8% міцності. Це пояснюється налипанням продукту на поверхні матриці і пуансону, збільшенням шорсткості їх поверхні і, відповідно, збільшенням коефіцієнту тертя і міцності адгезії. Внаслідок цього зовнішній шар таблетки має нижчі показники міцності та інтенсивно руйнується.
3. Зі збільшенням частоти обертання барабану таблетпресу від 30 до 80 об/хв стиранисть таблетки збільшується від 0.2 до 1.2%, що більше за регламентовані фармакопейні (1%) та рекомендовані (0.5) норми. Це пояснюється зниженням часу витримування таблетки у матриці та більшою швидкістю виштовхування, що знижує міцність зовнішніх шарів таблетки. Висока стиранисть призводить до гіршої якості нанесення захисного покриття на таблетку, збільшенню кількості браку на етапі покриття, запиленості живильника блістерної машини.
4. Збільшення показників міцності та стирання накладає обмеження на частоту обертання ротору таблетпресу. Для використаних у дослідженнях таблеток і таблетпресу Korsch XL 400 раціональна частота обертання ротора – 50 об/хв. Збільшення частоти обертання, і, відповідно, продуктивності, є можливим за рахунок частішого полірування поверхні матриць і пуансонів.

## Література

- Adeleye O. (2019), Relationship between compression pressure, mechanical strength and release properties of tablets, *Polymers in medicine*, 49(1), pp. 27–33, <https://doi.org/10.17219/pim/111888>
- Augsburger L.L., Hoag S.W. (2008), *Pharmaceutical dosage forms - tablets*, third edition, Taylor & Francis Grou.
- Commission BP (2021), *British pharmacopoeia 2021*, Stationery Office.
- Byrn S., Futran M., Thomas Hayden., Jayjock Eric., Maron Nicola., Meyer Robert., Myerson Allan., Thien Michael., Trout Bernhardt (2015), Achieving Continuous Manufacturing for Final Dosage Formation: Challenges and How to Meet Them. May 20–21, 2014 Continuous Symposium, *Journal of Pharmaceutical Sciences*, 104(3), pp. 792-802, <https://doi.org/10.1002/jps.24247>
- Çelik M. (2013), *Pharmaceutical Powder Compaction Technology*, CRC Press.
- ERWEKA GmbH (2024), TAR II - advanced friability and abrasion tester - ERWEKA GmbH. *Home - ERWEKA GmbH*. Available at: <https://www.erweka.com/products/physical-testers/friability-tester.html>
- Etzler F.M., Bramante T., Deanne R., Sienkiewicz S., Chen F. J. (2011), Tablet tensile strength: an adhesion science perspective, *Journal of Adhesion Science and Technology*, 25(4–5), pp. 501–519, <https://doi.org/10.1163/016942410X525687>.

- European pharmacopoeia. Available at: <https://www.edqm.eu/en/web/edqm/european-pharmacopoeia>.Giannis K., Schilde C., Finke J.H., Kwade A. (2021), Modeling of High-Density Compaction of Pharmaceutical Tablets Using Multi-Contact Discrete Element Method, *Pharmaceutics*, 13(12), 2194, <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics13122194>
- Goh H., Sia Heng P., Liew C. (2019), The effects of feed frame parameters and turret speed on mini-tablet compression, *Journal of Pharmaceutical Sciences*, 108(3), pp. 1161–1171, <https://doi.org/10.1016/j.xphs.2018.09.005>.
- Goots V., Guts O., Gubenia O. (2016), Reodynamical theory of viscous-elastic system deforming, *Proceedings of University of Ruse*, 55(10.2), pp. 18-22.
- Gubenia O., Goots O. (2010), Modeling of cutting of food products, *Journal of EcoAgriTourism*, 1, pp. 67–71.
- Herasymenko D., Zomenko O., Gubenia O. Influence of tablet press rotor speed on tablet abrasion performance, *90th International scientific conference of young scientist and students "Youth scientific achievements to the 21st century nutrition problem solution"*, April 11–12, 2024, NUFT, Kyiv.
- Natoli D., Levin M., Tsygan L, Liu L. (2017), Development, Optimization, and Scale-Up of Process Parameters, In: *Developing Solid Oral Dosage Forms*, Ed.: Yihong Qiu, Yisheng Chen, Geoff G.Z. Zhang, Lawrence Yu., Rao V. Mantri, pp. 917–951, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802447-8.00033-9>.
- Peeters E., Silva A.F.T., Fonteyne M., De Beer T., Vervaet C., Remon C. (2018), Influence of extended dwell time during pre- and main compression on the properties of ibuprofen tablets, *European journal of pharmaceutics and biopharmaceutics*, 128, pp. 300–315, <https://doi.org/10.1016/j.ejpb.2018.05.007>.
- Pharmaeducation (2024), *Quality control tests of tablets or Evaluation of tablets*, Available at: <https://pharmaeducation.net/quality-control-tests-of-tablets-or-evaluation-of-tablets/>.
- Pitt K., Heasley M. (2013), Determination of the tensile strength of elongated tablets, *Powder technology*, 238, pp. 169–175, <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2011.12.060>.
- Podczeczek F. (2007), Methods for the practical determination of the mechanical strength of tablets – From empiricism to science, *International journal of pharmaceutics*, pp. 214–232, <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2012.06.059>.
- Salawi A. (2022), Pharmaceutical coating and its different approaches, a review. *Polymers*, 14(16), pp. 3318, <https://doi.org/10.3390/polym14163318>
- Siiriä S.M. Antikainen O., Heinämäki J., Yliruusi J. (2011), 3D simulation of internal tablet strength during tableting, *AAPS PharmSciTech*, 12(2), pp. 593–603, <https://doi.org/10.1208/s12249-011-9623-0>
- Sinka I.C., Pitt K.G., Cocks A.C.F. (2007), Chapter 22. The strength of pharmaceutical tablets, *Handbook of Powder Technology*, 12, pp. 941–970, [https://doi.org/10.1016/s0167-3785\(07\)12025-x](https://doi.org/10.1016/s0167-3785(07)12025-x)
- Swarbrick J. (2007), *Encyclopedia of pharmaceutical technology: Volume 6*, Taylor & Francis Group, 2007.
- Tye C.K., Sun C., Amidon G.E. (2005), Evaluation of the effects of tableting speed on the relationships between compaction pressure, tablet tensile strength, and tablet solid fraction, *Journal of Pharmaceutical Sciences*, 94(3), pp. 465–472, <https://doi.org/10.1002/jps.20262>
- Gordiienko O.I., Vronska L., Melnyk O.A., Groshovyi T.A. (2015), Current state of creation, production and research of tablet medicinal products, *Pharmaceutical Review*, 1, <https://doi.org/10.11603/2312-0967.2015.1.3780>
- Трудько С.С., Губеня О.О., Десик М.Г., Гавва О.М. (2024), Пакування ліків у блістерну упаковку, *Упаковка*, 3, pp. 28–31.

## **Зміна температури зерна кукурудзи та ріпаку в процесі довготривалого зберігання в металевих силосах**

**Харченко Є.І., Шаран А.В.**

*Національний університет харчових технологій, Київ, Україна*

**Вступ.** Дослідження температури зерна в процесі його зберігання є однією із важливих наукових проблем технології зберігання зерна [1], за рахунок того, що температура зерна є одним із важливих і оперативно вимірюваним параметром, який можна переважно легко визначити в зерновій масі під час зберігання у будь-яким момент часу в силосах елеватора. Подібні дослідження проводилися для зерна в минулому, яке зберігалось у залізобетонних силосах. Із розвитком металевих елеваторів, дане питання набуває важливого значення, тому що теплопровідність стінок металевих силосів значно більша ніж залізобетонних і це має значний вплив на процеси довготривалого зберігання зерна, які відбуваються в зерновій масі під час зберігання.

**Матеріали і методи.** Температуру зерна кукурудзи та ріпаку визначали в металевому силосі місткістю 9,4 тис. т за допомогою стаціонарно встановлених термоштанг. Показники температури, які отримані від датчиків кожної термоштанги передавалися на пульт керування, де здійснювалася фіксація отриманих значень. За фактичне значення температури зерна кукурудзи та ріпаку приймалося як середнє значення від усіх отриманих значень.

Температуру навколишнього середовища визначали за допомогою стаціонарного термометра, який розташовувався назовні силосу. Дослідження температури зерна кукурудзи та навколишнього середовища здійснювалися в період з кінця жовтня і до середини грудня 2023 року.

Температуру насіння ріпаку та навколишнього середовища здійснювалися в період із кінця липня 2023 року до початку лютого 2024 року. Перед закладанням зерна кукурудзи на зберігання, воно проходило очищення, сушіння та охолодження. Під час досліджень, металевий силос завантажувався повністю.

Обробку отриманих експериментальних даних здійснювали за допомогою методу найменших квадратів.

**Результати та обговорення.** Дослідженнями було встановлено, що від початку закладання кукурудзи на зберігання і до його відвантаження температура зерна нелінійно знижувалася, як показано на рисунку 1.

На початку зберігання температура зерна кукурудзи становила 23,0 °С, а через 50 діб зберігання температура зерна кукурудзи зменшилась до 3,0 °С, тобто на 20 °С. Температура зерна знижувалася у відповідності до зниження температури навколишнього середовища, незважаючи на низьку теплопровідність зерна. Характер отриманої кривої температури зерна схожий до характеру кривої температури повітря навколишнього середовища. Ймовірно, що різкі коливання температури навколишнього середовища та низька теплопровідність зерна здійснювали вплив на характер кривої температури зерна із-за чого криві не є абсолютно однаковими за виглядом. Деякий розкид даних відносно апроксимуючої кривої також може бути результатом деякої нерівномірності температури зерна в середині великого металевого силоса.

Незважаючи на деякі коливання температури навколишнього середовища протягом періоду досліджень, загальний тренд температури зерна такий, що вона знижувалася в процесі зберігання відповідно до зниження температури навколишнього середовища.

Дослідження закономірностей змін температури показали, що наведені на рис.1 криві добре апроксимуються рівняннями третьої степені.

Зміна температури зерна кукурудзи в процесі її зберігання в металевому силосі добре апроксимується наступним рівнянням:

$$t_k = 0,0004\tau^3 - 0,0261\tau^2 - 0,0134\tau + 22,817 \quad (1)$$

де  $t_k$  – температура зерна кукурудзи, °С;  $\tau$  – тривалість зберігання зерна кукурудзи, дів.

Зміна температури повітря навколишнього середовища за досліджуваний період апроксимувалася наступним рівнянням:

$$t_{\text{пов}} = 0,0001\tau^3 + 0,0035\tau^2 - 0,732\tau + 13,08 \quad (2)$$

де  $t_{\text{пов}}$  – температура повітря навколишнього середовища, °С;  $\tau$  – тривалість зберігання зерна кукурудзи, дів.

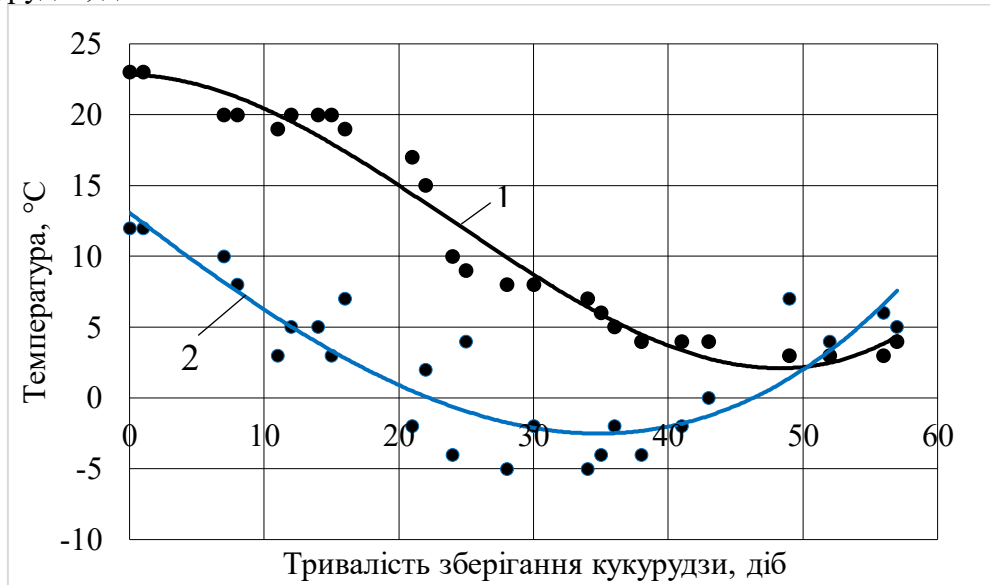


Рисунок 1. Зміни температури кукурудзи та навколишнього середовища в процесі зберігання: 1 – температура кукурудзи; 2 – температура навколишнього середовища.

Аналіз коефіцієнтів детермінації показав, що коефіцієнт детермінації для кривої температури зерна кукурудзи становить  $R^2 = 0,96$ , а коефіцієнт детермінації для кривої температури повітря навколишнього середовища (2) становить  $R^2 = 0,79$ . Коефіцієнти детермінації містять інформацію про те, наскільки добре моделі підходять під вихідні дані. Отримані коефіцієнти детермінації добре описують зв'язок між залежними і незалежними перемінними наведених моделей.

Із проведених досліджень можна зробити висновок, що температура повітря навколишнього середовища здійснює значний вплив на температуру зерна кукурудзи під час тривалого зберігання, незважаючи на низьку теплопровідність зернової маси. Зберігання зерна в холодний період року в металевих силосах призводить до зниження температури зернової маси.

Дослідження температури насіння ріпаку під час довготривалого зберігання його в металевому силосі показали, що простежується схожа закономірність зміни температури насіння як і для температури зерна кукурудзи. Результати досліджень наведено на рис. 2.

На початку зберігання насіння ріпаку мало температуру +32 °С, а температура навколишнього середовища становила +16,0 °С. В процесі подальшого зберігання температура насіння ріпаку знижувалася у відповідності до коливань температури навколишнього середовища. Як видно із рис. 2, криві температури насіння ріпаку коливалися відповідно температури навколишнього середовища, за винятком кінцевого періоду зберігання ріпаку.

На кінцевому етапі зберігання насіння ріпаку (січень, лютий 2024 року), температура навколишнього середовища знижувалася до від'ємних, але температура насіння ріпаку нижче ніж +3,0 ° не знижувалася. Можливо це пов'язано із певними теплофізичними властивостями самого насіння ріпаку.

Аналогічно як і для зерна кукурудзи, загальний тренд температури насіння ріпаку такий, що температура насіння знижувалася в процесі зберігання відповідно до зниження температури навколишнього середовища.

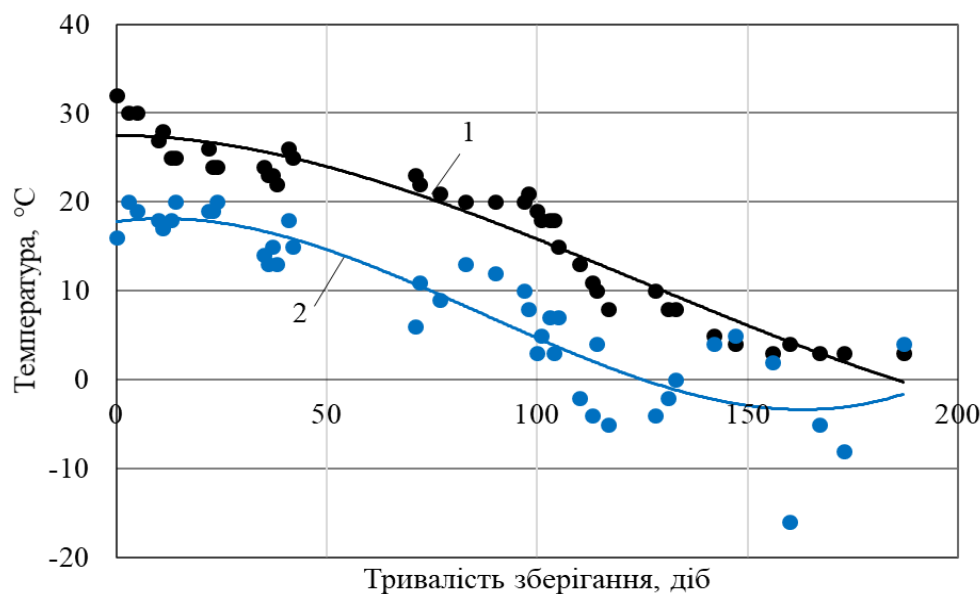


Рисунок 2. Залежність температури насіння ріпаку в процесі його довготривалого зберігання в металевому силосі

Криві, які показано на рис. 2 добре апроксимуються рівняннями третього порядку: зміна температури насіння ріпаку в процесі її зберігання в металевому силосі задовільно апроксимується наступним рівнянням:

$$t_p = 4 \times 10^{-6} \times \tau^3 - 0,0015\tau^2 - 0,0034\tau + 27,5 \quad (3)$$

де  $t_k$  – температура насіння ріпаку, °C;  $\tau$  – тривалість зберігання насіння ріпаку, діб.

зміна температури повітря навколишнього середовища за досліджуваний період апроксимувалася наступним рівнянням:

$$t_{\text{пов}} = 0,00001\tau^3 - 0,0032\tau^2 + 0,00671\tau + 17,77 \quad (4)$$

де  $t_{\text{пов}}$  – температура повітря навколишнього середовища, °C;  $\tau$  – тривалість зберігання насіння ріпаку, діб.

Слід відмітити, що тривалість зберігання насіння ріпаку була більшою ніж тривалість зерна кукурудзи, тому залежність температури навколишнього повітря від тривалості періоду зберігання мала інший характер залежності 2.

Аналіз коефіцієнтів детермінації показав, що коефіцієнт детермінації для кривої температури насіння ріпаку становить  $R^2 = 0,92$ , а коефіцієнт детермінації для кривої температури повітря навколишнього середовища становить  $R^2 = 0,806$ .

Аналізуючи коефіцієнти детермінації усіх рівнянь можна зробити висновок, що залежність температури навколишнього середовища від тривалості досліджуваного процесу дещо гірше описуються рівняннями третього порядку, ніж зміни температури зерна обох видів зерна.

**Висновки.** Дослідженнями встановлено, що температура зерна кукурудзи та насіння ріпаку суттєво залежать від температури навколишнього середовища. Можна прогнозувати, що зі збільшенням температури навколишнього середовища буде також збільшуватися і температура зерна.

### Література

1. Kharchenko Y., Chornyi V., Sharan A. (2020). Influence of water temperature and moisture increase on wheat temperature during moistening. Ukrainian Journal of Food Science, 8(1). pp. 58-67.

## VACCP – необхідна складова системи безпеки виробництва екологічної тари

Шульга О.С., Шульга С.І.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

### Вступ

Нині людство дійшло висновку, що подальше продовження споживацької позиції щодо довкілля вже в найближчому майбутньому негативно позначиться на різних сферах життя людини. Обсяги використання полімерного одноразового посуду потрібно скорочувати, саме тому, дослідники всього світу пропонують, зокрема, їстівний посуд і прилади. Вже досить тривалий час використовується вафельний стаканчик для морозива, що є прикладом одноразового посуду. Індійська компанія Bakey's розробила їстівні ложки, які виготовляються з пшеничного, соргового та рисового борошна. Розроблена ложка запропонована для морозива, йогурту та/або супів [2].

Теперішня ситуація в світі крім екологічного виклику, також обумовила і необхідність забезпечення безпеки харчових продуктів. Зазначений їстівний посуд та прилади по суті є харчовими продуктами, тому забезпечення їх безпечного виробництва також потребує впровадження боротьби з продовольчим шахрайством.

Продовольче шахрайство – це навмисний акт заміни, додавання, фальсифікації чи спотворення харчових продуктів, харчових інгредієнтів або упаковки харчових продуктів, що здійснюється з метою одержання економічної вигоди [3].

На сьогодні в Україні передбачена відповідальність за невиконання законодавчої вимоги щодо обов'язку впровадження на потужностях оператора ринку постійно діючих процедур, заснованих на принципах системи аналізу небезпечних факторів та контролю у критичних точках (НАССР) згідно ЗУ «Про державний контроль за дотриманням законодавства про харчові продукти, корми, побічні продукти тваринного походження, здоров'я та благополуччя тварин» № 2042-VIII від 18.05.2017. Проте для повноцінного забезпечення системи безпеки виробництва будь-якого харчового продукту нині НАССР також потрібно доповнювати ще двома системами – ТАССР та VACCP. ТАССР (*Threat Assessment Critical Control Point*) – попередження шкідливих загроз харчовим продуктам, таких як саботаж, вимагання або тероризм. VACCP (*Vulnerability Assessment Critical Control Point*) – програма безпеки харчових продуктів, яка використовує оцінку ризиків для виявлення та контролю загроз безпеки харчових продуктів.

VACCP розглядається як корисний інструмент для оцінки ризику навмисного зараження в харчовій промисловості. Він забезпечує системний підхід до виявлення вразливостей та оцінки потенційного впливу на безпечність харчових продуктів. Харчова промисловість має постійну потребу у комплексному, залежно від контексту, підході до управління ризиками для забезпечення безпеки, якості та автентичності харчових продуктів. І VACCP, і ТАССР можуть використовуватися як більш повне доповнення до НАССР як стратегії захисту харчових продуктів [5].

НАССР, VACCP і ТАССР складають єдине ціле і VACCP і ТАССР доповнюють практики НАССР і є взаємопов'язаними. Впровадження цих трьох систем дозволить оператору ринку забезпечити безпеку кінцевого продукту як від навмисного, так і ненавмисного забруднення [4].

## Матеріали та методи

Оцінка вразливості та критичні контрольні точки (VACCP) — це стратегія автентичності харчових продуктів, яка зосереджена на виявленні вразливостей у ланцюзі постачання харчових продуктів, які можуть бути використані за рахунок навмисної підробки або інших зловмисних дій.

Кроки впровадження VACCP:

1. Провести оцінку харчових шахрайств;
2. Визначити заходи контролю, які необхідно впровадити;
3. Розробити план пом'якшення шахрайства з харчовими продуктами;
4. Впровадити план подолання шахрайства з харчовими продуктами;
5. Моніторинг та перегляд плану пом'якшення шахрайства з харчовими продуктами.

Екологічна тара це розробка авторів [1], яка представляє собою печиво сформоване у вигляді чашки (стакану) і має водонепроникний шар з метою уникнення протікання.

## Результати та обговорення

З метою коректного впровадження VACCP необхідно чітко розмежовувати наведені вище три системи:

- HACCP – найважливіші засоби контролю, які необхідно забезпечити для безпеки харчових продуктів;
- TACCP – ланцюг постачання та фізична безпека ланцюгів постачання сировини, людей і кінцевого продукту;
- VACCP – сканування горизонту «підказок» і «активна розвідка» стосовно фальсифікації, заміна та цілісність ланцюга постачання. Для цього необхідно думати як злочинець, розуміти мислення злочинця для ідентифікації можливості шахрайства та злочинної діяльності.

Отже, HACCP зосереджується на захисті від ненавмисного, тоді як TACCP і VACCP фокусується на навмисному забрудненні та запобіганні нечесної поведінки. Використовуючи три управління системами виробництва харчових продуктів та напоїв, оператор ринку може правильно й ефективно забезпечити безпечність кінцевого продукту.

VACCP – критична оцінка вразливості контрольної точки і найкраще визначити як процес управління захистом харчових ланцюгів від будь-якої форми нечесної поведінки, що негативно впливає на якість або автентичність харчових продуктів та напоїв.

Запропонована нами розробка екологічного посуду є по суті харчовим продуктом [1] і тому потребує згідно законодавства України обов'язкового впровадження HACCP, а для повноцінного забезпечення безпечності кінцевого продукту необхідним є впровадження також системи VACCP. Дана система також потребує команди, проте на розсуд оператора ринку може бути використана команда HACCP (доповнена або розширена обов'язки чинних членів команди).

З урахуванням того, що оператор ринку повинен вжити заходів щодо контролю для скорочення або усунення виявлених вразливостей щодо роботи з постачальниками, роботи з сировиною, роботи з персоналом, розроблення рецептур, роботи зі споживачами, група VACCP може бути в такому складі:

1. Технолог – координатор групи VACCP.
2. Керівник відділу закупівель.
3. Керівник виробництва.
4. Керівник відділу якості.

Призначення команди можна проводити у наказах оператора ринку, а також відображати основні завдання та функції робочих груп.

Вибір постачальників сировини є ключовою стадією виробництва будь-якого безпечного продукту, адже стадія підготовки сировини не передбачає виявлення фальсифікації продукції

або видалення хімічних небезпечних факторів (пестициди, гербіциди, метали тощо). Саме тому нині оператори ринку обирають постачальників сировини, які впровадили та сертифікували систему безпечності за ISO 22000 та/або FSSC 22000 та/або BRC та/або IFS Food тощо. Варто також зауважити, що для більшості з перерахованих міжнародних стандартів також обов'язковим буде впровадження VACCP для потужностей. Отже, вибір постачальника сировини та пакувальних матеріалів повинен бути свідомим, відповідальним, ретельним. Це передбачає дослідження історії шахрайства постачальника, в чому може допомогти публічна інформація в т.ч. з інтернету. Звісно зазначений логічний підхід потрібно оформити документально, тому оператор ринку повинен розробити пакет документації до якого доцільно включити:

- форма картки обліку постачальників;
- рішення про затвердження постачальників;
- протокол опису сировини.

Електронний або паперовий формат ведення документації визначає кожний оператор ринку виходячи з можливостей та доцільності для своєї потужності. Проте досвід показує, що найкращий формат це комбінований, що дозволяє мінімізувати небезпеки кожного формату.

В таблиці 1 наведено приклади форми плану VACCP, який дозволяє мінімізувати шахрайство, що дозволить забезпечити безпечність кінцевого продукту. Проте наявність плану не гарантує уникнення шахрайства, адже будь-який, навіть ідеально розроблений документ повинен бути впроваджений, що забезпечується працівниками даного оператора ринку. Саме тому обов'язково повинно бути забезпечити навчання персоналу з впровадження процедур та заходів, які наведені до плану VACCP та супутніх документів. Обов'язковим в межах забезпечення функціонування VACCP у оператора ринку повинні діяти процедура «Керування закупівлями», інструкція «Щодо вибору та оцінювання постачальника» та інструкція «Відеоспостереження на потужності». Наведені документи можуть вже бути у оператора ринку в межах системи HACCP або потрібно розробити і впровадити в межах VACCP.

Зовнішні та внутрішні фактори (виробничі процеси, вимоги законодавства України, нові відомості про потенційні загрози та зміни в технологіях виробництва) постійно змінюються, тому план VACCP потребує періодичного перегляду. Під час перегляду необхідно оцінити ефективність контрольних заходів, визначених у плані VACCP, зокрема за статистичними даними виникнення позаштатних ситуацій щодо безпечності кінцевого продукту. У разі виявлення, особливо, на постійній основі, потрібно внести необхідні корективи плану VACCP для забезпечення максимального рівня безпеки кінцевого продукту. Крім того, оператор ринку повинен передбачити корекцію та/або коригувальні дії на випадок ситуацій, які загрожують безпечності кінцевого продукту. Зазначена інструкція повинна визначати зону ризику, відповідальну особу та дії, які відповідальна особа повинна виконати з метою мінімізації ризику.

Представлений план VACCP потребує конкретизації щодо кожної потужності конкретного оператора ринку, адже кожний виробник має свою специфіку. VACCP як і HACCP не передбачає обов'язкових форм, головна мета обох систем це результат – безпечний харчовий продукт. Система безпечності повинна забезпечити мінімізацію виникнення потенційних небезпек і способи реалізації, що забезпечує кожний оператор ринку на свій розсуд.

Таблиця 1. Приклад плану VACCP для оцінки ризиків від постачальників сировини для виробництва екологічної тари

Інгредієнт	Постачальник	Оцінювання					Ймовірність (L)	Економічні наслідки (C)	Ризик (R) = L+C	Чи є ймовірність потенційного шахрайства з харчовими продуктами?	VACCP
		Затверджений постачальник так/ні	*Постачальник (історія шахрайства) так/ні	Пошук шахрайства в інтернеті (так/ні)	*Результати шахрайства з харчовими продуктами з інтернет-пошуку (так/ні)	Відстежується до виробника? (так/ні – якщо ні, підтримка)					
сировина 1	адреса потужностей постачальника сировини 1	так	ні	так	ні	так	1	5	6	ні	ні
сировина 2	адреса потужностей постачальника сировини 2	так	ні	так	ні	так	1	5	6	ні	ні
сировина 3	адреса потужностей постачальника сировини 3	так	ні	так	ні	так	2	3	5	ні	ні
сировина 4	адреса потужностей постачальника сировини 4	так	ні	так	ні	так	1	2	3	ні	ні
сировина n	адреса потужностей постачальника сировини n	так	ні	так	ні	так	1	2	3	ні	ні

Примітка. Питання з “\*” відповіді “так” будуть VACCP і вимагати від постачальника додаткових підтверджуючих документів для підтвердження – “Без шахрайства” L = Ймовірність: 1 2 3 4 5 (від низького до високого) C = Економічні наслідки: 1 2 3 4 5 (від низького до високого). Так – R ≥ 9, Ні – R ≤ 8

### **Висновки.**

Отже, VACCP це процес, який дозволяє виявляти фальсифікацію, заміну та цілісність ланцюга постачання з метою уникнення шахрайства та злочинної діяльності.

Розроблення плану VACCP передбачає аналіз потенційного постачальника сировини та пакувальних матеріалів, а також постійний контроль за його діяльністю, що потенційно може впливати на якість сировини, яку він постачає. Доцільно віддавати перевагу постачальникам на виробничих потужностях якого впроваджено та сертифікованого систему безпечності.

Постійний перегляд та оновлення VACCP дозволить оператору ринку гарантувати безпечність кінцевого продукту та уникнути його фальсифікацію.

### **Література**

1. Consumer properties of biodegradable edible cups for hot drinks. O. Shulga, I. Koretska, S. Shulga, L. Yingmei. *Ukrainian Food Journal*. 2023, Vol. 12, Issue 3. P. 336-351.
2. Munir, S. *Edible Cutlery: The Future of Eco Friendly Utensils*. 2023. Взято з <https://www.kickstarter.com/projects/1240116767/edible-cutlery-the-future-of-eco-friendly-utensils>.
3. Soon, J. M., Krzyzaniak, S. C., Shuttlewood, Z., Smith, M., & Jack, L. Food fraud vulnerability assessment tools used in food industry. *Food Control*. 2019, 101, 225-232.
4. Wareing, P. H., & Tony, H. *Knowing your HACCP from your TACCP and VACCP*. Leatherhead Food Research. 2016. 6 p.
5. Zhou, J., Brereton, P., & Campbell, K. Progress towards achieving intelligent food assurance systems. *Food Control*. 2024, 110548.

## Продукти вторинної переробки молока та перспективи їх використання при удосконаленні різноманітної кулінарної продукції

Винник В.В., Стукальська Н.М.

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

**Вступ.** За останні десятиліття в багатьох країнах спостерігається зниження рівня життя, що призвело до змін у структурі харчування. Зросло споживання висококалорійних продуктів з високим вмістом жиру та низьким вмістом клітковини. Це, у свою чергу, сприяє надлишковому надходженню енергії в організм і, як наслідок, поширенню ожиріння серед все більшої кількості людей.

Сьогодні перед харчовою промисловістю стоїть важливе завдання забезпечення населення різноманітним асортиментом високоякісних продуктів, а також створення продуктів для раціонального харчування. Одним із перспективних жирових продуктів є майонез. Завдяки своїм відмінним смаковим і поживним властивостям, цей продукт користується великою популярністю. Як основний емульгуючий компонент у майонезі традиційно використовуються різні види яйцепродуктів [1].

Майонези представляють собою сметаноподібну дрібнодисперсну емульсію типу «жир у воді», виготовлену з рафінованої та дезодорованої рослинної олії з додаванням емульгаторів, стабілізаторів, загущувачів, смакових добавок та прянощів.

Майонез також характеризується високим вмістом жирів і низьким вмістом інших макронутрієнтів, що робить його нутрієнтний склад недостатньо збалансованим. Його біологічна цінність є обмеженою, що знижує його користь для здоров'я.

Дослідники намагаються вдосконалити емульсійний соус, додаючи інноваційні компоненти для поліпшення його якості та властивостей.

Фіалковська Л.В. проводила дослідження для покращення рецептури майонезу, додаючи пектиновмісні компоненти та різні рослинні олії. Її дослідження показали, що для стабільної емульсії необхідно використовувати 1,0% соєвого лецитину і 1,5% яблучного пектину. Внесення яблучного пектину дозволяє зменшити кількість соєвого лецитину та покращити реологічні властивості продукту [2].

У роботі Л. І. Бердашкова та В. О. Бахмач досліджено можливості удосконалення технології майонезів з використанням білкових продуктів олійного насіння. Дослідження показали, що додавання 2,5% білкових продуктів у рецептури низькокалорійних майонезів і 2,0% у рецептури середньокалорійних майонезів забезпечує відповідність необхідним показникам якості за органолептичними та фізико-хімічними характеристиками згідно з ДСТУ 4487:2005. Розроблені майонези відповідають вимогам нормативно-технічної документації і зберігають високі органолептичні властивості протягом усього терміну придатності [3].

**Матеріали і методи.** У зв'язку з наявними недоліками пропонується обґрунтувати доцільність використання молочно-білкового концентрату зі сколотин у виробництві соусу майонез.

**Результати та обговорення.** Одним з видів вторинної молочної сировини, отримуваних при виробництві вершкового масла, є сколотини. Хоча їх частка в загальному обсязі виробленого вершкового молока становить відносно невелику частину (до 5%), сколотини є особливо цінними завдяки високому вмісту біологічно активних речовин [4].

Сколотини містять всі основні компоненти молока (крім жиру) у таких же пропорціях, як і молоко, а також мають підвищений вміст фосфоліпідів, що робить їх придатними для споживання людьми будь-якого віку [5].

Слід зазначити, що хімічний склад і властивості сколотин змінюються залежно від методу виробництва вершкового масла. Існують різні типи сколотин, що відрізняються за способом їх отримання:

- Сколотини, отримані при виробництві вершкового масла методом збивання вершків: це можуть бути сколотини, одержані на масловиготовлювачах періодичної дії (I) та безперервної дії (II).
- Сколотини, отримані при перетворенні високожирних вершків: ці сколотини отримуються з вершків, які мають високий вміст жиру (III).
- Сколотини, отримані при виробництві солодковершкового та кисловершкового масла: ці види сколотин різняться в залежності від типу вершкового масла.

Для раціонального використання сколотин у технології низьколактозних кисломолочних продуктів важливо обґрунтувати вибір конкретного виду сколотин на основі їх хімічного складу та властивостей (табл.1).

Таблиця 1

Хімічний склад МБК зі сколотин у порівнянні з деякими молочно-білковими концентратами, %

Показники	Сколотини I	Сколотини II	Сколотини III	Знежирене молоко
Вміст вологи	71,8	73,4	74,6	77,7
Масова частка сухих речовин	28,2	26,6	25,4	22,3
Білок	20,8	19,8	20,6	18,0
Жир	1,3	0,5	0,4	0,6
Вуглеводи	4,1	4,5	3,3	2,5
Зола	2,2	1,8	1,1	1,2

З даних, наведених у табл. 1, видно, що метод виготовлення вершкового масла суттєво впливає на хімічний склад сколотин. Сколотини, отримані при виготовленні масла методами збивання (періодичного та безперервного), відрізняються від сколотин, отриманих при перетворенні високожирних вершків, значно більшим вмістом білка, жиру, мінеральних речовин і вітамінів. Зокрема, сколотини I і II містять на 11% більше білка, на 43% більше жиру та на 17% більше мінеральних речовин порівняно зі сколотинами III. Найбільший інтерес для використання має білковий компонент, оскільки саме він визначає біологічну цінність сколотин.

Білки сколотин мають відмінності від білків цільного і знежиреного молока за складом та фізико-хімічними властивостями. Вони складаються в основному з казеїну (близько 70%) і сироваткових білків. Вміст казеїнових білків у сколотинах приблизно відповідає рівню у вершках і на 10% менший, ніж у знежиреному та цільному молоці. Казеїнові білки цільного молока, знежиреного молока, вершків і сколотин представлені чотирма основними фракціями:  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\chi$ ,  $\gamma$ , і їх кількісне співвідношення залишається майже незмінним у процесі переробки молока.

При виробництві вершкового масла методом перетворення високожирних вершків, внаслідок впливу різних фізико-хімічних факторів, у сколотинах спостерігається підвищення вмісту сироваткових білків. Це збільшення становить 8,6% порівняно з незбираним молоком і 10,5% порівняно з знежиреним молоком.

Сколотини особливо цінні як джерело лецитину, який зв'язаний з білком і утворює високоактивний білковолецитиновий комплекс, що міститься лише в оболонці жирових кульок сколотин. Ліпопротейновий комплекс сколотин грає важливу роль у жировому обміні. В усіх способах виробництва масла в сколотинах міститься 20,3-39,0 мг% холестерину. Холестерин в невеликих кількостях необхідний для нормального функціонування організму, оскільки підтримує обмінні процеси в клітинах і зберігає їхню пружність.

Сколоти́ни містять повний спектр мінеральних речовин, включаючи мікроелементи, що присутні в незбираному молоці. Сколотини, отримані при виробництві масла методом збивання вершків, мають вищий вміст основних зольних елементів і фосфору порівняно зі сколотинами III та знежиреним молоком, хоча вміст кальцію в них дещо нижчий (табл. 1).

У сколотинах є значна кількість вітамінів, як водорозчинних (С, В1, В2, В6, В12, РР), так і жиророзчинних (А, Е). Вітамінний склад сколотин порівняно з незбираним молоком наведено в табл. 2.

Таблиця 2

Вітамінний склад сколотин (у порівнянні з незбираним молоком)

Вітаміни	Вміст		
	у незбираному молоці	у сколотинах	
		мкг/кг	% від вмісту у незбираному молоці
Тіамін (В <sub>1</sub> )	400	300	75
Рибофлавін (В <sub>2</sub> )	1500	1500	100
Ніацин (РР)	1000	1400	140
Піридоксин (В <sub>6</sub> )	500	200	40
Ціанокобаламін (В <sub>12</sub> )	0,4	0,42	105
Фолацін (В <sub>9</sub> )	5	-	-
Ретином (А)	70	50	71
Аскорбінова кислота (С)	15000	3000	20
Токоферол (Е)	0,09	0,01	11
Кальциерол (D)	0,05	-	-

Як показано в табл. 2, жиророзчинні вітаміни в сколотинах присутні в невеликих кількостях через виділення жирової фракції з незбираного молока при отриманні сколотин. У сколотинах, отриманих методом збивання вершків, вміст вітаміну А в 1,3 рази, а вітаміну Е — в 1,8 рази більший, ніж у сколотинах, отриманих методом перетворення високожирних вершків [31,32]. Вміст вітаміну С значно менший у порівнянні з незбираним молоком, що пояснюється впливом високих температур під час виробництва вершкового масла. Проте загальний набір і абсолютний вміст вітамінів у сколотинах роблять їх біологічно цінним продуктом.

**Висновки.** Отже, на основі проведених досліджень можна зробити висновок, що сколотини, отримані методом збивання вершків, мають підвищену біологічну цінність завдяки високому вмісту якісних білків, вітамінів та мінеральних речовин, що забезпечують оптимальне засвоєння організмом. Тому цей тип сколотин рекомендується для подальших досліджень у розробці інноваційної технології емульсійного соусу майонез.

## Література

1. Дядечко О.В., Бахмач В.О. Альтернативна заміна яєчного порошку в майонезі.// Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції «Товарознавство - наука практика та перспективи розвитку в умовах ринку», Київ - 24-25 листопада 1999 р. С. 28-30.
2. Фіалковська Л.В. Розробка рецептури та технології виробництва майонезу. Праці ТДАТУ. Випуск 24. Том 1. 2024. С. 228-234
3. Стабілізатори рослинного походження для майонезних емульсій./ О.В. Дядечко, В.О. Бахмач // Збірник наукових праць КДТЕУ. - К.:КДТЕУ, 2002. - С. 23-26.
4. Дейниченко Г. В. Золотухіна І.В. Білково-вуглеводна молочна сировина як основа десертної продукції. Food safety. resources. energy- efficiency and mnovarite technologies the collection of material of the International conference. Notember 28-30. 2019 Namangan city. 2019. P. 220-223
5. Sodini, I., Morin, P., Olabi, A., & Jiménez-Flores, R. (2006). Compositional and functional properties of buttermilk: a comparison between sweet, sour, and whey buttermilk. Journal of dairy science, 89(2), 525–536.

УДК 664 : 613.2

## Використання аналогів молока питного в технологіях дієтичних страв

Гребенюк М.М., Корецька І.Л.

*Національний університет харчових технологій, Київ, Україна*

Мешканці нашої планети які живуть у різних частинах світу, в результаті еволюції організму людини, навчилися перетравлювати лактозу. Приблизно 30% населення світу продовжують виробляти лактазу, фермент, необхідний для травлення лактози, навіть у дорослому віці. Інші скоротили виробництво після періоду відлучення від грудей у дитинстві [7].

У решти людей розвивається непереносимість лактози, що робить тих, хто споживає питне молоко скоріше винятком, ніж правилом. Серед людей європейського походження тільки в США лише близько 9% страждають на непереносимість лактози. Навіть ті, хто може його перетравлювати, можливо, матимуть бажання скоротити споживання молока через інші проблеми, такі як наше здоров'я та екологічні витрати тваринництва, що стимулює зростання використання альтернатив коров'ячому молоку.

Особливим попитом серед споживачів користуються десерти, що поєднують в собі дві світові тенденції в кулінарії: отримання нового смакового досвіду та відповідність інгредієнтів характеристикам дієтичного та оздоровчого харчування. Групою найпопулярніших десертів, в якому з легкістю поєднуються ці дві тенденції є холодні десерти — страви ніжної, повітряної консистенції, виготовлені на основі молочно-білкової сировини. Ці страви користуються попитом у різних верств населення, в тому числі серед дітей, підлітків, людей, які приділяють увагу дієтичному харчуванню, та людей похилого віку [1-2, 10-11].

Альтернативні рослинні продукти тваринного походження все більше пропагуються для досягнення популярних дієт. Використання аналогів молока таких як сухе та безлактозне молоко, в рецептурах холодних десертів, зумовлено їх кращою засвоюваністю організмом людини, а у разі використання безлактозного молока — доступністю цього виду десерту для людей, з непереносимістю лактози.

*Коров'яче питне молоко* - відмінне джерело білка, кальцію та таких важливих для харчування елементів, як вітамін В<sub>12</sub> та йод. У ньому містяться магній, необхідний розвитку кісток і роботи м'язів, сироватка і казеїн (фосфопротеїн), які, як з'ясувалося, відіграють у зниженні кров'яного тиску.

Національна служба охорони здоров'я Великобританії рекомендує дітям від одного до трьох років приймати 350 мг кальцію на день для нормального розвитку кісток. Ця доза міститься приблизно в 300 мл молока (трохи більше пів пінти англійською). Але коли йдеться про дорослих, результати досліджень того, чи молоко допомагає здоров'ю наших кісток, суперечать один одному.

Дослідження також знайшли зв'язок між споживанням молока та серцевими захворюваннями - через те, що молоко містить насичені жири. Але жирність незбираного молока - лише близько 3,5%, знежиреного - від 0,3 до 1,5%, тоді як у несолодких альтернатив молока з сої, мигдалю, кокосу, вівса та рису жирність нижча, ніж у незбираного молока.

В одному з досліджень вчені розділили його учасників на чотири групи (залежно від кількості молока, яке споживається). Вони виявили, що тільки у тих, хто п'є його більше за інших (майже літр на день), зростав ризик серцевих захворювань.

З метою вдосконалення технології приготування сучасних десертів та розширення асортименту закладів ресторанних господарств нами запропоновано замінити основний компонент «молоко питне» на сухе молоко відновлене та безлактозне молоко. Ця заміна враховує кілька аспектів: отримання кінцевого продукту з високими органолептичними характеристиками (колір, смак, аромат), забезпечення певної структури (консистенції),

максимальна концентрація вітамінів та інших корисних компонентів у продукті, досягнення оптимальних концентрацій з точки зору лікувально-профілактичного впливу на організм людини та обґрунтування економічної доцільності.

*Сухе молоко відновлене* — це концентрована речовина, яка повністю розчиняється в воді, повертаючи собі властивості звичайного питного молока.

*Безлактозне молоко* — продукт, в якому лактоза, природний цукор молока, розщеплюється на глюкозу та галактозу за допомогою ферменту лактази. Лактоза являється дуже корисним компонентом молока. Саме завдяки цьому вуглеводу ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) відбувається всмоктування кишечником мінеральних речовин та розмноження сприятливих для організму кисломолочних бактерій.

Але існує певний відсоток людей, у яких відсутній фермент лактаза, або присутня дуже незначна його частка. В країнах Африки, Америки та частині Азії така генетична особливість спостерігається у 80-100% жителів, в Україні відсоток людей з непереносимістю лактози складає 20%. Для повноцінного харчування цієї групи населення і виробляють безлактозне молоко, яке є для них цілком безпечним.

Безлактозне молоко може бути отримане шляхом обробки свіжого молока ферментом лактазою або шляхом додавання лактази до молока. Таке молоко має смак і текстуру звичайного молока, але не містить лактози.

Використання безлактозного молока дозволяє людям з непереносимістю лактози вживати молочні продукти без дискомфорту та проблем зі здоров'ям.

Безлактозне молоко, окрім легкого засвоювання організмом, містить велику кількість протеїну, вітамінів та мікроелементів.

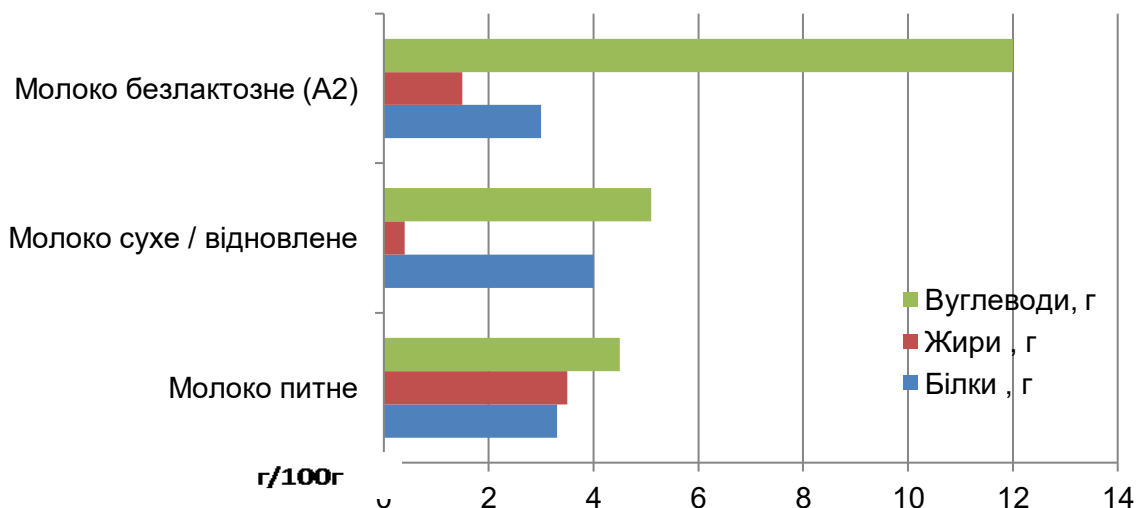


Рисунок 1. Порівняння поживної цінності дослідних видів молока

Найбільш поширеним є сухе незбиране молоко, але існує також і знежирений варіант, який створений спеціально для тих, хто має індивідуальну непереносимість продукту і схильний до алергічних реакцій. Головна відмінність двох різновидів полягає в процентному вмісті речовини. Наприклад, в цілісному молоці кількість жирів становить 25%, а в знежиреному – 1%, тобто другий різновид містить в 25 разів менше жирів. І, навпаки, кількість білків в першому випадку досягає 25,5%, а в другому – 36%.

Переваги сухого молока:

- висока харчова цінність: при виготовленні порошку зберігаються білки, жири та інші корисні складові молока. Містить комплекс вітамінів групи В та мінералів, таких як кальцій і магній. Ці компоненти важливі для здорового росту і розвитку організму, підтримання сильного імунітету та здоров'я кісток.
- зручність зберігання та транспортування: сухе молоко має довгий термін зберігання (до 3-х років) і не вимагає холодильного утримання. Це робить його зручним продуктом для зберігання і подальшого використання.

Отже, проведене дослідження було спрямоване на виявлення факторів, які впливають на якість та структуру мусів, а також на розробку ефективних методів та процедур, які дозволять покращити їх смакові характеристики та тривалість зберігання.

**Висновки.** За результатами проведеної роботи встановлено широке використання в кулінарії: сухе відновлене молоко використовується у приготуванні різних страв і випічки. Зокрема, для приготування соусів, кремів, морозива, смузі, каш та багатьох інших страв.

При конструюванні технології кулінарної продукції, особлива увага приділяється нормалізації обміну кальцію, магнію, фосфору, йоду, селену, калію, цинку, заліза і міді. Дані елементи забезпечують координаційні та трофічні процеси, корегують процеси росту та функціонування клітин, регулюють клітинну проникність, беруть участь в роботі захисних систем організму, регуляції моторики кишечника, ферментативних процесів, обміні вітамінів, білків, ліпідів і вуглеводів.

Наразі недостатній асортимент безлактозного молока вітчизняного виробництва, існує лише декілька виробників з цього напрямку. Розширити асортимент холодних десертів зі збалансованою біологічною цінністю та вирішити проблему без алергенних страв у закладах ресторанного господарства може спосіб приготування холодних десертів на безлактозному молоці.

Вважаємо, що результати цього дослідження стануть вагомим внеском у розвиток галузі та задоволення потреб споживачів.

## Література

1. Adam Drewnowski . Plant-based milk alternatives in the USDA Branded Food Products Database would benefit from nutrient density standards. (2021).
2. Ivanov V., Shevchenko O., Marynin A., Stabnikov V., Gubenia O., Stabnikova O., Shevchenko A., Gavva O., Saliuk A. (2021), Trends and expected benefits of the breaking edge food technologies in 2021–2030, *Ukraine Ukrainian Food Journal*, 10(1), pp. 7-36,
3. Niemirich O., *Koretska I.*, Stukalska N., Vlasiuk R. Modern innovative solutions in restaurant establishments. The 15th International scientific and practical conference “Distance education as the main problem of young people” (December 26 - 29, 2023) Madrid, Spain. International Science Group. 2023. 345 p. Pp. 267-270.
4. Savchenko O.A. , Grek O.V., Krasulya O.O. Suchasni tehnologiji molochnih produktiv: pidruchnik/ . – К.; TsP «Komprint», 2017.– 218 s.
5. Timkin V.A., Minin P.S. The technology for the production of lactose-free milk by diafiltration - Dairy industry. 2018. No. 12. P. 58-59.
6. Волошенко П., Британ А, Корецька І. Перспективи використання аналогів молока питного в технологіях дієтичних продуктів. The 1st International scientific and practical conference “Advanced technologies for the implementation of new ideas” (January 09 - 12, 2024) Brussels, Belgium. International Science Group. 2024. 349 p. 296-303 с. DOI – 10.46299/ISG.2024.1.1.
7. Корецька І., Масліков М., Кочерга Я., Бондаренко О. Розроблення системи управління безпечністю виробництва дієтичного харчування згідно принципів НАССР у закладах ресторанного господарства. В журн. «SWorldJourna» № 23 (23-01), с 92–103.
8. Романчук І.О., Моїсєєва Л.О., Мінорова А.В., Рудакова Т.В., Крушельницька Н.Л., Седень І.А. Дослідження показників якості безлактозних кисломолочних продуктів під час зберігання.. В кн. Харчова промисловість як основа продовольчої безпеки і розвитку держави: зб. наук. праць за матеріалами X Міжнар. наук.-практ. конф. 27 листопада 2023 р. Інститут продовольчих ресурсів НААН. 2023. 133 с. С 81-82.
9. Серенко А. А., Свінціцька Є. Ю. Використання вторинної молочної сировини в технології десертної продукції. В кн. збірн. тез. по мат. науково-практичної конференції «Інноваційні та ресурсозберігаючі технології харчових виробництв» Полтава : ПДАУ, 2023. 228 с . С 124-126.

УДК 614.4-023

## Доцільність споживання безглютенового борошна

Шамрай В.Д, Стукальська Н.М.

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

**Вступ.** Безглютенове борошно, отримане з зерен, які не містять білка глютену, стало невід'ємною частиною раціону для мільйонів людей у всьому світі. Головним чином, його споживають люди з діагностованою целиакією – аутоімунним захворюванням, при якому організм реагує на глютен, пошкоджуючи ворсинки тонкого кишечника. У таких випадках безглютенова дієта є не просто рекомендацією, а життєвою необхідністю.

**Матеріали і методи.** Питання доцільності споживання безглютенового борошна набуває все більшої актуальності в сучасній дієтології. З одного боку, безглютенова дієта є єдиним ефективним методом лікування целиакиї, аутоімунного захворювання, спричиненого непереносимістю глютену. З іншого боку, спостерігається стрімкий ріст популярності безглютенових продуктів серед здорового населення, що зумовлює необхідність комплексного наукового дослідження цієї теми.

**Результати та обговорення.** Дослідження в цій галузі є актуальними з кількох причин:

- Медичний аспект: Необхідність чіткого розуміння патогенезу целиакиї та інших глютензалежних розладів, а також ефективності безглютенової дієти у лікуванні цих захворювань.
- Харчова цінність: Порівняльний аналіз харчової цінності безглютенового та традиційного борошна, визначення потенційних дефіцитів мікроелементів та вітамінів при тривалому дотриманні безглютенової дієти.
- Маркетингові аспекти: Аналіз впливу маркетингових стратегій на споживчі переваги та формування стереотипів щодо безглютенових продуктів.
- Соціальний аспект: Дослідження впливу безглютенової дієти на якість життя людей з целиакією та непереносимістю глютену, а також на економічні аспекти виробництва та споживання безглютенових продуктів.

Глютен – це складний білок, який міститься в зернах пшениці, жита, ячменю та деяких інших злаках. Він надає тісту еластичності та в'язкості, забезпечуючи характерну текстуру хліба та інших хлібобулочних виробів. Однак, для людей, які страждають на целиакію або мають непереносимість глютену, цей білок стає справжньою загрозою для здоров'я.

Целиакія – це хронічне аутоімунне захворювання, при якому імунна система організму реагує на глютен, пошкоджуючи ворсинки тонкого кишечника. Це призводить до порушення всмоктування поживних речовин, що проявляється різноманітними симптомами: діареєю, здуттям живота, болями в животі, втратою ваги, анемією та іншими. Єдиним ефективним методом лікування целиакиї є дотримання строгої безглютенової дієти протягом усього життя.

Непереносимість глютену – це більш загальний термін, який охоплює різноманітні стани, при яких організм не може нормально перетравлювати глютен. На відміну від целиакиї, непереносимість глютену не пов'язана з аутоімунними процесами і може мати різні причини, включаючи генетичну схильність, порушення роботи ферментів, дисбаланс кишкової мікрофлори тощо. Симптоми непереносимості глютену можуть бути схожими на симптоми целиакиї, але можуть бути менш вираженими або мати інший характер.

Таким чином, для людей з целиакією та непереносимістю глютену споживання продуктів, що містять глютен, може призвести до серйозних ускладнень для здоров'я. Тому для них безглютенова дієта є не просто дієтою, а необхідністю для забезпечення нормального функціонування організму.

Найпоширенішими видами безглютенового борошна є рисове, кукурудзяне, гречане, кокосове, мигдальне та борошно з кіноа. Кожен з них має унікальний склад амінокислот, вітамінів і мінералів, що впливає на його харчову цінність та кулінарні властивості.

Наприклад, рисове борошно є одним з найпопулярніших видів безглютенового борошна завдяки нейтральному смаку та легкості в приготуванні. Однак, воно відносно бідне на білок і деякі важливі мікроелементи. Кукурудзяне борошно має яскравий жовтий колір і солодкуватий смак, але також відрізняється низьким вмістом білка. Гречане борошно, навпаки, є джерелом білка, заліза і магнію, але має специфічний горіховий смак.

Порівнюючи безглютенове борошно з пшеничним, варто зазначити, що останнє є більш багатим на клейковину, яка надає тісту еластичність та дозволяє випікати хліб з пишною структурою. Безглютенове борошно зазвичай потребує додавання додаткових інгредієнтів, таких як крохмаль, яєчні білки, псиліум або інші загусники, щоб забезпечити необхідну консистенцію тіста.

Важливо розуміти, що харчова цінність безглютенового борошна може значно відрізнятися залежно від виду і виробника. Тому при виборі безглютенових продуктів слід звертати увагу на склад і харчову цінність, а також на рекомендації лікаря або дієтолога.

В таблиці 1 наведено поживну цінність безглютенових видів борошна

**Таблиця 1**

**Порівняльна таблиця поживної цінності різних видів безглютенового борошна  
(на 100 г)**

Вид борошна	Білки (г)	Жири (г)	Вуглеводи (г)	Клітковина (г)	Залізо (мг)
Рисове	7-8	1-2	75-80	1-2	0,8-1,2
Кукурудзяне	8-10	2-3	70-75	2-3	1,5-2
Гречане	13-14	3-4	60-65	2-3	2,5-3
Кокосове	12-15	60-70	10-15	8-10	1-2
Мигдальне	20-25	50-55	10-15	12-15	4-5
Кіноа	14-16	6-7	64-68	4-5	4-5

Аналізуючи табличні дані можна зробити висновок, що найбільш багаті на білок мигдальне та гречане борошно. Рисове і кукурудзяне борошно містять менше білка. Найбільший вміст жирів у кокосовому та мигдальному борошні. Вміст вуглеводів найвищий у рисовому і кукурудзяному борошні. Найбільш багаті на клітковину кокосове і мигдальне борошно. Гречане і мигдальне борошно є хорошими джерелами заліза.

Тому, безглютенова дієта – це не просто модний тренд, а необхідний засіб лікування для мільйонів людей у всьому світі. Вона є єдиним ефективним методом терапії целиакії – аутоімунного захворювання, при якому імунна система організму реагує на глютен, пошкоджуючи ворсинки тонкого кишечника.

Чому безглютенова дієта так важлива?

- Целиакія: При цьому захворюванні вживання глютену призводить до запалення слизової оболонки кишечника, порушення всмоктування поживних речовин та розвитку численних ускладнень. Безглютенова дієта дозволяє зупинити цей процес і відновити функції кишечника.
- Нецелиакійна чутливість до глютену: Хоча точні механізми цього стану ще до кінця не з'ясовані, багато людей відзначають значне покращення самопочуття при дотриманні безглютенової дієти.

Наукові докази ефективності:

- Біопсія кишечника: У пацієнтів з целиацією, які дотримуються безглютенової дієти, спостерігається відновлення нормальної структури ворсинок кишечника.
- Серологічні дослідження: Рівень антитіл до глютену знижується.

- Клінічні дослідження: Багаторічні дослідження підтверджують, що безглютенова дієта є ефективним методом лікування целиакії та покращує якість життя пацієнтів.

Безглютенова дієта, колишній призначена виключно для людей з целиакією, сьогодні стала популярним трендом серед здорових людей. Багато хто вважає, що відмова від глютену може покращити загальне самопочуття, сприяти схудненню та навіть запобігти різним захворюванням. Однак, чи підтверджують наукові дослідження ці очікування?

Одним з найпоширеніших очікувань від безглютенової дієти є швидке та ефективне схуднення. Існує думка, що продукти без глютену містять менше калорій і вуглеводів, що автоматично призводить до зниження ваги. Насправді, калорійність продукту залежить від його складу, а не від наявності або відсутності глютену. Безглютенові хліб, печиво та інші вироби можуть бути не менш калорійними, ніж їхні традиційні аналоги. Тому, якщо мета – схуднення, важливо дотримуватися загального дефіциту калорій, а не просто виключати глютен.

Інше поширене очікування – покращення здоров'я кишечника. Деякі люди вважають, що глютен може викликати здуття живота, діарею та інші проблеми з травленням навіть у здорових людей. Однак, для більшості людей глютен не є причиною таких симптомів. Проблеми з травленням можуть бути пов'язані з іншими факторами, такими як харчова непереносимість, синдром подразненого кишечника або дисбактеріоз.

Багато хто також сподівається, що безглютенова дієта допоможе підвищити енергію та покращити загальне самопочуття. Однак, наукових доказів, що підтверджують такий ефект у здорових людей, недостатньо. Почуття бадьорості та енергії часто пов'язані з якістю сну, фізичною активністю, збалансованим харчуванням та іншими факторами.

Важливо розуміти, що безглютенова дієта може бути корисною тільки для людей з встановленим діагнозом целиакії або непереносимості глютену. Для здорових людей відмова від глютену не принесе додаткових переваг для здоров'я, а може навіть призвести до дефіциту деяких поживних речовин, якщо дієта не складена правильно.

**Висновки.** Ринок безглютенових продуктів продовжує активно розвиватися. Зростає кількість компаній, які виробляють широкий асортимент безглютенових продуктів високої якості. Очікується, що в майбутньому безглютенові продукти стануть ще більш доступними і різноманітними. Для людей з целиакією воно є єдиним ефективним способом лікування. Для інших людей безглютенова дієта може стати кроком до поліпшення загального самопочуття. Однак, індивідуальний підхід до харчування є ключовим фактором для досягнення оптимальних результатів.

## Література

1. Толста О.П., Кошель О.Ю. Використання безглютенових видів борошна у тех. Вісник Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького. 2023. № 2(325). С. 142-146.
2. Дисертація: Халиясний Д.О. Розробка рецептур хлібобулочних виробів з використанням безглютенового борошна. Харківський національний університет харчових технологій, 2019. – 110 с.
3. Fasano, A., & Catassi, C. (2001). Current approaches to diagnosis and treatment of celiac disease: an evidence-based review. *The American Journal of Gastroenterology*, 96(5), 1256-1269.
4. Sicherer, S. H., & Venter, C. (2007). Celiac disease: from genetics to pathogenesis. *Nature reviews. Immunology*, 7(12), 907-915.
5. Передерій В.Г., Губська О.Ю., Перекрестова О.А. Сучасні підходи до діагностики, лікування та харчування хворих на целиакію (методичні рекомендації). К., 2005. – 29 с.
6. Марцин Т.О., використання борошна кіноа у технології безглютенового хлібу. Інновації та тренди: матеріали міжнародної науково-практичної конференції, 7 квітня 2016 р. Київ С. 264-266
7. Краєвська С., Стеценко Н. Формування вітчизняного ринку безглютенових харчових продуктів. Товари і ринки. 2018. №4 с. 36-43
8. Іуніхіна В., Курцева В., Мельников Є. Борошно для дитячого й дієтичного харчування / В. Іуніхіна, // Зерно та хліб. – 2001. – №3. – С. 24.

## Уловлення та виділення комплексу ароматичних речовин під час концентрування екстракту природних джерел аромату

Фролова Н.Е., Ющенко Н.М., Силка І.М.

Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна.

**Вступ.** Використання натуральних ароматизаторів залишається злободенним. Інтенсифікація виробництва, здороження сировини, екологічні зміни зменшують частку природних ароматичних речовин, які потрапляють до нашої їжі.

До того ж цілеспрямоване зниження вмісту жиру, солі, цукру, збільшення вмісту харчових волокон в корисних продуктах, також відчутно змінює смак та аромат продукту А будь-який корисний продукт без аромату і смаку – це просто ліки.

Використання ароматизаторів відмічається практично в усіх галузях харчової промисловості. Так, в Україні, за даними маркетингової компанії із залученням ароматизаторів випускається 92 % всього асортиментного портфелю напоїв, 87 % карамелі і інших кондитерських виробів, 64 % консервів, 61 % морозива, 56% йогуртів и і десертів, 100% соєвих продуктів і замінників білкової їжі. При цьому близько 14 % джерел аромату є натурального походження. Все інше – синтетика. Про безпеку синтезованих продуктів знають не лише медики, все більше споживачів реагують на синтезовані добавки, відшукуючи на полицях органічні продукти, навіть за більшої їх вартості.

Існуюче в країні виробництво харчової ароматики є проблемою. Середньорічний імпорт ароматизаторів на українському ринку оцінюється більше ніж на 96%. Вітчизняні виробники лише комбінують закуплені за кордоном так звані ароматичні ключі .

Рішенням проблеми є інноваційна діяльність у сфері виробництва вітчизняних ароматизаторів, розробка нових технологій, пошук маловивчених, нетрадиційних джерел природного аромату, пропонування нових ідей їх перероблення.

В Україні, ефіроолійну сировину, ефірні олії здебільшого використовують в парфумерно-косметичній промисловості. Ця галузь має значний історичний розвиток, як в наукових розробках, так і в практичному використанні.

Із джерел натурального аромату найбільшу концентрацію ароматичних речовин мають ефірні олії із ефіроолійної сировини. В Європі й Америці ефірні олії в сирому вигляді практично не застосовуються. Вони піддаються різним технологічним переробкам [1].

Виробництво ароматичних концентратів набуло широкого розвитку в усьому світі. Така продукція, як правило, має тривалий термін зберігання, зручна при транспортуванні, реалізується протягом року. Водночас концентрування приводить до неминучих втрат легкої ароматичної фракції аромату від 62 до 95 % [2]. Перспективним вважається отримання концентрованих ароматичних екстрактів як результат оптимізації адсорбційно-десорбційних циклів виділення ароматичного комплексу в тому числі з нетрадиційних ефіроолійних рослин [3]

**Матеріали та методи.** Досліджувалися молоді пагони плодкових дерев, зокрема на спиртових екстрактах з молодих гілочок та бруньок кушів чорної смородини і горобини звичайної (джерела аромату). Гілочки зрізали навесні, у період розцвітання ягідних кушів. Вегетативні частини плодово-ягідних дерев – листя, бруньки, кора, гілочки, містять ефірну олію і на є відходами весняного омолодження садів. Окрім того вони характеризуються високим вмістом біологічно активних речовин. Так бруньки та листя чорної смородини, які з’являються навесні, містять максимальну кількість ефірної олії у кількості відповідно 0,06 – 1,2 % та 0,75 %. Приготування водно-спиртового екстракту пагонів проводили настоюванням, за технологією спиртованих екстрактів у лікєро-горілчаній промисловості.

Використовувані методи органолептичного аналізу екстрактів, концентратів, фракцій, індивідуальних речовин ароматизаторів. метод газохроматографічного аналізування. Задіяні

моносорбенти – неполярні Полісорб-1, БАУ-А, середньополярний Тенакс GC та полярний Полісорб-10 та їх комбінаціями. До адсорбентів висувалися вимоги – відсутності власного запаху, максимальна хімічна інертність до ароматичних речовин (АР); гідрофобність; легкість десорбції АР, структура порошоків.

Дослідження відбувалося на експериментальній установці на вузлі упарювання-адсорбції та вузол десорбції. Робочі параметри адсорбційно-десорбційних циклів з уловлювання ароматичних речовин (АР) показано в таблиці 1.

Таблиця 1

Робочі параметри адсорбційно-десорбційних циклів

Залишковий тиск упарювання, кПа			10±0,2
Температура упарювання-адсорбції, °С			50±2,0
Кількість АР у джерелі аромату, мкл на 100 см <sup>3</sup>			10,0
Адсорбенти	T <sup>дес</sup> , °С	$\tau_{\text{сер}}^{\text{АДЦ}}$ , с*	$\tau^{\text{ДЕС}}$ , с
Полісорб-1	210±1,0	1743±2,0	206 ±2,0
Полісорб-10	220±1,0	1767±2,4	229±2,0
Тенакс-GC	220±1,0	1845±3,0	361±3,0
БАУ-А	230,0	1900±5,2	362±5,0
Час утримання компонентів			-
T <sup>дес</sup> , °С – температура десорбції			
$\tau_{\text{сер}}^{\text{АДЦ}}$ – середня тривалість адсорбційно-десорбційного циклу			
$\tau^{\text{ДЕС}}$ – середня тривалість десорбції			

**Результати та обговорення.** Результативність адсорбційно-десорбційних циклів оцінювали за показником повноти адсорбції-десорбції  $R^{\text{АДЦ}}$ , %, який відображає відсоток к-ї АР, що адсорбована та десорбована з поверхні адсорбенту,  $S_k^{\text{адс-дес}}$ , до початкової кількості к-ї АР в джерелі аромату –  $S_k$ .

Проведені дослідження та результати математичного опрацювання отриманих експериментальних даних засвідчили, що за однакових умов процесу використання жодного із моносорбентів не забезпечує високої результативності адсорбційно-десорбційних циклів. Наявні відмінності пояснюються різною селективністю адсорбентів до груп АР. Навіть адсорбенти однакової хімічної природи, зокрема Полісорб-1, Полісорб-10, проявляють до АР різної полярності різну активність. При цьому Полісорб-1 показав більшу активність до АР дослідних джерел аромату.

Проведена експериментальна робота визначила напрями подальших дослідження щодо пошуку компромісного рішення реалізації індивідуальних переваг кожного моносорбенту і створенні трьохшарової колонки градієнтної селективності (КГС) В колонці, між адсорбентами, відсутні будь-які перегородки, що забезпечує вільну міграцію АР

Першим шаром розташовували неполярний адсорбент Полісорб-1, з яким максимально контактують неполярні АР. Полярні молекули АР міцніше зв'язані з полярним екстрагентом. Це дозволяє їм переважно залишатися в його парах. Водночас, неполярний адсорбент мінімізує адсорбцію на своїх активних центрах молекул спирту. Далі Тенакс-GC.

Після проходження першого шару КГС (Полісорбу-1), в парах екстрагенту залишаються щонайбільше середньо полярні і полярні АР. Для адсорбції полярних АР, останнім шаром КГС розташували БАУ-А. Полярні АР, до складу яких входять дифільні групи (терпенові спирти, альдегіди, кетони тощо), при входженні в поле неполярного адсорбенту будуть орієнтуватися алкіл- неполярними групами, з утворенням дисперсійних міжмолекулярних зв'язків, сильніших за орієнтаційно-індукційні сили між екстрагентом та АР [4]. Резонність використання БАУ-А останнім шаром КГС також полягає в можливості підтримання оптимальної для БАУ-А температури десорбції ( $T^{\text{ДЕС}}=260^{\circ}\text{C}$ ), без температурного ушкодження інших адсорбентів.

У таблиці 2 наведено умови здійснення адсорбційно-десорбційних циклів на колонці градієнтної селективності.

Таблиця 2

Умови досліджень адсорбційно-десорбційних циклів

Температура упарювання, °С	50±2,0
Залишковий тиск, кПа	10±0,1
Об'єм дослідного зразка, см <sup>3</sup>	25±0,5
Тривалість упарювання, хв	10±2,0
Послідовність адсорбентів	Полісорб-1-Тенакс-GC - БАУ-А
Вміст адсорбентів у КГС, см <sup>3</sup>	Полісорб-1 – 0,39; Тенакс- GC – 0,39; БАУ-А – 0,785
Температура десорбції, °С	220...250
Чутливість детектору ПД	10*10 <sup>-12</sup> ...100*10 <sup>-10</sup>

За такими параметрами відбувається максимальне вловлювання АР джерел аромату на колонці градієнтної селективності.. При цьому саме дотримання початкових співвідношень АР обумовлює сталість аромату продуктів технології.

Використання напрацьованих режимів на дослідних джерелах аромату шляхом аналізу отриманих хроматограм з ідентифікацією наявних компонентів показав, що в концентрованому аромоконцентраті (результат уловлених АР) гілочок чорної смородини виявлено 18 компонентів, які формують приємний смородиновий аромат з тонкими відтінками деревини. В екстракті гілочок горобини звичайної зафіксовано 15 компонентів, з формуванням тонкого мигдального аромату з відтінком вишневої кісточки.

Підтверджено, що за розробленою послідовністю процесів і режимів відбувається концентрування АР в в 5 разів, порівняно з початковим екстрактом. До складу аромоконцентратів практично повністю входять АР, присутні в екстрактах пагонів ягідних кущів. Аромоконцентрати мають приємний гарячежовтий колір, з гармонійним фруктовим ароматом, який дуже цінується серед виробників. Слід зазначити, що аромат відновленого екстракту пагонів (тобто після розбавлення водою і об'єднання з аромоконцентратом) повністю відповідав початковому аромату пагонів.

**Висновок** . Проведені дослідження та аналіз отриманих даних дозволив засвідчити, що організація адсорбційно-десорбційних циклів на колонці градієнтної селективності дозволяє отримувати значення показників уловлювання та десорбції ароматичних речовин джерел аромату на рівні 99,68 %, (концентрація АР (1:200) з практичним дотриманням початкового співвідношення АР. Це є запорукою збереження аромату в максимально природній формі із збереженням всіх корисних властивостей.

Операції та режими розробленої технології перероблення ефіроолійної сировини дозволяють отримувати концентровані ароматичні екстракти, що є високоякісною продукцією для широкого використання у різних галузях харчової промисловості.

### Література.

1. Tsakiris A., Kallithraka S., Kourkoutas Y. Grape brandy production, composition and sensory evaluation //Journal of the Science of Food and Agriculture.– 2014. – V. 94. – No. 3. – С. 404 – 414.
2. Chiral evaluation of aroma-active compounds in real complex samples / Ruiz del Castillo M. L., Caja M. M. Blanch G. P., Herraiz M. J. // Food Set. – 2023. – 68.– № 3. – P. 770–774
3. Reineccius G. Flavor chemistry and technology. – Francis : Taylor, 2016. – 467 p. Режим доступу: <https://play.google.com/store/books>
4. Yang R.T. Gas Separation by Adsorption Processes [Text] /Ralph T. Yang -Butterworth-Heinemann, 1986.-693 p. Книга в Google Play с .22 окт. 2023 г
5. The method of determination of the sorption capacity of activated carbon by gas chromatography/ Ksenia Naumenko, Natalia Frolova, Oksana Petruscha // EUREKA: Life Sciences. – 2017. – №1. – P. 12–18

## **Modelling of the hydrodynamic conditions during liquid system processing by alternating impulses of pressure**

**Dubovkina I.O.**

*The Institute of Engineering Thermophysics of the National Academy of Sciences of Ukraine,  
Kyiv, Ukraine*

### **Introduction**

Using of energy saving technologies gives the possibilities to reduce the energy and recourses consumption of different production. Innovative technologies have been improved by the application of modern scientific knowledge. Modern agriculture throughout the world is aimed at growing food products. Present production is based on intensive technologies of growing plants.

Growing vegetable products in the open has a number of difficulties associated with complex agricultural technology, the impossibility of growing in difficult climatic conditions, as well as the impossibility of growing tomatoes, cucumbers, salads and spicy herbs in winter and in the off-season. But the market needs this product. Therefore, countries with developed agricultural production use a protected soil environment as the main means of production to meet the population's needs for vegetable products, which opens up wide opportunities for the production of fastidious vegetable crops.

The feature of the food products depends of many factors. One of them is a quality characteristic of the raw material, because they are the foundation of finished food products. Thus, greenhouses and greenhouse complexes are gaining a lot of development, especially with climate changes observed in recent years. The list of crops that should be grown in a protected soil environment includes: tomatoes, cucumbers, peppers, radishes, salads, spicy greens, as well as various types of flower products [1]. It should be noted that each crop has its own characteristics of growth and vegetation, and therefore the cultivation technologies of these crops differ among themselves.

Growing plants on hydroponics is the most common technology, which involves the rejection (or partial rejection) of the soil as the main environment where the root mass of the plant develops [2].

Raw materials include: ingredients; processing aids; packaging materials. Fruits, vegetables, corns, herbs, grains, berries are the important components of the food raw materials.

The first stage of the foodstuff production begins from the growing crops. That's why many food industries depend almost entirely on agriculture and growing crops[3].

There are many kinds of hydroponic systems. Some of them are: a wick system (passive system); a water culture (active system), a flood and drain (active system), the drip systems (active system), a nutrient film technique (active system), an aeroponic (active system).

Therefore pH control is a requirement in hydroponic solutions, because the plant growth depends on this. The potential of hydrogen is shows concentration of free ions of hydrogen in water and water solutions and it is one of the major operational indicators of quality of water, in many compliments describes nature of chemical and another process which take place in water[4].

In liquid solutions and pure water and in the aqueous solutions there is an unremitting three-dimensional grating of hydrogen bonds; it proves to be true many researches by the numerical mathematical experiments and by mathematical modelling methods [5,6].

Inescapability of investigate of the structural formation of liquid aqueous solutions and systems and also liquid binary systems is rooted by their exceptional properties, and also special importance in lifeless and alive environment, a science and the techniques, contemporary technologies and production. Interactions with water are a major driving force for bimolecular structure and function in living systems.

The aim of this work is to research the influence of the application of alternating impulses of pressure throughout treatment of water nutrient solutions and hydroponic systems by the numerical modelling of the hydrodynamic conditions in uninterrupted mode.

### Materials and methods

The visualization and volume parametric imitation, numerical simulation, modelling methods, math modelling methods were employed for the explanation of the conditions at the working volume of the rotary pulsed apparatus throughout the liquid treatment. Experimental investigations of liquid samples were carried out with using potentiometry laboratory methods.

### Results and discussion

For the preference of numerical model of fluid flow in the «rotor-stator-rotor» system of the rotary pulsed apparatus fig.1, it was suggested that the current in the prevailing case is two-dimensional.

To consider the dynamics complexity, the horizontal section of the working parts of the rotary pulsed apparatus, perpendicular to the axis of the «rotor-stator-rotor» system, was chosen. This section has slits on the surfaces of the first rotor, stator and second rotor.

Also this section consists of the left and right parts of the rotors. In the calculation it was considered that the flow regime of the liquid in the RPA is turbulent, so for this case RNG k-ε model of turbulence was selected[7].



**Figure 1. The working chamber of the rotary pulsed apparatus:  
1 – external rotor; 2 – stator; 3 – internal rotor**

The nature and velocity of many physical and chemical processes which take place in such water systems changes.

The potential of hydrogen can greatly verify the velocity of itinerary of chemical reactions. Throughout processing of aquatic solutions and obtaining process in the conditions of linear speeds of the first rotor is 21,5 m/s and the second rotor is 23,5 m/s. The pressure of shift of a stream for the first rotor is 215 Pa and for the second rotor is 235 Pa. The speeds of shift of a stream for the first rotor is  $2,0 \times 10^5 \text{ s}^{-1}$  and for the second rotor is  $2,5 \times 10^5 \text{ s}^{-1}$ .

The speed of rotary motion of the rotors is  $n = 50 \text{ sec}^{-1}$ .

It is established that the local values of pressure in the sector of input of water and water systems and the output of the water systems from the gaps show a discrepancy: at the external surface of the internal rotor from  $-50 \cdot 10^3$  to  $+300 \cdot 10^3$  Pa; at the external stator surface from  $-150 \cdot 10^3$  to  $+100 \cdot 10^3$  Pa; at the interior stator surface from  $+40 \cdot 10^3$  to  $-120 \cdot 10^3$  Pa; at the interior surface of the external rotor from  $+100 \cdot 10^3$  to  $-100 \cdot 10^3$  Pa.

Throughout the last values cavitation and adiabatic boiling can be in attendance. All over the water and water solutions treatment and throughout the processes of assimilation liquid associated components in the conditions of hydrodynamic fluctuation as alternating impulses of pressure differentiated the changing of pressure:  $\Delta P = 350 \cdot 10^3$  Pa near an external surface of an internal spinning rotor;  $\Delta P = 250 \cdot 10^3$  Pa near an external stator surface;  $\Delta P = 160 \cdot 10^3$  Pa near an internal stator surface;  $\Delta P = 200 \cdot 10^3$  Pa near an internal surface of an external spinning rotor.

The effects of analytical computation and mathematical modeling, statistical experiment have given the possibility to calculate basic design data of devices which influence on intensification of carrying out of obtaining processes for aquatic media, and also processing for the purpose of change of physical and chemical parameters and structural transformations.

Throughout the calculations by the methodology presented in this article was found the values of pressure changing in working volume of rotary-pulsating apparatus between coaxial cylinders «rotor-stator-rotor» system.

These data give the possibility to receive the conditions which we can create in working volume for optimal hydrodynamic effects for processing liquids with necessary and required physical and chemical properties and parameters and to control this processes.

Employment the method of physical influence in technology of receiving of media allows receiving the activated aquatic solutions with the certain physical properties and parameters, assured value of a potential of hydrogen.

Carrying out of obtaining processes for media in continuous approach is giving the possibility to decrease reduction-oxidation potential on 25-55%. Through researches the potential of hydrogen of the aquatic solutions prepared on standard technology has raised on 15%. The mass transfer intensification, in turn, affects the speed of the process of hydration, structuring and association of the polar liquids as alcohols and water.

By the results of the investigation of the calculations achieved, it was found that the reducing of the clearance between the external and internal rotors and the stator leads to an increase in the depth of the negative impulse of pressure.

## Conclusions

As a result of the modeling it was determined that the most important values of speeds of shift of a stream appear in rotary pulsed apparatus with coaxial clearances between first rotors, stator and second rotor 0,1mm.

The results of the experimental researches is established that using of no reagent methods of physical influence is of current interest and perspective for consciousness of control on physical and chemical parameters, properties and the structural organization for the purpose of an intensification of obtaining process of the aquatic solutions mediums.

## References

1. Molin E., Martin M. Assessing the energy and environmental performance of vertical hydroponic farming, IVL Swedish Environmental Research Institute, 2018, №. C 299, p.36
2. Blok C., Erik van Os, Daoud R., Laith Waked and Ala'a Hasan Hydroponic Green Farming Initiative: Increasing Water Use Efficiency by Use of Hydroponic Cultivation Methods in Jordan: Final Report, Wageningen University & Research, BU Greenhouse Horticulture, 2017. Report GTB-1447, p.26
3. Mamta D. Sardare , Shraddha V. Admane: A Review on Plant without Soil – Hydroponics. International Journal of Research in Engineering and Technology Volume 2, Issure 3, 299-304 (2013). <https://www.ijret.org>
4. Dubovkina I. Change of physical and chemical parameters of the liquid binary systems by alternating impulses of pressure, Ukrainian Food Journal, V. 6, Is. 1, 2017, pp. 142-154.

5. Mijaković M., Kežić B., Zoranić L., Sokolić F., Asenbaum A., Pruner C., Emmerich Wilhelm, Perera A.: Ethanol-water mixtures: ultrasonics, Brillouin scattering and molecular dynamics. *Journal of Molecular Liquids*, 164(1-2). 2011, pp. 66-73  
<https://doi.org/10.1016/j.molliq.2011.06.009>
6. Rybicki M., Hawlicka E. Influence of ions on molecular vibrations and hydrogen bonds in methanol–water mixtures: MD simulation study. *Journal of Molecular Liquids*, 196, 2014, pp. 300-307, <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2014.04.002>
7. Dubovkina I., Davydenko B., Rikhter V. Modelling of the hydrodynamic conditions throughout liquid system treatment by alternating impulses of pressure, *Ukrainian Food Journal*, Volume 8, Issue 2, 2019, p. 343-354

## Методи прийняття оптимальних рішень при проєктуванні пакувальних машин

Гавва О.М., Кривопляс-Володіна Л.О., Марцинкевич Л.В.

*Національний університет харчових технологій (НУХТ), Київ, Україна*

### Вступ

Сучасні пакувальні машини-автомати – це багатофункціональні технічно складні технічні системи. Синтез таких систем здійснюється поетапно шляхом пошуку оптимального варіанта із багатьох можливих рішень з урахуванням техніко-економічних показників та симуляційного прогнозування їх функціонування у виробничих умовах.

Для того, щоб технічна система виконувала свої функції на всіх стадіях життєвого циклу, потрібно якісно та кількісно обґрунтувати поняття її ефективності. Де під ефективністю слід розуміти якість виконання поставлених задач.

### Методи та матеріали

Матеріалами є результати аналізу інформаційних джерел прийняття оптимальних рішень в машинобудуванні.

### Результати досліджень та обговорення

Для якісного порівняння різних конструктивних варіантів пакувальних машин використовують критерії ефективності. Аналітична залежність коефіцієнта ефективності від параметрів, по яким здійснюється оптимізація, є цільовою функцією. Загалом цільова функція залежить від трьох факторів: початкових умов; вхідних змінних; вихідних та обмежень на них. Здебільшого як цільову функцію приймають приведені витрати, собівартість, продуктивність та інше.

Вибір коефіцієнта ефективності та складання цільової функції потребує застосування таких розділів аналітичного і чисельно математичного програмування як: диференціальне та варіаційне числення; принцип максимуму Л.С. Понтрягіна; лінійне, випукле, цілочисельне, нелінійне, динамічне, евристичне, геометричне та стохастичне програмування, методи випадкового пошуку та інші.

В останні роки для технічних систем почали широко використовувати метод оптимізації – морфологічний аналіз та синтез. Морфологічний підхід – це метод логічної організації структури машини за допомогою упорядкування результатів аналізу інформаційних джерел та врахування можливих варіантів структури машини.

Пошук оптимальної структури машини за таким методом поділяється на кілька етапів.

На першому етапі здійснюють аналіз можливих структур машини одного функціонального призначення.

На другому етапі здійснюють синтез структурно-компоновочної схеми. Результатом виконання цих двох етапів є складання морфологічної матриці варіантів структури машини. За допомогою комбінації рядків і стовпців матриці визначають принципово можливі варіанти структурної схеми пакувальної машини.

На третьому етапі із множини одержаних варіантів здійснюють відбір конкурентоздатних варіантів. Для цього складається таблиця розв'язків, рядками якої є критерії оцінювання машини, а стовпцем – вагові коефіцієнти важливості в балах для кожного варіанта структурно-компоновочної схеми.

Результатом третього етапу є визначення значення узагальненого критерія для кожного варіанта структури машини:

$$Y_k = \sum_{p=1}^k B_k \cdot O_p / \sum_{p=1}^k B_k$$

де  $Y_k$  – узагальнений критерій;  $B_k$  – ваговий коефіцієнт;  $O_p$  – оцінка в балах.

На четвертому етапі вибирають кілька найбільш прийнятних рішень, з яких вибирають оптимальне.

На цьому етапі можуть прийматися за критерій ефективності – максимум продуктивності, мінімум приведених витрат тощо.

На практиці для пакувальних машин часто виникають задачі, коли коефіцієнт ефективності не може бути визначено однозначно. В такому випадку застосовують й інші коефіцієнти, тобто виникає задача багатокритеріальна.

За наявності множини критеріїв ефективності здійснюють їх аналіз, визначають головний критерій, а інші розташовують по рангу в порядку зменшення важливості або переводять деякі з них в розряд обмежень або початкових умов.

У деяких випадках потрібно об'єднати коефіцієнти ефективності в один узагальнюючий. Узагальнюючий критерій визначається як відношення добутку критеріїв, які бажано збільшити до добутку критеріїв, які потрібно зменшити.

$$KE_y = \frac{KE_1 \cdot KE_2 \cdot \dots \cdot KE_m}{KE_{m-1} \cdot \dots \cdot K_n}$$

Таке об'єднання можливе за умови, коли коефіцієнти ефективності мають кількісну характеристику. У випадку, коли коефіцієнти ефективності мають якісну характеристику, то доречним є використання методів квантифікації для одержання числових значень коефіцієнтів.

Практичне застосування узагальнюючого коефіцієнта ефективності показало, що не в усіх випадках можна одержати зразок пакувальної машини з найкращими техніко-економічними показниками.

У деяких випадках використовують іншу формулу для визначення узагальнюючого коефіцієнта:

$$KE_y = \alpha_1 KE_1 + \alpha_2 KE_2 + \dots + \alpha_n KE_n,$$

де  $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$  – вагові коефіцієнти.

У формулі вагові коефіцієнти можуть бути як додатні, так і від'ємні. Додатні представлені біля коефіцієнтів ефективності, які потрібно максимувати, а від'ємні – мінімізувати.

Абсолютні значення вагових коефіцієнтів відповідають важливості критерія ефективності і залежать від призначення та умов експлуатації машини.

Складність застосування такої формули для визначення узагальнюючого коефіцієнта ефективності є в тому, що коефіцієнти вагомості визначаються методами опитування фахівців.

Існують й інші методи пошуку компромісного рішення, так наприклад «Метод послідовних поступок» та інші.

## Висновки

Для якісного порівняння конструктивних рішень пакувальних машин або варіантів проєктних пропозицій доречно використовувати критерії ефективності, визначення яких базується на параметрах, що визначено кількісно. У випадку оцінювання параметрів якісно потрібно, застосувавши квантифікаційні методи, перевести їх в кількісне оцінювання. Якщо коефіцієнт ефективності не може бути визначено однозначно то вирішують багатокритеріальну задачу.

## Література

Системна інженерія пакувальних машин-автоматів [Текст]: моногр. / О.М. Гавва, Л.О. Кривопляс-Володіна, С.В. Токарчук, Л.В. Марцинкевич, О.О. Гавва К.: Видавництво «Сталь», 2023. 466 с.

## Управління виробництвом харчової промисловості в умовах швидко мінливих трендів

Клягін Ю.В., Березянко Т.В.

*Національний університет харчових технологій, Київ, Україна*

Сучасна харчова промисловість перебуває під впливом постійних змін, обумовлених швидким розвитком технологій, екологічними викликами та соціальними трендами. Споживачі стають більш вимогливими до якості, екологічності та індивідуалізації продуктів харчування. Для підприємств це створює не лише нові виклики, але й можливості для розвитку, якщо управління виробництвом адаптоване до цих змін.

Адаптивне планування виробництва є першочерговою умовою успішного функціонування. Підприємства повинні прогнозувати попит на основі аналізу даних, враховуючи сезонність, зміни вподобань споживачів і короткострокові тренди. Наприклад, зростання інтересу до безглютенових продуктів або альтернативних джерел білка (рослинних м'ясних замінників) вимагає швидкого налаштування асортименту та переналаштування виробничих процесів. Використання сучасних програм для прогнозування та управління запасами (ERP-системи) дозволяє зменшити ризики перевиробництва або дефіциту продукції.

Інноваційні технології є рушійною силою змін у харчовій промисловості. Автоматизація виробничих процесів і застосування IoT (Інтернету речей) допомагають підприємствам підвищити продуктивність, зменшити витрати та оптимізувати логістику. Наприклад, сенсори IoT можуть відстежувати стан обладнання, якість продукції на різних етапах виробництва та забезпечувати своєчасне виявлення проблем. Впровадження штучного інтелекту дозволяє аналізувати дані про споживчі вподобання та створювати персоналізовані рецептури.

Важливою складовою є орієнтація на сталий розвиток. Сучасні споживачі віддають перевагу екологічно чистій продукції та брендам, які підтримують відповідальні виробничі практики. Це спонукає підприємства мінімізувати відходи, застосовувати відновлювані джерела енергії та інтегрувати принципи циркулярної економіки. Наприклад, використання залишків сировини для створення кормів або добрив стає поширеною практикою.

Індивідуалізація продуктів є ще одним трендом, який вимагає гнучкого управління виробництвом. Споживачі очікують продуктів, які відповідають їхнім особистим потребам — від безлактозного молока до функціональних продуктів із додатковими корисними властивостями. Для цього підприємства інвестують у гнучкі виробничі лінії, що дозволяють виготовляти невеликі партії персоналізованої продукції.

У сучасному світі важливо швидко виводити нові продукти на ринок. Скорочення циклу розробки та запуску продукції досягається завдяки застосуванню agile-методологій, де розробка нових рецептур і дизайну пакування відбувається у тісній співпраці з різними відділами компанії. Це дозволяє швидко реагувати на тренди, наприклад, створення лімітованих сезонних продуктів, які користуються підвищеним попитом.

Останнім, але не менш важливим аспектом є маркетингова інтеграція. Харчові бренди активно залучають клієнтів через соціальні мережі, формуючи лояльність до бренду завдяки прозорості виробничих процесів, акценту на здоровий спосіб життя та екологічність. Важливими інструментами є інтерактивні кампанії, спільна розробка нових продуктів і використання UGC (контенту, створеного користувачами) для підвищення довіри до бренду.

Управління виробництвом харчової промисловості в умовах швидко мінливих трендів потребує не лише гнучкого підходу, але й підкріплення реальними даними, що ілюструють поточні тенденції та виклики. Статистика свідчить про стрімке зростання споживчого інтересу до здорового харчування, екологічно чистої продукції та персоналізованих товарів, що визначає напрями розвитку галузі. Наприклад, глобальний ринок здорового харчування, за даними аналітиків, перевищив \$1 трлн у 2023 році і демонструє щорічне зростання на рівні 6,5%, прогнозуючи його подальше розширення до 2030 року.

Крім того, за дослідженнями Nielsen, 73% споживачів готові змінити свої звички заради зменшення впливу на довкілля, а 41% готові платити більше за екологічно чисті продукти. Це спонукає виробників адаптувати свої процеси до стандартів сталого розвитку, таких як мінімізація відходів і використання відновлюваних джерел енергії. Успішні кейси демонструють, як харчові підприємства впроваджують циркулярну економіку, перетворюючи залишки сировини на добрива чи корми для тварин, що знижує їхні екологічні сліди.

Індивідуалізація продуктів харчування стає ще однією важливою складовою. Дослідження McKinsey показують, що 71% споживачів очікують персоналізованих пропозицій від брендів. Це стимулює компанії інвестувати у створення гнучких виробничих ліній, здатних виробляти невеликі партії продуктів, адаптованих до потреб споживачів, таких як безглютенові продукти чи функціональні добавки.

Технологічні інновації відіграють важливу роль у модернізації виробництва. За прогнозами, до 2025 року глобальні витрати на автоматизацію у харчовій промисловості досягнуть \$15 млрд, що свідчить про високу затребуваність роботизованих систем та IoT-рішень. Наприклад, сенсори IoT дозволяють підприємствам відстежувати стан обладнання та якість продукту в реальному часі, а штучний інтелект допомагає аналізувати споживчі вподобання та створювати індивідуальні рецептури.

Крім того, сучасний ринок вимагає швидшого виведення продуктів на ринок. Використання agile-методологій дозволяє компаніям скоротити цикл розробки нових продуктів і запуску їх у продаж, що особливо важливо для лімітованих сезонних продуктів, які стають дедалі популярнішими.

Маркетингова інтеграція також є невід’ємною частиною управління виробництвом. Комунікація зі споживачами через соціальні мережі та участь у створенні нових продуктів не лише підвищують лояльність до бренду, але й дозволяють швидше реагувати на зміни ринку. Наприклад, кампанії зі створення продуктів разом із клієнтами, активне використання контенту, створеного користувачами (UGC), зміцнюють довіру до бренду та підвищують його популярність.

Загалом, управління виробництвом харчової промисловості у швидко мінливих умовах базується на інтеграції адаптивного планування, сталого розвитку, технологічних інновацій, персоналізації продуктів і комплексного маркетингу. Ці підходи не лише сприяють збереженню конкурентоспроможності, але й відкривають нові можливості для розширення ринку та формування лояльності споживачів.

Таким чином, управління виробництвом харчової промисловості в умовах швидко змінюваних трендів базується на шести ключових елементах: адаптивному плануванні, інноваціях, сталому розвитку, індивідуалізації продуктів, швидкому виходу на ринок і інтегрованому маркетингу. Ці підходи дозволяють підприємствам не лише залишатися конкурентоспроможними, але й формувати нові ринкові ніші, зміцнювати лояльність споживачів і забезпечувати сталий розвиток.

## Література

1. Global Health and Wellness Foods Market to Reach \$1 Trillion by 2026. GlobeNewswire. Source: GlobeNewswire.
2. Millennials and the Rise of Healthy Eating. Various market analyses. Source: MarketWatch.
3. The Growing Impact of Organic and Functional Foods. Source: PR Newswire.

## Механічні способи руйнування клітин мікроорганізмів у виробництві продукції біотехнологічного синтезу

Костянтин Омеляненко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

### Вступ

Руйнування клітин мікроорганізмів механічними способами у біотехнологічному виробництві використовують у випадках, коли інші способи руйнування (лізису) призводять до втрати корисних компонентів клітини.

Тема руйнування (англ. *disruption*) одноклітинних мікроорганізмів (бактерій, грибків, водоростей, дріжджів тощо) та тканинних культур у промислових масштабах є актуальною, проте недостатньо розкрита у літературі.

Процес порушення цілісності клітини правильно називати «Руйнування» (англ. – “*Disruption*”). Терміни «Подрібнення», «Дезінтеграція» хоча і зустрічається у літературі стосовно клітин, проте не є раціональними: завдання зруйнувати клітину на частини не ставиться. Зазвичай потрібно порушити цілісність її стінки.

Клітина зазвичай є цінним джерелом білка та інших корисних речовин, які можуть знаходитися як у внутрішньому середовищі клітини (у цитоплазмі, тільцях включень тощо), так і у оболонці. Наприклад, джерелом білка є кишкова паличка *E.coli*, грибок *Aspergillus flavus*, зелені одноклітинні водорості *Sargassum*, *Laminaria*. В біотехнології можливе програмування клітин для створення потенційних бактерій, які можуть виробляти важливі для виробництва ліків компоненти, у вигляді білкових включень.

Основні механічні способи руйнування клітин – це «Гомогенізація високого тиску» шляхом пропускання суспензії мікроорганізмів через вузьку щілину, і руйнування у бісерному млині. Правильність терміну «Гомогенізація», який зазвичай використовується в українській та іноземних термінологіях для характеристики процесу руйнування клітин, теж не є коректним, і є об’єктом філологічних дискусій, так як означає розділення частинки на більш менші.

Звернемо увагу, що зараз набуває популярності метод руйнування клітин мікроорганізмів в ультразвуковому полі, проте раціональність цього методу залишається сумнівною через високу вартість, низьку продуктивність і умови праці.

У даному огляді розглядаються два методи руйнування клітин мікроорганізмів – «Гомогенізацією» високого тиску і більш детально - у бісерному млині.

### Метеріали і методи

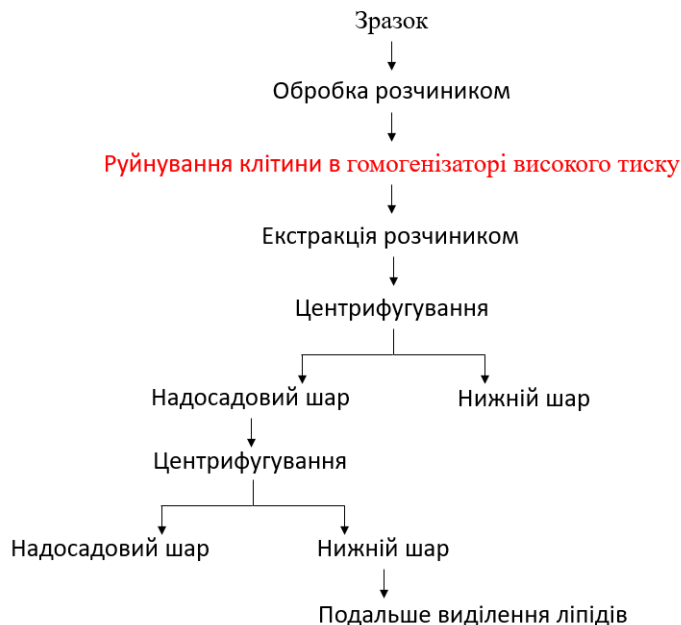
Розглядаються способи і обладнання для руйнування клітин мікроорганізмів – бактерій, водоростей і дріжджів «гомогенізацією» високого тиску і у бісерному млині. Використано дані відкритого доступу – рекламна інформація виробників технологій та обладнання, та наукові статті за тематикою руйнування мікроорганізмів та суміжних напрямків за останні 5 років.

### Результати і обговорення

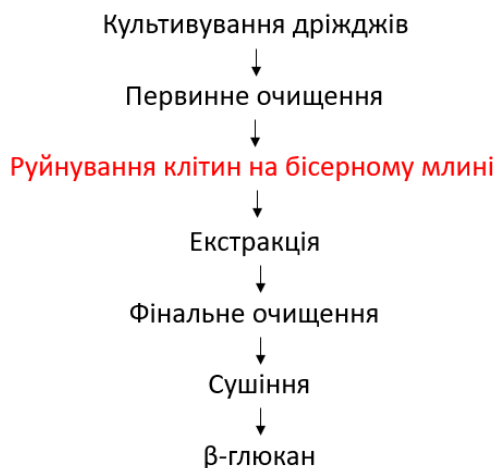
#### Приклади застосування руйнування клітин

- Руйнування одноклітинних водоростей для виділення цільових продуктів (рис. 1);
- Руйнування дріжджів для виділення багатьох речовин як із вмісту клітини (білки, ферменти тощо), так і стінок (екстрагування бетаглюкану) (рис. 2);
- Руйнування клітин генно-інженерних штамів бактерій, які синтезують рекомбінантні білки (тобто ті, що не синтезуються природнім шляхом) – людський інсулін, соматрофін,

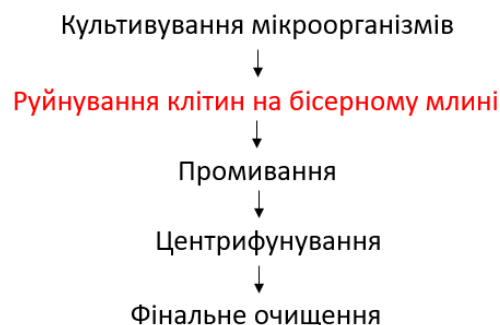
інтерферон тощо) (рис. 3). Вони знаходяться у цитоплазмі у вигляді кілець включень (гранул, крапельок чи кристаликів) та для їх вилучення потрібно зруйнувати клітину. Крім того, у клітинах можуть синтезуватися вітаміни, ферменти, лікарські речовини – антибіотики тощо.



**Рисунок 1.** Ланка задіяння гомогенізатора для руйнування клітин мікрободоростей, для виділення ліпідів



**Рисунок 2.** Ланка задіяння бісерного млину для трощення клітин дріжджів, для виділення β-глюканів



**Рисунок 3.** Ланка задіяння бісерного млину для трощення клітин мікрободоростей, для отримання біопалива

### Відомі способи руйнування клітин

*Немеханічні* (делікатні) методи – *осмотичний* та інші *лізиси*, *хімічні* способи (детергенами тощо, але вони іноді руйнують цільові компоненти), *осмотичний удар*, *лужне оброблення*.

*Жорсткіші* (*механічні* методи):

*Ультразвуковий* – оброблення охолодженої суспензії ультразвуковими хвилями (рис. 4). Недолік – швидке зношення робочих елементів, низька продуктивність, нагрівання, лише для малих об’ємів.

*Тиском* (у гомогенізаторах високого тиску, продавлюванням через щілину).

Робота гомогенізатора високого тиску продавлюванням клітин через довгу щілину забезпечує ефективне руйнування клітин.

Подрібнення малої кількості продукту (*розмелювання*, іноді у замороженому стані) – товкачем у ступках з дрібним піском або бісером.

*Механічна гомогенізація* у високошвидкісних блендерах лопатевого типу тощо, більш доцільний для руйнування тканин.

*У бісерних млинах*, шляхом стирання між бісеринками.

Бісерні млини широко використовуються для екстракції ліпідів, для подальшого отримання біопалива, під час руйнування клітин мікрободоростей. Вони забезпечують хорошу ефективність руйнування за один прохід, а їх переваги для промислового впровадження включають підтримку температури, прості робочі процедури, встановлення великої біомаси та легкодоступне обладнання.

Переваги та недоліки різних механічних методів руйнування клітин у промислових масштабах наведені у таблиці 1.

**Таблиця 1**

**Переваги та недоліки різних механічних методів руйнування клітин у промислових масштабах**

<b>Метод руйнування клітин</b>	<b>Переваги</b>	<b>Недоліки</b>
Гомогенізатори високого тиску	Високий тиск для ефективного руйнування. Можливість оброблення великого об'єму матеріалу.	Високі витрати енергії. Можливість руйнування біомолекул. Потребує об'ємного обладнання.
Бісерні млини	Здатність до створення однорідного розмелювання. Можливість регулювання розмірів часток. Просте обслуговування.	Обмеженість в розмірах часток. Можливість забруднення від млинового матеріалу. Потребує досить тривалого часу для обробки.
Ультразвуковий	Висока ефективність руйнування клітин. Можливість руйнування в м'якому режимі.	Потребує спеціального обладнання. Висока споживана потужність.

### **Оцінка зруйнованості клітин мікроорганізмів**

Для оцінки руйнування клітин в лабораторних умовах можливе використання таких методів:

- Класична мікроскопія, збільшення до 800 разів, із підфарбовуванням зразків. Цей метод не точний, висновки про зруйнованість клітин на основі зображень сумнівні.
- Електронна мікроскопія. Метод точний, проте складний. Його складно застосовувати для оцінки зруйнованості великого об'єму клітин.
- Висівання. Метод простий але займає багато часу на отримання результату;
- Вихід цільового продукту, наприклад білків. Метод точний і використовується у виробничих масштабах.

**Машинно-апаратні схеми виробництва продуктів біотехнологічного синтезу із застосуванням руйнування клітин**

**Машинно-апаратна схема виробництва бета-глюкану із використаних пивних дріжджів** (рис. 4). Бета-глюкан використовується як харчова добавка, компонент косметичних засобів тощо. Його можна добувати із клітин дріжджів.

Дріжджі культивуються у реакторах або надходять з інших виробництв як вторинна сировина. Отриману масу концентрують у центрифугах або сепараторах соплового типу, і після етапу автолізу руйнують у бісерному млині. Так як діаметр клітин дріжджів від 3 до 10 мікрометрів, для руйнування клітинних стінок застосовується силікатний бісер діаметром 0.5–0.6 мм. Зруйновані дріжджі подають до сепаратора, де відділяють їх внутрішній вміст. З оболонки екстрагують бета-глюкан і очищають його. Екстракт висушують, щоб отримати кінцевий продукт у вигляді порошку або гранул.

Схема (рис. 1) передбачає вилучення крупних домішок із клітинної біомаси на просіювачі 2, видалення гірких сполук у реакторі 3, концентрування клітин у центрифугі 4, автолізу клітин у реакторі 5, їх руйнування у бісерному млині 6, відділення їх вмісту від стінок центрифугі або сопловому сепараторі 7, екстрагування бета-глюкану із стінок клітин у екстракторі 8, відділення стінок від екстракту у центрифугі або сепараторі 9, концентрування бета-глюкану діалізом на мембранних фільтрах 10 та його сушіння у розпилювальній сушарці 11.

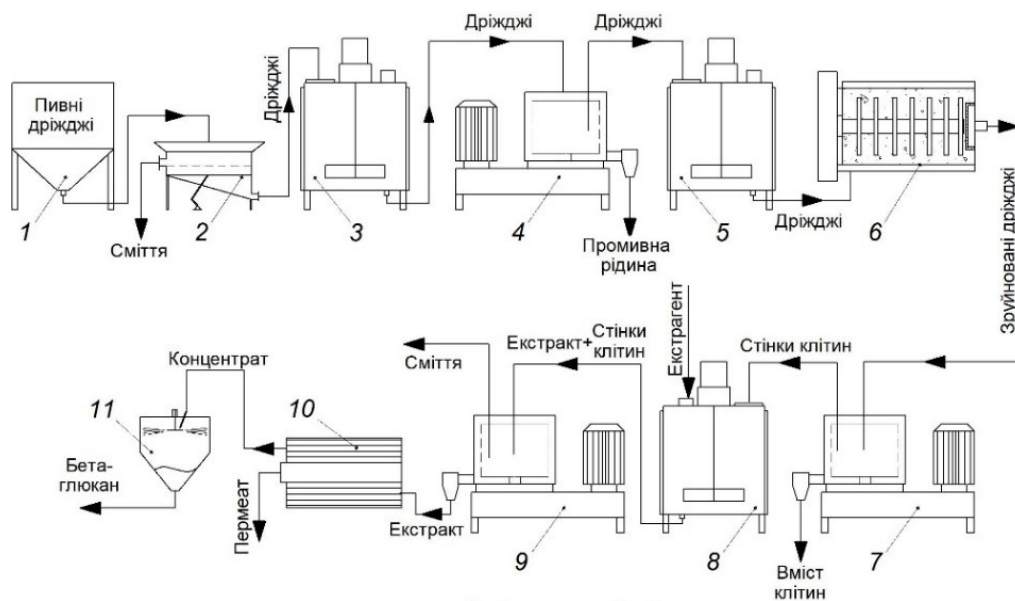


Рис. 4. Машинно-апаратурна схема виробництва бета-глюкану із використаних пивних дріжджів

**Машинно-апаратурна схема виробництва рекомбінантного людського інсуліну із тілець включень *E. coli*.** Схема передбачає руйнування генетично-модифікованих бактерій *E. coli* у гомогенізаторах під високим тиском, відділення тілець включень та вилучення із них інсуліну (рис. 5).

Культура *E. coli* вирощується у ферментаторі 1, і біомаса подається у сопловий сепаратор 2, де концентрується. Клітини *E. coli* руйнують у гомогенізаторі 3 під тиском 300 МПа продуктивністю 150 мл/хв (звернемо увагу на брак даних про спосіб та режими руйнування клітин). Відділення рідини та клітинного сміття відбувається у сепараторі 4. Двохетапне відділення і промивання отриманої твердої фази з метою вилучення тілець включень відбувається у сепараторах 5 і 6. Тільця включень оброблюються у реакторі 7 з метою згортання білків та реакторі 8 для осадження чужорідних білків. Відділення твердої відходів відбувається у сепараторі 9, кристалізація інсуліну – у кристалізаторі 10, відділення вологи із кристалів – на центрифугі 11. Сушіння інсуліну відбувається заморожуванням у сублимаційному сушильному апараті 12.

**Перероблення мікроводоростей у харчові продукти та біопаливо із застосуванням руйнування клітин механічними способами** (рис. 6). Схема передбачає руйнування клітин мікроводоростей у бісерному млині або гомогенізацією під тиском.

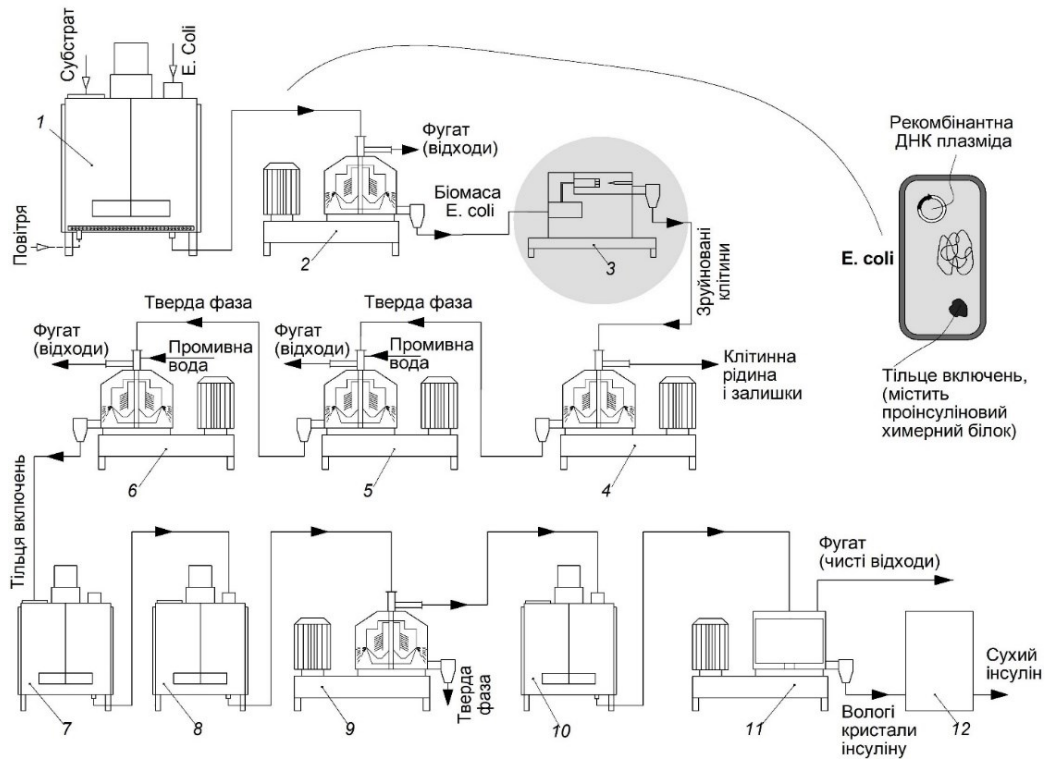


Рис. 5. Машинно-апаратна схема виробництва рекомбінантного людського інсуліну із тілець включень *E. coli* (сірим виділено етап руйнування клітин *E. coli*)

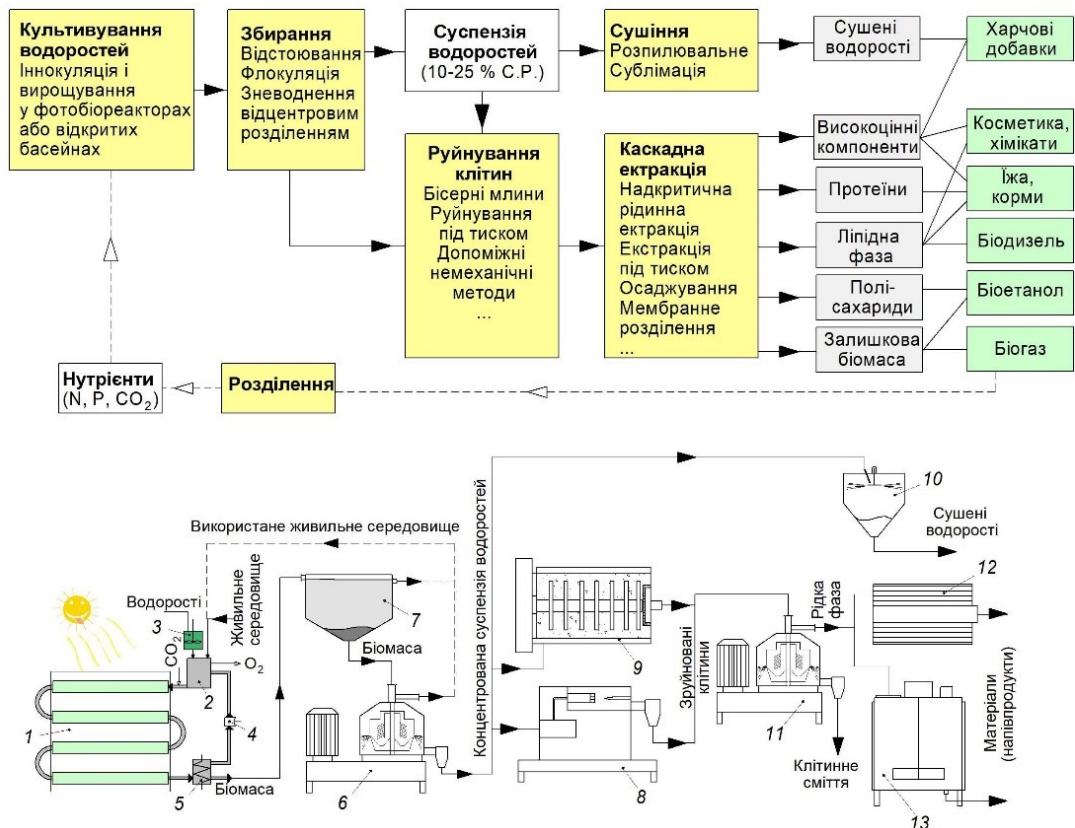


Рис. 6. Узагальнені принципова [1, 2] та машинно-апаратна схема виробництва перероблення одноклітинних водоростей із застосуванням руйнування їх клітин:

- 1 – фотобіореактор, 2 – живильник, 3 – інкулятор, 4 – насос, 5 – фільтр-охолоджувач, 6, 11 – сепаратори соплові, 7 – відстійник, 8 – гомогенізатор високого тиску, 9 – бісерний млин, 10 – розпилювальна сушарка, 11 – екстрактор, 12 – мембранний фільтр.

## Обладнання для механічного руйнування клітин

**Гомогенізатори високого тиску.** Використовуються в основному для руйнування бактерій та одноклітинних водоростей (рис. 7). Продукт під високим тиском 200-300 МПа подається по каналу подачі молока 1. Пройшовши сідло 2 часточки молока ударяються від поршня 3 розбиваючи жирові частинки і відводяться їх по каналу 3. Для корегування процесу, поршень можна регулювати, приближати або віддаляти від сідла 2. Той же самий принцип використовується при руйнуванні клітини.

У трубчастому гомогенізаторі з кавітатором клітини руйнуються за рахунок комбінації фізичних та механічних процесів. При його використанні виникає кавітація продукту – утворюються мікроскопічні бульбашки, які потім різко руйнуються, створюючи високу температуру та тиск, ще призводить до розриву клітинних структур.

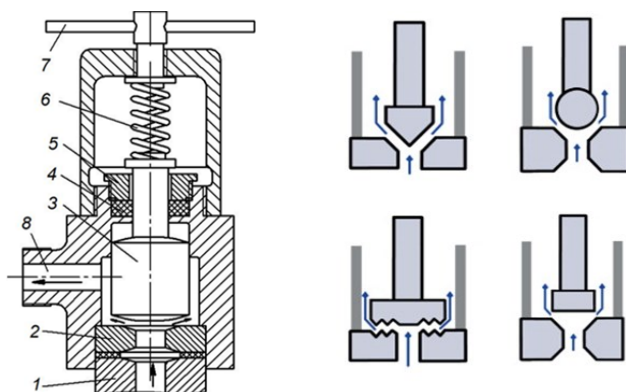


Рис. 7. Схема клапанного гомогенізатора високого тиску та види тонких щілин, у яких руйнується клітина

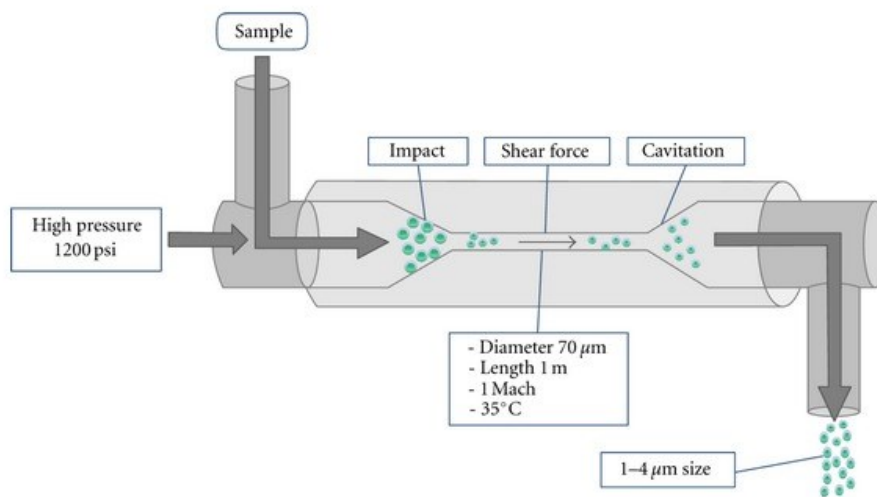
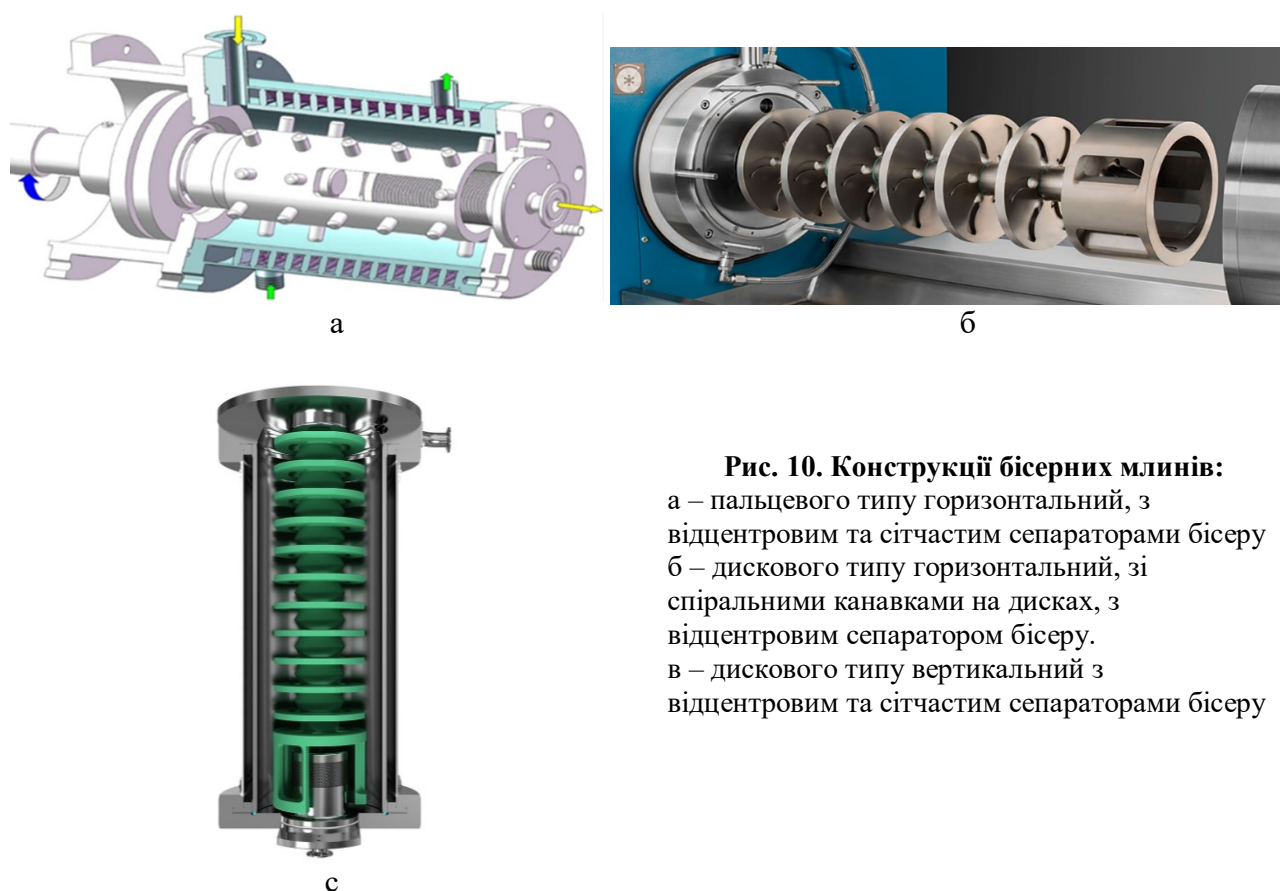


Рисунок 8. Схема гомогенізатора високого тиску з трубчастою довгою щілиною та кавітатором

**Бісерні млини.** Під час обертання ротора млина робочі тіла (бісер) починають перемішуватися з суспензією. Клітина між бісером сприймає напруження зсуву, стискання і удару (рис. 9). Бісерні млини можуть бути горизонтальними або вертикальними, з робочими органами у вигляді пальців або дисків. Пальці створюють турбулентні потоки бісеру, підсилюють складову стискання у процесі руйнування, проте призводять до швидшого зношення бісеру, особливо скляного.

Горизонтальні дискові млини зазвичай рекомендуються для руйнування мікроорганізмів. Канавки на дисках сприяють інтенсивній циркуляції бісеру та впливу на клітини. Вертикальні млини зазвичай використовують для подрібнення твердих частинок суспензії.



**Рис. 10. Конструкції бісерних млинів:**  
а – пальцевого типу горизонтальний, з відцентровим та сітчастим сепараторами бісеру  
б – дискового типу горизонтальний, зі спіральними канавками на дисках, з відцентровим сепаратором бісеру.  
в – дискового типу вертикальний з відцентровим та сітчастим сепараторами бісеру

### Список літератури

1. Amit Kumar Bajhaiya (2012), Approaches and Prospectives for Algal Fuel, In: *The Science of Algal Fuels*, ed. Gordon Richard, Seckbach Joseph, Springer.
2. Avramia I., Amariei S. (2021), Spent Brewer's Yeast as a Source of Insoluble  $\beta$ -Glucans, *International Journal of Molecular Sciences*, 22, 825.
3. Avramia, Ionut, Sonia Amariei (2022), A Simple and Efficient Mechanical Cell Disruption Method Using Glass Beads to Extract  $\beta$ -Glucans from Spent Brewer's Yeast, *Applied Sciences*, 12(2), 648.
4. Ceok-Cheol C., Choi W., Oh S. (2012), Enhancement of Lipid Extraction from Marine Microalga, *Scenedesmus* Associated with High-Pressure Homogenization Process, *Hindawi Publishing Corporation Journal of Biomedicine and Biotechnology*, Volume 2012, p.6.
5. Ceok-Cheol C., Choi W., Oh S. (2012), Enhancement of Lipid Extraction from Marine Microalga, *Scenedesmus* Associated with High-Pressure Homogenization Process, *Hindawi Publishing Corporation Journal of Biomedicine and Biotechnology*, Volume 2012, p.6.
6. Glen Mills, Available at: <https://www.glenmills.com/product/rm-200-mortar-grinder/>.
7. Ionut Avramia (2022), *Research on the extraction of  $\beta$ -glucans from spent brewer's yeast and their valorization in bioactive films*. Doctoral thesis, "Ștefan cel Mare" University Of Suceava
8. Montalescot V., Rinaldi T., Touchard R. (2015), Optimization of bead milling parameters for the cell disruption of microalgae: Process modeling and application to *Porphyridium cruentum* and *Nannochloropsis oculata*, *Bioresour Technol*, Volume 196, pp. 339–346.
9. Moo-Young M. (2001), *Cell Disruption*, *Comprehensive Biotechnology (Second Edition)*, Academic Press, pp. 619–640.
10. Rösch C., Roßmann M., Weickert S. (2018), Microalgae for integrated food and fuel production, *GCB Bioenergy*, 11, pp. 326–334, DOI:10.1111/gcbb.12579
11. Siew Y.Y., Zhang W. (2021), Downstream processing of recombinant human insulin and its analogues production from *E. coli* inclusion bodies, *Bioresour Technol*, 8, 65.
12. Ying Lia, Xin Liu, Yan Cui, Wenqiao Yuan. (2022), Ultrasound for microalgal cell disruption and product extraction, *Ultrasonics Sonochemistry*, Volume 87, 106054.
13. Теличкун В.І., Гавва О.М., Теличкун Ю.С., Десик М.Г., Чепелюк О.М. (2017), *Технологічні комплекси харчових виробництв*, Видавництво «Сталь», Київ
14. Теличкун В.І., Теличкун Ю.С., Губеня О.О., Стефанов С.В., Дамянова С.Т. (2024), *Технологічне обладнання харчових виробництв: Навчальний посібник*, Видавництво «Сталь», Київ.

<b>Contents</b>	<b>Зміст</b>
Introduction / Передмова.....	7
<i>Кохан О.О., Камбулова Ю.В., Дорожжінська О.С.</i> Ефективне управління кондитерською продукцією – запорука успіху компанії-виробника.....	9
<i>Новицький В.С., Чепелюк О.М., Чепелюк О.О.</i> Імітаційне моделювання процесу тонкого подрібнення м’ясної сировини.....	12
<i>Ткачук С.В.</i> Маркетингові тренди на ринку вегетаріанських харчових брендів.....	15
<i>Omarova E.M.</i> Development of technology for processing pomegranate fruits.....	19
<i>Mainardes B., Mikota L.M., Bet C. D., Marinho M. T., Bisinella R.Z.B., Romko S.S., Schnitzler E.</i> Extraction and physical modification of Mango palmer kernel starch and its application in cookies.....	22
<i>Dimitrov D., Yoncheva T.</i> Volatile composition and aromatic descriptors of red wines from different regions of Bulgaria aged with oak chips.....	24
<i>Radu O., Covaliov E., Capcanari T.</i> Technological properties and functional food potential of oilseed cakes.....	28
<i>Kogut L.</i> Effect of the addition of Magnum and Enigma hops on antioxidant and sensory properties in chokeberry wine .....	31
<i>Булій Ю.В., Форсюк А.В., Карпович І.В., Бондар М.В.</i> Підвищення ступеню очищення ректифікованого етилового спирту від органічних домішок.....	33
<i>Пономаренко В.В., Якобчук Р.Л., Люлька Д.М.</i> Форсунки з нахиленими підвідними каналами для струминних сульфитаторів цукрової промисловості.....	37
<i>Онасенко С.С., Чепелюк О.М., Чепелюк О.О.</i> Удосконалення конструкції дозувально-наповнювального пристрою для безалкогольних напоїв.....	42

<i>Божинський Н.І., Копотілов М.В.</i> Графічний дизайн пакування продукції, як одна з чотирьох функцій, які виконує харчова упаковка.....	45
<i>Сокол Є.В., Пащенко Б.С.</i> Застосування інструментів Lean-мислення для релокації операторів ринку харчової продукції під час повномасштабного вторгнення.....	49
<i>Вербицький С.Б., к.т.н., Пацера Н.М., Козаченко О.Б.</i> Технології аналогів м'яса: сучасні тренди та прогнозовані перспективи .....	52
<i>Кохан А.А., Кривопляс-Володіна Л.О.</i> Перспектива застосування структурно-параметричного синтезу для проектування функціональних модулів машин-автоматів пакування штучних харчових продуктів.....	57
<i>Бойко Ю.І.</i> Вплив вібрації на технологію виготовлення деталей.....	60
<i>Трудько С.С., Десик М.Г., Губеня О.О.</i> Тенденції пакування фармацевтичних препаратів в блістерну упаковку .....	63
<i>Теличкун В.І., Козак О.С.</i> Математична модель процесу вакуумного охолодження батону.....	68
<i>Недорізанюк Л.П., Войцехівська Л.У., Даниленко С.Г., Вербицький С.Б.</i> Вплив стартових культур на зниження вмісту нітриту натрію варених ковбас.....	73
<i>Кузьмін О.В., Омельченко М.С.</i> Антиоксидантна здатність водно-спиртових настоїв фундука.....	78
<i>Наталія Кулик, Вікторія Морфлюк-Шур, Ольга Романюк</i> Використання модифікованої атмосфери для пакування харчових продуктів з метою подовження терміну їх придатності.....	80
<i>Логінова А.О., Петруша О.О.</i> Оцінка відповідності пряжених продуктів голосу споживачів.....	85
<i>Білуха Г.М., Боднарчук О.В., Романчук І.О.</i> Дослідження сезонних змін білкового складу молока-сировини.....	88
<i>Мельник О.П., Кійко В.В.</i> Енергоспоживання у харчовій промисловості в контексті цілей європейського зеленого курсу.....	90

<i>Глуценко І.С., Якимчук М.В.</i> Методика використання програмних комплексів Autodesk Inventor та MatLab для дослідження спеціалізованих роботизованих комплексів в складі обладнання для групового пакування.....	93
<i>Гетьман І.А., Науменко О.В., Лук`янчук І.В.</i> Покращення якості хліба з конопляним борошном.....	96
<i>Околіта В.Ю., Шевченко В.О., Бабко Є.М., Олішевський В.В.</i> Розробка високоавтивного коагулятора для нейтралізації фосфоліпідів із соняшникової олії.....	99
<i>Денисов К.Е., Зозуля С.О., Десик М.Г., Морфлюк-Щур В.В., Чепелюк О.О.</i> Основні фактори, що визначають якість друкованої продукції на етапі додрукарської підготовки.....	102
<i>Ченцов О.В., Якимчук М.В.</i> Розробка біонічного пристрою захоплення на основі телескопічних сільфоноподібних мембран та оптимізація їх параметрів.....	105
<i>Туфекчі В.І., Токарчук С.В., Костін В.Б., Цимбаленко І.О.</i> Вплив параметрів матеріалу на ефективність пневматичних стопорів: дослідження методом скінченних елементів LS-DYNA.....	108
<i>Міськевич В.Д., Бабанова О.І., Доломакін Ю.Ю., Степанець В.В.</i> Обґрунтування розробки конструкції та технології виготовлення гнучкого споживчого пакування для зернової кави .....	112
<i>Маркович А.М., Доломакін Ю.Ю., Бабанова О.І.</i> Обґрунтування розробки конструкції та технології виготовлення споживчої упаковки для макаронних виробів.....	117
<i>Магеровський Н.Д., Беседа С.Д., Бабанова О.І.</i> Обґрунтування модернізації апарату для перемішування пшеничних висівків при стерилізації живильного середовища.....	122
<i>Слюсенко А.М.</i> Генеративний дизайн та адитивні технології – новітні підходи до створення пакувальних машин.....	127
<i>Дятел О., Удодов С.</i> Пробіотичний ферментований харчовий напій для дорослих та дітей на основі чайного гриба.....	131
<i>Бабанова О.І., Прасол С.В., Шевченко А.О.</i> Кінетика вакуумного нвч-концентрування та НВЧ-сушіння пряної сировини	133

<i>Гончаренко Т.В., Чорна А.І</i> Безпечність пакувальних матеріалів для кондитерських виробів.....	136
<i>Цюрпита М.Є., Олішевський В.В., Бабко Є.М.</i> Розумні пакувальні рішення з інтеграцією сенсорів для контролю якості та безпеки харчових продуктів.....	139
<i>Цюрпита М.Є., Олішевський В.В., Бабко Є.М.</i> Мікроелементне збагачення хлібобулочних виробів .....	141
<i>Rahimov N.K., Kazimova I.H., Maharramova S.I., Mammadalieva M. Kh.</i> Influence of biopolymers on the quality and stability of fortified wines in Azerbaijan.....	143
<i>Maharramova S.I., Omarova E. M., Kazimova I.H., Mammadalieva M.Kh.</i> Principles of enrichment of food products with nutrients.....	144
<i>Сушко В.К., Десик М.Г., Губеня О.О.</i> Удосконалення технологічного процесу виробництва стерилізаційного обладнання на машинобудівному підприємстві малої потужності.....	146
<i>Галенко О.О., Федченко О.В.</i> Перспективи використання м'яса індички в м'ясопродуктах спеціального призначення.....	149
<i>Войтюк Я., Якимчук М.</i> Вдосконалені матеріали та конструкції для пневмомускулів.....	152
<i>Кадомський С.В.</i> Логіка дизайн-процесу проектування екологічного пакування.....	154
<i>Юлія Теличкун</i> Як оцінити виробництво на відповідність засадам lean на виробництві.....	159
<i>Ольга Кожемяка, Людмила Пешук</i> Білки мікроводорості Chlorella – потенціал застосування в харчових продуктах оздоровчого призначення.....	162
<i>Oleksandr Savchuk, Oleksandr Gavva, Liudmyla Kryvoplias-Volodina</i> Increasing the efficiency of the functional mechatronic module for packaging liquid food products.....	164
<i>Володін С.О., Мирончук В.Г., Бутик Т.В.</i> Оптимізація робочих режимів запірно-регулювальної мережі продуктопроводу на базі позиційних приводів.....	167

<i>Polyushchenko I., Oliyuk V.</i> Digital transformation in mechanical engineering: a case study of creating control cabinets based on 3D models.....	170
<i>Кривопляс-Володіна Л.О., Масло М.А., Запорожець О.В., Кохан А.А.</i> Практичні аспекти регулювання мехатронними модулями процесів пневмотранспортування сипких харчових продуктів.....	173
<i>Кадомський С.В., Друченко В.С., Кадомський А.С.</i> Механізм реалізації вибіркового переносу за рахунок поверхневого структуроутворення під час тертя мідних сплавів.....	176
<i>Кадомський С.В., Степанець В.В., Морфлюк-Щур В.В.</i> Візуалізація в Lean-технологіях і дизайні пакувань.....	180
<i>Кадомський С.В., Хохлова Р., Морфлюк-Щур В.В.</i> Сучасні підходи побудови графічної композиції у дизайні пакування.....	186
<i>Ткачук А.А., Харченко Є. І., Шаран А.В.</i> Застосування фотосепараторів в елеваторній галузі.....	191
<i>Олександр Зьоменко, Сергій Самарчук, Анатолій Жебрновський, Олексій Губеня</i> Регулювання міцнісних характеристик таблеток під час пресування на роторному таблетковому пресі.....	194
<i>Харченко Є.І., Шаран А.В.</i> Зміна температури зерна кукурудзи та ріпаку в процесі довготривалого зберігання в металевих силосах.....	200
<i>Шульга О.С., Шульга С.І.</i> VACCP – необхідна складова системи безпечності виробництва екологічної тари.....	203
<i>Винник В.В., Стукальська Н.М.</i> Продукти вторинної переробки молока та перспективи їх використання при удосконаленні різноманітної кулінарної продукції.....	208
<i>Гребенюк М.М., Корецька І.Л.</i> Використання аналогів молока питного в технологіях дієтичних страв .....	212
<i>Шамрай В.Д., Стукальська Н.М.</i> Доцільність споживання безглютенового борошна.....	214
<i>Шамрай В.Д., Стукальська Н.М.</i> Уловлення та виділення комплексу ароматичних речовин під час концентрування екстракту природних джерел аромату.....	217

<i>Dubovkina I.O.</i> Modelling of the hydrodynamic conditions during liquid system processing by alternating impulses of pressure.....	220
<i>Гавва О.М., Кривопляс-Володіна Л.О., Марцінкевич Л.В.</i> Методи прийняття оптимальних рішень при проєктуванні пакувальних машин.....	224
<i>Клягін Ю.В., Березянко Т.В</i> Управління виробництвом харчової промисловості в умовах швидко мінливих трендів.....	226
<i>Омеляненко К.</i> Механічні способи руйнування клітин мікроорганізмів у виробництві продукції біотехнологічного синтезу.....	228

## Наукове видання

Тренди Lean-виробництва та пакування харчової продукції:  
матеріали 12-ї Міжнародної спеціалізованої науково-  
практичної конференції, 17 вересня 2024 р., м. Київ.

Відповідальний за випуск **Олександр Гавва**

Підп. до друку 10.11.24 р. Обл.-вид. арк. 12.40.

Вид. № 25н/24

НУХТ. 01601 Київ-33, вул. Володимирська, 68

Свідоцтво про реєстрацію серія ДК № 1786 від 18.05.04 р.