

Міністерство аграрної політики та продовольства України



ПРАЦІ
Таврійського державного
агротехнологічного університету

Випуск 13 Том 7

Наукове фахове видання

Мелітополь – 2013 р.

УДК 621.311:631

ПЗ.8

Праці / Таврійський державний агротехнологічний університет –
Вип. 13 . Т. 7 – Мелітополь: ТДАТУ, 2013.– 179 с.

Друкується за рішенням Вченої Ради ТДАТУ,
Протокол № 4 від 24 грудня 2013 р.

У збірнику наукових праць публікуються матеріали за результатами досліджень у галузі механізації сільського господарства, харчових виробництв, переробки та зберігання сільськогосподарської продукції, енергетики та автоматизації процесів агропромислового та харчового виробництв.

Редакційна колегія праць ТДАТУ:

Кюрчев В.М. – к.т.н., проф., ректор ТДАТУ (головний редактор);
Надикто В.Т. – чл.-кор. НААН України, д.т.н., проф. (заступник
головного редактора); Діордієв В.Т. – к.т.н., проф. (відповідальний
секретар); Дідур В.А. – д.т.н., проф.; Кушнар'єв А.С. – чл.-кор. НААН
України, д.т.н., проф.; Леженкін О.М. – д.т.н., проф.; Малкіна В.М. –
д.т.н. проф.; Никифорова Л.Є. – д.т.н., проф.; Овчаров В.В. – д.т.н.,
проф.; Панченко А.І. – д.т.н., проф.; Скляр О.Г. – к.т.н., доц.;
Тарасенко В.В. – д.т.н., проф.; Шацький В.В. – д.т.н., проф.;
Ялпачик Ф.Ю. – к.т.н., проф.

Відповідальний за випуск – к.т.н., проф. Ялпачик Ф.Ю.
Редактор – к.т.н., доц. Самойчук К.О.
Кафедра обладнання переробних і харчових виробництв

Адреса редакції: ТДАТУ
Просп. Б. Хмельницького, 18
м. Мелітополь
Запорізька обл.
72312 Україна

ISSN 2078-0877

© Таврійський державний агротехнологічний університет, 2013.

УДК 631.234:635.64+578

НОВІ МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПЛОДІВ ПРИ ЗБЕРІГАННІ ХОЛОДОМ

Ялпачик В.Ф., д.т.н.,

Ялпачик Ф. Ю., к.т.н.,

Стручаєв М.І., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел.(0619) 42-13-06

Анотація – у роботі наведено результати розробки способів контролю якості плодів від фізичних показників . Розглядається перспектива впровадження нових пристроїв контролю плодів при зберіганні холодом.

Ключові слова – методи контролю якості, заморожування, стиглість плодів, електрофізичні параметри, гідростатичний тиск.

Постановка проблеми. Проблема зберігання плодів, якість яких залежить від найменших механічних та теплофізичних впливів, досі є однією з найактуальніших. Період плодоносіння на півдні України від ранніх до пізніх сортів складає приблизно 3 місяці, до середини жовтня. Через хімічний склад плодів та їх певні фізико-механічні властивості складно їх довготривале зберігання.

Аналіз останніх досліджень. Прилад “Хориспект” для визначення якості плодів за забарвленням м'якоті плоду, що містить джерело світла, збірну лінзу, два інтерференційних світлофільтри, світлову щілину, кулю типу Ульбрихт, фотоелемент, пульт керування, джерело струму. Робота приладу ґрунтується на тому, що трансформований пучок світла проходить через плід на фотоелемент, напруга на виході з якого корелює з якістю плодів[1]. Недоліками цього пристрою є недостатня точність та велика тривалість процесу вимірювання.

Для визначення електрофізичних параметрів плодів та овочів є пристрій, який складається із генератора, мосту опору, мілівольтметра, омметра, вимірювального осередку. Продукт поміщається до осередку, після чого за даними приладу та формулами отримується значення питомого опору, який тісно корелює з фізіологічним станом продукту [2]. Недоліком цього приладу є те, що він не дозволяє отримати достатню точність результату через те, що він не враховує зміни температури зовнішнього середовища та досліджуваного продукту під час аналізу.

Для контролю якості плодоовочевої продукції використовують також пристрій, що складається з конвеєра, фотодатчика,

вимірювальної системи зі схемою реєстрації браку, газоаналізатора, маркіруючого пристрою, обладнаного датчиком швидкості [3]. Недоліками цього пристрою є неможливість оцінювати якість партії плодів за репрезентативною вибіркою та використовувати пристрій у польових умовах.

Для визначення стиглості та якості кавунів використовують пристрій ударного типу за ступенем затухання звукової хвилі, що складається з пластикового циліндричного корпусу, соленоїду, п'єзоелектричного датчика та джерела напруги 24 В. Отримані приладом осцилограми розкладають у ряд Фур'є та визначають коефіцієнт затухання, який тісно корелює зі ступенем стиглості плоду [4]. Недоліками цього пристрою є тривалий час вимірювань, складність в інтерпретації отриманих даних і, відповідно, неможливість швидкого отримання результатів.

За різними джерелами [5-7] персики на 77% складаються з вуглеводів, на 6,7% з білків, клітковини – 6,7%, золи – 4,4%, кислотність соку – 3,2–5,0%, фруктози – 3,9–4,4%, глюкози – 4,2–6,9%, сахарози – 4,8–10,7%, кислотність – 0,2–1,0%, вміст H_2O – 80–87%. Слід зазначити, що серед найбільш популярних плодів та овочів, що зберігають холодом, персики мають майже найбільший вміст вологи та вільних кислот, питома теплоємність їх сухої речовини – одна з найменших (1397 Дж/(кг·К)) [6]. Наявність великого відсотку водорозчинних вітамінів (вітаміну С 5–10 мг %) ускладнює створення незмінної харчової та біоенергетичної цінності при зберіганні. Найкращі рекомендовані для зберігання пізні сорти: Ельберта, Никитський 85, Кримчак.

На відміну від овочів (клубне - та коренеплодів) та зерняткових фруктів, технологію тривалого зберігання персиків досі не розроблено. Найбільш дешевий та екологічно чистий метод зберігання персиків із запропонованих у літературі – зберігання у газовому середовищі – дозволяє відвернути псування цих фруктів лише 2 місяці [7].

Постановка завдання. Проблема забезпечення населення плодоовочевою продукцією у зимово-осінній період є досить актуальною. Для досягнення цієї мети визначається необхідним вирішення наступних задач:

- визначення тепло- та електрофізичних характеристик плодів;
- визначення строків дозрівання, підбір та сортування плодів, придатних до зберігання, за допомогою об'єктивних методів та обладнання;
- обґрунтування режимів та забезпечення тривалого зберігання на основі визначених характеристик та проведеного сортування.
- удосконалення способу контролю за якістю плодоовочевої продукції за рахунок визначення вмісту соку шляхом послідовного вимірювання тиску в середині плода з використанням трубки

температурної десорбції і напівпровідникового детектора та подальшої математичної обробки даних і таким чином підвищити точність оцінки фізіологічного стану плодоовочевої продукції при зберіганні.

Основна частина. Поставлена задача вирішується таким чином, що у визначенні стану її при зберіганні визначається вміст соку шляхом послідовного вимірювання тиску всередині плода з використанням трубки температурної десорбції і напівпровідникового детектора та подальшій математичній обробці даних [8].

Плід, що досліджується, закріплюють та стискають порожнистим еластичним елементом, у якому використовують повітря або азот високої чистоти. Еластичний елемент можна надувати або випускати повітря з нього. Нагнітають повітря в здавлюючий елемент повітряним насосом. Датчик тиску повітря у здавлюючому елементі видає результат вимірювання. Аналогово-цифровий перетворювач перетворює результати вимірювання у цифрову форму і видає результат у вигляді сигналу тиску. Пристрій керування являє собою контролер, який обчислює поточне значення тиску в елементі, що здавлює плід, і видає сигнал керування випуском.

Кукурудзу молочно-воскової стиглості сорту «Смак» досліджували на ступінь стиглості гістохімічним способом та запропонованим способом. Результати експерименту наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 - Результати експерименту на ступінь стиглості гістохімічним способом та новим способом

Новий спосіб		Гістохімічний спосіб	
Відхилення поточного значення тиску від математичного очікування, %	Відхилення поточного значення соковідділення від математичного очікування, %	Кількість крохмалю в балах	Висновок
1,8%	4,3%	5	Незрілий
2,5%	3,3%	5	Незрілий Пошкоджений
1,3%	4,1%	3	Недозрілий
2,2%	4,3%	3	Недозрілий Пошкоджений
2,0%	6,2%	2	Зрілий
1,5%	9,2%	0	Переспілий

Для реалізації цього способу нами розроблено пристрій визначення гідростатичного тиску в плодах [9].

Гідростатичний тиск в плодах визначаємо спеціально розробленим приладом, який складається зі сталеві трубки 5 з отворами 6 за всією довжиною і діаметром, плоскої гумові трубки 1 з липучкою, ручного повітряного насоса 2 и манометра 3 (Рис.1).

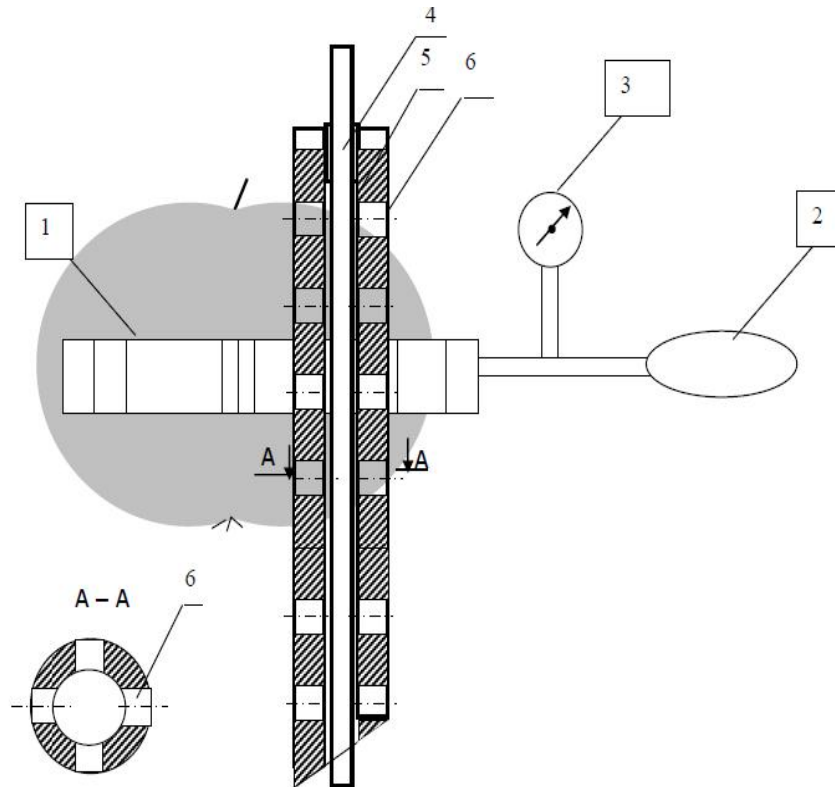


Рис. 1. Пристрій визначення тиску для контролю якості плодоовочевої продукції: 1 – гумова трубка; 2 – ручний повітряний насос; 3 – манометр; 4 – шомпол; 5 – трубка з отворами; 6 – отвір.

Визначення тиску виконується наступним чином: сталевую трубкою протикаємо плід так, щоб верхній і нижній кінці трубки виходили за плід, далі трубку за допомогою спеціального шомпола 4 прочищаємо і чекаємо, коли з неї перестане капати сік.

По закінченню соковиділення плід обгортається гумовою трубкою 1, яка утримується на ньому за допомогою липучки. Насос 2 повільно підвищує тиск, який передається на плід. При появленні першої краплі соку з плода манометр 3 фіксує тиск. Цей тиск відповідає гідростатичному тиску в плодах. Випробування проводили для плодів баклажан, кабачків, томатів, яблук, персиків.

Нами також запропоновано спосіб контролю якості плодоовочевої продукції, що полягає в послідовному вимірюванні функції зміни електричного опору в діапазоні частот змінного струму від 1 до 100 кГц у плоді, зануреному в електроліт, наступному розрахунку математичного очікування електричного опору та визначенні стану плоду за відхиленням поточного значення електричного опору; вимірювання функції зміни електричного опору плоду здійснюється у вертикальній та горизонтальній площинах, по відхиленню поточного значення від математичного очікування обох вісей визначають стан плоду [10].

Плід, що досліджується, закріплюють прищипками уздовж вертикальної вісі (для зерняткових плодів – уздовж зерняткового гнізда) та поміщають в електропровідну рідину між двома стаціонарно закріпленими електродами. Вимірюють функцію опору плоду при повороті його на 360° , розраховується математичне очікування електричного опору, по відхиленню поточного значення визначають стан плоду. Далі плід закріплюють перпендикулярно попередній вісі та повторюють дослід.

Таким чином, вимірювання функції зміни електричного опору навколо взаємоперпендикулярних вісей дозволяє виявити ушкодження тканини, що знаходиться близько до вісей або на вісях обертання та визначити нерівномірність локалізації крохмалю, що корелює з фізіологічним станом плодоовочевої продукції, оскільки під час дозрівання плодів накопичення крохмалю проходить у двох площинах: від плодоніжки до зерняткового гнізда по вертикалі та від паренхімних тканин під шкіркою до зерняткового гнізда. Тканини, що містять крохмаль, мають високий питомий опір електричному струму, тому при дозріванні плодів відповідним чином змінюється й електричний опір плоду при зміні напрямку прикладення електричного поля. Пошкоджені тканини плодів та бульби мають знижений вміст крохмалю, а отже, і більш низький опір у порівнянні зі здоровими тканинами. Обертання плоду чи бульби відносно стаціонарно встановлених електродів дозволяє досить точно встановлювати продукт у взаємоперпендикулярних вісях.

Для зерняткових плодів: якщо хоча б одне відхилення поточного значення електричного опору від математичного очікування для поточної вісі перевищує 2%, плід вважають пошкодженим. Плід вважають таким, що досяг знімальної стиглості, якщо кожне з відхилень поточного значення електричного опору від математичного очікування для перпендикулярної вісі складає 5-7%.

Для овочів: якщо хоча б одне відхилення поточного значення електричного опору від математичного очікування для поточної та/або перпендикулярної вісі перевищує 2%, бульбу вважають пошкодженою.

Для реалізації запропонованого способу нами розроблено скануючий пристрій контролю якості плодової та овочевої продукції, який має генератор, міст опору, омметр, вимірювальний осередок. Вимірювальний осередок виконано у вигляді ємності, наповненої електролітом з зануреними в нього стаціонарно закріпленими електродами, яка закривається кришкою, причому кришку, дно та бокові стінки осередку обладнано пазами з встановленими в них прищипками у двох взаємно перпендикулярних площинах, причому пристрій має електропривод та мікропроцесор з дисплеєм [11].

Технічна суть та принцип роботи пристрою, який пропонується, роз'яснюється на рис. 2, де зображена схема пристрою

контролю якості плодової та овочевої продукції та конструкція вимірювального осередку.

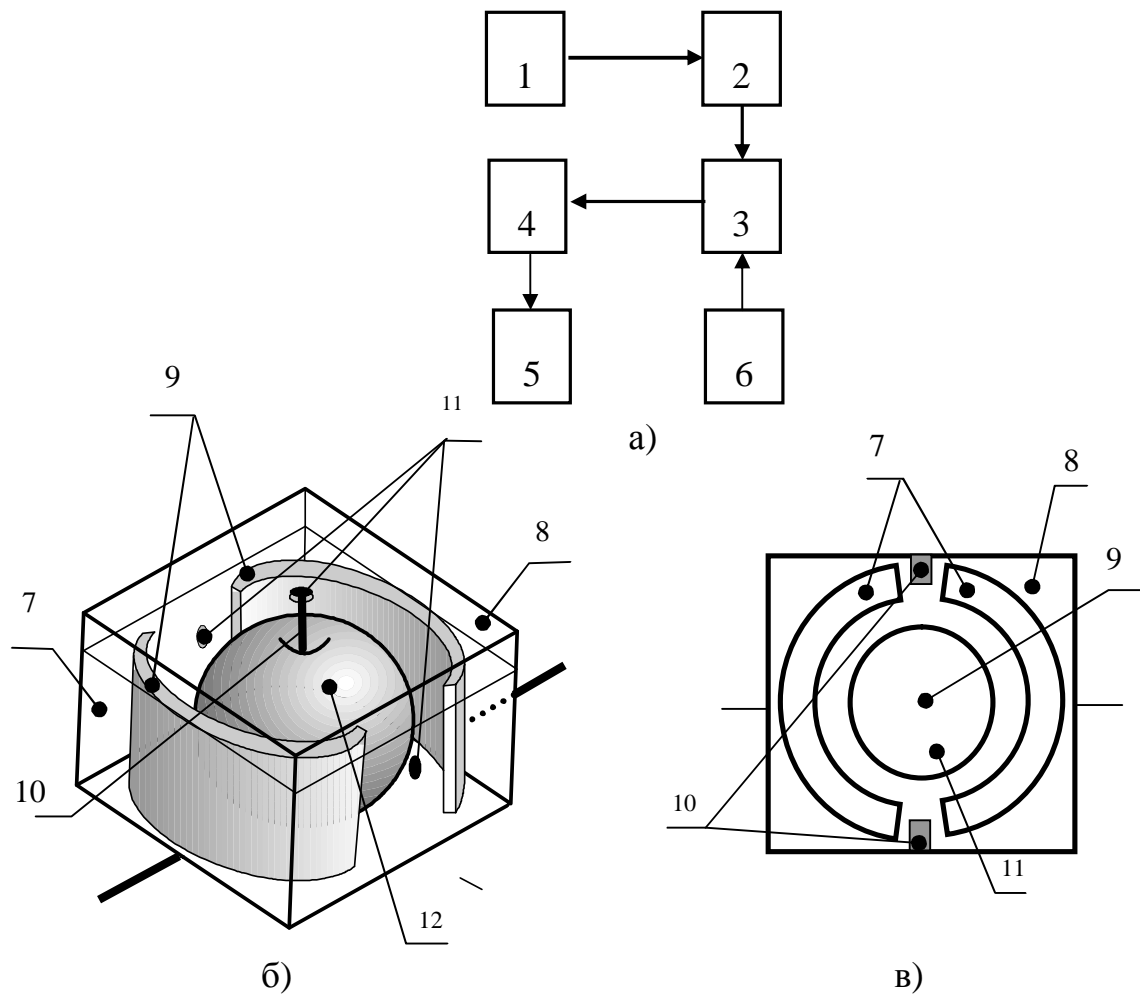


Рис. 2. Пристрій контролю якості плодової та овочевої продукції: а) схема з'єднань: 1 - генератор; 2 – міст опору; 3 - вимірювальний осередок; 4 – омметр; 5 мікропроцесор; 6 – електропривод; б) - аксонометрія вимірювального осередку з яблуком; в) – вид зверху: 7 - ємність; 8 – кришка; 9 – електроди; 10 – прищіпка; 11 – пази; 12 - плід.

Пристрій контролю якості плодової та овочевої продукції складається з генератора 1, моста опору 2, вимірювального осередку 3, омметра 4, мікропроцесора 5 та електроприводу 6. Генератор 1 з'єднано електричними дротами з мостом опору 2, до якого під'єднано електричними дротами вимірювальний осередок 3, що з'єднаний з омметром 4. До омметра 4 електричними дротами під'єднано мікропроцесор 5, до вимірювального осередку 3 під'єднано електропривод 6.

Вимірювальний осередок виконано у вигляді ємності 7 з кришкою 8, він має два електроди 9, розміщені в електроліті, та обладнаний спеціальними прищіпками 10, що вставляються у пази 11 для забезпечення обертання плоду 12 у двох взаємноперпендикулярних площинах.

Технологічний процес роботи пристрою експрес-оцінки придатності для заморожування подової та овочевої продукції наступний.

Генератор 1 та вимірювальний осередок 3 під'єднують електричними дротами до моста опору 2. Вимірювальний осередок 3 під'єднують електричними дротами до омметра 5, у вимірювальний осередок 3 за допомогою прищіпок 10 та пазів 11 на кришці 8 та дні ємності 7 встановлюють плід 12. Вмикають генератор 1 і, після встановлення постійного значення опору, що спостерігають на омметрі 4, вмикають електропривод 6, виконують вимірювання під час обертання плоду навколо його вертикальної вісі, а результат вимірювань після математичної обробки спостерігають на дисплеї мікропроцесора 5. За допомогою пазів 11 на стінках осередку 4 та прищіпок 10 встановлюють плід 12 перпендикулярно попередній вісі в осередку 4, вмикають електропривод 6 та генератор 1, та повторюють вимірювання.

Результат вимірювань порівнюється з таблицею, яку отримано у попередніх дослідах. При таких дослідах здійснювався одночасний контроль якості плодової та овочевої продукції звичайними методами та за допомогою пристрою, який пропонується.

Висновки. Результатом проведених досліджень є виявлення чіткої різниці теплофізичних та електрофізичних характеристик залежних від хімічного складу плодів, що дозволяє застосовувати ці способи та пристрої для контролю якості та стиглості плодів.

Література:

1. Электронный прибор для определения спелости арбузов // Реферативный журнал ВИНТИ. 38. Оборудование пищевой промышленности. Отдельный выпуск. – Москва, 1995, №3 –с.21.

2 Пат. 2103679 Россия, МКИ⁶ G01N33/02. Устройство для определения электрофизических параметров плодов и овощей // Реферативный журнал ВИНТИ. 38. Оборудование пищевой промышленности. Отдельный выпуск. – Москва, 1998, №7 – с.17.

3. Устройство для контроля качества плодоовощной продукции: Пат. № 1594423 Россия, МКИ⁶ 5G01N33/02 / В.А. Воробьев, Е.М. Солодников, С.Д. Куликов, Е.В. Терешкова, Н.С. Шишкина, Э.С. Гореньков, Г.П. Царева (Россия).– Бюл. «Открытия, изобретения». – Москва, 1990, №35 – с.186.

4. Мохач, М. Уборка, товарная обработка и хранение плодов / М. Мохач, П. Томчани, Ш. Переги // Пер. с венг. - М.: Колос, 1968. – 464 с.
5. Широков Е.П. Хранение и переработка плодов и овощей / Е.П.Широков, В.И.Полегаев.–М.: Агропромиздат, 1989.–302с.
6. Гинзбург А.С. Теплофизические характеристики картофеля, овощей и плодов / А.С.Гинзбург, М.А.Громов.– М.: Агропромиздат, 1987.– 272с.
7. Сабуров Н.В. Хранение и переработка плодов и овощей / Н.В.Сабуров, М.В. Антонов.–М.: Сельхозиздат, 1962.– 448с.
8. Патент України 95793 С2, МПК⁷ G01N7/00. Способ контролю якості плодовоовочевої продукції/В.Ф. Ялпачик, М.І. Стручаєв, - 200810600: Заявл. 22.08.2008, Опубл. 12.09.2011. Бюл. №17-2с.
9. Патент України 41466, МПК⁷ G01N7/00. Пристрій визначення тиску для контролю якості плодовоовочевої продукції/В.Ф. Ялпачик, М.І. Стручаєв, К.М.Стручаєв, - 200814326: Заявл. 12.12.2008, Опубл. 25.05.2009. Бюл. №10-4с.
10. Патент України 64569 А, МПК⁷ G01N33/02. Спосб контролю якості плодовоовочевої продукції/ М.І. Стручаєв, О.Б. Сабо, К.М. Стручаєв, А.Г. Сабо - 2003065955, Опубл. 12.09.2004. Бюл. №2-2с.
11. Патент України 68041А, МПК⁷ G01N33/02. Скануючий пристрій для контролю якості плодової та овочевої продукції/ М.І. Стручаєв, О.Б. Сабо, А.Г. Сабо , К.М. Стручаєв, - 2003098145, Опубл. 15.07.2004. Бюл. №7 – 4с.

НОВЫЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПЛОДОВ ПРИ ХРАНЕНИИ ХОЛОДОМ

Ялпачик В.Ф., Ялпачик Ф. Е., Стручаев Н. И.

Аннотация - в работе приведены результаты разработки способов контроля качества плодов от физических показателей . Рассматривается перспектива внедрения новых устройств контроля плодов при хранении холодом.

THE NEW METHOD FOR THE FRUIT QUALITY CONTROL AT A STORAGE BY COLD

V.F. Yalpachik, F.U. Yalpachik, N.I. Struchaev

Summary

The results of experimental researches on revealing the fruit thermal-physic characteristics dependence from quality parameters are considered in the article. The new method elaboration prospect for fruit quality control at a storage by cold is formulated.

УДК 637.134

МЕХАНІЗМИ ДИСПЕРГУВАННЯ ЖИРОВОЇ ФАЗИ В ПУЛЬСАЦІЙНОМУ АПАРАТІ З ВІБРУЮЧИМ РОТОРОМ

Самойчук К.О., к.т.н.,

Івженко А.О., інженер

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел.(06192) 42-13-06

Анотація – у статті проведено аналіз механізмів диспергування жирової фази в пульсаційному апараті з вібруючим ротором та обґрунтовано оптимальний критерій руйнування жирових кульок молока.

Ключові слова – диспергування, механізм диспергування, жирова кулька, гомогенізатор, роторно-пульсаційний апарат.

Постановка проблеми. Диспергування широко застосовується у виробництві вершкового масла, маргарину, майонезу, кремів, продуктів з біологічно активними добавками та ін. Особливо енерговитратним процесом є диспергування жирової фази молока, або гомогенізація молока. Зважаючи на очевидну актуальність проблеми зниження енерговитрат процесу гомогенізації у молочній промисловості, розроблений широкий ряд апаратів для гомогенізації, такі як клапанні, пульсаційні, вакуумні, струминні, ультразвукові, роторні та ін. Однак жоден з них не суміщає у собі високий ступінь подрібнення жирових кульок молока (як, наприклад, у клапанних) з невисокими енерговитратами [1, 2]. Наближуються до таких "ідеальних" апаратів роторно-пульсаційні гомогенізатори (РПА), ротор яких поряд з обертальним рухом здійснює коливальні рухи вздовж вісі обертання – так звані пульсаційні апарати з вібруючим ротором (ПА з ВР) [3]. Якість гомогенізації при обробці молока в таких машинах не менше, ніж в клапанних, а енерговитрати у 4-5 разів менші.

Аналіз останніх досліджень. На заводі створенню високоефективного гомогенізатора стоїть проблема визначення механізму руйнування жирової кульки молока. Дослідниками процесу диспергування жирової фази виділені щонайменше 5 гіпотез гомогенізації: руйнування під впливом дії повздовжнього градієнта швидкості потоку при вході у клапанну щілину (М.В. Барановського); руйнування під впливом поперечного градієнту швидкості потоку у клапанній щілині (Ребіндера і Віттінга); руйнування за рахунок

відцентрової сили при обертальному русі жирової кульки у градієнтному полі швидкостей (В.Д. Суркова); руйнування здуванням мікрочасток з поверхні жирової кульки (М.М. Орешіної); гіпотеза субкавітаційної гомогенізації (Є.А. Фіалкової). Поява такої кількості теорій викликана неможливістю безпосереднього спостереження за руйнуванням жирової кульки молока, адже швидкості до 200 м/с, та розміри 1-3 мкм ставали для цього нездоланною перешкодою. Лише останніми роками вдалося вперше спостерігати цей процес у клапанному гомогенізаторі. Необхідно відмітити, що автори при створенні тієї чи іншої гіпотези пристосовують її до апарату, який є об'єктом їх досліджень і не намагаються пояснити процеси диспергування жиру в інших, вже існуючих гомогенізаторах. В основі теорії гомогенізації лежить механізм руйнування жирової частки. Дослідниками виділено 10 механізмів подрібнення крапель у рідині.

1) Нестійкість Кельвіна-Гельмгольца [4], виникаюча в результаті достатньої різниці швидкостей між дисперсною та дисперсійною фазами.

2) Нестійкість Релея-Тейлора [4], що виникає при направленні вектора масових або інших сил від важкої рідини до легкої.

3) Дроблення крапель в турбулентному потоці рідини, обумовлене турбулентними пульсаціями [5].

4) Нестійкість Толміна-Шліхтинга, що виникає при переході від ламінарного режиму до турбулентного, коли паралельно-струйна ламінарна течія стає нестійкою внаслідок домінування інерційних сил над силами в'язкого тертя; може мати місце і в гомогенних системах [6].

5) Нестійкість Бенардо, що виникає завдяки флуктуаціям щільності (коли важкі шари рідини опиняються над легкими), викликаним, у свою чергу, градієнтами температур і концентрацій; також може мати місце в гомогенних системах [6].

6) Кавітаційний механізм: при схлопуванні кавітаційної бульбашки внаслідок локального падіння тиску з'являється цівка на поверхні розділу рідин з подальшим відривом від неї однієї чи декількох крапель [6].

7) Динамічний - виникнення внутрішнього динамічного тиску у краплі, обумовленого тороїдальною течією або навіть турбулентним рухом в ній, здатного подолати зовнішній тиск і капілярні сили [7].

8) Дроблення крапель поблизу твердих стінок і інших елементів апарату [7].

9) Наявність зсувних і розтягуючих напружень в суцільному середовищі, здатних значно деформувати краплю – течія Куетта, різні

види гіперболічних течій [6].

10) При нестационарному русі рідин можливий ще один механізм дроблення крапель - інерційний, експериментально та чисельно досліджений Стоуном [8].

Постановка завдання. Спробуємо провести аналіз вищеперелічених механізмів подрібнення жирових кульок у плазмі молока при обробці у пульсаційному апараті з вібруючим ротором і оцінити ступінь їх впливу на кінцевий розмір жирової фази. При цьому будемо розглядати системи без поверхнево-активних речовин. На основі попередніх досліджень приймаємо властивості середовищ (при температурі 65 °С): густина та динамічний коефіцієнти в'язкості плазми молока $\rho_1 = 1030 \text{ кг/м}^3$, $\mu_1 = 1,8 \cdot 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$, густина та динамічний коефіцієнти в'язкості молочного жиру $\rho_2 = 923 \text{ кг/м}^3$, $\mu_2 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$, поверхневий натяг $\sigma = 0,05 \text{ Н/м}$. Властивості апарата: частота повздовжніх пульсацій рідини в апараті 50 с^{-1} , амплітуда коливань ротора $0,005 \text{ м}$, радіальна швидкість в отворах апарата $32\text{-}65 \text{ м/с}$.

Основна частина.

1. Нестійкість Кельвіна-Гельмгольца. Слідуючи Нігматуліну [4], при даному виді нестійкості характерний розмір крапель може бути оцінений як

$$d_1 = \frac{2\pi\sigma(\rho_1 + \rho_2)}{\rho_1\rho_2V^2}, \quad (1)$$

де σ – коефіцієнт міжфазного натягу, Н/м;

ρ_1, ρ_2 – густина рідин, кг/м³;

V – швидкість руху жирової фази рідини відносно поверхні розділу, м/с.

2. Нестійкість Релея-Тейлора. Згідно Нігматуліну [4], оцінка розміру крапель при такому механізмі дроблення може бути проведена за формулою

$$d_a = 2\pi \sqrt{\frac{\sigma}{|\rho_1 - \rho_2| a}}, \quad (2)$$

де a – прискорення, спрямоване нормально до поверхні розділу рідин, м/с².

3. Дроблення крапель у турбулентному потоці рідини. Згідно теорії однорідної та ізотропної турбулентності, розвиненої А.Н. Колмогоровим [5], і критично інтерпретованої В.Г. Левичем [7], дроблення краплі в турбулентному потоці відбувається завдяки пульсаціям, масштаб яких великий у порівнянні з внутрішнім масштабом турбулентності λ_0 . У той же час занадто великомасштабні пульсації порівняно мало змінюються на відстанях порядку розміру

краплі, не чинять впливу на неї, тому деформація і дроблення краплі проводиться порівняно дрібномасштабними пульсаціями. Згідно Колмогорову, радіус краплі який утвориться у турбулентному потоці, приблизно дорівнює

$$R_T = L^{2/5} \left(\frac{\sigma}{k_f \rho} \right)^{3/5} \frac{\sqrt{2}}{U^{6/5}} \quad (3)$$

де L – характерний розмір апарата, м;

k_f – коефіцієнт опору при обтіканні краплі;

ρ – густина рідини (передбачається, що щільності обох рідин близькі), кг/м^3 ;

U – характерна середня швидкість рідини в апараті, м/с;

4. Нестійкість Толміна-Шліхтинга. Очевидно, що при коливальних рухах рідини зазвичай має місце турбулентний несталий режим течії, для якого характерна постійна перебудова потоку, причому в пристінній області поле швидкостей змінюється у часі повільніше, ніж у ядрі. Якщо розглядати сталий процес коливань у пульсаційному апараті, то можна припустити, що енергія, яка вводиться в апарат, витрачається на утворення великомасштабних турбулентних вихорів, які не встигають за один період коливань повністю диспергуватись, розбитися на більш дрібні, так що в середньому за період у пульсаційному апараті зберігається певний спектр турбулентних вихорів. У цьому випадку нестійкість Толміна-Шліхтинга може бути зведена до турбулентності, розглянутої у попередньому пункті.

5. Нестійкість Бенардо в розглянутих умовах виникати не буде, адже при можливому виникненні концентраційних градієнтів навряд чи їх величина буде досить істотною для виникнення значних градієнтів щільності.

6. Кавітаційний механізм. Деякі автори [9, 10, 11] вважають, що при емульгуванні в РПА домінуючими механізмами є кавітація.

У даний час численні дані про кавітаційний механізм дроблення крапель пояснюються кількома гіпотезами. Так, за даними Кардашева [12], при кумулятивному дробленні рідини захоплюється кавітаційна бульбашка, найбільш імовірний діаметр крапель визначається як

$$d_k = \left(\frac{D}{u} \right)^{2/3} \left(\frac{4.5 \pi \sigma}{\rho_1 + \rho_2} \right)^{1/3}, \quad (4)$$

де D – діаметр кумулятивної струї, м;

u – її швидкість, м/с.

Враховуючи складність кавітаційних явищ, величезні значення локальних тисків при схлопуванні бульбашок, а також нерівномірність їх розподілу за об'ємом апарату, на даний момент важко дати навіть якісну оцінку спектру розмірів крапель, що виникають завдяки кавітації.

При перекритті отворів переривника РПА рідина, що рухається в статорі створює розрідження – від'ємний тиск. Глибина від'ємного тиску є одним з найважливіших параметрів РПА, який формує величину кавітації. Саме кавітацію більшість авторів вважають основною причиною диспергування. Тому розрахунок РПА, призначених для диспергування та емульгування, ведуть для досягнення максимальної глибини імпульсу від'ємного тиску. Однак застосування РПА для гомогенізації молока призводить до появи у дисперсійному складі обробленого продукту значної долі часток великої фракції [2]. На нашу думку це пов'язане з тим, що частина молока, що проходить в момент початку відкриття отворів через статор РПА, не піддається дії кавітації. Дійсно, розрідження в каналах статора РПА виникає при перекритті отворів, коли радіальна швидкість емульсії близька до максимуму [9, 10, 11]. При цьому, в момент початку відкриття отворів, частина молока проходить крізь статор РПА практично не піддаючись впливу кавітації. На нашу думку, саме в цих об'ємах молока присутні жирові кульки великої фракції. Звісно, кавітація призводить до подрібнення часток дисперсійної фази, що доведено багатьма дослідниками. Але роль кавітації у диспергуванні молочного жиру в РПА скоріше другорядна. Ерозія сідла та клапана клапанних гомогенізаторів доводить, що кавітація у них присутня, але її міра невелика. За лабораторними дослідженнями Іннігса, якому вдалося спостерігати подрібнення жирових кульок молока в клапанному гомогенізаторі, жирові кульки значно деформуються у клапанній щілині, і руйнуються вже на виході з клапанної щілини. Частина дослідників вважають що кавітація може грати істотну роль лише на цьому – останньому етапі руйнування.

Неможливість якісної оцінки спектру подрібнених часток, невпевненість в тому, що саме кавітація є основною причиною диспергування, існування долі продукту, що проходить крізь отвори переривника РПА і не піддається кавітаційній обробці – основні причини проектування ПА з ВР без урахування кавітації. 7. Динамічний механізм дроблення крапель. Левичем була висловлена наступна гіпотеза [7]. Рух суцільної рідини за рахунок безперервності дотичних напружень на поверхні краплі обумовлює рух рідини всередині неї, що має обертальний, а можливо, і турбулентний характер, при цьому у середині краплі виникає динамічний напір $\rho_2 U_2^2 / 2$, спрямований зсередини краплі назовні. Якщо цей тиск

перевищує утримуючі краплю капілярні сили, то крапля повинна розірватися.

У цьому випадку умова дроблення краплі, що має форму еліпсоїда, отримана Левичем у вигляді

$$d_d \approx \sqrt[3]{\frac{6}{k_f} \frac{2\sigma}{(\rho_1^2 \rho_2)^{1/3} U^2}}, \quad (5)$$

При цьому наголошується, що поділ не може відбуватися при стоксовському режимі руху рідини, оскільки при цьому динамічний напір всередині краплі буде занадто малий для того, щоб викликати розподіл краплі.

8. Дроблення крапель поблизу твердих стінок. Поблизу стінки, в межах вузького підшару зміна пульсаційних швидкостей досить різка (великі поперечні градієнти швидкості), і середня швидкість має логарифмічний профіль. Левичем показано, що найменший розмір крапель (у пристінковій області біля кордону в'язкого підшару) може бути оцінений як

$$d_{ct} \approx \sqrt{\frac{\sigma \nu}{6\rho \nu_0^3}} \quad (6)$$

де – ν_0 - динамічна швидкість, визначається як $\nu_0 = \sqrt{\tau / \rho}$, м/с;

τ - дотичні напруження употоці, Па.

Для каналів ПА з ВР можна скористатися формулою

$$\nu_0 \approx \frac{0,2}{R_e^{1/8}} U \quad (7)$$

9. Зсувний механізм емульгування. Гопалом [6] наведені різні форми зсувних течій, деформуючих рідку сферу. В апараті, що розглядається, характер рухів аналогічний гіперболічному течінню, в якому виникає як зсув, так і розтягнення. Тангенціальні складові збурень, переданих з боку суцільного середовища на краплю, деформують її, а нормальні обумовлюють тиск, який для малих деформацій має величину

$$\Delta p = 4G\mu_1 \frac{19\mu_2 + 19\mu_1}{16\mu_2 + 16\mu_1} \cos(2\varphi), \quad (8)$$

де – G – швидкість зсуву, c^{-1} ;

φ - кут між головною віссю витягнутого сфероїда і вертикальною віссю.

Розмір краплі, яка при такому тиску почне деформуватися, дорівнює

$$d_G = \frac{4\sigma}{\Delta P} \quad (9)$$

і для розглянутих даних становить $d_G = 94$ мкм. Настільки мала величина внутрішнього тиску у краплі не в останню чергу зумовлена високою в'язкістю дисперсного середовища μ_2 по відношенню до в'язкості суцільного μ_1 .

10. Інерційний механізм дроблення крапель. У роботі [8] наведені фотографії, що ілюструють процес деформації і дроблення крапель, а також результати чисельних експериментів для нестационарного потоку. Сильно розтягнута в розширеному потоці крапля (що має відношення довжини до діаметра до 10-20) після зупинки (або зміни напрямку чи розширення потоку) дробиться на кілька дрібних крапель. Ефект має місце при умові, якщо в'язкість дисперсної фази не більше, ніж на порядок перевищує в'язкість дисперсної (за даними [8]), яка виконується для молока.

Знаходимо діаметр крапель, утворених при інерційному режимі дроблення [13]

$$d_{и} \approx \frac{8\sigma}{\rho_2 U^2}, \quad (10)$$

Деяка схожість цього виразу з формулою (5) свідчить і про схожості відповідних фізичних механізмів.

Крім наведених вище причин деформації і дроблення крапель, у рідині, що коливається, можуть існувати ще й специфічні механізми, пов'язані з коливаннями самої краплі. Релей отримав вираз для розрахунку власних частот малих коливань рідкої краплі "близько її сферичної фігури рівноваги". За розрахунками таких частот дроблення жирових часток молока можливе лише при частотах більше 500 кГц, що не реалізується у роторно-пульсаційному апараті.

Висновки. Підведемо підсумки аналізу механізмів дроблення крапель, звівши результати розрахунків до таблиці 1.

Таблиця 1 - Результати розрахунку розмірів жирових кульок молока в пульсаційному апараті з вібруючим ротором

Механізм диспергування	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
d, мкм	0,1-10	0,15-6	0,2-2,5	–	–	4,3	3,8	4,3	94	0,12-6,9

Для можливості аналізу застосування наведених механізмів для подрібнення жирової кульки молока, що рухається в оточенні молочної плазми залишимо у формулах 2.1-2.10 лише змінні фактори, вважаючи константами густину, в'язкості, поверхневі натяги та інші постійні. Результати наведено у таблиці 2.

Таблиця 2 - Аналіз істотних факторів дроблення жирової кульки молока

Механізм диспергування	Характер залежності діаметру часток від основних факторів
Нестійкість Кельвіна-Гельмгольца	$d_k \propto \frac{1}{v^2}$
Нестійкість Релея-Тейлора	$d_k \propto \frac{1}{\sqrt{a}}$
Дроблення крапель в турбулентному потоці рідини (по Колмогорову і Левичу)	$d_k \propto \frac{L^{2/5}}{v^{6/5}}$
Динамічний механізм дроблення крапель (по Левичу)	$d_k \propto \frac{1}{v^2}$
Зсувний механізм емульгування (по Гопалу)	$d_k \propto \frac{1}{v}$
Інерційний механізм дроблення крапель	$d_k \propto \frac{1}{v^2}$

З аналізу таблиці стає зрозумілим, чому більшість авторів для оцінки ступеня диспергування молочного жиру використовують критерій Вебера [1, 2]

$$We = \frac{\rho U^2 d_k}{\sigma}, \text{ або } d_k \propto \frac{We}{U^2} \quad (11)$$

За цим критерієм діаметр частки зворотно пропорційний квадрату швидкості, що співпадає з більшістю механізмів диспергування, або близький до них. Також даними таблиці можливо пояснити, чому автори замість швидкості ковзання жирової кульки (різниці швидкостей між жировою кулькою та оточуючою плазмою), використовують швидкість потоку, де рухається жирова кулька [1, 2]. Це простий шлях, але він зовсім не відображає суті явища. Швидкість ковзання розрахувати та оцінити вкрай важко, або неможливо. Дійсно, швидкість потоку може бути наскільки завгодно велика, але якщо жирова кулька рухається разом з дисперсійним середовищем, то її швидкість ковзання дорівнює нулю, та її руйнування не відбувається. Жирова кулька руйнується при різкій зміні потоку, що відбувається у клапанних гомогенізаторах в момент проходження вузької щілини і струминних гомогенізаторах при зіткненні потоків. В такому разі швидкість ковзання жирової частки і буде пропорційною швидкості потоку ($v \propto U$), що експериментально підтверджується дослідями гомогенізації в клапанних та струминних гомогенізаторах [1].

Для ПА з ВР швидкість ковзання стає істотною в моменти прискорення та гальмування рідини. Ці умови створюються під час:

- перекриття отворів та їх незначного відкриття (гомогенізація по типу клапанних гомогенізаторів), коли градієнт швидкості у поперечному напрямку набуває істотної величини;
- швидкої зміни напрямку руху рідини за рахунок сил інерції, що викликає відмінності руху жирової кульки та плазми;
- прискорення потоку рідини при русі крізь канали переривника ПА.

Подрібнення за першою умовою відбувається протягом незначної долі часу пульсацій і енергонеєфективна (високі енерговитрати клапанних гомогенізаторів). Друга та третя умови передбачають створення істотних прискорень емульсії (швидкої зміни швидкості за короткий проміжок часу). Подібний механізм гомогенізації використовується у струминних та пульсаційних гомогенізаторах, енергоефективність яких значно вища (енерговитрати у 3-5 разів менші за клапанні).

Таким чином з перелічених вище механізмів подрібнення жирових кульок в РПА, для ПА з ВР найбільшою мірою за фізикою процесу відповідає нестійкість Релея-Тейлора, де діаметр дисперсійної частки залежить від прискорення потоку рідини.

Література:

1. *Нужин Е.В.* Гомогенизация и гомогенизаторы /Е.В. Нужин, А.К. Гладушняк. Монография – Одесса: Печатный дом, 2007. – 264 с.
2. *Фиалкова Е.А.* Гомогенизация. Новый взгляд: Монография–справочник/ Е.А. Фиалкова – Спб.: ГИОРД, 2006. – 392с.
3. *Самойчук К.О.* Експериментальні дослідження диспергування жирової емульсії в пульсаційному апараті з вібруючим ротором / К.О. Самойчук, А.О. Івженко // Обладнання та технології харчових виробництв : Донецьк – 2013.– Вип. 30. – С. 155-161.
4. *Нигматулин Р.И.* Динамика многофазных сред/Р.И. Нигматулин. Ч. 1. - М.: Наука, 1987. - 464 с.
5. *Колмогоров А.Н.* О дроблении капель в турбулентном потоке/А.Н. Колмогоров // Докл. АН СССР. - 1949. - Т.66, № 5. - С. 825 - 828.
6. *Абрамзон А.А.* Эмульсии / Под ред. Ф. Шермана. Пер. с англ. под ред. А.А. Абрамзона. - Л.: Химия, 1972. - 448 с.
7. *Левич В.Г.* Физико-химическая гидродинамика / В.Г. Левич. - М.: Физматгиз, 1959. - 699 с.
8. *Stone H.A.* Dynamics of drop deformation and breakup in viscous fluids/ H.A. Stone //Annual Review of Fluid Mechanics. -1994. - V.26. - P. 65 -102.

9. Журавлёв В. Высокоэффективные машины роторного типа с развитой кавитацией/ В.Журавлёв, Н.Воронцов, В.Блиничев // *Czasopismo techniczne. Mechanika* :Wydawnictwo politechniki krakowskiej – 2008. - С 422-427.

10. *Промтов М. А.* Машины і апарати з імпульсними енергетичними діями на оброблювані речовини: Навчальний посібник/М.А. Промтов - М.: «Видавництво Машиностроение-1», 2004. - 136 с.

11. *Червяков В.М.* Теоретические основы методов расчета роторных аппаратов с учетом нестационарных гидродинамических течений/В.М. Червяков. автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук.: 05.02.13 "Машины, агрегаты и процессы "Тамбов, 2007. – 35с.

12. *Кардашев Г.А.* Физические методы интенсификации процессов химической технологии/Г.А. Кардашев. - М.: Химия, 1990. - 206 с.

13. *Абиев Р.* Резонансная аппаратура для процессов в жидкофазных системах: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук/Р.Абиев : спец. 05.17.08 “Процессы и аппараты химической технологии” / Абиев Руфат Шовкет оглы ; Санкт-Петербургский государственный технологический институт. – Спб., 2000. – 32 с.

МЕХАНИЗМЫ ДИСПЕРГИРОВАНИЯ ЖИРОВОЙ ФАЗЫ В ПУЛЬСАЦИОННОМ АППАРАТЕ С ВИБРИРУЮЩИМ РОТОРОМ

Самойчук К.О., Ивженко А.А.

Аннотация - в статье проведен анализ механизмов диспергирования жировой фазы в пульсационном аппарате с вибрирующим ротором и обоснован оптимальный критерий разрушения жировых шариков молока.

MECHANISMS OF DISPERGATING OF FATTY PHASE IN PULSATION MACHINE WITH VIBRATING ROTOR

K. Samoichuk, A. Ivzhenko

Summary

The article represents the analysis of phenomena of dispergating of fatty phase in a pulsation machine with a vibrating rotor and the optimal criterion of destruction of fat globules of milk is grounded.

УДК 664.002.5

ВПЛИВ КОЕФІЦІЄНТІВ МІСЦЕВИХ ОПОРІВ РОЗЛИВНОЇ СИСТЕМИ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ДОЗУЮЧОГО ПРИСТРОЮ

Змєєва І. М., інженер,

Кюрчев С. В., к.т.н.,

Ялпачик Ф. Ю., к.т.н.,

Стручаєв М. І., к.т.н.

Таврійський державний агротехнічний університет

Тел. (0619) 42-13-06

Анотація – в роботі проаналізовано вплив коефіцієнтів місцевих опорів розливної системи на продуктивність дозуючого пристрою.

Ключові слова - рідкі харчові продукти, дозувальні машини, продуктивність, коефіцієнт витрат, місцеві опори, розливна система.

Постановка проблеми. У харчовій промисловості фасування підготовленого продукту в консервну тару – один з основних процесів технологічної лінії розливу харчових рідин. Подачу в тару визначеної кількості харчової рідини здійснює машина для розливу харчових рідин, яка відділяє, або відміряє від загального об'єму продукту порцію або дозу і передає в тару. Одним із головних вузлів машини є дозуючий пристрій, який виконує основну технологічну операцію – наповнення ємностей рідиною.

Фасування харчових рідин може відбуватися у різних умовах у залежності від властивостей продукту та вимог, які визначають процес фасування. Пропускна спроможність дозуючого пристрою безпосередньо впливає на продуктивність машини, а також і на продуктивність лінії в цілому. Взаємодія потоку рідини з конструкцією дозуючого пристрою, а, основним чином, з конструкцією випускної щілини, в значній мірі визначає технологічність розливу.

Аналіз останніх досліджень. Продуктивність розливального автомату залежить від конструктивних елементів, кінематики механізмів та гідравлічних параметрів системи [1-3]. Важливим параметром, що визначає продуктивність, є коефіцієнт витрат μ , який, в свою чергу, залежить від в'язкості рідини та форми зливного тракту. У роботі [4] наведено залежність коефіцієнту витрат від форми

отворів та насадок за даними А.Д. Альтшуля. Для цього повинна виконуватися умова $Re \geq 100000$.

При витіканні з отворів або насадок рідин підвищеної в'язкості приведена умова не виконується і всі коефіцієнти витікання можуть значно змінюватися у залежності від числа Рейнольдса.

Оскільки кожен пристрій для розливу можна уявити як сполучення різних за формою і розмірами насадок, можна припустити, що дійсний час роботи дозатора в циклі залежить від величини коефіцієнта витрат системи зливного тракту, який характеризує пропускну здібність газових каналів та каналів для рідин; від числа Рейнольдса; від коефіцієнта кінематичної в'язкості.

Коефіцієнт витрат зливного тракту залежить від форми каналу і в загальному випадку рівний

$$\mu = \frac{1}{\sqrt{1 + \Sigma \zeta}}, \quad (1)$$

де $\Sigma \zeta$ - сумарний коефіцієнт місцевого опору.

У практиці місцеві опори розміщуються іноді настільки близько одне до одного, що потік між ними не устигає вирівнюватися, оскільки вихроутворення, що виникають при проході через місцеві опори, впливають у подальшому на процес протікання рідини.

Формулювання цілей статті: вивчення впливу коефіцієнтів місцевого опору розливної системи на продуктивність дозуючої системи в межах заданого обсягу, конструктивних особливостей дозувального пристрою і умов його експлуатації.

Основна частина. Дозуючий пристрій [5], який заповнює одиницю тари до встановленого рівня харчовою рідиною (рис. 1) містить встановлену в дно резервуара 8 гільзу 6 з підпружиненим патроном 4 і ущільнюючою манжетою 5, в патрон 4 встановлено повітряну трубку 3, на нижньому кінці якої фіксується направляюча 1. Розливальний патрон працює таким чином:

Горловина банки щільно притискається до ущільнюючої манжети 5, при подальшому натисканні ущільнююча манжета 5 разом з підпружиненим патроном 4 піднімається до утворення між направляючою 1 і ущільнюючою манжетою 5 зазору, через який рідина попадає в банку.

Повітря, що знаходиться в банці, і піна рідини, що утворюється, через повітряну трубку 3 надходять у розливальний резервуар 8. Банка наповняється рідиною до встановленого рівня.

Під час руху наповненої тари в нижнє положення за рахунок опускання стола, який піднімає та опускає тару в процесі наповнення, горловина банки не відривається від ущільнюючої манжети 5.

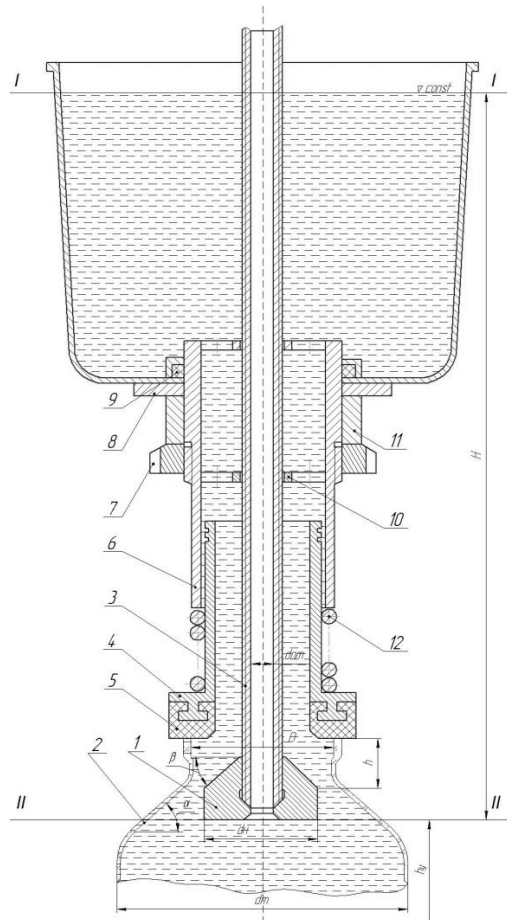


Рис. 1. Загальний вигляд дозуючого пристрою:

1 - направляюча, 2 - банка, 3 – повітряна трубка, 4 - патрон, 5 – ущільнююча манжета, 6 – гільза, 7 - гайка, 8 – дно резервуару, 9 - ущільнення, 10- втулка, 11 - вставка, 12 – пружина.

При розливі в розливальному патроні утворюється плоске кільце між бічною поверхнею ущільнюючої манжети 5 і конічною поверхнею направляючої 1, тим самим створюється плоске шатрове витікання рідини, що входить дотично до поверхні стінки банки, що виключає завихрення струменя, зменшує піноутворення, а, значить, підвищує продуктивність пристрою для розливу рідини.

При проектуванні дозуючого пристрою, який заповнює одиницю тари до вказаного рівня, основне значення має співвідношення каналів у дозуючій голівці.

Продуктивність є важливим параметром, що визначає основні розрахункові характеристики фасувальних машин, яка залежить від кінематики механізмів, гідравлічних параметрів системи, конструктивних елементів.

Визначимо максимальну (теоретичну) продуктивність нев'язкої рідини. Skorистаємося рівнянням Бернуллі:

$$H + \frac{P}{\rho \cdot g} + \frac{\lambda \cdot v^2}{2g} = const. \quad (2)$$

Перетворимо для двох перетинів схеми (I – I, II – II рис. 1): дзеркала продукту в розподільчому резервуарі і перетині у відсікаючому клапані:

$$H_p + \frac{P_p}{\rho g} + \frac{\lambda \cdot v_p^2}{2g} = H_k + \frac{P_k}{\rho g} + \frac{\lambda \cdot v_k^2}{2g} + \sum \zeta, \quad (3)$$

де H - висота стовпа рідини, м;

H_p - висота стовпа рідини в розподільчому резервуарі, м, $H_p = H$;

H_k - висота стовпа рідини в клапані, м, $H_k = 0$;

$v_p = 0$ - швидкість витікання у розподільчому резервуарі, м/с;

$P_p = P_{atm}$ - атмосферний тиск, кПа.

$P_k = P_{atm} + \rho \cdot g \cdot H$;

Тоді:

$$v_k = \sqrt{\frac{2 \cdot (P_p - P_k)}{\rho(1 + \sum \zeta)}}. \quad (4)$$

Після перетворення отримаємо:

$$v_k = \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot H}{1 + \sum \zeta}}, \quad (5)$$

де $\sum \zeta$ – відповідно, сумарний коефіцієнт місцевих опорів для розрахункової схеми дозатора (рис.1).

Коефіцієнти місцевих опорів раптового звуження та розширення, дифузору визначаємо за формулами [6]:

Раптове звуження $\zeta_1 = 0,5 \cdot \left(1 - \frac{S_{n2}}{S_{n1}}\right), \quad (6)$

Раптове розширення $\zeta_2 = \left(1 - \frac{S_{n1}}{S_{n2}}\right)^2, \quad (7)$

Дифузор $\zeta_3 = \zeta_{розш} + \zeta_{тр}, \quad (8)$

$$\zeta_{розш} = \varphi_{розш} \left(1 - \frac{S_{n1}}{S_{n2}}\right)^2, \quad \zeta_{тр} = \frac{\varphi_{розш}}{8 \sin \frac{\alpha}{2}} \left[1 - \left(\frac{S_{n1}}{S_{n2}}\right)^2\right], \quad \varphi_{розш} = 3,2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \sqrt{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}},$$

де $S_{n1}, S_{n2} \dots S_{ni}$ – відповідно площі перерізів зливного тракту, м².

Для більш точного визначення місцевих опорів розливальної системи необхідно врахувати площу повітряної трубки (рис. 1), яка визначається за формулою:

$$S_{n_{тр}} = \frac{\pi \cdot d_{тр}^2}{4}, \quad (9)$$

де $d_{тр}$ – діаметр повітряної трубки, м.

З урахуванням місцевих опорів формула (5) матиме вид

$$v_k = \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot H}{1 + \zeta_1 + \zeta_2 + \zeta_3 + \zeta_i}}, \quad (10)$$

З економічних міркувань висота розподільчої ємності не повинна перевищувати 0,5 – 0,6 м, виходячи з цього задаємося, відповідно, висотою стовпа рідини $H = 0,5$ м.

$$\text{Тоді} \quad v_k = \sqrt{\frac{2 \cdot 9,81 \cdot 0,5}{1 + 0,451 + 0,204 + 0,504 + 0,111}} = 2,08 \text{ м/с.}$$

Використовуючи рівняння Бернуллі – продуктивність після зведень та допущень можна визначити таким чином

$$Q = \mu \cdot S_n \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot H}{1 + \zeta_1 + \zeta_2 + \zeta_3 + \zeta_i}}, \quad (11)$$

де S_n – площа живого перерізу зливного каналу, м^2 ;

H – висота рівня рідини в дозаторі, м;

g – прискорення вільного падіння, м/с^2 .

μ – коефіцієнт витрат, що характеризує опір зливного тракту, визначений за формулами А.Д. Альтшуля [4].

При витіканні з отворів або насадок рідин підвищеної в'язкості приведена умова не виконується і всі коефіцієнти витікання можуть значно змінюватися у залежності від числа Рейнольдса [7]:

$$R_e = \frac{v_k \cdot d_e \cdot \rho}{\nu}, \quad (12)$$

де v_k – швидкість витікання, м/с;

d_e – еквівалентний діаметр (внутрішній) насадки, м;

ν – кінематична в'язкість продукту, $\text{м}^2/\text{с}$, для малов'язких продуктів (молоко, соки) в'язкість $\nu \approx (1,2 - 3,1) \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$.

$$d_e = D - d, \quad (13)$$

де D – діаметр зливного каналу в даному перерізі, діаметр горла банки, $D = 0,072$ м;

d – діаметр направляючої, $d = 0,06$ м.

$$d_e = 0,072 - 0,06 = 0,012 \text{ м.}$$

$$\text{Для продукту в'язкістю } 1,2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с} \quad R_e = \frac{2,08 \cdot 0,012}{1,2 \cdot 10^{-6}} = 20800.$$

$$\text{Для продукту в'язкістю } 3,1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с} \quad R_e = \frac{2,08 \cdot 0,012}{3,1 \cdot 10^{-6}} = 8051.$$

Як видно з розрахунків – при витіканні рідини з дозуючого пристрою при в'язкості $1,2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ спостерігається турбулентний режим, а при в'язкості $3,1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ – ламінарний режим.

Визначимо коефіцієнт витікання μ із залежностей, запропонованих А.Д. Альтшулем з урахуванням числа Рейнольдса.

$$\text{Ламінарний режим } \mu = 0,589 + \frac{0,27}{Re^{\frac{1}{6}}}, \text{ при } 10000 \geq Re \geq 300, \quad (14)$$

$$\text{Коефіцієнт витікання для ламінарного режиму } \mu = 0,589 + \frac{0,27}{8051^{\frac{1}{6}}} = 0,65.$$

$$\text{Турбулентний режим } \mu = 0,592 + \frac{5,5}{\sqrt{Re}}, \text{ при } Re \geq 10000, \quad (15)$$

$$\text{Коефіцієнт витікання для турбулентного режиму } \mu = 0,592 + \frac{5,5}{\sqrt{20800}} = 0,63.$$

Площа живого перерізу зливного каналу (рис. 1) визначається за формулою для визначення площі зрізаного конуса і має вигляд [8].

$$S_n = \pi \cdot h \cdot \sin \alpha \left(d_m - \frac{1}{2} h \sin 2\alpha \right), \quad (16)$$

Продуктивність дозуючого пристрою матиме вигляд

$$Q = \mu \cdot \pi \cdot h \cdot \sin \alpha \left(d_m - \frac{1}{2} h \cdot \sin 2\alpha \right) \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot H}{1 + \zeta_1 + \zeta_2 + \zeta_3 + \zeta_i}}, \quad (17)$$

При найменшій випускній щілині $h = 0,004 \text{ м}$ та куті нахилу направляючої $\alpha = 47 \text{ град}$ продуктивність дозуючого пристрою становить:

$$Q_m = 0,65 \cdot \left(3,14 \cdot 0,004 \sin 47 \left(0,05 - \frac{1}{2} \cdot 0,004 \sin 2 \cdot 47 \right) \right) \times \sqrt{\frac{2 \cdot 9,81 \cdot 0,5}{1 + 0,45 + 0,204 + 0,504 + 0,111}} = 0,0006 \text{ м}^3/\text{с}.$$

При найбільшій випускній щілині $h = 0,028 \text{ м}$ та куті нахилу направляючої $\alpha = 47 \text{ град}$, продуктивність дозуючого пристрою становитиме:

$$Q_m = 0,65 \cdot \left(3,14 \cdot 0,028 \sin 47 \left(0,05 - \frac{1}{2} \cdot 0,028 \sin 2 \cdot 47 \right) \right) \times \sqrt{\frac{2 \cdot 9,81 \cdot 0,5}{1 + 0,45 + 0,204 + 0,504 + 0,111}} = 0,003 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Висновки. Проведені дослідження дозволяють розрахувати продуктивність дозуючих пристроїв клапанного типу для дозування рідини до зазначеного рівня з урахуванням місцевих опорів розливної системи.

Література:

1. Ярмолинский Д.А. Некоторые гидродинамические показатели новых разливочных автоматов / Д.А. Ярмолинский // «Виноделие и виноградарство СССР», 1976.- №4 с.46-50.
2. Ярмолинский Д.А. Причины нарушения точности дозирования вина при розливе / Д.А. Ярмолинский // «Виноделие и виноградарство СССР», 1973.- №3 с.48-51.
3. Видинеев Ю. Д. Автоматическое дозирование жидкостей / Ю. Д.Видинеев М.: «Энергия», 1967.
4. Альтшуль А.Д. Гидравлика и аэродинамика / А.Д. Альтшуль, П.Г. Киселёв – М.: Стройиздат, 1965. – 276 с.
5. Ялпачик Ф.Ю. Методика проведення експериментальних досліджень процесу розливу харчових рідин. /Праці/ Ф.Ю. Ялпачик, І.М. Змеева Таврійський державний агротехнічний університет – Випуск 11, т.6 - Мелітополь: ТДАТА, 2011. – с. 317 – 321.
6. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. / И.Е. Идельчик – М.: Госэнергоиздат, 1960. – 464 с.
7. Ялпачик Ф.Ю. Обґрунтування методу визначення коефіцієнту витікання з урахуванням числа Рейнольдса. /Праці/ Ф.Ю. Ялпачик, І.М. Змеева // Таврійський державний агротехнічний університет – Випуск 10, т.3 - Мелітополь: ТДАТА, 2010. – с. 209 – 214.
8. Ялпачик Ф.Ю. Вплив гідравлічної системи на продуктивність дозуючого пристрою. /Праці/ Ф.Ю. Ялпачик, І.М. Змеева Таврійська державна агротехнічна академія – Випуск 25, - Мелітополь: ТДАТА, 2005. – с. 119 – 123.

**ВЛИЯНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ МЕСТНЫХ
СОПРОТИВЛЕНИЙ РАЗЛИВОЧНОЙ СИСТЕМЫ НА
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ДОЗИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА**

Змеева И. Н., Кюрчев С. В., Ялпачик Ф. Е., Стручаев Н. И.

Аннотация – в работе проанализировано влияние коэффициентов местных сопротивлений разливочной системы на производительность дозирующего устройства.

**INFLUENCE COEFFICIENT OF LOCAL RESISTANCE
FILLING SYSTEM ON PRODUCTIVITY METERING DEVICES**

I. Zmeyeva, S.Kyurchev, F. Yalpachik, N. Struchaev

Summary

This paper analyzes the impact of local resistance coefficients filling system on the performance of the metering device.

УДК 65.012.122:664.1.03:664.29

ЗАСТОСУВАННЯ ДІАФІЛЬТРАЦІЙНОГО ОЧИЩЕННЯ У ПРОЦЕСІ ОДЕРЖАННЯ ПЕКТИНОВИХ КОНЦЕНТРАТІВ

Дейниченко Г.В., д.т.н.,

Мазняк З.О., к.т.н.,

Гузенко В.В., к.т.н.

Харківський державний університет харчування та торгівлі

Тел. (057) 349-45-56

Анотація – Дану роботу присвячено питанню очищення пектинових концентратів з використанням діафільтрації. Представлено аналіз досліджень стосовно процесу діафільтраційного очищення пектинових концентратів.

Ключові слова – пектиновий концентрат, пектиновий екстракт, діафільтраційне очищення, ультрафільтрація, мембрана.

Постановка проблеми. На сьогодні створення нових прогресивних продуктів харчування, що спрямовані на оздоровлення населення, збільшує попит на пектин, як харчову добавку. Тому, насамперед, існує потреба впровадження таких нових технологій, щоб використання пектину в нашій країні, по-перше, дозволило відмовитися від імпорту, а, по-друге, зменшило витрати на його придбання [1].

У харчовій, мікробіологічній, фармацевтичній та інших галузях промисловості часто постає завдання очистити розчини високомолекулярних сполук та колоїдних систем від низькомолекулярних домішок (неорганічних солей, спиртів тощо). Традиційні методи очищення високомолекулярних сполук мають значні недоліки стосовно їх безпечності, економічності, трудомісткості та характеризуються застосуванням складного обладнання.

У виробництві пектинових концентратів можна використовувати більшість видів мембранних процесів: мікрофільтрація, ультрафільтрація, діафільтрація та зворотній осмос для обробки пектинових екстрактів [2].

Аналіз останніх досліджень. Пектиновий екстракт, що отриманий у процесі екстракції рослинної сировини, є подальшою сировиною для одержання пектинового концентрату. З метою одержання якісного пектинового концентрату пектиновий екстракт потребує подальших процесів концентрування та очистки.

Протягом багатьох років здійснювалися розробки з удосконалення цих процесів шляхом застосування теплових, фізико-механічних, хімічних методів обробки пектинових екстрактів з метою одержання екологічно чистого продукту – пектину. Це можна спостерігати проаналізувавши деякі інформаційні джерела [3, 4].

Головною ланкою у безспиртовій технології виробництва пектину є застосування напівпроникних мембран. При цьому, на відміну від традиційних методів обробки, застосування напівпроникних мембран не змінює основних властивостей пектинових концентратів, до яких відносяться комплексоутворювальна та драглеутворювальна здатність.

Постановка завдання. Метою статті є теоретичне та експериментальне підтвердження доцільності застосування діяфільтрації у процесі очищення пектинового концентрату.

Основна частина. Для підвищення якості очищення пектинових концентратів доцільно використовувати діяфільтрацію (ДФ), яка широко використовується у технологіях білків, ферментів та інших галузях харчової промисловості [5].

Діяфільтрація – це спосіб проведення мембранного процесу розділення багатокомпонентних систем (переважно ультрафільтрація), що використовується у випадку, коли мембрана має помітну відмінну селективність по відношенню до компонентів, що розділяються. При цьому одночасно з виходом пермеату у вихідний розчин додається розчинник (рис. 1) [6].

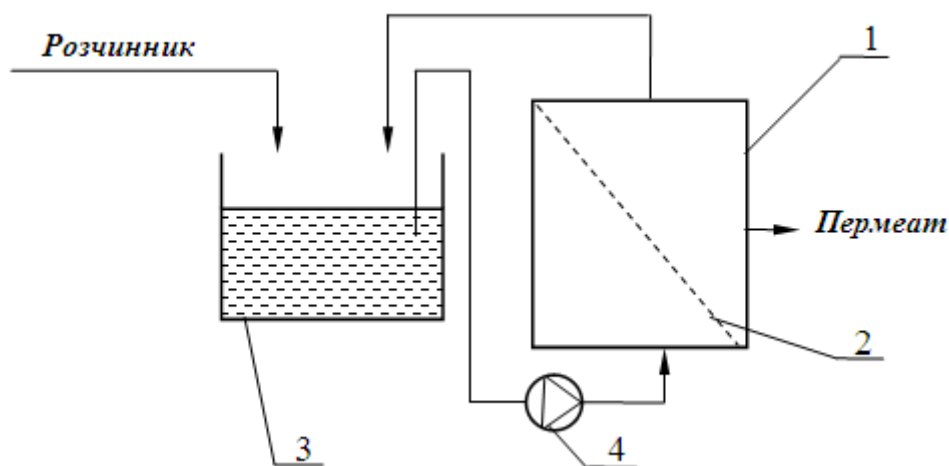


Рис. 1. Схема процесу мембранного розділення діяфільтрацією: 1 – ультрафільтраційний модуль; 2 – напівпроникна селективна мембрана; 3 – ємність з сировиною, що обробляється; 4 – насос.

ДФ дозволяє очищати пектинові концентрати від низькомолекулярних сполук і вибирати оптимальні технологічні режими проведення процесу УФ-концентрування пектинових

екстрактів. У ході ДФ, під час якої очищуються пектинові концентрати, вводиться чистий розчинник і при подальшому концентруванні знижується концентрація низькомолекулярних сполук за рахунок їх видалення через мембрану разом із розчинником. ДФ дозволяє високоефективно очищувати пектинові концентрати від низькомолекулярних сполук та баластних речовин [7].

Способи проведення ДФ-очищення є такими:

- періодичний (з одноразовим, циклічним та неперервним розчиненням);
- безперервний (із протитечією та перехресною течією води).

Розчинником технологічного розчину в процесі ДФ-очищення є підготовлена вода, яка вливається безпосередньо в ємність із продуктом. Під час розведення пектинового концентрату варто додавати таку кількість води, щоб досягти необхідної концентрації за низькомолекулярними сполуками. Далі розчин концентрується до початкового об'єму. Якщо застосовувати циклічний спосіб, то концентрат розбавляється декілька разів і стільки ж піддається концентруванню УФ.

Відомо, що попередній ступінь УФ-концентрування має великий вплив на проведення процесу ДФ-очищення. Тому в деяких випадках, коли потрібно скоротити час очищення, доцільним є використання попереднього розчинення пектинового концентрату та проведення процесу ДФ-очищення.

Для проведення ДФ-очищення одержаного пектинового концентрату нами було обрано періодичний процес з безперервним (циклічним) розбавленням концентрату. У цьому випадку пектиновий концентрат розбавляється декілька разів і стільки ж разів піддається процесу ультрафільтраційної діяфільтрації.

Чинниками, що впливають на процес ультрафільтраційної діяфільтрації, є такі:

- ступінь попереднього концентрування;
- ступінь розбавлення;
- число циклів розбавлення.

Дослідження проводилися на експериментальній установці – УФ-модулі з вібраційним турбулізатором за температури 50°C, тиску 0,4 МПа.

Графічна залежність продуктивності УФ-мембран від часу та кратності розбавлення за циклічного способу періодичної ДФ наведена на рисунку 2. Із цієї залежності видно, що за умови ДФ-очищення пектинового концентрату під час його розбавлення продуктивність УФ-мембрани циклічно підвищується до певного значення. Під час подальшого концентрування пектинового концентрату продуктивність мембрани знижується. При цьому тривалість кожного циклу концентрування та продуктивність

УФ-мембрани суттєво не змінюються. Після першого фільтраційного циклу підвищення швидкості фільтрації не спостерігається. Імовірно, це відбувається за рахунок виходу значної кількості низькомолекулярного баласту УФ-концентрату, що призводить до зниження осмотичного тиску пектинового концентрату. Така зміна пояснюється тим, що за визначеної концентрації пектинових речовин у пектиновому концентраті низькомолекулярні сполуки не мають значного впливу на процес ДФ-очищення.

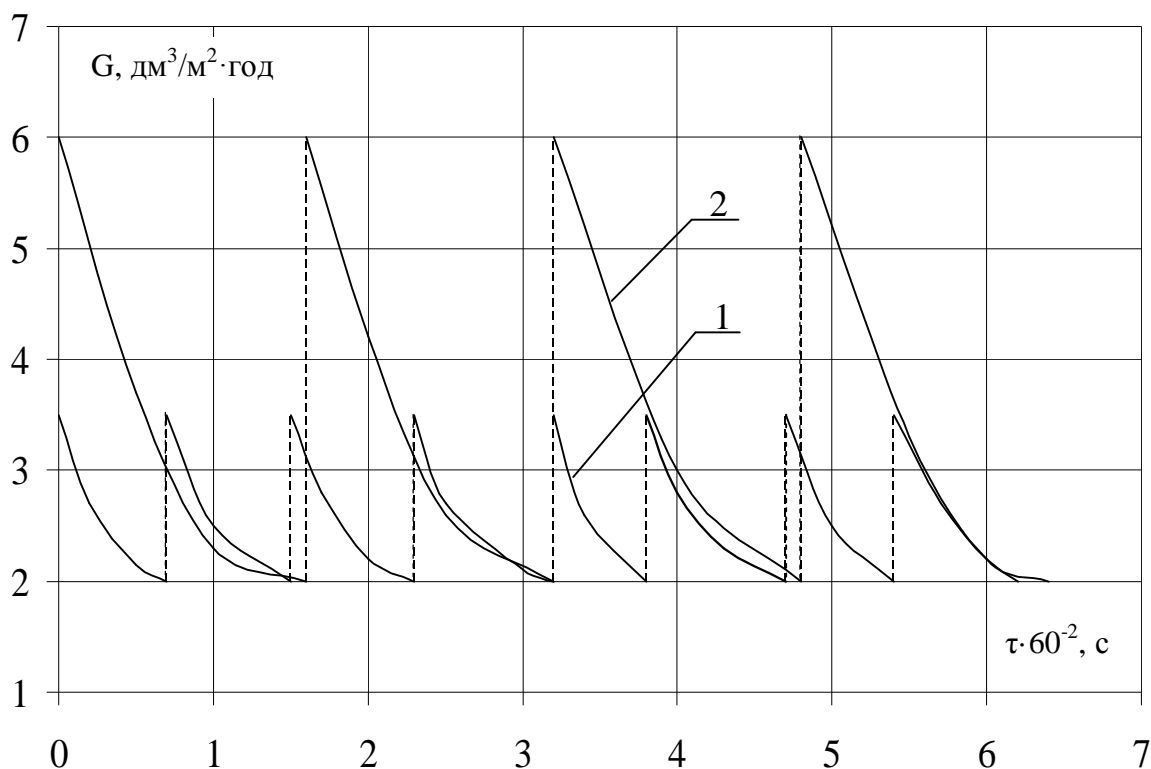


Рис.2. Залежність продуктивності УФ-мембрани ПАН-100 від часу в процесі ДФ-очищення пектинового концентрату за тиском 0,4 МПа, температурою 50 °С та кратністю розбавлення: 1 – $n = 2$ (число циклів $N = 7$); 2 – $n = 4$ (число циклів $N = 4$).

Порівнявши характер процесів УФ-концентрування пектинового екстракту та очищення пектинового концентрату ДФ, робимо висновок, що продуктивність УФ-мембрани в процесі концентрування обернено пропорційна концентрації пектинових речовин у пектиновому екстракті. У процесі ДФ під час розбавлення пектинового концентрату продуктивність УФ-мембрани за пермеатом підвищується пропорційно ступеню розчинення.

Проаналізувавши процес ДФ, можна зробити висновок про те, що залежність зростання продуктивності УФ-мембрани в процесі ДФ-очищення від ступеня розчинення має нелінійний характер. Висока концентрація пектинових речовин у концентраті веде до зменшення

зростання продуктивності під час розбавлення пектинового концентрату. Швидкість фільтрування значно знижується за рахунок щільного гелю-шару, що утворюється на селективній поверхні мембрани.

У таблиці 1 наведено якісні показники одержаних пектинових концентратів після їх ДФ-очищення.

Таблиця 1 – Фізико-хімічні показники пектинопродуктів

Показник	Пектиновий концентрат			
	Свіжа сировина		Суха сировина	
	ПК до ДФ- очище- ння	ПК після ДФ- очище- ння	ПК до ДФ- очище- ння	ПК після ДФ- очище- ння
Вміст сухих речовин, %	7,9	5,1	7,2	4,1
Концентрація пектинових речовин, %	4,4	4,4	3,7	3,7
Зольність, %	2,1	0,03	2,5	0,04
Молекулярна маса, Да	22400	24700	17100	18900
Комплексоутворювальна здатність, мг Рb ²⁺ /г	24,8	26,5	12,7	14,6
Драглеутворювальна здатність за Валентом, Г	217	236	149	162

Із таблиці 1 видно, що після застосування процесу ДФ-очищення концентрація пектинових речовин у пектиновому концентраті залишається незмінною за одночасного зменшення вмісту сухих речовин. При цьому спостерігається суттєве підвищення показників комплексо- та драглеутворювальної здатності пектинових речовин в отриманих концентратах.

Висновки. Після застосування процесу ДФ-очищення концентрація пектинових речовин у пектинових концентратах залишається незмінною, при цьому спостерігається підвищення показників комплексоутворювальної здатності (від 27,8 до 28,5 мгРb²⁺/г) та драглеутворювальної здатності отриманого концентрату (від 210 до 240 °ТБ), а вміст сухих речовин у ньому зменшується з 17,0 до 12,0 %.

Таким чином, на підставі розгляду існуючих методів очищення пектинових концентратів можна зробити висновок про значні переваги мембранних методів обробки у порівнянні з іншими способами. Застосування процесу ДФ-очищення для одержання очищених пектинових концентратів дозволяє підвищити якість кінцевого продукту. При цьому, для скорочення тривалості процесу ДФ-очищення пектинових концентратів доцільно застосовувати їх попереднє розчинення.

Література:

1. Дейниченко Г. В. Аналіз упровадження мембранних технологій під час обробки пектинового екстракту [Текст] / Г. В. Дейниченко, З. О. Мазняк., В. В. Гузенко // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. праць. – Х. : ХДУХТ, 2009. – Вип. 1 (9). – С. 165–172.
2. Дейниченко Г.В. Аналіз процесів концентрування та очищення пектинових екстрактів з рослинної сировини [Текст] / Г.В. Дейниченко, З. О. Мазняк, В. В. Гузенко // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. праць. – Харків: ХДУХТ, 2013 – С. 317–322.
3. Дейниченко Г. В. Ультрафільтраційні процеси та технології раціональної переробки білково-вуглеводної молочної сировини [Текст] / Г. В. Дейниченко, З. О. Мазняк., І. В. Золотухина – Х: Факт, 2008. – 208 с.
4. Донченко Л. В. Пектин: основные свойства, производство и применение [Текст] / Л. В. Донченко, Г. Г. Фирсов – М.: ДеЛи, 2007. –276 с.
5. Гузенко В. В. Дослідження діафільтраційної очистки пектинових концентратів [Текст] / В. В. Гузенко // Мембранні процеси та обладнання в інноваційних технологіях харчових виробництв : всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених і студентів, 27-28 листопада 2012 р. – К. : НУХТ, 2012. – С. 16–17.
6. Голубев В. Н. Пектин: химия, технология, применение [Текст] / В. Н. Голубев, Н. П. Шелухина – Москва, 1995. – 387с.
7. Свитцов А. А. Введение в мембранную технологию [Текст] / А. А. Свитцов. – М. : Дели-принт, 2007. – 208 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИАФИЛЬТРАЦИОННОЙ ОЧИСТКИ В ПРОЦЕССЕ ПОЛУЧЕНИЯ ПЕКТИНОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ

Дейниченко Г.В., Мазняк З.А., Гузенко В.В.

Аннотация - данная работа посвящена вопросу очистки пектиновых концентратов с использованием диафильтрации. Представлен анализ исследований относительно процесса диафильтрационной очистки пектиновых концентратов.

USE DIAFILTRATION PURIFICATION IN PROCESS OF PRODUCTION OF PECTIN CONCENTRATES

G. Deynichenko, Z. Maznyak, V. Guzenko

Summary

This work is devoted to the question of pectin concentrates purification with diafiltration. The analysis of studies on the process diafiltration purification of pectin concentrate.

УДК631.363.001.5

УСТАНОВКА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЗМІШУВАННЯ СИПУЧИХ МАТЕРІАЛІВ

Гвоздєв О.В., к.т.н.,

Петриченко С.В., к.т.н.,

Мирошніченко О.О., студент

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел.(0619) 42-13-06

Анотація – Робота присвячена розробці установки для дослідження процесу змішування сипучих матеріалів з метою підвищення ефективності її використання при дослідженні процесу змішування сипучих матеріалів шляхом постійного візуального й аналітичного контролю забору проб суміші і їхнього подальшого аналізу.

Ключові слова – змішувач, сипучий матеріал, дослідження, контроль, проби, якість суміші.

Постановка проблеми. Змішування сипучих компонентів – механічний процес, що забезпечує рівномірний розподіл усіх компонентів за усім об'ємом суміші. У сільськогосподарському виробництві змішують зернові компоненти, насіння, різні сорти борошна, компоненти комбікормів. Тому від ефективності роботи змішувача залежить, у більшому ступені, якість одержуваної суміші [1].

Аналіз останніх досліджень. Технологічна ефективність процесу змішування сипучих компонентів, наприклад, комбікормів у значній мірі визначає показники роботи всього комбікормового підприємства. Вона залежить від багатьох факторів, які можуть бути розбиті на дві групи: фактори, що обумовлені технологічними властивостями зерна, а також фактори, що залежать від режиму роботи та параметрів обладнання для змішування та умов його експлуатації [1,2,3].

Фактори, що обумовлені технологічними якостями зерна, мають значний вплив на виробництво якісних комбікормів, але у комбікормовому виробництві використовують зернові матеріали, які мають кондиційну якість. Для досягнення високої технологічної ефективності змішування сипучих компонентів необхідно встановити режим процесу змішування з урахуванням властивостей партії зерна.

Проведений аналіз останніх досліджень дозволив доробити класифікацію змішувачів сипучих компонентів у частині застосування швидкохідних гвинтових змішувачів при виробництві кормової суміші (комбікормів). Для підвищення ефективності змішування сипучих компонентів необхідно застосовувати швидкохідні гвинтові змішувачі, що мають камеру змішування у надгвинтовому просторі, під бункером-дозатором [2].

Нами визначено [4], що змішувачі безперервної дії забезпечують ефективно використання такого прийому, як попереднє сполучення потоків компонентів, що подаються. Використовуючи попереднє сполучення потоків, можна значно збільшити продуктивність процесу. При цьому дозатор повинен забезпечувати рівномірну подачу компонентів тонкими шарами. Перевага такого способу полягає в тому, що протікання процесів перемішування у тонких шарах сипучого матеріалу відбувається з більшою поверхнею контакту [5]. До того ж важливо враховувати сучасний дефіцит енергії. При тонкошаровому введенні компонентів, які дозуються у потік суміші, що швидко обертається, потрібно менших витрат енергії, якщо потоки мають напрямок швидкостей під гострим кутом. Ще одна перевага такої конструкції шнекового змішувача при спільній роботі з дозатором є простота конструктивного виконання [2].

Постановка завдання. Дана стаття присвячена розробці установки для дослідження процесу змішування сипучих матеріалів з метою підвищення ефективності її використання при дослідженні процесу змішування сипучих матеріалів шляхом постійного візуального й аналітичного контролю забору проб суміші і їхнього подальшого аналізу.

Основна частина. Виходячи з проведеного аналізу літературних і патентних джерел і результатів теоретичних досліджень був розроблений спосіб тонкошарового динамічного змішування сипучих компонентів при виробництві комбікормів [6]. Для здійснення даного способу нами розроблена експериментальна установка швидкохідного гвинтового змішувача (рис. 1) [7].

Експериментальні дослідження було проведено з метою оцінки якості змішування сипучих компонентів комбікормів, визначення технологічних та конструктивних параметрів процесу змішування у швидкохідному гвинтовому змішувачі, а також з метою перевірки виконаних нами теоретичних досліджень.

Дослідження проводилися у лабораторії кафедри «Обладнання переробних і харчових виробництв» Таврійського державного агротехнологічного університету на базі розробленої експериментальної установки для дослідження процесу змішування сипучих матеріалів швидкохідним гвинтовим змішувачем з

тонкошаровим динамічним змішуванням компонентів комбикормів за прийнятими та розробленими методиками (рис. 1).

Установка для дослідження процесу змішування сипучих матеріалів (рис. 2) містить горизонтально розташований гвинтовий робочий орган 1, що швидко обертається, розміщений у корпусі 2, що має завантажувальне вікно 3, виконане по дотичним до корпусу 2 і встановлене над ним, секційний бункер 4, розділений рухомими вертикальними перегородками на декілька секцій з зонами дозування компонентів (зона L).



Рис.1. Загальний вид експериментальної установки.

Корпус 2 установки виконано із прозорого матеріалу і у верхній частині, у зоні дозування, має надгвинтову зону змішування 5. Гвинтовий робочий орган 1 виконаний із довжиною, що дозволяє забезпечувати крім зони змішування (зона А) й зону транспортування (зона В) суміші сипучих матеріалів. Корпус 2 в нижній частині обладнаний пробовідбірниками 6 для постійного відбору проб й контролю якості суміші як у зоні змішування А, так і в зоні транспортування В. Для регулювання швидкості обертання гвинтового робочого органу 1 установка обладнана варіатором 7, а для визначення швидкості обертання робочого органу 1- тахометром 8. Привод гвинтового робочого органу 1 здійснюється від електродвигуна 9.

При визначенні якості змішування комбікормів проби відбиралися за ГОСТ 13586.3-83 «Метод отбора проб» [8].

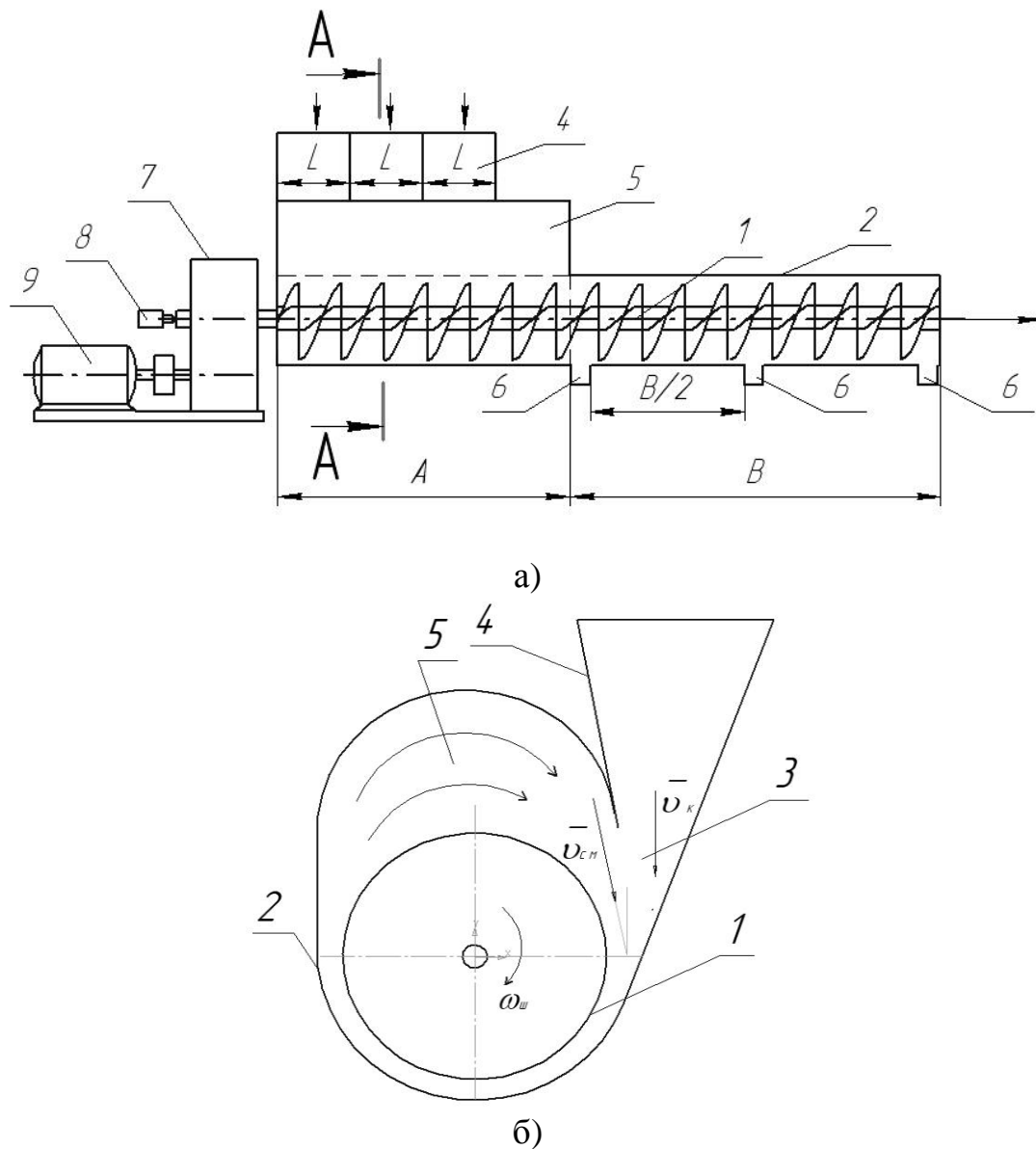


Рис. 2. Установка для дослідження процесу змішування сипучих матеріалів: а) - схема установки, вид збоку; б) - перетин А-А в зоні дозування (пояснення у тексті).

Показники якості отриманої суміші комбікормів визначали за ГОСТ 9267-68. «Комбікорма – концентрати для свиней» та ГОСТ 9268-70. «Комбікорма – концентрати для крупного рогатого скота».

Для змішування використовували подрібнену масу пшениці з розміром часток не менш ніж 3 мм очищену, від сміття за ГОСТ 134986.8-72 «Комбікорма. Методы определения крупности

размола и содержания не размолотых семян культурных и дикорастущих растений» [9] і вологістю за ГОСТ 13586.5-85 «Зерно. Метод определения влажности.» [10].

Дослідження процесу змішування сипучих матеріалів проводили наступним чином:

Перед початком досліджень готуються фракційні складові кормової суміші з імітаторів часток відповідного діаметра й різного кольору. У відповідності зі структурним складом суміші (відповідно до рецептури комбікорму) фракції завантажують у секційний бункер 4 (рис. 2). Після цього варіатор 7 змішувача встановлюється на відповідну частоту обертання, привод якого здійснюється від електродвигуна 9. Частоту обертання робочого органу 1 визначають тахометром 8. Далі попередньо підготовлені фракційні складові кормової суміші безперервним потоком надходять із секційного бункера 4 у змішувач через завантажувальне вікно 3, яке виконано дотичним до корпусу 2, що забезпечує введення компонентів тонкими шарами дотичною в потік суміші, яка швидко обертається за допомогою гвинтового робочого органу 1. Розрідження, що утворюється у зоні завантажувального вікна 3, сприяє надходженню сипучих компонентів у зону змішування і перешкоджає утворенню склепінь сипучого компонента при його виході з бункера 4.

Далі кормові компоненти потрапляють на витки гвинтового робочого органу 1. Гвинтовий робочий орган 1, переміщуючи кормові компоненти уздовж нижньої частини корпусу 2 змішувача, вивантажує їх зі змішувача через вивантажувальне вікно.

Корпус 2 установки виконано із прозорого матеріалу й у верхній частині, у зоні дозування, має надгвинтову зону змішування 5, що дозволяє здійснювати постійний візуальний контроль якості змішування.

За допомогою пробовідбірників 6 здійснюється постійний відбір проб для контролю якості змішування суміші як у зоні змішування А, так і в зоні транспортування В без зупинки змішувача.

Контроль якості змішування суміші оцінюється за фракційним складом візуально й аналітичним способом (наприклад, за допомогою класифікатора).

Як і в попередніх дослідженнях крім досягнення максимальної продуктивності гвинтового змішувача необхідно враховувати такий якісний показник роботи змішувача як коефіцієнт неоднорідності суміші. Тому експериментально також визначали залежність продуктивності гвинтового змішувача й коефіцієнта неоднорідності суміші при визначених параметрах частоти обертання гвинта ω , довжини зони дозування контрольного компоненту L , та внутрішнього радіуса кожуха надгвинтового простору R_k .

На рис. 3 показана залежність коефіцієнта неоднорідності суміші ν , % від частоти обертання гвинта ω , с^{-1} при довжині зони дозування контрольного компонента $L = 0,15$ м.

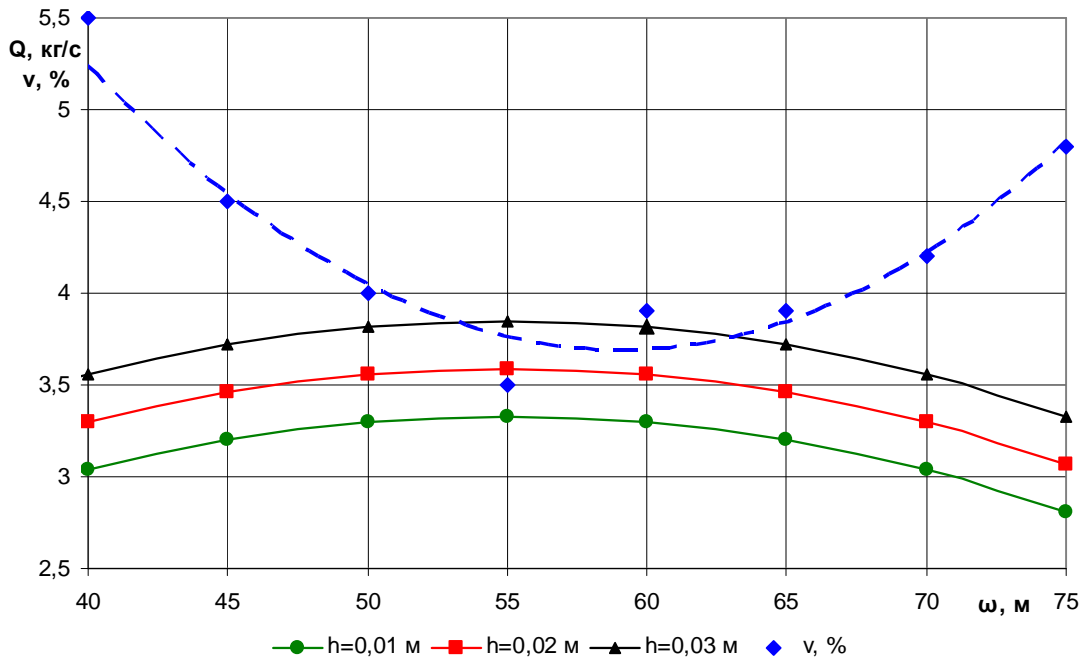


Рис. 3. Залежність продуктивності змішувача Q , кг/с та коефіцієнта неоднорідності суміші ν , % від частоти обертання гвинта змішувача ω .

Продуктивність змішувача визначали на пшениці, що подрібнена до часток розміром не менш 3 мм, у яку було додано 10 % пшона розміром до 2 мм. Коефіцієнт неоднорідності суміші ν визначали за формулою А.А. Лапшина (1) у трикратній повторності, час відбору проби – 5 сек.

$$\nu = 1 - 100 \sqrt{\sum (B_t - B_0)^2 / (n-1) / B_t}, \quad (1)$$

де n – число проб;

B_t – частка меншого компонента в пробі;

B_0 – частка меншого компонента в ідеальній (розрахунковій) суміші.

Для вивчення питання про можливості регулювання продуктивності змішувача аналізували зміну коефіцієнта неоднорідності суміші і продуктивності в залежності від частоти обертання гвинта.

Аналіз рис. 3 показав, що зі збільшенням продуктивності змішувача коефіцієнт неоднорідності суміші спочатку зменшується,

досягаючи мінімуму, потім зростає. Помітне збільшення її починається, коли залежність продуктивності змішувача наближається до максимального значення. Причому у даному випадку мінімум коефіцієнта неоднорідності суміші збігається з максимумом продуктивності. Мінімуму значенню коефіцієнта неоднорідності суміші $\nu = 3,7...3,8 \%$ відповідає режим обертання гвинта змішувача $55...60 \text{ с}^{-1}$, при цьому його максимальна продуктивність складає $3,8 \text{ кг/с}$ при товщині шарів сипучих компонентів, що дозуються на змішування, $h = 0,025 \text{ м}$.

Висновки. Розроблена установка для дослідження процесу змішування сипучих матеріалів дозволяє оцінювати фракційну структуру відібраних проб, виявляти якість змішування суміші не тільки в зоні змішування, але й у зоні транспортування при різних експлуатаційних режимах змішувача, а також визначати оптимальну частоту обертання робочого органу змішувача й можливу довжину транспортування суміші без зниження її якості.

На підставі аналізу проведених досліджень приймаємо, що найбільш оптимальним режимом роботи гвинтового змішувача є наступні параметри: частота обертання гвинта $\omega = 55...60 \text{ с}^{-1}$, довжина зони дозування контрольного компонента $L = 0,14...0,16 \text{ м}$, радіус кожуха надгвинтового простору $R_k = 0,11..0,12 \text{ м}$. При цьому продуктивність змішувача склала $Q = 3,3...3,8 \text{ кг/с}$ при коефіцієнті неоднорідності суміші $\nu = 3,7...3,8 \%$. Все це забезпечується внесенням сипучих компонентів, що дозуються на змішування тонкими шарами товщиною $h = 0,02...0,025 \text{ м}$.

Література:

1. Макаров Ю.И. Основы расчета процессов смешения сыпучих материалов, исследование и разработка смесительных аппаратов: автореф. дис. на соискание уч. степени докт. техн. наук./ Ю.И. Макаров. – М, 1975. – 42 с.
2. Гвоздєв В.О. Обґрунтування технологічного процесу та конструктивних параметрів швидкохідного гвинтового змішувача комбікормів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук. / В.О. Гвоздєв. – Глеваха, 2009. – 20 с.
3. Дмитрів Д.В. Розробка конструкції та обґрунтування параметрів малогабаритних кормозмішувачів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук. / Д.В. Дмитрів. – Тернопіль, 2001. – 20 с.
4. Гвоздєв О.В. Теоретичне визначення форми робочої поверхні завантажувальної камери дозатора-змішувача / О.В. Гвоздєв, В.О. Гвоздєв, О.О. Калиниченко/ Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь : ТДАТУ. Вип. 13, Т.1. – 2013. – С. 19 – 25.

5. Пат. 21392 Україна, МПК (2006) B65G 33/00 A01K 5/00. Спосіб змішування сипучих компонентів / Гвоздев В.О., Ялпачик Ф.Ю.; ТДАТА. – № u 2006 10098 ; заяв. 21.09.06 ; опублік. 15.03.07, Бюл. №3.

6. Пат. 84407 Україна, МПК B65G 33/00 A01K 5/00. Спосіб змішування сипучих компонентів / Гвоздев В.О., Гвоздев О.В.;Шпиганович Т.О., Калиниченко О.О. ТДАТУ. – Опублік. 25.10.2013, Бюл. № 20.

7. Пат. 84408 Україна, МПК B01 F 15/02, A01K 5/00. Установка для дослідження процесу змішування сипучих матеріалів / Гвоздев В.О., Гвоздев О.В.; Калиниченко О.О., Сухоруков С.В. ТДАТУ. – Опублік. 25.10.2013, Бюл. № 20.

8. Метод отбора проб : ГОСТ 13586.3-83. – М. : Изд-во стандартов, 1983. – 14 с.

9. Комбикорма. Методы определения крупности размола и содержания неразмолотых семян культурных и дикорастущих растений : ГОСТ 134986.8-72. – М. : Изд-во стандартов, 1972. – 21 с.

10. Зерно. Метод определения влажности : ГОСТ 13586.5-85. – М. : Изд-во стандартов, 1985. – 17 с.

УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА СМЕШИВАНИЯ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ

Гвоздев В.А., Петриченко С.В.,Мирошниченко А.А.

Аннотация – Работа посвящена разработке установки для исследования процесса смешивания сыпучих материалов с целью повышения эффективности ее использования при исследовании процесса смешивания сыпучих материалов путем постоянного визуального и аналитического контроля забора проб смеси и их дальнейшего анализа.

INSTALLATION FOR PROCESS RESEARCH MIXING OF BULKS

O. Gvozdev, S. Petrichenko, A Miroshnichenko

Summary

Work is devoted development of installation for research of process of mixing of bulks for the purpose of increase of efficiency of its use at research of process of mixing of bulks by continuous visual and analytical control of a fence of tests of a mix and their further analysis.

УДК 631.361; 635.6

ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТА РЕЖИМІВ РОБОТИ ЗЕРНОВОЇ ДРОБАРКИ ПРЯМОГО УДАРУ

Ялпачик О.В., аспірант*

Таврійський державний агротехнологічний університет

Анотація – робота містить результати теоретичних і експериментальних досліджень зернової дробарки прямого удару, які дали можливість установити оптимальні режими роботи, при яких одержана продукція відповідає установленим стандартам.

Ключові слова – подрібнення зерна, напруження, пальці дробарки, плановий експеримент, модуль помелу, деформація, ККД.

Постановка проблеми та її актуальність. Подрібнювання є одним з найбільш енергоємних процесів при переробці фуражного зерна на корм худобі та птиці. Для цього найчастіше застосовуються різні за конструктивним виконанням молоткові дробарки. При тонкому подрібнюванні ці дробарки дають до 30 % пилоподібної фракції, а при грубому – до 20 % недоподрібненої фракції.

Переподрібнювання приводить до збільшення витрат енергії на подрібнювання та втрат при згодовуванні, а недоподрібнене зерно погано поїдається і засвоюється тваринами. Крім цього, молоткові дробарки мають великі енерговитрати, при подрібнюванні вони споживають від 10 до 15 кВт·год. на одну тону подрібненого продукту [1].

Аналіз останніх досліджень. Дослідженнями процесу подрібнювання різних видів кормів присвячені роботи багатьох вітчизняних і закордонних учених. Серед них можна відзначити В. П. Горячкина, П.А. Ребіндера, В.Я. Гирсшона, С.В. Мельникова, П. Ріттингера, Р. Гійо, В.И. Сироватко, В.А. Єлисеєва, В.А. Денисова, П.І. Леонтєва, И.Я. Федоренко, С.В. Золотарьова, Н.С. Сергєєва, і багатьох інших.

На даний час особливо гостро встає питання про забезпечення технічними засобами, подрібнювачами кормів особисто-підсобних, селянських та фермерських господарств, а також малих ферм.

Основна частина. З розглянутих схем подрібнювачів зерна можна виділити такі схеми подрібнювання зерна з попередньою сепарацією вхідного продукту (зерна): з відкритим циклом; з рециркуляцією недоподрібненого матеріалу; із багатоступінчастою рециркуляцією і подрібнюванням; з попередньою сепарацією вхідного продукту і подрібнюванням кожної фракції на окремих ступенях.

© Ялпачик О.В., аспірант

* Науковий керівник – к.т.н., доцент Гвоздєв О.В.

Розглянуті схеми технологічного процесу подрібнювання з поділом зерна на фракції дозволили зробити наступні висновки:

- мінімальна енергоємність процесу може бути досягнута поєднанням подачі зерна в такому інтервалі фізико-механічних властивостей, які б забезпечили найбільш повне подрібнювання зерна на даному ступені та оптимальному завантаженні ступеней подрібнювання;
- при забезпеченні першої умови можливий частковий перехід недоподрібненого зерна на наступний ступінь, що вимагає забезпечення конструктивних особливостей дробарки для багатоступінчастої технології подрібнювання.

При розгляді схеми двоступінчастого подрібнювання з урахуванням коефіцієнта сепарації K і, приймаючи, що сходового потоку другого ступеню немає, $P_{c2} = 0$, було одержане наступне рівняння розподілу прохідного P_n і сходового P_c потоків подрібненого матеріалу:

$$P_{n1} = K_1 \cdot Q; P_{c1} = (1 - K_1) \cdot Q \quad ; \quad P_{n2} = (1 - K_1) \cdot K_2 \cdot Q,$$

де Q - продуктивність дробарки; P_{n1} , P_{n2} - масова витрата прохідних (відсепарованих) потоків першого і другого ступеня подрібнювання; K_1 , K_2 - коефіцієнти сепарації першого і другого ступеня подрібнювання; P_{c1} , P_{c2} - масова витрата сходових потоків першого і другого ступеня подрібнювання.

Аналізуючи схеми технологічного процесу двоступінчастого подрібнювання-сепарації зернового матеріалу з відводом прохідних (відсепарованих) продуктів, ми прийшли до висновку, що сепарацію і багатоступінчасте подрібнювання зерна можна здійснювати в одному робочому просторі за рахунок прямого удару, збільшення інтенсивності сепарації решітної поверхні, використання периферійної і торцевої поверхонь камери подрібнювання та організації робочого процесу постійної сепарації зерна за розміром до і під час подрібнювання.

Таким чином, результати останніх досліджень багатьох авторів, а також власні дослідження дозволили зробити висновок, що для подрібнювання зерна ефективно використати прямий удар. Так, експериментально встановлено, що при прямому ударі зернівки об робочі органи на її руйнування витрачається менше енергії і підвищується якість готового продукту. Наприклад, при одноразовому лущенні гречки і проса прямим ударом зниження енергоємності процесу буде представляти 43,47% [3].

У зв'язку з вищевикладеним розробка і обґрунтування основних параметрів вертикального пальцевого подрібнювача, що дозволяють знизити металоємність конструкції та енергоємність процесу подрібнювання фуражного зерна при якості одержаного продукту, що відповідає зоотехнічним вимогам, є актуальним та важливим народногосподарським завданням.

Максимальної ефективності процесу подрібнювання зернового матеріалу в дробарці прямого удару можна досягти тільки при раціональних співвідношеннях конструктивних параметрів розробленої дробарки. З метою встановлення значимості кожного з параметрів та їх взаємного впливу була застосована методика математичного планування експерименту.

У якості методу прогнозування і визначення факторів для проведення експерименту був вибраний експертний метод (метод Дельфі).

Критерієм оптимізації був обраний модуль подрібнювання зерна. Відбір факторів для проведення оптимізаційних досліджень здійснювався на підставі попереднього огляду літературних джерел, теоретичного аналізу процесів подрібнювання зерна, взаємодії його з робочими елементами і апріорним ранжируванням за методом Дельфі.

Експертною групою з 8 фахівців оцінювалися наступні фактори: X1 - частота обертання ротора подрібнювача n , хв^{-1} ; X2 - швидкість падіння зернового матеріалу v , м/с ; X3 - подача зернового матеріалу Q , кг/с ; X4 - висота падіння зернового матеріалу H , мм ; X5 - кількість пальців ротора m , шт; X6 - кут падіння зернового матеріалу, град.

У результаті проведеного апріорного ранжирування методом Дельфі перші 3 місця зайняли наступні фактори, які істотно впливають на ефективність процесу подрібнювання зерна дробаркою прямого удару з вертикальним ротором: частота обертання ротора n , хв^{-1} ; подача зернового матеріалу Q , кг/с ; кількість пальців ротора m , шт.

Відзначені параметри дозволили при рівній імовірності всіх рівнів кожного випадкового фактора проведення з достатньою точністю повнофакторного планованого експерименту, результати якого будуть наведені дещо пізніше.

Після аналізу літературних джерел і пошукових експериментальних досліджень деформування зерен пшениці і кукурудзи статичними навантаженнями, що послідовно збільшувались, було прийняте рішення застосувати для опису механізму руйнування зерна ударом теорію тріщин, яка займає особливе місце в механіці руйнування, тому що вона формулює умови локального руйнування у розглянутій точці тіла.

Встановлено, що утворенню тріщини передуює певний період часу нагромадження мікродефектів у зоні руйнування. Однією з найважливіших сторін цієї теорії є використання ефекту нерівномірного розподілу напружень при утворенні тріщин під дією зовнішніх навантажень.

Відповідно до цієї теорії саме у вершині тріщини має місце найбільша концентрація напружень, і, отже, вершина тріщини є найбільш можливим місцем подальшого руйнування тіла. У зв'язку із цим викликає інтерес питання про напружений стан матеріалу в зоні, що безпосередньо прилягає до місця руйнування. Значно впливає

також на розподіл напружень при вершині тріщин напрямом зсуву знову утворених поверхонь (берегів) тріщини.

Напружений і деформований стан у даній точці тіла можна описати за допомогою трьох головних нормальних напружень σ_1 , σ_2 , σ_3 , які діють у трьох взаємно перпендикулярних площинах, що проходять через розглянуту точку, і трьох відповідних їм деформацій ε_1 , ε_2 і ε_3 .

Напружений і деформований стани в точці також визначені, якщо задані тензори напружень і деформацій у даній точці.

$$T_n = \begin{vmatrix} \sigma_x & \tau_{xy} & \tau_{xz} \\ \tau_{yx} & \sigma_y & \tau_{yz} \\ \tau_{zx} & \tau_{zy} & \sigma_z \end{vmatrix}; \quad T_D = \begin{vmatrix} \varepsilon_x & \gamma_{xy} & \gamma_{xz} \\ \gamma_{yx} & \varepsilon_y & \gamma_{yz} \\ \gamma_{zx} & \gamma_{zy} & \varepsilon_z \end{vmatrix}.$$

Припускаючи, що міцність матеріалу залежить тільки від напруженого стану, обумовленого тензором напружень, умову міцності в загальному виді можна виразити нерівністю:

$$F(\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3) \leq A,$$

де A - критерій міцності, що має фізичну інтерпретацію: максимальне нормальне або дотичне напруження, максимальна деформація, енергія формозміни, тощо.

Ця нерівність у тривимірному просторі σ_1 , σ_2 , σ_3 інтерпретується поверхнею, що обмежує область безпечних станів.

Якщо помістити точку початку полярних координат r і θ при вершині тріщини (рис.1) і представити напружений стан елементарного об'єму тіла в області вершини тріщини, то напружений стан і переміщення елементарного об'єму в довільній точці M при руйнуванні зерна (відривне руйнування) описується рівняннями математичної теорії тріщин.

Ці рівняння мають вигляд:

$$\sigma_x = \sigma_y = \frac{K_I}{\sqrt{2\pi r}} \cdot \cos \frac{\theta}{2} \left(1 - \sin \frac{\theta}{2} \cdot \sin \frac{3\theta}{2} \right), \quad (1)$$

$$\sigma_z = \mu(\sigma_x + \sigma_y), \quad (2)$$

$$\tau_{xy} = \frac{K_I}{\sqrt{2\pi r}} \cdot \sin \frac{\theta}{2} \cdot \cos \frac{\theta}{2} \cdot \cos \frac{3\theta}{2}, \quad (3)$$

$$\tau_{xz} = \tau_{yx} = 0, \quad (4)$$

де $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$ - нормальні напруження в зернівці, Па; τ_x, τ_y, τ_z - дотичні напруження в зернівці, Па; K_I - коефіцієнт інтенсивності напружень у точці об'єму, що прилягає до вершини тріщини; r - відстань від вершини тріщини до точки M ; μ - коефіцієнт Пуассона; θ - кут між віссю x і радіусом-вектором r .

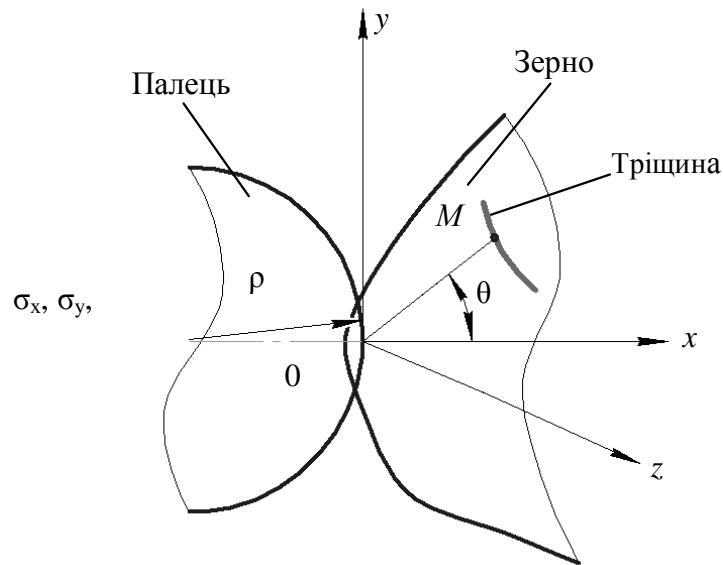


Рис. 1. Схема розподілу напружень уздовж вісі x при утворенні тріщини в зернівці.

Коефіцієнт інтенсивності напружень K_I може бути визначений через коефіцієнт концентрації напружень K біля вершини надрізу

$$K_I = 0,5 \cdot \sqrt{\pi} \cdot \sigma_{max} \cdot \sqrt{\rho} = 0,5 \cdot \sqrt{\pi \rho} \cdot K \cdot \sigma_{ном},$$

де σ_{max} - напруження у вершині надрізу; $\sigma_{ном}$ - величина напруження розтягу при вершині надрізу; ρ - радіус округлення у вершини, м.

Рівняння (1) і (3) мають сингулярний член $1/r$ і при його вирішенні одержуємо, що величина напружень розтягу і напружень зсуву в області вершини тріщини прагне до безкінечності і наступає при будь-якій незначній величині зовнішнього зусилля.

В ідеальному твердому і крихкому тілі процес утворення тріщини необхідно розділяти на два зовсім різних за своєю природою етапи зародження тріщини та її поширення.

За формулами (1-4) були проведені розрахунки напружень при утворенні тріщин у зерні пшениці і кукурудзи. Результати розрахунків представлені графіками змін напружень від радіуса r , приклади яких показані на рис. 2.

З графіків видно, що потік всіх видів напружень для обох зернових культур, що досліджувались, спрямований до вершини тріщини, викликає різке зростання напружень у цій зоні одиничного зерна.

Порівняння результатів визначення напружень за формулами (1-4) і графіком деформації зерна від зусилля деформації (напруження деформації знаходилось як відношення сили деформації до площі перерізу зерна), показали, що розрахункові значення незначно відрізняються від експериментальних, що дає можливість

рекомендувати наведену методику розрахунку для визначення напружень в анізотропних матеріалах.

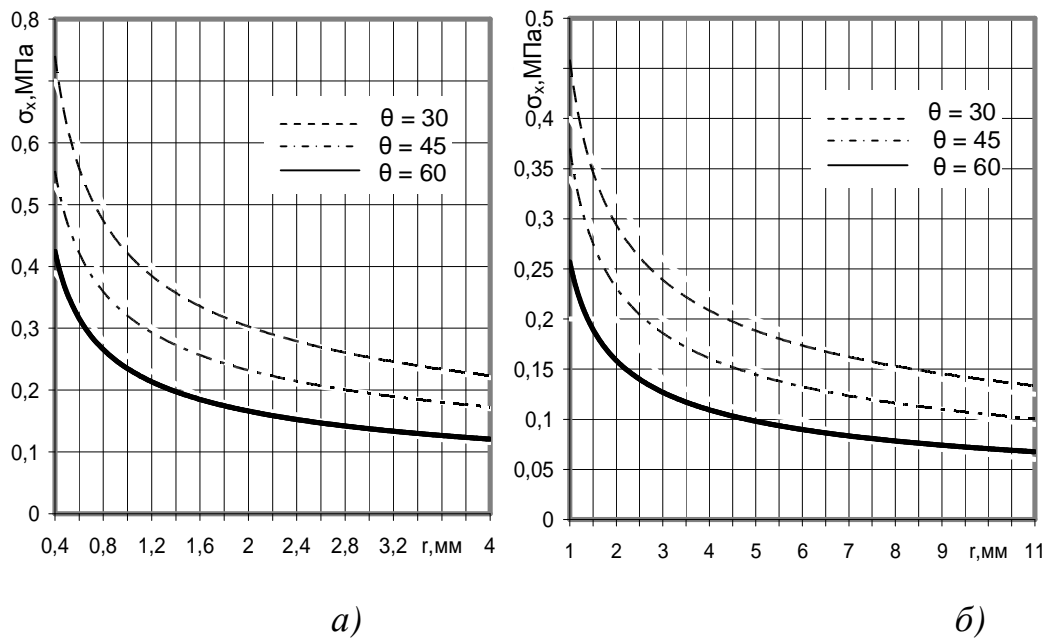


Рис. 2. Залежність σ_x , σ_y від відстані r для: а) пшениці, б) кукурудзи.

Для вирішення завдань інтенсифікації процесу подрібнювання проведено обґрунтування форми та кількості пальців дробарки.

На основі аналізу існуючих і перспективних форм перерізів пальців, їх кількості та порядку розташування на роторі була вибрана традиційна кругла форма перерізу пальця [4].

На рис. 3 показана розрахункова схема для визначення основних параметрів процесу падіння зернівки між пальцями дробарки.

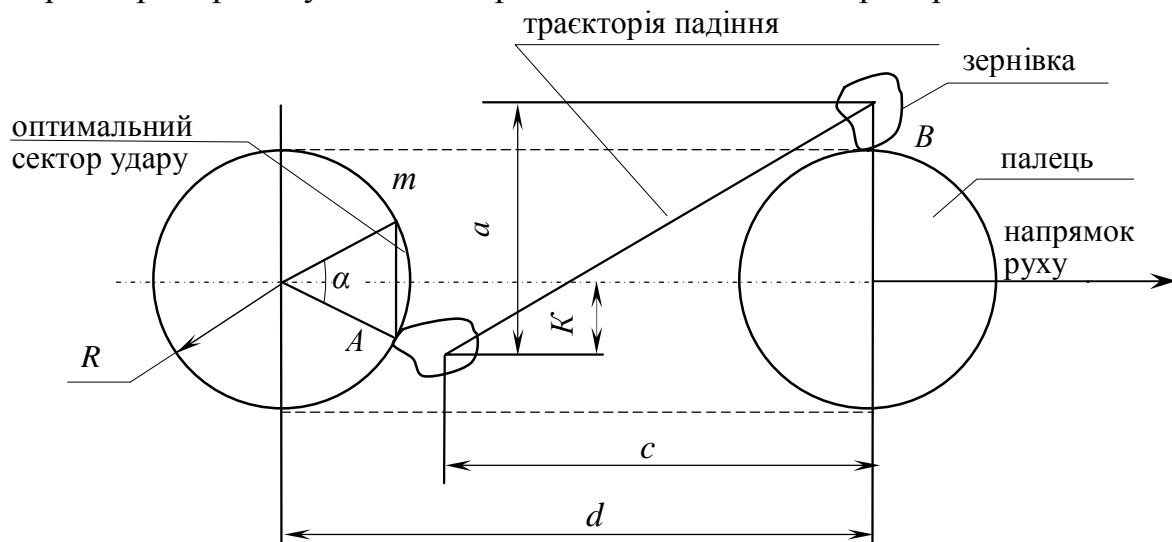


Рис. 3. Розрахункова схема падіння зернівки між пальцями дробарки.

Відповідно до рисунка розглядається переміщення зернівки від точки *A* (гранична точка на пальці, при якій буде здійснюватися удар по зерну, достатній для руйнування зернівки), до точки *B* (точки кінця траєкторії падіння зернівки). У результаті аналітичних досліджень отриманий вираз для визначення числа пальців:

$$Z = \frac{60\pi \cdot R_0 \cdot \sqrt{g}}{\pi \cdot R_d \cdot n \sqrt{R \cdot \sin \alpha + 2(R + R_3) + 30(R + R_d)} \sqrt{g}}$$

та мінімальна швидкість, необхідна для руйнування зернівки v_{min} :

$$v \geq v_{min} \quad \text{або} \quad \frac{\pi \cdot n}{30} \cdot R_0 \geq v_{min}.$$

З застосуванням розроблених залежностей сконструйований і виготовлений дослідний зразок пальцевої дробарки з вертикальною віссю обертання пальцевого ротора, який послужив основою для створення експериментальної установки для подальших досліджень основних закономірностей процесу подрібнення зернової сировини.

Експериментальна дробарка прямого удару з удосконаленою системою сепарації зерна і продуктів подрібнювання, розроблена і виготовлена нами, показана на рис. 4.

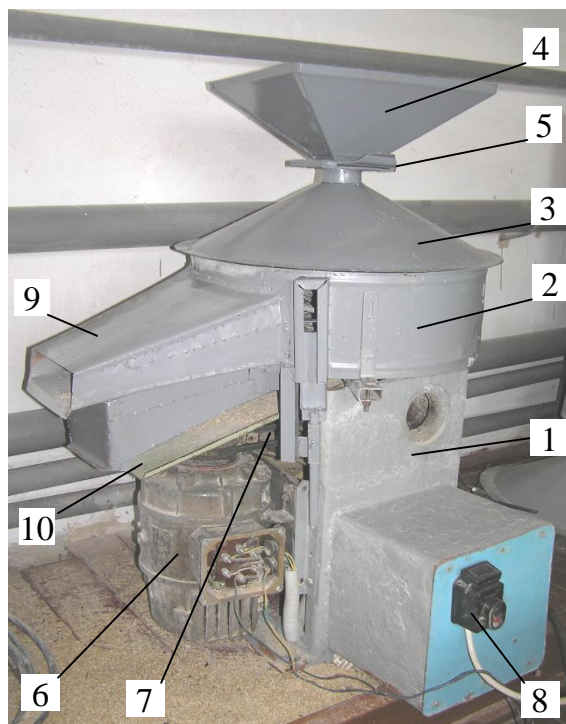


Рис. 4. Фото загального вигляду експериментальної дробарки:
 1 - рама; 2 - камера подрібнювання; 3 - сепаратор; 4 - бункер;
 5 - регулююча заслінка; 6 - електродвигун; 7 - клинопасова передача;
 8 - пульт керування; 9 - зона відбору нижнього ряду робочих органів;
 10 - зона виходу з нижнього жалюзійного решета.

Під кожухом 3 розташовані розподільні конуси (рис. 5) пристрою для попередньої сепарації зерна із брахістохронними поверхнями і таутохронними напрямними. Конуси розташовані над камерою подрібнювання зерна прямим ударом за допомогою стержнів, які розташовані на роторі з вертикальним валом.

Привод дробарки здійснюється від електродвигуна постійного струму 6 і клинопасової передачі 7. Частота обертання вала ротора змінюється безступінчасто і контролюється за допомогою електронного тахометра.

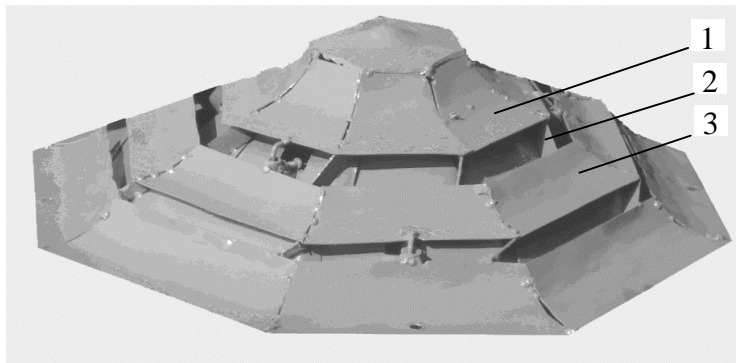


Рис. 5. Конусний пристрій попередньої сепарації зерна: 1 - конус; 2 - щілина; 3 - напрямна.

Принцип попередньої сепарації зерна полягає в тому, що підлягаючий поділу продукт (зерно) пропускається у поле сил притягання над щілиною 2 (рис. 3), ширина якої значно перевищує розмір самих більших часток, і дозволяє розподіляти за гранулометричним складом частини зерна камерою дробарки від більших часток до дрібних від центра до периферії камери подрібнювання. При цьому кожна зернина одержує необхідну силу удару для дроблення. Таке технічне рішення обумовлює компактність пристрою для попередньої сепарації зерна в дробарці без розширення її габаритів.

З метою визначення міцносних характеристик зерна культур, що досліджувались, було проведено серію дослідів на зернівках кукурудзи, пшениці і ячменю з метою визначення етапів та зусилля руйнування.

Дослідження міцносних характеристик окремих зернівок проводилися на спеціально розробленій лабораторній установці, основним елементом якої була тензометрична балка фірми „Cencell“ типорозміру РА6340 з максимальною межею виміру навантаження 50 кг. Балка консольно закріплена на масивній суцільнометалевій основі, яка, в свою чергу, жорстко закріплена на основі установки. Безпосередніми вимірювальними елементами є чотири тензодатчики, приклеєні на верхній і нижній частинах балки і включених за

мостовою схемою. Докладний опис установки і результати дослідів наведені в роботі [5].

У результаті досліджень зерна різних культур на руйнування було визначено, що вони підтверджують висновки [6], що багаторазовий вплив статичним навантаженням, нижчим за критичне (тобто нижчим за зусилля руйнування), приводить до появи мікротріщин всередині зернівки. Завдяки цьому руйнування настає при зусиллі стиску в 1,5...5,0 разів нижчому за критичне. Тому необхідно створювати такі умови, при яких зерно буде багаторазово співударятися з робочими органами (ротор, дека, решето), що буде сприяти зменшенню роботи, яка йде на подрібнювання, і знижувати енергоємність процесу.

При проведенні планованого експерименту для кожного експерименту була перевірена на адекватність лінійна модель процесу, але описати область оптимуму лінійними рівняннями не вдалося через крутість площин факторного простору і значимість коефіцієнтів взаємодії факторів та квадратичних ефектів.

Тому матриця трифакторного експерименту була розширена додатковими дослідями для одержання рівняння другого порядку. Експеримент проведено тричі – при трьох різних значеннях отворів ситового пристрою 8, 10 і 12 мм.

Для кожної пари взаємодії факторів: частоти обертання і подачі, частоти обертання і числа пальців, подачі матеріалу і числа пальців були побудовані поверхні і лінії рівнів функції відгуку, як, наприклад, на рис. 6.

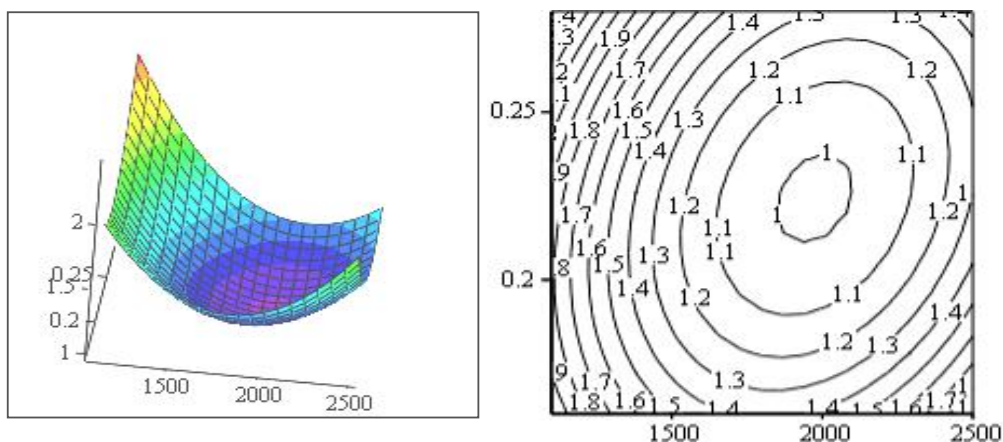


Рис. 6. Поверхня і лінії рівнів функції відгуку для взаємодії частоти обертання і подачі при $d_o = 8$ мм.

Одержані розкодовані моделі процесу подрібнювання мали вигляд:

- для діаметра отворів сита $d_o = 8$ мм:

$$\tilde{y}_i = 10,4158 - 0,00151x_1 - 39,8645x_2 - 0,965x_3 - 0,0056x_1x_2 -$$

$$-0,000229x_1x_3 + 0,6x_2x_3 + 0,000001164x_1^2 + 102,8099x_2^2 + 0,08625x_3^2$$

- для діаметра отворів сита $d_o = 10$ мм:

$$\tilde{y}_i = 18,33 - 0,00543x_1 - 46,13x_2 - 1,5835x_3 - 0,00313x_1x_2 +$$

$$+0,691x_2x_3 + 0,00000147x_1^2 + 104,132x_2^2 + 0,0893x_3^2$$

- для діаметра отворів сита $d_o = 12$ мм:

$$\tilde{y}_i = 18,44 - 0,00967x_1 - 0,0035x_1x_2 + 0,00000247x_1^2 + 103,802x_2^2 + 0,0413x_3^2$$

Після ретельного аналізу графічних залежностей і рівнянь регресії були зроблені відповідні висновки і рекомендації.

Отримані результати при різних діаметрах отворів ситового пристрою подібні за характером. Мають оптимум, близький до нульового рівня кожного фактора, тому раціональним є використання регулювання ступеня подрібнювання заміною сит з різними отворами, причому в результаті близькості оптимальних значень частоти обертання, подачі і кількості пальців, така дробарка буде працювати оптимально.

Найбільш раціональними параметрами для даного типорозміру дробарки можна прийняти: кількість пальців – 8, частота обертання 1900...2100 об/хв., подача 800...810 кг/год.

При зміні діаметра отворів сит з 8 до 12 мм максимальний ступінь подрібнювання змінюється у досить невеликих межах: з 0,95 до 1,14, тому використовувати заміну решіт для змінення ступеня здрібнювання є нераціональним.

При подачах, які відрізняються від 800 кг/год. у пальцевій дробарці ступінь подрібнювання зерна також росте. Наприклад, при подачі 600 кг/год. ступінь подрібнювання зменшується до 1,4. Тому такі дробарки необхідно оснащувати пристроєм для подачі зерна. Саме регулюванням подачі зерна ефективніше всього регулювати ступінь подрібнювання в пальцевій дробарці з вертикальним ротором.

Нами проведені експериментальні дослідження [7] з розподілу матеріалу камерою дроблення і вдосконалюванню процесу



Рис. 7. Залежність виходу дробленого зерна зі значенням $M = 1,4...2,2$ мм від частоти обертання ротора.

подрібнювання зерна з метою усунення багаторазового впливу робочих органів на продукт дроблення та підвищення якості готового продукту. Вивчали вихід дробленого зерна і модуль помелу в

залежності від зони відбору проб і частоти обертання ротора.

Загальний вихід дробленого зерна із середнім значенням модуля помелу $M = 1,4 \dots 2,2$ мм у залежності від частоти обертання ротора наведений на рисунку 7, з якого видно, що підвищувати частоту обертання ротора дробарки понад 2500 об/хв. недоцільно.

На рис. 8 показані одержані експериментально залежності змінення модуля помелу по зонах відбору проб від частоти обертання ротора і залежності змінення модуля помелу від зони відбору дробленого зерна при різних частоті обертання ротора.

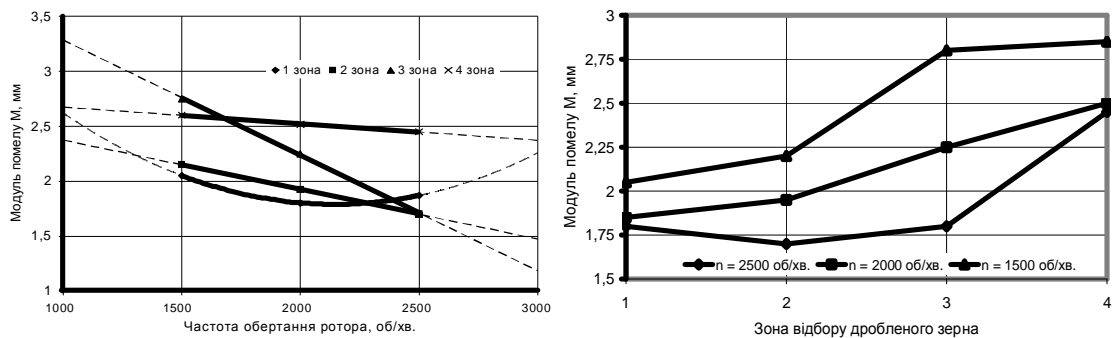


Рис.8. Залежності модуля помелу від частоти обертання ротора і зони відбору проб подрібненого матеріалу.

Аналіз графіків дає можливість зробити висновок, що для одержання якісного продукту (за значенням модуля помелу) в дробарці з вертикальним ротором з робочим органом подрібнювання у вигляді тонких металевих пальців (стержнів) і з системою сепарації продуктів подрібнювання необхідно підтримувати частоту обертання ротора в межах від 1800 до 2500 об/хв. А для одержання більш грубого помелу треба знижувати частоту обертання ротора та, навпаки, для дрібного помелу – підвищувати частоту обертання.

Для визначення залежності виходу дробленого зерна від зони відбору і розподілу величини удару часток подрібненого зерна по поверхні деки в пасивній зоні пальцевої дробарки прямого удару з вертикальним ротором були проведені експериментальні дослідження за допомогою тензометрування на установці, схема якої наведена на рис. 9,а. На рис. 9,б показаний графік залежності виходу дробленого зерна від зони відбору.

На основі аналізу отриманих даних можна констатувати, що для одержання максимальної однорідності подрібненого матеріалу камерою дроблення необхідно здійснювати руйнування його прямим ударом і видалення подрібнених частин із дробильної камери по мірі їх утворення за рахунок сепарації крізь сепаратори, що встановлені на поверхні деки і під робочими органами.

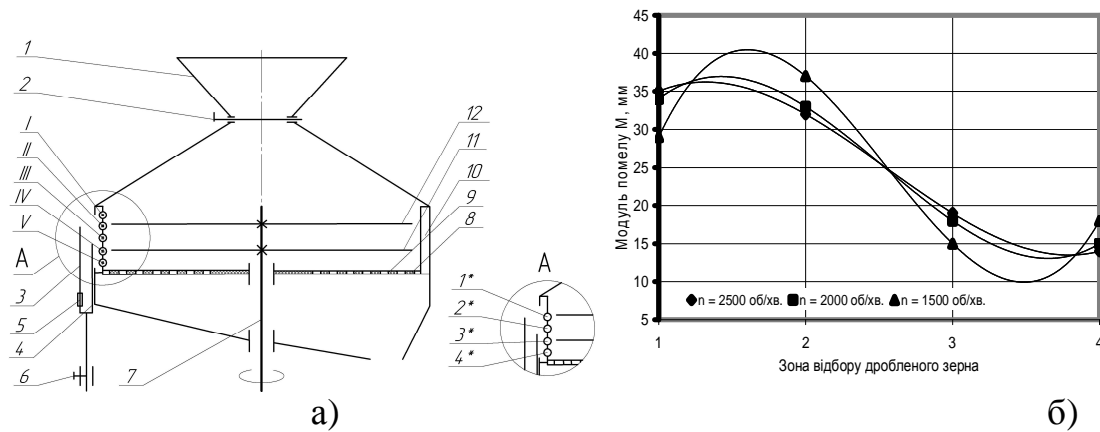


Рис.9. а) схема досліджень сили удару часток зерна об поверхню деки, б) залежність виходу дробленого зерна від зони відбору: 1 - завантажувальний бункер; 2 - заслінка регулювальна; 3 - пластина консольна; 4 - захисна пластина; 5 - тензодатчики; 6 - гвинт регулювання висоти тензоланцюга; 7 - приводний вал; 8 - днище; 9 - решето; 10 - бічна дека; 11 - нижній ряд пальців; 12 - верхній ряд пальців; I...V - точки виміру сили удару часток по поверхні деки. А – 1*, 2*, 3*, 4* - точки відбору проб продукту.



Рис. 10. Графік величини деформації тензоланцюга в програмі L – graph.

Аналіз отриманих даних тензометрування показав, що можна виділити два ряди сили удару частинок подрібненого зерна об поверхню деки – максимальні (1,75 Н) і мінімальні (0,60 Н) значення, які регулярно повторюються протягом часу реєстрації з коливаннями 5...15%. Пояснюється це тим, що максимальні значення сили відповідають первинним ударам зерна при відкиданні його робочим органом на деку, а менші ряди значень відповідають вторинним ударам – за рахунок відкидання частин зерен від деки. На нижній ряд пальців середнє навантаження в 1,4...1,6 разів менше, ніж на верхній, що необхідно враховувати при конструюванні дробарки.

Проблема економії енергії, підвищення коефіцієнта корисної дії була, є і буде завжди актуальною, особливо на даний час, коли частка вартості енергоносіїв у калькуляції собівартості кормів продукції тваринництва постійно зростає. Тому авторами даної роботи був проведений аналітичний аналіз балансу потужності і прогнозування коефіцієнта корисної дії зернової дробарки [9].

В основу досліджень покладені теоретичні положення С.В. Мельникова, наведені в роботі [12]. Були розглянуті всі складові потужності, потрібної на привод дробарки, і встановлений зв'язок окремих складових потужності з основними показниками подрібненого продукту, як-то зі ступенем подрібнення матеріалу λ і коефіцієнтами C_V , що виражає роботу пружних деформацій, віднесена до 1 кг подрібненої та C_S , який представляє роботу, яка витрачається на створення нових поверхонь дробленого матеріалу. Це дозволило вивести формулу для визначення ККД дробарки:

$$\eta_{nd} = \frac{1}{\frac{C_V}{C_S} \cdot \frac{\lg \lambda^3}{\lambda - 1} + 1}.$$

На рис.11,а показані графіки змінення величини $\lg \lambda^3 / (\lambda - 1)$ і значень ККД подрібнення зернових культур у залежності від ступеня подрібнювання λ . Графіки побудовані при умові, що відношення C_V / C_S протягом всього процесу є постійною величиною.

На рис. 11,б зображені графіки залежності коефіцієнта корисної дії процесу подрібнення від величини відношення коефіцієнтів C_V / C_S при різних значеннях ступеня подрібнювання λ .

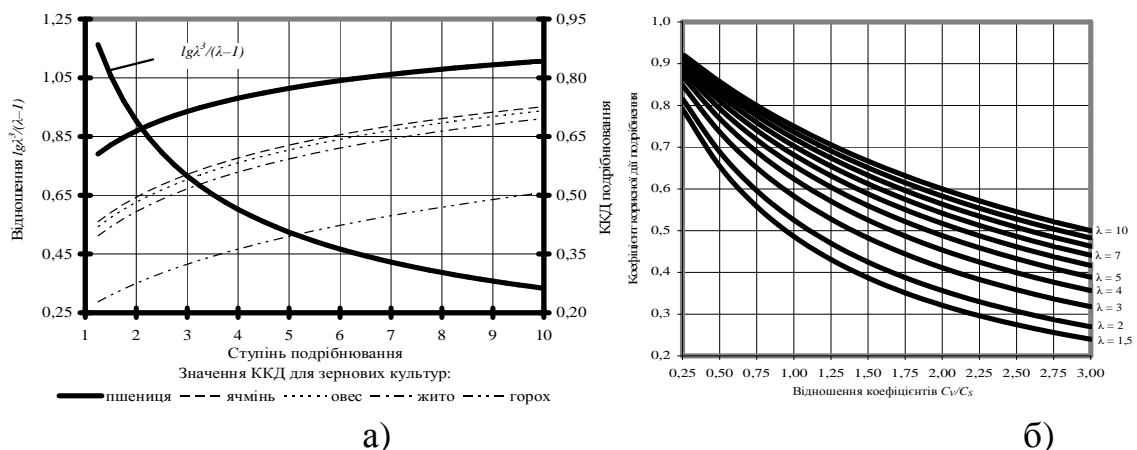


Рис. 11. Графіки залежностей ККД дроблення від основних показників процесу подрібнювання.

Таким чином, для точного прогнозування енерговитрат при подрібнюванні зернового матеріалу потрібно з максимальною точністю прогнозувати значення ККД процесу подрібнювання і, тим самим, величину потужності, потрібної для реалізації цього процесу. Проведені

дослідження дають змогу реалізувати прогнозування коефіцієнта корисної дії та потужності подрібнювання сировини на зерновій дробарці.

З метою визначення енергоємності процесу подрібнювання зерна були проведені досліді по дробленню зерна пшениці ($r_e = 2,6$ мм; $W = 14\%$) при різних подачах матеріалу в робочу камеру і різній частоті обертання вала ротора дробарки. Результати експериментальних досліджень дробарки прямого удару свідчать про те, що найменша питома енергоємність досягається при подачі зерна 800...1100 кг/год. на всіх режимах і представляє від 0,89 кВт·год./т при частоті обертання вала ротора дробарки 1000 об/хв. до 3,85 кВт·год./т при 2000 об./хв.

Аналіз результатів показав, що при раціональному режимі подрібнювання (частота обертання ротора $n = 2000$ об/хв., окружна швидкість точок робочого органа (стержня), $v = 42...68$ м/с, подача зерна на подрібнювання 800...1100 кг/год.) модуль помелу $M = 1,6...1,8$ мм, питома енергоємність $A_n = 3,80...4,20$ кВт·год/т.

При частоті обертання вала ротора $n = 1500$ об/хв. модуль помелу збільшується до 2,6 мм із одночасним зменшенням питомої енергоємності до 2,0...2,6 кВт·год/т, але збільшується пилоподібна фракція (до 12%). При частоті обертання вала ротора $n = 1000$ об/хв. відбувається подальше зменшення питомої енергоємності до 0,84...0,93 кВт·год/т, модуль помелу практично не змінюється, але пилоподібна фракція збільшується до 20%. Тому рекомендується наступний режим роботи дробарки прямого удару: подача зерна на подрібнювання 800...1100 кг/год. при частоті обертання вала ротора $n = 2000$ об/хв.

На підставі отриманих даних робимо висновок, що одержання готового продукту заданого гранулометричного складу залежно від вибраного режиму роботи дробарки прямого удару з попередньою сепарацією зерна можливе. Це відповідає меті досліджень. За даними частотного розподілу за фракціями при кінематичному режимі подрібнювання з параметрами дробарки прямого удару зерна $Q = 800...1100$ кг/год. і $n = 2000$ об/хв. вміст пилоподібної фракції (діаметр менш ніж 0,25 мм) у готовому продукті при вологості зерна 14...15% представляє: для пшениці 2,77 %; ячменю 2,86 % і їх суміші не більш ніж 2,81%. Це в 3...5 разів менше, ніж при подрібнюванні на молоткових дробарках.

Якісна оцінка одержаного продукту відповідає встановленим стандартами зоотехнічним вимогам. Питома енергоємність процесу подрібнювання у дробарки прямого удару зерна в 1,8...2 рази менша, ніж у молоткових і інших дробарок.

Література:

1. Сыроватка В.И. Эффективное измельчение фуражного зерна в дробилках / В.И. Сыроватка // Зоотехния. - 1991. - №11. - С.67-70.

2. *Шпиганович Т.О.* Дробарка прямого удара з системою сепарування зерна та продуктів подрібнення / Т.О. Шпиганович, О.В. Ялпачик // Техніка і технологія АПК, № 12, - С.7-10.

3. *Фучаджи Н.О.* Оптимізація технологічного процесу лущення власнокруп'яних культур. Автореф. дис. ...канд. техн. наук. / Н.О. Фучаджи. - Херсон, - 2006. - 20 с.

4. *Самойчук К.О.* Обґрунтування параметрів робочих органів пальцевої дробарки з вертикальним ротором / К.О. Самойчук, О.В. Ялпачик // Тематичний збірник наукових праць Донецького національного університету економіки і торгівлі ім. Михайла Туган-Барановського, Обладнання та технології харчових виробництв, вип. 26, Донецьк, 2011, С. 119-125.

5. *Купченко А.В.* Определение прочностных характеристик зерна / А.В. Купченко, О.В. Ялпачик, Т.А. Шпиганович, В.А. Алексеенко // Зернові продукти і комбікорми. - №4 (40), - 2010, - С.18-22.

6. *Мельников С.В.* Механизация и автоматизация животноводческих ферм / С.В. Мельников. - Л.: Колос, 1978. - 560 с.

7. *Ялпачик О.В.* Визначення розподілу величини удару часток по поверхні деки дробарки прямого удара з вертикальним ротором / О.В.Ялпачик, К.О. Самойчук, О.В. Гвоздев // Вісник Львівського національного аграрного університету. Агроінженерні дослідження № 15, - Львів:, 2011, - С. 165-173

8. *Ялпачик О.В.* Баланс потужності та коефіцієнт корисної дії зернової дробарки. / О.В. Ялпачик, С.Ф. Буденко // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ. Вип. 13, Т.1. - 2013. - С.218-226.

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ И РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЗЕРНОВОЙ ДРОБИЛКИ ПРЯМОГО УДАРА

Ялпачик Е.В.

Аннотация - работа содержит результаты теоретических и экспериментальных исследований зерновой дробилки прямого удара, которые дали возможность установить оптимальные режимы работы, при которых полученная продукция отвечает установленным стандартам.

GROUND OF PARAMETERS AND OPERATION MODES GRAIN-GROWING CRUSHER OF DIRECT BLOW

O. Yalpachik

Summary

Work contains the results of theoretical and experimental researches of grain-growing crusher of direct blow, which enabled to set optimal office hours at which the got products answer the set standards.

УДК 664.696.4

ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧОГО ОРґАНУ ГРАНУЛЯТОРА ДЛґЯ ОТРИМАННЯ ГРАНУЛ НА ОСНОВІ ОВОЧЕВОЇ СИРОВИНИ

Червоткіна О.О., аспірант*

Олексієнко В.О., к.т.н.,

Фучаджи Н.О., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (0619) 42-13-06

Анотація - робота присвячена дослідженню параметрів робочого орґану гранулятора з плоскою матрицею. Розглянуті особливості технологічного процесу гранулювання овочевої м'язги зубчатим пресом.

Ключові слова - гранулювання, матриця, матричний канал

Постановка проблеми. Необхідність широкого залучення до господарського звороту вторинних сировинних ресурсів (відходів виробництва) і здобуття з них додаткової продукції харчового, кормового і технічного призначення підкреслюється у Законі України «Про охорону навколишнього середовища», в Законі України «Про відході» і в «Програмі використання відходів виробництва та споживання».

Переробка нестандартної сировини і утилізація відходів виробництва безпосередньо на харчових підприємствах, де вони утворюються, з метою здобуття продуктів харчування, підвищує економічну ефективність їх виробництва.

У цьому випадку ефективність перетворення відходів у харчові продукти не залежить від їх початкової вартості, яка або незначна, або дорівнює нулю.

Ми передбачаємо розробку якісно нових харчових продуктів з функціональними властивостями, що роблять позитивний вплив на різні системи людського орґанізму і його стан у цілому. Одним з раціональних способів вирішення цієї проблеми може бути гранулоутворення.

Аналіз останніх досліджень. Великий вклад у розробку теоретичних та практичних основ з розробки напівфабрикатів з плодоовочевої сировини внесли вітчизняні вчені: Г.В. Дайніченко, А.А. Дубініна, І. М. Беляєва, Н. В. Пархаєва.

© Червоткіна О.О., аспірант, Олексієнко В.О., к.т.н., доцент, Фучаджи Н.О., к.т.н.

* Науковий керівник - к.т.н., доцент Олексієнко В.О.

Формулювання цілей статті. Згідно нових технологій використання відходів переробки овочів у харчовій промисловості, передбачається створення гранул з овочевих мас. Основним завданням дослідження була розробка технологій, які задовольняють ефективно використовувати відходи сокового виробництва. Рациональним рішенням цього питання передбачається гранулоутворення овочевих мас.

Основна частина. Особливостями технологічного процесу гранулювання вітамінозбагаченої суміші зубчастим пресом є:

– подача матеріалу обмежується тільки умовами захвату суміші зубчастим колесом;

– проштовхування стислої м'язги починається з моменту підвищення сили стискання, що діє, на силу опору входженню матеріалу в матричний канал;

– геометрія каналу і його довжина є самостійними чинниками, що істотно впливають на опір проштовхуванню;

– порційне втискання м'язги в матричний канал і достатня тривалість знаходження матеріалу в ньому до виходу готових гранул, релаксаційні процеси в значній мірі сприяють їх зміцненню

При гранулюванні дисперсного матеріалу, яким являється м'язга, всі зазори, вовка, обумовлені геометрією або технологією виготовлення евольвентного профілю, частково заповнюються продуктом, що раніше пресувався, і при встановленому технологічному процесі на нього не впливають.

Початок стискання матеріалу між вальцем і матрицею обмежується кутом тертя м'язги об поверхню сталевого колеса і матриці, і кутом внутрішнього тертя. Позначаємо його як кут тертя приведений. Отже, кут початку дії на метеріал, рівний φ приведенному куту тертя, а тривалість дії $t = \varphi/w$.

Наступна порція продукту не більш ніж

$$t_{н.н.} \frac{\pi D}{2w} = \frac{\pi D}{2\pi n D} = \frac{1}{2n}, \quad (1)$$

$$t_{н.н.} = \frac{1}{2} T \quad (2)$$

де D – діаметр матриці;

T – період обертання вальця.

Період стискання суміші до утворення замкнутого простору у западині при проходженні головки зуба вальця характеризується несуворо обмеженим об'ємом, так як не окреслюється поверхнями елементів вальця та матриці. Це відбувається завдяки тому, що зубчаста поверхня вальця не має абсолютного прилягання.

З вираження Рибкіна Є.А. та Усова А.А.(135) він рівняється:

$$\varphi_1 = \operatorname{tg} \alpha - \frac{\pi \varepsilon}{Z}, \quad (3)$$

де ε – коефіцієнт перекриття зубчастих коліс;
 Z – число зубців

Для рівновеликих коліс (5) коефіцієнт перекриття

$$\varepsilon = \frac{Z}{\pi} \cdot (\operatorname{tg} \alpha_e - \operatorname{tg} \alpha), \quad (4)$$

де α_e – кут радіуса – вектора евольвенти у вершині зуба, рад.

Тоді

$$\varphi_1 = 2\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \alpha_e, \quad (5)$$

де α_e – кут радіус – вектора евольвенти у вершині зуба, рад;
 φ_1 – кут формування закритої камери, рад;
 α – кут щеплення, рад;
 φ – приведений кут тертя, рад.

Для більш раннього формування закритої камери пресування у западині необхідне максимальне використання граничної лінії зчеплення. У цьому випадку $\varepsilon = 1$ і

$$\varphi_1 = \operatorname{tg} \alpha - \frac{\pi}{Z}. \quad (6)$$

Зі збільшенням числа зубців кут формування закритої камери пресування наближується до кута зчеплення (зборки) $\alpha = 20^\circ$.

Довжина практичної лінії зчеплення збільшується зі збільшенням кіл головки. Для рівновеликих коліс(5)

$$L_k = 2\sqrt{R_e^2 - r_o^2} - A \sin \alpha, \quad (7)$$

де R_e – радіус кіл головки зуба, м;
 r_o – радіус основного кола, м
 r – радіус початкового (ділильного) кола м;
 A – міжцентрова відстань, м.

Цього можливо досягти шляхом збільшення числа зубців при незмінному модулі. Але такий шлях веде до збільшення габаритів колес.

Ковзання профілей обумовлено специфікою евольвентного зчеплення у силу відмінності кривих, які окреслюють зубці від центроїд, які перекочуються один від одного без ковзання.

Швидкість ковзання для однакових коліс рівна

$$v_{ck} = 2wl, \quad (8)$$

де l – перемінна відстань від точки дотику зубців до полюса зчеплення, м.

Відстань l визначається вздовж лінії зчеплення і зростає при її збільшенні $t = \pi m$.

Товщина шару суміші в процесі обертання колеса визначається із залежності

$$H = D_o[1 - \cos(\varphi - wt) + \delta], \quad (9)$$

де D_o – ділильний діаметр кола вальця, м;

w – кутова швидкість обертання коліс, рад/с;

t – час, с

δ – зазор між головкою зуба і дном западини $\delta = m$;

На початку руху ($t=0$) товщина шару

$$H = D_o(1 - \cos \varphi) + \delta, \quad (10)$$

і визначається тільки кутом тертя суміші по сталі.

Якщо розглянути ситуацію при $t = \frac{\varphi}{w}$ наприкінці повороту коліс

кут φ ,

$$\text{то} \quad H_{\min} = \delta = m, \quad (11)$$

де m – модуль зуба, м

Значить, граничне значення ступеня стиснення суміші в даному робочому органі теоретично може бути рівне,

$$\lambda_{\text{пред}} = \frac{H_{\max}}{H_{\min}} = \frac{D_o}{\delta}(1 - \cos \varphi) + 1, \quad (12)$$

або

$$\lambda_{\text{пред}} = 4Z(1 - \cos \varphi) + 1, \quad (13)$$

де Z – кількість зубців вальця.

Отже, можливості преса зубчастого типу за ступенем стиснення прямо пропорційні діаметру коліс, а в умовах незмінності прямого модуля - пропорційні числу зубів.

Поточне значення ступеню стиску при повороті колеса дорівнює

$$\lambda = \frac{H_{\max}}{H} = \frac{D(1 - \cos \varphi) + \delta}{D[1 - \cos(\varphi - wt)]}, \quad (14)$$

а в момент утворення закритої камери у просторі між вальцем і матрицею величина λ прийме значення

$$\lambda_1 = \frac{D(1 - \cos \varphi) + \delta}{D[1 - \cos(\varphi - wt)]}, \quad (15)$$

так як

$$\varphi - wt = \varphi_1 - \operatorname{tg} \alpha - \frac{\pi}{Z}. \quad (16)$$

Цього ступеня стиснення має бути достатньо для створення напруги в суміші, відповідного початку проштовхування її у матричний канал. Напруга суміші буде відповідати напрузі в сформованій гранулі

$$\rho_2 = \rho_0 \frac{D(1 - \cos \varphi) + \delta}{D(1 - \cos \varphi) \delta} = \rho_0 \frac{4Z(1 - \cos \varphi) + 1}{4Z(1 - \cos \varphi_1) + 1}. \quad (17)$$

Звідки мінімальне число зубів коліс буде визначатися виразом
Даний вираз має сенс при дотриманні умови

$$(1 - \cos \varphi) \rho_0 > (1 - \cos \varphi_1) \rho_2, \quad (18)$$

або

$$\frac{(1 - \cos \varphi)}{(1 - \cos \varphi_1)} > \frac{\rho_2}{\rho_0}. \quad (19)$$

Мабуть, це можливо для матеріалів з великими коефіцієнтами тертя. Якщо вираз (19) вирішити відносно φ_1 , отримаємо умову:

$$\varphi_1 > \arccos \left[1 - (1 - \cos \varphi) \frac{\rho_0}{\rho_2} \right]. \quad (20)$$

Підставивши (20) у вираз (15), після перетворення нерівності
отримаємо умову

$$Z_{\min} > \frac{\pi}{\arccos \left[1 - (1 - \cos \varphi) \frac{\rho_0}{\rho_2} \right] - \operatorname{tg} \alpha}. \quad (21)$$

Таким чином, щоб забезпечити в зубчастому пресі стиск до моменту закриття міжзубового простору і проштовхування максимально можливої порції суміші в матричні отвори, число зубів коліс має задовольняти умові (21).

Умова здійснима для матеріалів з великим коефіцієнтом тертя, високою початковою щільністю і невеликим ступенем стиснення до кінцевого стану.

В інших випадках необхідно відступати від цієї умови і заключну стадію стиснення матеріалу переносити на умови замкненої камери пресування, вимушено знижуючи продуктивність установки.

Висновки. За допомогою способу гранулювання овочевої м'язги можливо створити нові продукти харчування, які можливо використовувати в повсякденному харчуванні. Переробка нестандартної сировини безпосередньо на харчових підприємствах, де вони утворюються, з метою здобуття продуктів харчування підвищує економічну ефективність їх виробництва.

Література:

1 *Богатырев А.Н.* Качество пищи и культура питания [Текст]/А.Н. Богатырев //Пищевая промышленность -2006.-№7.С.70-71.

2. *Дайниченко Г.В.* Використання наповнювача з гарбуза у виробництві м'якого морозива / Проблема та перспективи створення і провадження нових ресурсо- та енергоощадних технологій, обладнання в галузі харчової і переробної промисловості. – Харків.: ХДУХТ. -2000.-Ч.ІІ-С.44

3. *Дьяченко В.С.* Овощи и их пищевая ценность [Текст]/ В.С.Дьяченко. –М.: Россельхозиздат,1979-157с.

4.*Пархаева Н.В.* Технологія напівфабрикату багатофункціонального призначення з гарбуза: автореф. Дис. канд. техн.. наук: 05.18.16-19.05.2000 – Харків: ХДАТОХ, 2000,-21с.

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧЕГО ОРГАНА ГРАНУЛЯТОРА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГРАНУЛ НА ОСНОВЕ ОВОЩНОГО СЫРЬЯ

Червоткина А.А., Алексеенко В.А., Фучаджи Н.А.

Аннотация – работа посвящена исследованию параметров рабочего органа гранулятора с плоской матрицей. Рассмотрены особенности технологического процесса гранулирования овощной мезги зубчатым прессом.

GROUND OF PARAMETERS OF WORKING ORGAN OF GRANULYATORA FOR RECEIPT OF GRANULES ON BASIS OF VEGETABLE RAW MATERIAL

A. Chervotkina, V. Olekseenko, N Fychadzhu

Summary

Work is devoted research of parameters of working organ of granulation with a flat matrix. Considered features of technological process of granulation of vegetable myazgi by a toothed press.

УДК 631.361.43: 664.788

ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПОПЕРЕДНЬОЇ СЕПАРАЦІЇ ЗЕРНА ПРИ ПОДРІБНЕННІ ПРЯМИМ УДАРОМ

Клевцова Т.О., к.т.н.,

Ялпачик Ф.Ю., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (0619) 42-13-06

Анотація – дану роботу присвячено вдосконаленню технологічної схеми подрібнення зерна за рахунок організації робочого процесу попередньої сепарації зерна.

Ключові слова – зерно, сепарація, суттєві фактори, ефективність сепарації.

Постановка проблеми. Подрібнення є одним з найбільш енергоємних процесів при переробці фуражного зерна на корм. Для цього застосовуються різні за конструктивним виконанням молоткові дробарки. При тонкому подрібненні ці дробарки дають до 30% пилоподібної фракції, а при грубому – до 20% недоподрібненої фракції. Переподрібнення призводить до збільшення витрат енергії на подрібнення й втрат при згодовуванні, а недоподрібнене зерно погано поїдається й засвоюється тваринами. Досить актуальними є питання зниження питомої енергоємності процесу подрібнення й підвищення якості готового продукту [1, 2, 3].

Аналіз останніх досліджень. Виходячи з вищевикладеного, до дробарок кормів на сьогоднішній день пред'являються наступні вимоги: простота й надійність конструкції; компактність установки; невисока енергоємність процесу подрібнення; рівномірність гранулометричного складу подрібненого матеріалу; відсутність або зведення до мінімуму переподрібненої й пилоподібної фракції; відповідність подрібненого продукту зоотехнічним вимогам; можливість регулювання ступеня подрібнення матеріалу [1, 2, 4].

Для одержання максимальної однорідності подрібненого матеріалу необхідно застосовувати його подачу на подрібнення з попередньою сепарацією на фракції за допомогою щільових поділяючих отворів, розгінних і направляючих поверхонь. Руйнування зерна необхідно здійснювати прямим ударом і видаляти подрібнені частки із дробильної камери в міру їхнього утворення.

Такого ефекту можна досягти застосуванням гравітаційного способу сепарування зерна перед його подрібненням, застосуванням

спеціальних поділяючих поверхонь, наприклад, брахистохронної властивості; створення спрямованих потоків однорідних за розмірами зерен на подрібнення прямим ударом за допомогою таутохронних поверхонь і раціональної організації робочого процесу подрібнення [4, 5].

Постановка завдання. Метою даної роботи є вдосконалення технологічної схеми подрібнення зерна за рахунок організації робочого процесу попередньою сепарацією зерна, що забезпечить зниження питомих витрат електроенергії та підвищить якість готового продукту за рахунок усунення багаторазового впливу робочих органів на продукт подрібнення.

Основна частина. Нами розроблені спосіб подрібнення зерна прямим ударом з попередньою його сепарацією та дробарка прямого удару з вдосконаленою системою сепарування зерна та продуктів подрібнення, новизна технічного рішення захищена чотирма патентами України на винахід № 76556, №86897, №93312, № 95435 та чотирма деклараційними патентами на корисні моделі №61505А, №3304, №11099, №50426 [4].

Для проведення експерименту за визначенням ефективності виділення зернової суміші у щілинний отвір пристрою для попередньої сепарації зерна необхідно знати його гранулометричний склад.

У результаті проведених теоретичних і експериментальних досліджень було встановлено, що одним з суттєвих факторів, що впливають на сепарацію зерна через щілинні отвори, є розмірний параметр зернівки – співвідношення її довжини й діаметра l/d .

Для проведення експерименту за визначенням ефективності виділення зернової суміші у щілинний отвір пристрою для попередньої сепарації зерна необхідно знати інтервал варіювання даного фактора (l/d). Тому вивчали гранулометричний склад зернової суміші пшениці фуражної перед її сепарацією на фракції.

Відбір проб для аналізу проводили в наступній послідовності:

- розсипали зернову суміш на рівній поверхні й розподіляли її в один шар;
- із суміші підряд відбирали 10 проб по 100 зерен;
- заміряли штангенциркулем довжину й середній діаметр зернівки.

Далі, за отриманими даними вимірів довжини й середнього діаметра зернівки визначали їхнє співвідношення l/d .

Отримано наступний гранулометричний склад зернової суміші пшениці фуражної:

- велика фракція, $l/d > 2,0$ склала в суміші 56...68%;
- середня при $1,5 < l/d < 2,0$ – 26...40%;
- дрібна при $l/d < 1,5$ – 4...6%

На рисунку 1 показана гістограма середнього гранулометричного складу досліджуваної зернової суміші пшениці фуражної.

З метою визначення розподілу складу зернової суміші щілинними отворами розподільного конуса провели експеримент по сепарації зернової суміші пшениці фуражної через розроблений пристрій для попередньої сепарації зерна (рис. 2) [5].

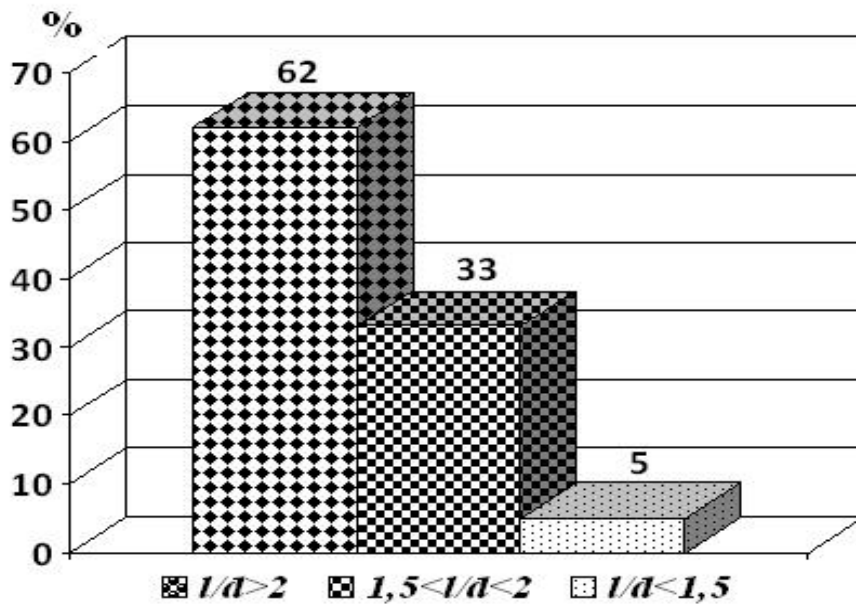


Рис. 1. Гранулометричний склад зернової суміші пшениці фуражної.

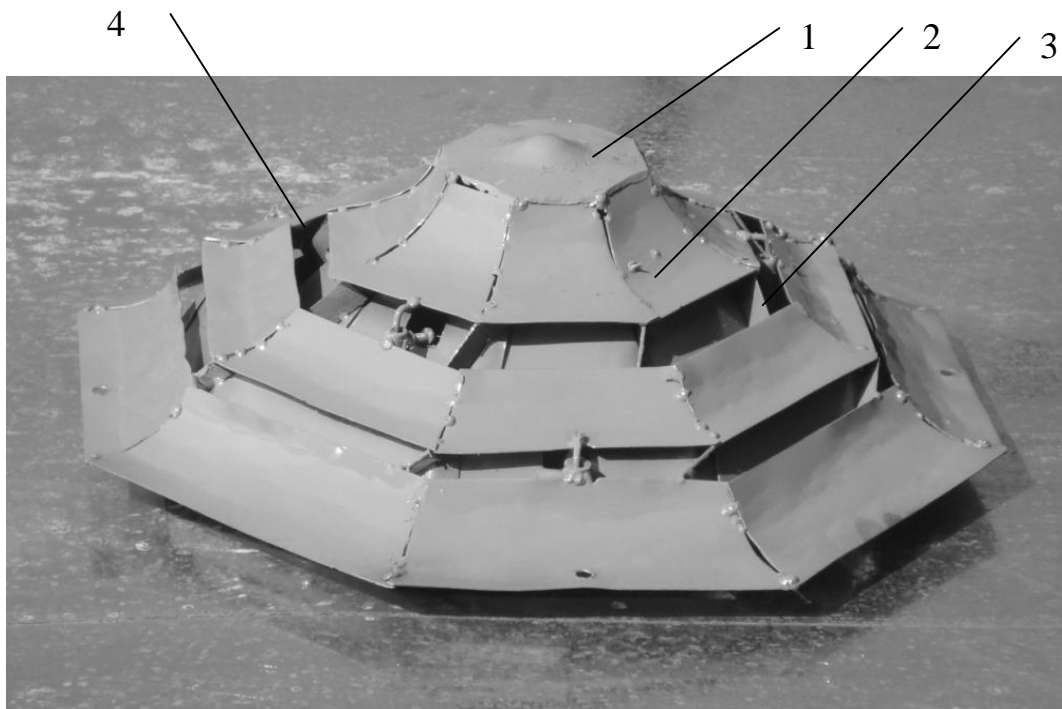


Рис. 2. Загальний вид конусів попередньої сепарації зерна:
1 – прийомний конус; 2 – брахистохронні поверхні;
3 – таутохронні напрямні; 4 – щілини.

Сепарували по 10 кг суміші пшениці в трикратній повторності з відбором проб щілинними отворами: між першим розподільним конусом і другим (I фракція, велика), між другим розподільним конусом і третім (II фракція, середня) і схід із третього розподільного конуса (III фракція, дрібна).

Сепарували при наступних параметрах щілинних отворів, отриманих теоретично: ширина щілини між протилежними крайками поверхонь розподільних конусів $L = 20$ мм і різниця за висотою між крайками $H = 2$ мм.

Отримана наступна гістограма сепарації зернової суміші за фракціями через щілинні отвори розподільного конуса (рис. 3).

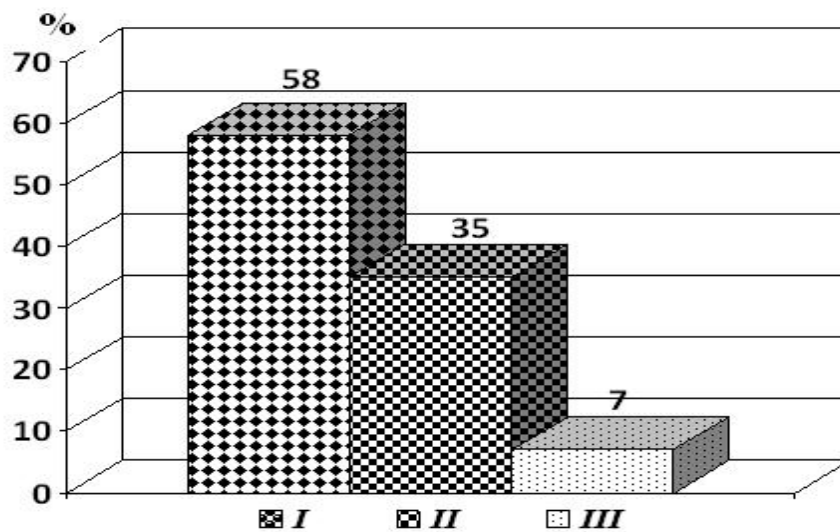


Рис. 3. Гістограма сепарації зернової суміші за фракціями через щілинні отвори розподільного конуса.

Аналізуючи гістограми рисунків 1 і 3, бачимо, що погрішність сепарації великої та середньої фракцій пшениці через щілинні отвори становить 5,7...6,5%.

Гранулометричний склад кожної відсепарованої фракції зернової суміші показаний на рисунку 4.

За гістограмами рисунку 4 можна судити про ефективність сепарації зерна кожної фракції через щілинні отвори розподільного конуса сепаратора, що становить від 84 до 93%.

Отримані дані про ефективність сепарації зерна через щілинні отвори розподільного конуса розробленого сепаратора підтверджені при проведенні чотирифакторного експерименту.

У результаті апріорного ранжирування методом Дельфі [6] визначено наступні фактори, що суттєво впливають на ефективність сепарування зерна крізь щілинні отвори розподільного конуса: довжина щілини L , мм; висота щілини H , мм; співвідношення довжини та діаметра зернівки l/d та критична швидкість зернівки v , м/с.

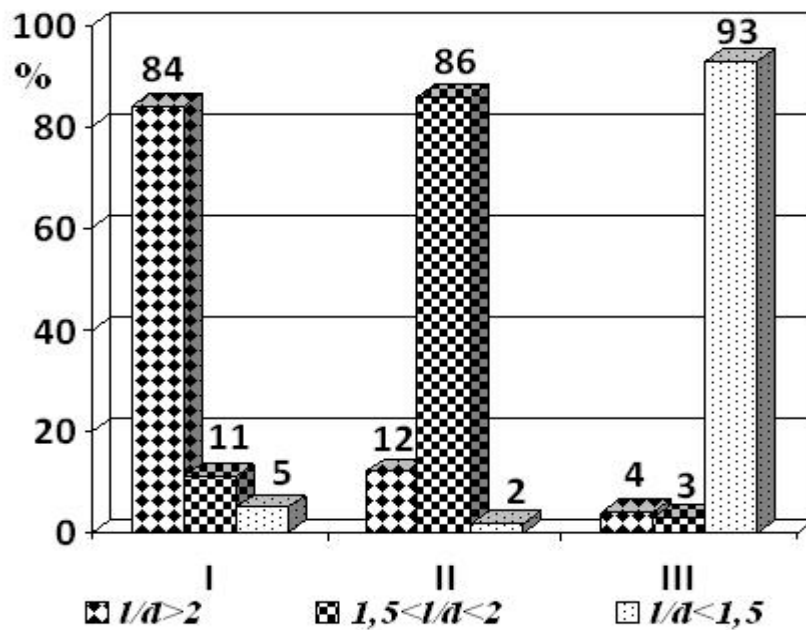


Рис. 4. Гранулометричний склад відсепарованих фракцій зернової суміші.

Нами вивчався вплив цих конструктивно – кінематичних параметрів на ефективність виділення зернівок у щілинні отвори розподільного конуса. Границі варіювання факторів прийняли з теоретичних обміркувань комп'ютерного моделювання поверхонь пристрою для попередньої сепарації зерна та попередніх експериментальних досліджень в ідеальних умовах.

Вивчали ефективність виділення крупних зернівок (з співвідношенням довжини та діаметра зернівки $l/d > 2$, що відповідає еквівалентному радіусу ($r_e = 2,3$ мм) у першу щілину розподільного конуса.

Інтервали варіювання та позначення факторів наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 - Інтервали варіювання та позначення факторів

Умови планування	Фактори			
	L , мм	H , мм	l/d , м	v , м/с
	X_1	X_2	X_3	X_4
Верхній рівень	20	2	3	0,8
Нульовий рівень	15	1	2	0,6
Нижній рівень	10	0	1	0,4
Інтервал варіювання	5	1	1	0,2

У результаті реалізації повного чотирифакторного експерименту отримана математична модель ефективності виділення зернівок у щілинні отвори розподільного конуса дробарки прямого удару з попередньою сепарацією зерна, описувана рівнянням регресії у кодованому виді

$$Y = 92,2 + 7,65X_1 + 8,501X_2 + 2,68X_3 - 3,71X_4 - 4,22X_1X_3 - 6,07X_2X_3 - 0,12X_3X_4 - 6,62X_1^2 - 9,85X_2^2 - 5,36X_3^2. \quad (1)$$

Розглянемо за допомогою програмного забезпечення Maple поверхні відгуку та двовимірні перетини попарних взаємодій факторів, що входять у рівняння (1).

Рівняння впливу довжини L та висоти щілини H на ефективність виділення зернівок у щілинні отвори розподільного конуса дробарки у натуральних значеннях факторів при співвідношенні довжини та діаметра зернівки $l/d = 3$ та критичній швидкості зернівки $v = 0,8$ м/с має вид

$$\varepsilon = 7,31 + 8,63 \cdot L + 22,13 \cdot H - 0,265 \cdot L^2 - 9,85 \cdot H^2. \quad (2)$$

Поверхня відгуку ефективності виділення зернівок у щілинні отвори розподільного конуса дробарки ε у функції від довжини L та висоти щілини H при $l/d = 3$ та $v = 0,8$ м/с показана на рисунку 5, а двовимірні перетини – на рисунку 6.

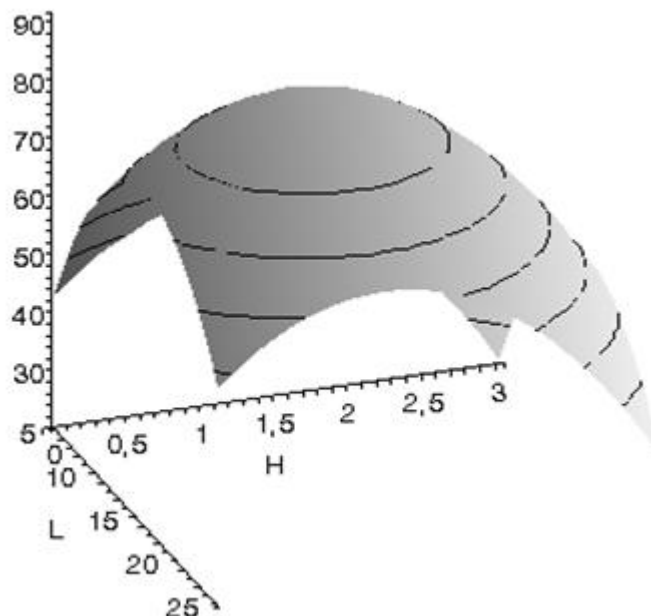


Рис. 5. Поверхня відгуку ефективності виділення зернівок у щілинні отвори розподільного конуса дробарки ε у функції від довжини L та висоти щілини H при $l/d = 3$ та $v = 0,8$ м/с.

Аналіз поверхні відгуку (рис. 5) та двовимірних перетинів (рис. 6) ефективності виділення зернівок у щілинні отвори розподільного конуса дробарки ε у функції від довжини L та висоти щілини H показав, що функція має оптимум. Оптимальному значенню функції (максимальної для даних умов ефективності виділення зернівок у щілинний отвір розподільного конуса ($\varepsilon = 89,96\%$)) відповідають наступні значення факторів: $L = 16$ мм, $H = 1,1$ мм.

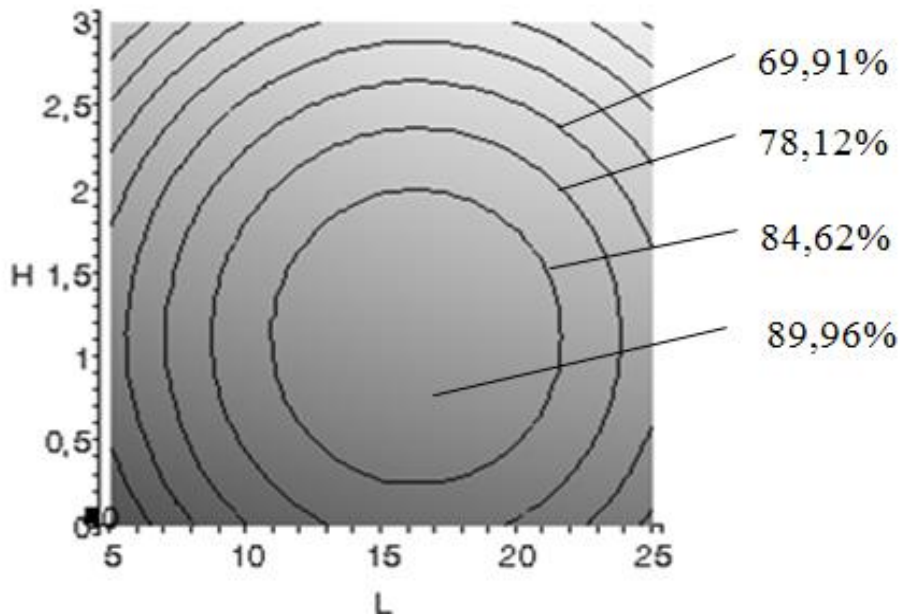


Рис. 6. Двовимірні перетини ефективності виділення зернівок у щілинні отвори розподільного конуса дробарки ε у функції від довжини L та висоти щілини H при $l/d = 3$ та $v = 0,8$ м/с.

Висновки. На основі аналізу отриманих даних маємо, що для одержання максимальної однорідності подрібненого матеріалу необхідно застосовувати подачу зерна на подрібнення з попередньою сепарацією на фракції за фізико – механічними властивостями, здійснювати руйнування його прямим ударом і видалення дрібних часток із дробильної камери в міру їхнього утворення, а робочий процес багатоступінчастого подрібнення зерна здійснювати в одному робочому просторі.

Результати експериментальних досліджень показали, що для виділення у щілинний отвір зернівок з $l/d = 2...3$, що відповідає еквівалентному радіусу $r_e = 2,5...2,9$ мм й довжині розгінної ділянки поверхні розподільного конуса $S_0 = 0,1$ м з ефективністю 80...90% необхідно мати: $L = 12...20$ мм та $H = 0,4...2,0$ мм. Відхилення теоретичних значень L та H від експериментальних у всьому діапазоні зміни параметрів знаходиться до 9%, що підтверджує адекватність отриманих даних.

Література:

1. *Мельников С.В.* Механизация и автоматизация животноводческих ферм.-Л.: Колос, 1978.-560 с.

2. *Поярков М.С.* Совершенствование рабочего процесса молотковых дробилок с жалюзийными сепараторами при одно- и двухступенчатом измельчении зерна. Автореф. дис. ...канд. техн. наук. Киров – 2001. -22 с.

3. *Алешкин В.Р.* Повышение эффективности процесса и технических средств механизации измельчения кормов: Дис...д-ра техн. наук.- Киров, 1995.- 412 с.

4. *Шпиганович Т.О.* Вдосконалення процесу попередньої сепарації зерна в дробарці прямого удару: автореф. дис. на отримання наук. ступ. канд. техн. наук : спец. 05.05.11. / Т.О. Шпиганович. - Сімферополь – 2012. – 20с.

5. *Шпиганович Т.О.* Дробарка прямого удару з системою сепарування зерна та продуктів подрібнення / Т.О. Шпиганович, О.В. Ялпачик // Техніка і технологія АПК, 2011. – № 12(27). – С. 7 – 10.

6. *Ялпачик Ф.Ю.* Визначення суттєвих факторів гравітаційної сепарації зерна методом Дельфи / Ф.Ю. Ялпачик, Т.О. Шпиганович, Н.М. Хомутіна // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь : ТДАТУ. Вип. 11, Т.6. – 2011. - С. 38 – 44.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ СЕПАРАЦИИ ЗЕРНА ПРИ ИЗМЕЛЬЧЕНИИ ПРЯМЫМ УДАРОМ

Клевцова Т.А., Ялпачик Ф.Е.

Аннотация. Работа посвящена совершенствованию технологической схемы измельчения зерна за счет организации рабочего процесса предварительной сепарации зерна.

DETERMINATION OF EFFICIENCY OF PRELIMINARY SEPARATION OF GRAIN WHEN CRUSHING BY THE DIRECT STROKE

T. Klevtsova, F. Yalpachik

Summary

Work is devoted to improvement of the technological scheme of crushing of grain at the expense of the organization of working process of preliminary separation of grain.

УДК 664.72.05

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ И ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНОВЫХ

Диордиев В.Т., д.т.н.,

Новиков Г.В., инженер

Таврический государственный агротехнологический университет

Тел.: 0619425797

Аннотация - в статье выполнен анализ функционирования предприятий послеуборочной и предпосевной обработки зерновых. Проанализированы основные источники и показатели технико-экономической эффективности автоматизации технологического процесса. Обоснованы пути повышения эффективности функционирования. Акцентируется внимание на синтезе обобщенного электротехнического комплекса протравливания и стимулирования семенного материала.

Ключевые слова – послеуборочная обработка, предпосевная обработка, пшеница, зерновые, протравливание, стимулирование, электротехнологии.

Постановка проблемы. Аграрный сектор обеспечивает продовольственную безопасность и продовольственную независимость Украины, формирует 17% валового внутреннего продукта и около 60% потребительского фонда населения [2]. Кроме того, аграрный сектор является одним из бюджетонаполняющих секторов, доля которого в общем бюджете страны составляет 8-9 %, и занимает 2-е место среди секторов экономики в товарной структуре экспорта [2, 3].

Сегодняшняя ситуация в АПК не позволяет обеспечить конкурентоспособность продукции отечественного производителя, что связано с высокой энергоемкостью производства, затратами труда, устаревшими технологиями и машинным парком.

Для улучшения ситуации в аграрном секторе государством разработаны и реализуются различные программы, основными из которых являются: «Державна цільова програма розвитку українського села на період до 2015 року» [3], «Концепція наукового забезпечення установами УААН розвитку галузей агропромислового комплексу України в 2011-2015 роках» [4], «Пріоритетні завдання аграрної науки

України» [7]. Основной целью «Державної цільової програми розвитку українського села на період до 2015 року» [3] является обеспечение жизнедеятельности сельского хозяйства, его конкурентоспособности на внутреннем и внешнем рынках, гарантирование продовольственной безопасности страны, сохранения села как носителя украинской идентичности, культуры и духовности. Одним из пунктов, который позволяет решить поставленные задачи является инновационное укрепление материально-технической базы, внедрение экологически безопасных, ресурсо- и энерго безопасных технологий.

В соответствии «Концепції наукового забезпечення установами УААН ...» [4] достичь поставленной цели возможно через внедрение высокопродуктивных технологий выращивания традиционных культур, которые дадут возможность снизить удельные энергозатраты, сэкономить технологические материалы, увеличить объемы использования генетического потенциала сортов и гибридов до 80%.

«Пріоритетні завдання аграрної науки України» [7] обозначают следующие пути достижения поставленного результата, а именно: разработка экологически и экономически ориентированных систем интегрированной защиты растений от вредных организмов; оздоровление семенного материала; разработка экологически безопасных, экономически выгодных интенсивных технологий выращивания сельскохозяйственных культур для получения высококачественной продукции.

Цель статьи. Путем анализа технико-технологических составляющих технологического процесса послеуборочной и предпосевной обработки зерновых, определить наиболее весомые и возможные, с точки зрения практического внедрения, пути повышения эффективности функционирования предприятий послеуборочной и предпосевной обработки зерновых.

Анализ источников. Экономическая деятельность практически любого предприятия, является результатом слаженной работы сложного организма, задача которого заключается не только в поддержании требуемых экономических показателей и состояния основных фондов, но и в обеспечении устойчивого развития. Именно в контексте данных позиций следует искать пути повышения функционирования предприятий послеуборочной и предпосевной обработки зерновых. Такой подход возможен только при комплексной автоматизации производственного процесса (рис. 1). В мировой практике специалисты по комплексной автоматизации производства выделяют пять уровней управления современным предприятием (рис. 1) [10].

На уровне **MES** – Manufacturing Execution Systems (системы исполнения производства) – задачи управления качеством продукции, планирования и контроля последовательности операций

технологического процесса, управления производственными и людскими ресурсами в рамках технологического процесса, технического обслуживания производственного оборудования.

На уровне **ERP** – Enterprise Resource Planning (планирования ресурсов предприятия) осуществляются расчет и анализ финансово-экономических показателей, решаются стратегические административные и логистические задачи. Последние два уровня относятся к задачам АСУП (автоматизированным системам управления предприятием) и техническим средствам, с помощью которых эти задачи реализуются.

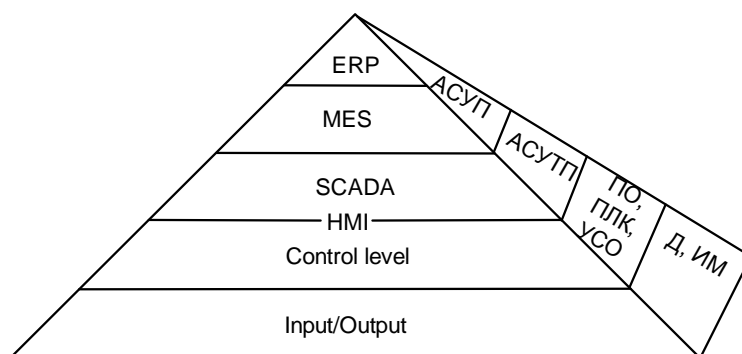


Рис. 1. Структура управления современным производством.

SCADA – Supervisory Control and Data Acquisition (система сбора данных и супервизорного (диспетчерского) управления) – это уровень тактического оперативного управления, на котором решаются задачи оптимизации, диагностики, адаптации и т.п.

Control-level – уровень непосредственного (локального) управления, который реализуется на таких ТСА как: ПО – панели (пульты) операторов, ПЛК – программируемые логические контроллеры, УСО – устройства связи с объектом.

HMI – Human-Machine Interface (человеко-машинная связь) – осуществляет визуализацию (отображение информации) хода технологического процесса.

Input/Output – Входы/Выходы объекта управления представляют собой датчики и исполнительные механизмы (Д/ИМ) конкретных технологических установок и рабочих машин.

В свою очередь, экономическая эффективность автоматизации на каждом из уровней (рис. 1) измеряется степенью уменьшения совокупного труда, затрачиваемого на производство единицы продукции. При автоматизации производственных процессов предприятий послеуборочной и предпосевной обработки зерна экономический эффект достигается за счет снижения эксплуатационных расходов на единицу продукции.

Для определения экономической эффективности от внедрения автоматизации необходимо [1]: собрать и обобщить исходных данных; выбрать базу сравнения; определить капитальные затраты, необходимые для приобретения и внедрения средств автоматики; определить годовые эксплуатационные издержки на содержание средств автоматики; исследовать влияния автоматизации на технико-экономические и социально-экономические показатели производственного процесса; выявить ожидаемый экономический эффект от внедрения.

В конечном итоге, экономическая эффективность автоматизации складывается из энергетического, трудового, структурного и технологического эффектов [1].

В результате технико-экономических, социально-экономических и качественных сравнений автоматизированного и неавтоматизированного способов производства определяют основные показатели эффективности автоматизации: капитальные затраты, эксплуатационные годовые издержки, рентабельность, срок окупаемости, приведенные затраты и др.

Капитальные затраты - одна из основных исходных величин при расчетах экономической эффективности автоматизации. Эти затраты складываются из стоимости средств K_c автоматики с учетом их доставки, монтажа и наладки; затрат на модернизацию K_m действующей техники и технологии, вызванную автоматизацией; стоимости строительства и реконструкции зданий K_z в связи с внедрением автоматизации; остаточной стоимости K_o основных средств, подлежащих ликвидации при внедрении автоматики, за вычетом стоимости K_p , полученной от реализации части ликвидируемых основных средств

$$K = K_c + K_m + K_z + K_o - K_p. \quad (1)$$

При исчислении капитальных затрат на автоматизацию следует учитывать лишь те дополнительные затраты на здания, оборудование и перестройку технологии, которые вызваны только внедрением средств автоматизации.

Годовые эксплуатационные издержки производства складываются в основном из амортизационных отчислений I_o отчислений I_T на текущий ремонт, затрат на зарплату I_z обслуживающего персонала, стоимости электроэнергии I_e , стоимости топлива и смазочных материалов I_c , куда обачно отнесаться и некоторые другие годовые расходы,

$$I = I_c + I_e + I_z + I_o + I_m. \quad (2)$$

Прибыль годовых эксплуатационных издержек

$$I = I_n - I_a + D, \quad (3)$$

где I_n - годовые издержки при неавтоматизированном способе производства; I_a то же, при автоматизированном способе производства; D - дополнительный доход за счет увеличения качества продукции, снижения потерь, дополнительных показателей и т. п.

При автоматизации сельскохозяйственного производства дополнительный доход D , не учтенный в ранее приведенных выражениях, часто имеет существенное значение. В ряде случаев, принимая во внимание этот доход, можно применять высоконадежные и дорогостоящие автоматизированные средства, получая при этом значительный экономический эффект, за счет дополнительной обработки зерновых, которая способствует повышению устойчивости к заболеваниям и вредителям, что приводит к повышению урожайности и качества зерна в целом.

Срок окупаемости капитальных затрат на автоматизацию при одинаковом годовом объеме производства

$$T = \frac{K_a - K_n}{I} \quad (4)$$

где K_a и K_n - капитальные затраты соответственно автоматизированного и неавтоматизированного производства ($K_n < K_a$); I - прибыль годовых эксплуатационных издержек.

В отдельных случаях необходимо учитывать социальные и экологические факторы, изменение которых вызвано использованием средств автоматизации [1]. Поскольку количественно оценить социально-экологические факторы не всегда удается, выбирают вариант автоматизации, который лучше удовлетворяет социальным стандартам и экологическим нормативам (например, улучшение условий труда, его престижности, снижение предельно допустимого уровня вредных веществ и воздействий и т. д.).

Из представленной пирамиды (рис. 1) и источников экономической эффективности автоматизации видно, что обеспечить эффективное функционирование предприятия возможно только на основе структурно, технологически и технически научно обоснованного технологического комплекса [1, 10]. С точки зрения норм и требований стандартов он должен удовлетворять агротехническим требованиям, требованиям безопасности строительных конструкций, работы технологических машин и персонала. С точки зрения технологического процесса должен обеспечивать требуемый перечень и качество технологических операций, гибкость маршрутов зернового материала и широкий диапазон настроек силового оборудования. На основе такого комплекса, возможно повысить эффективность функционирования предприятия послеуборочной и предпосевной обработки зерновых, а также обеспечить его устойчивое развитие.

Именно по этой причине поиск путей повышения эффективности функционирования должен находиться на пересечении функциональных множеств технологических комплексов послеуборочной и предпосевной обработки зерновых.

Основная часть. Производственный процесс, который выполняется предприятиями послеуборочной и предпосевной обработки зерновых, можно разделить на прием зерновых с длительным или краткосрочным хранением и обработки семенного материала (табл. 1) [9]. Из перечня технологических операций видно, что при усовершенствовании технологической схемы и обоснованного подбора технологического оборудования можно обеспечить снижение времени простоя оборудования.

Таблица 1 - Операции производственного процесса предприятий послеуборочной и предпосевной обработки зерновых

Произв-ый процесс Операции	Прием с длительным или краткосрочным хранением	Обработка семенного материала
Обязательные	Прием Очистка Сортировка по качеству Сушка Формирование партий Временное хранение Отпуск зерна	Прием Временное хранение Очистка Сортировка по качеству Сушка Временное хранение Отпуск
По требованию	Протравливание	Протравливание Стимулирование

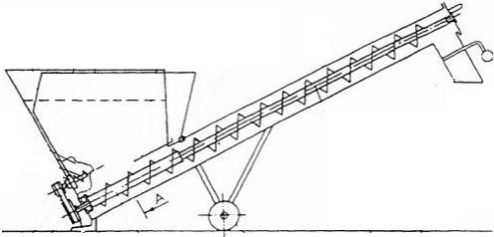
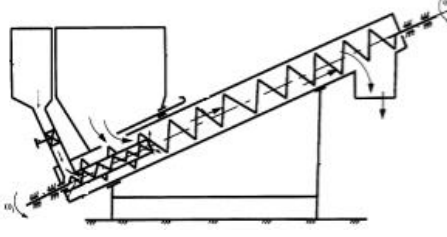
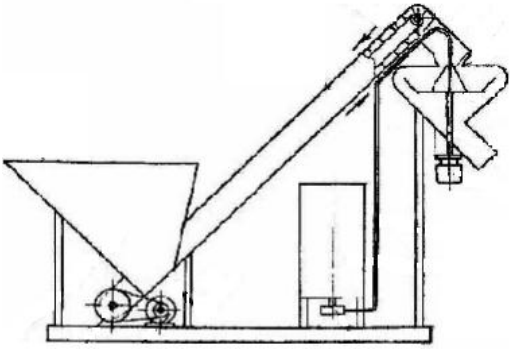
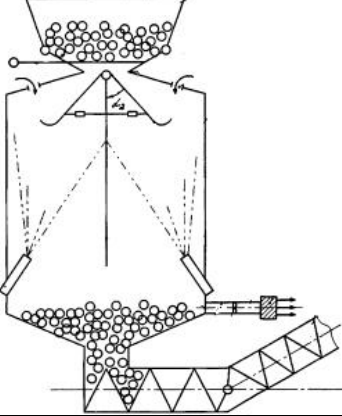
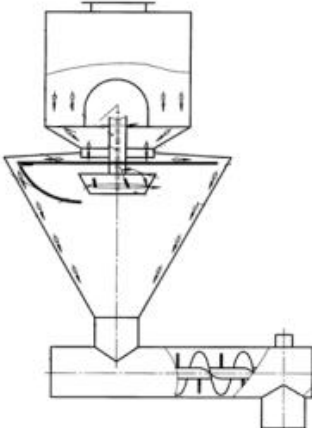
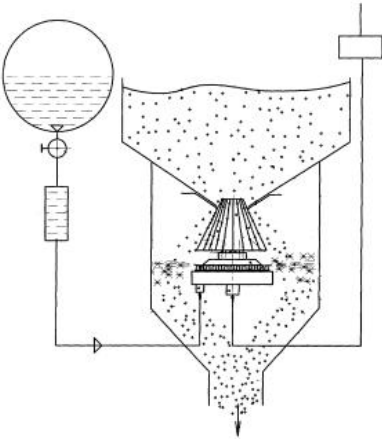
Совпадение технологических операций в процессах послеуборочной обработки зерна и обработки семенного материала (табл. 1), полностью соответствует современным тенденциям построения рассматриваемых технологических комплексов. В свою очередь, результаты научных исследований в направлениях химической и электромагнитной обработки семенного материала говорят о возможности и целесообразности внедрения в технологические схемы технологических комплексов, реализующих данные технологии [4]. Такой подход позволит повысить дополнительный доход за счет увеличения качества продукции, снижения потерь, дополнительных показателей (3), что приведет к снижению срока окупаемости капитальных затрат (4) на модернизацию технологической линии и комплексной автоматизации производственного процесса.

Обзор технических решений по конструкциям устройств протравливания (табл. 2) и стимулирования (табл. 3) [6, 8, 11], адаптированных для использования в поточных технологических линиях,

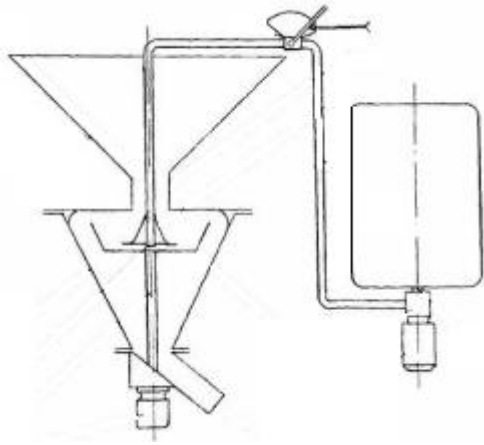
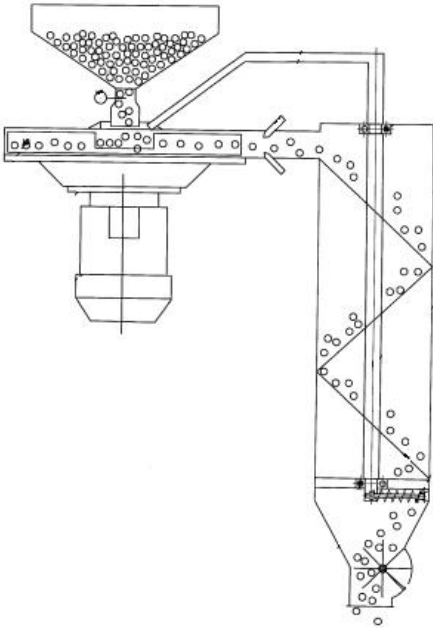
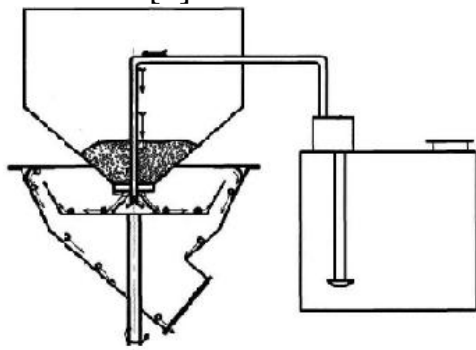
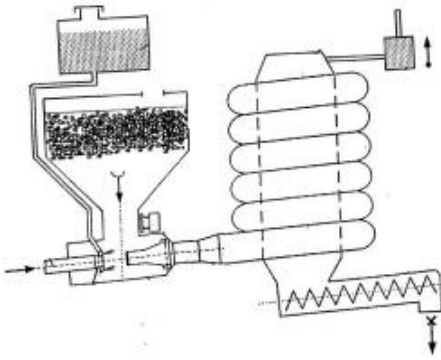
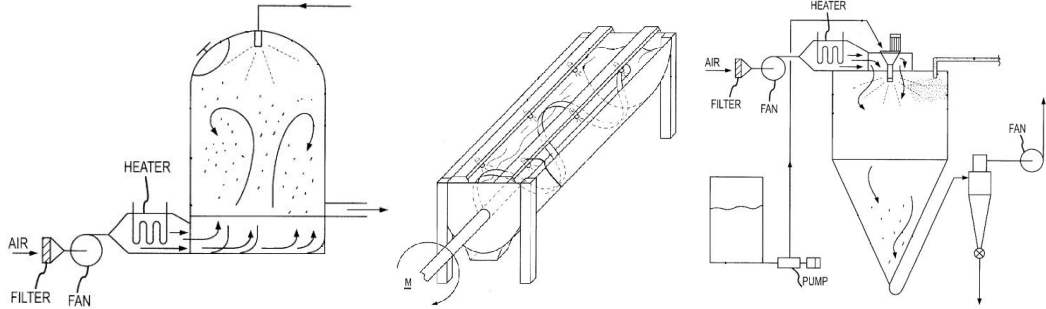
показал, что предлагаемые устройства имеют ряд технологических недостатков и позволяют реализовать только одну из технологий.

Выделим некоторые технологические недостатки рассмотренных устройств. Устройства 1-5 способствуют травмированию зерна шнековыми органами, что может привести к снижению посевных качеств посевного материала. Устройства 3-9 могут способствовать налипанию увлажненного обработанного зерна на стенках рабочих бункеров, что может привести к сводообразованию над выпускными отверстиями. Кроме того, данные устройства, в меньшей мере (по отношению к устройствам 1-3) также способствуют травмированию зерна.

Таблица 2 - Современные конструкции технологического оборудования протравливания зерновых

1	UA69352, UA76160 [8] 	2 RU 2266631 [6] 
3	UA 3697 [8] 	4 RU2316925 [6] 
5	RU 75269 [6] 	6 RU2373677 [6] 

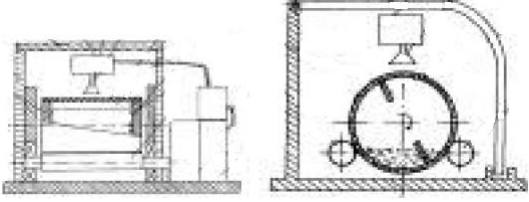
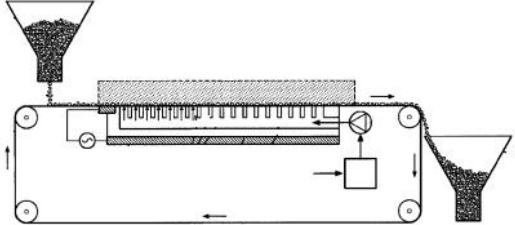
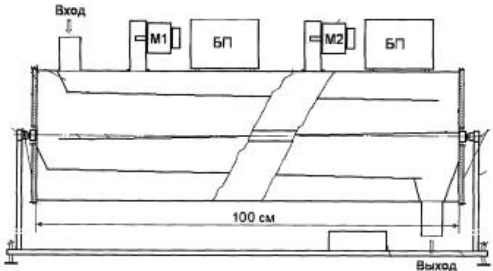
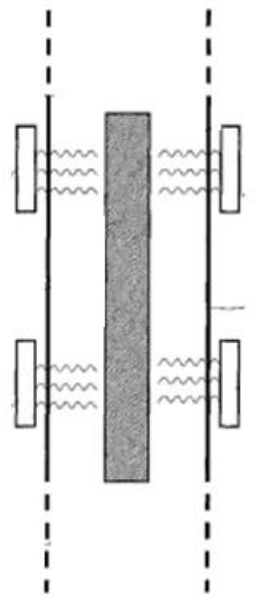
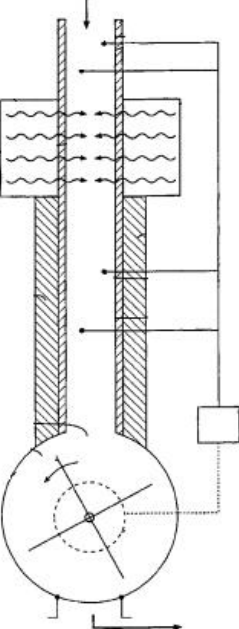
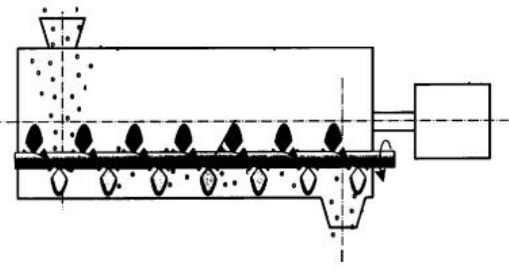
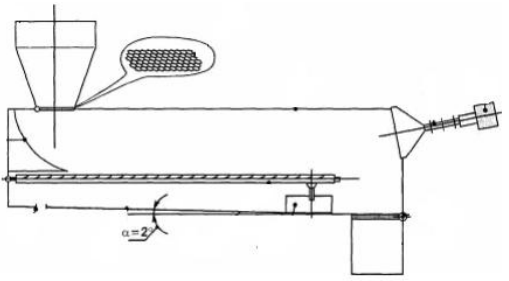
Продолжение таблицы 2

<p>7</p>	<p>UA45524 [8]</p> 	<p>8</p>	<p>RU11382 [6]</p> 
<p>9</p>	<p>UA58628 [8]</p> 	<p>10</p>	<p>UA65398 [8]</p> 
<p>11</p>  <p>US6682697B2 [11]</p> <p>Основные элементы: 1 – сопло подачи рабочего раствора; 2 – механизм выгрузки, перемещения или перемешивания; 3 – центробежный дозатор; 4 – входное отверстие; 5 – выходное отверстие; 6 – рабочий раствор.</p>			

Рассмотренные устройства, кроме №11 имеют необходимость в последующем досушивании обработанного зерна. Устройство №11

наиболее щадящее зерно и содержит модуль сушки, но имеет сложную конструкцию, что снижает возможность его внедрения в действующую технологическую схему производственного процесса.

Таблица 3. Конструкции устройств обеззараживания и стимулирования семенного материала зерновых

<p>1. RU2246814 [6]</p> 	<p>2. WO2012112042A1 [11]</p> 	
<p>3. RU2479954 [6]</p> 	<p>6. WO2009 116923A1 [11]</p> 	<p>7. WO2001 054519A1 [11]</p> 
<p>4. RU 2311002 [6]</p> 	<p>Основные элементы: 1 – источник СВЧ; 2 – механизм перемещения; 3 – механизм перемешивания; 4 – входное отверстие; 5 – выходное отверстие.</p>	
<p>5. UA32568 [8]</p> 		

Нами были рассмотрены устройства, которые позволяют реализовать требуемые режимы обработки СВЧ электромагнитными волнами в составе технологической линии предпосевной обработки. В целом, следует отметить, что при соблюдении научно обоснованных режимов обработки, устройства механически не повреждают

зерновой материал. Следует также отметить, что СВЧ обработка, ввиду природы своего воздействия, оказывает как обеззараживающее действие, так и тепловое. Анализ технических решений (табл. 2) говорит о сложностях реализации комбинированной электромагнитной и химической обработки. Устройство №1 работает в порционном режиме, что усложнит технологическую схему и систему управления ею. В устройствах 3-5, при увлажнении зерна, будут изменены параметры зернового потока, что, безусловно, повлияет на режим обработки и работу самого оборудования. Для внедрения в технологическую линию наиболее подходят устройства №2, №6 и №7, но сложная конструкция устройства №2, большая мощность магнетронов устройства №6 (обусловлена необходимостью обработки зерна в его свободном падении) и возможное повреждение зерна лопатками выгрузного механизма, не позволяют остановиться на выборе одного из устройств. Кроме того, в устройствах №6 и №7 возможно налипание обработанного зернового материала на стенках корпуса, что может привести к сводообразованию и изменению режимов обработки.

Комбинированная обработка зерна была рассмотрена в устройстве (рис. 2), которое по своей сути напоминает отдельный участок технологической линии [5].

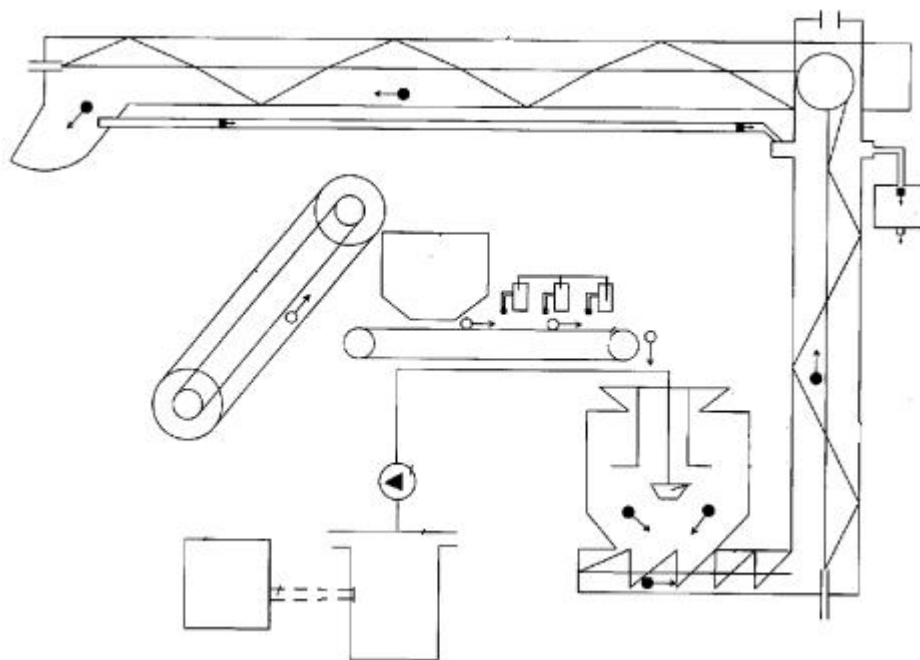


Рис. 2. Линия предпосевной обработки семенного материала

В данной линии можно предусмотреть реализацию только одного из способов обработки. Такой подход также не удовлетворяет требованиям к обработке семенного материала, т.к. большое

количество шнековых транспортеров приводят к увеличению степени травмированности зерна.

Выводы. В результате анализа изложенного материала следует отметить, что решение задачи повышения эффективности функционирования предприятий послеуборочной и предпосевной обработки зерновых возможен только на основе анализа технологических операций и внедрение современных методов протравливания и стимулирования. Учитывая агротехнические требования и экономическую эффективность предприятий послеуборочной и предпосевной обработки зерновых, обоснована задача синтеза обобщенного электротехнического комплекса протравливания и стимулирования семенного материала.

Изложенный материал говорит о целесообразности разработки такого электротехнологического комплекса, который обеспечит безопасность труда персонала, реализацию научно обоснованных режимов обработки в потоке и надежность протекания технологического процесса. Для решения поставленной задачи планируется использовать различные интерпретации методов перебора.

Литература

1. *Бородин И.Ф.* Автоматизация технологических процессов / И.Ф. Бородин, Ю.А. Судник – М.: КолосС, 2004. – 344 с.
2. Державна служба статистики [Електронний ресурс] / Офіційний веб-сайт – Режим доступу: www.ukrstat.gov.ua
3. Державна цільова програма розвитку українського села на період до 2015 року [Текст] / Міністерство аграрної політики та продовольства України [затверджено 19.09.2007 постановою КМУ №1158], 2007. – 196с.
4. Концепція наукового забезпечення установами УААН розвитку галузей агропромислового комплексу України в 2011-2015 роках [Текст] / Економіка АПК [затверджено загальними зборами УААН 17.12.2009], 2010. – С. 3-14 с.
5. Пат. RU73150 Российская Федерация, МПК⁷ А01С1/06. Инкрустатор предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур / Касьянов Г.И., Назарько М.Д., Смирнова Н.С.; заявитель и патентообладатель ГОУВПО Кубанский государственный технологический университет. - № 2008105048/22 ; заявл. 11.02.2008; опубл. 20.05.2008.
6. Поиск полезных моделей, зарегистрированных в РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: poleznauyamodel.ru
7. Пріоритетні завдання аграрної науки України[Електронний ресурс] / [Зубець М.В., Ситник В.П., Безуглий М.Д. та ін.]. – К.: ННЦ

"Інститут аграрної економіки", 2008. – 32с. – Режим доступу: http://www.agroin.org/programi/prioritet_2008.pdf.

8. Спеціалізована база даних «Винаходи (корисні моделі) України» [Електронний ресурс] / Український інститут промислової власності – Режим доступу: base.ukrpatent.org/searchINV

9. Технологическое оборудование предприятий отрасли (зерноперерабатывающие предприятия): учебник / Л.А. Глебов, А.Б. Демский, В.Ф. Веденьев и др.; 1 и 3 части под ред. Л.А. Глебова, 2 часть под ред. А.Б. Деского. – М.: ДеЛи принт, 2006. – 816 с.

10. Яковис Л.М. Многоуровневое управление производством (состояние, проблемы, перспективы) [Электронный ресурс] / Л.М. Яковис. – Режим доступа: avtprom.ru

11. FPO. IP research & communities [Электронный ресурс] – Режим доступа: www.freepatentsonline.com/

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПІДПРИЄМСТВ ПІСЛЯЖНИВНОЇ І ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ ЗЕРНОВИХ

В. Т. Діордієв, Г. В. Новіков

Анотація - у статті виконаний аналіз функціонування підприємств післяжнивної і передпосівної обробки зернових. Проаналізовані основні джерела і показники техніко-економічної ефективності автоматизації технологічного процесу. Обґрунтовані шляхи підвищення ефективності функціонування. Акцентована увага на синтезі узагальненого електротехнічного комплексу протравлення і стимулювання насінного матеріалу.

IMPROVING THE EFFECTIVENESS THE FUNCTIONING OF ENTERPRISES PRIMARY PROCESSING AND TREATMENT BEFORE SEEDING OF GRAIN

V. Diordiev, G. Novikov

Summary

This article gives an analysis of the operation of enterprises of primary and pre-processing of grain. Analyzes the main sources of indicators and technical and economic efficiency process automation. Grounded ways to improve functioning. The attention is focused on the synthesis of complex technical etching and stimulate seed.

УДК 664.532.135

РОЗРОБКА РЕЦЕПТУРНОГО СКЛАДУ ПЛОДОВО-ЯГІДНИХ НАЧИНОК

Юрченко С.Л., к.т.н.,

Колеснікова М.Б., к.т.н.

Харківський державний університет харчування та торгівлі

Тел. (057)349-45-55

Анотація – дану роботу присвячено дослідженню властивостей модифікованого кукурудзяного крохмалю та можливості його використання у складі плодово-ягідних начинок.

Ключові слова – модифікований крохмаль, плодово-ягідні начинки, в'язкість, концентрація, гуарова камедь.

Постановка проблеми. У загальному обсязі продуктів харчування значну питому вагу займає продукція, до складу якої входять плодово-ягідні начинки, використання яких дозволяє формувати асортимент, індивідуалізувати органолептичні показники, регулювати харчову та біологічну цінність, а також отримувати вироби з новими споживчими властивостями.

Проведений аналіз літературних досліджень свідчить, що український ринок начинок представлений досить вузьким асортиментом, який характеризується достатньо нестабільними фізико-хімічними та структурно-механічними показниками. Тому розробка рецептурного складу плодово-ягідних начинок зі стабільними показниками якості є актуальним завданням.

Аналіз останніх досліджень. На даний час консервна промисловість України пропонує в якості фруктових начинок повидло, джеми, варення, які виготовлені за традиційними технологіями на основі плодово-ягідної сировини і цукру. Асортимент даних видів виробів досить вузький. Слід також зазначити, що існуючі начинки характеризуються незадовільними функціонально-технологічними властивостями, що обмежує їх застосування [1, 2].

Разом з тим за кордоном користуються популярністю плодово-ягідні та фруктові маси, що об'єднані під загальною назвою «термостабільні фруктові начинки», які на українському ринку представлені тільки іноземними виробниками. Так, російська компанія «Гамми» пропонує конфітюри «Прем'єра», які випущені в якості альтернативи дорогим бельгійським конфітюрам і є практично повними їх аналогами. Слід зазначити, що запропоновані конфітюри

дещо дорожче вже існуючих, але за органолептичними показниками вони значно перевершують конфітюри з гомогенною консистенцією.

З метою контролю функціональних властивостей начинок виробники пропонують використовувати гідроколоїди – пектини, камеді, каррагінани та ін [3, 4]. Однак механізми їх дії доволі складні, що зумовлює актуальність експериментальних досліджень у цьому напрямку.

Мета та завдання статті полягають у визначенні доцільності використання модифікованого крохмалю Termflo фірми «National Starch» у рецептурному складі плодово-ягідних начинок та встановленні впливу різних технологічних факторів, що визначають їх текстуру.

Основна частина. Важливим моментом при розробці рецептурного складу та технологічного процесу виробництва плодово-ягідних начинок є вивчення властивостей речовин, які забезпечують текстуру начинки. Відомо, що одним з ефективних загусників харчових систем є нативний крохмаль та його похідні.

З метою визначення можливості використання крохмалю у технології начинок нами було досліджено показники в'язкості модифікованих кукурудзяних крохмальних клейстерів залежно від концентрації (рис. 1), а також їх поведінку в процесі темперування ($t = 180\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\tau = 10\text{ хв.}$) і заморожування-розморожування ($t = -18\text{ }^{\circ}\text{C}$). Дані досліджень є основоположними, оскільки начинки повинні характеризуватися не тільки певною в'язкістю, але і мати стабільні характеристики за високих і низьких температур.

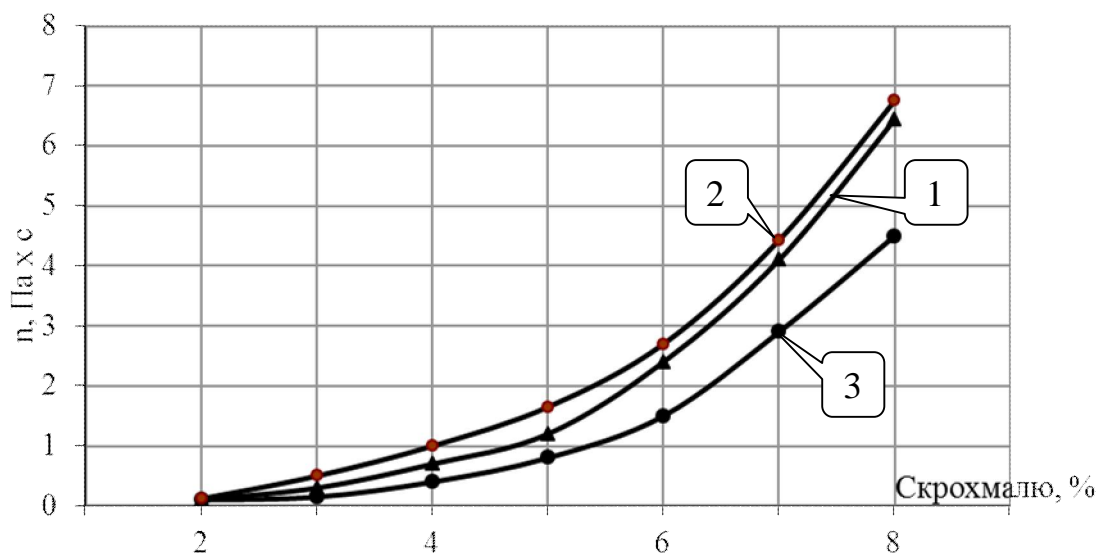


Рис. 1. Залежність в'язкості клейстерів від концентрації модифікованого крохмалю, %: 1 – свіжоприготований; 2 – після темперування, 3 – після заморожування-розморожування.

З результатів експерименту видно (рис. 1), що зі збільшенням концентрації крохмалю показники в'язкості збільшуються з 0,18 до

6,34 Па х с, тобто в'язкість зростає в 35 разів. На підставі отриманих даних можна підібрати необхідну концентрацію модифікованого крохмалю у залежності від подальшого його використання, наприклад, для солодких соусів – 3...4%, начинки в якості наповнювача – 5...6 %, мас для оформлення поверхні – 6...8%.

Крива 2 показує зміну в'язкості клейстерів після темперування. Отримані результати свідчать, що після темперування в'язкість незначно підвищується. Крива 3 показує зміну в'язкості після заморожування-розморожування протягом 24 годин за температури $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Видно, що в'язкість розморожених крохмальних систем знизилася порівняно зі свіжоприготовленими зразками і для крохмального клейстеру з 8% вона склала 4,5 Па х с у порівнянні з 6,34 Па х с.

Відомо, що в технології плодово-ягідних начинок цукор і лимонна кислота є обов'язковими рецептурними компонентами, тому необхідно дослідити їх вплив на в'язкість крохмальних клейстерів (рис. 2, 3).

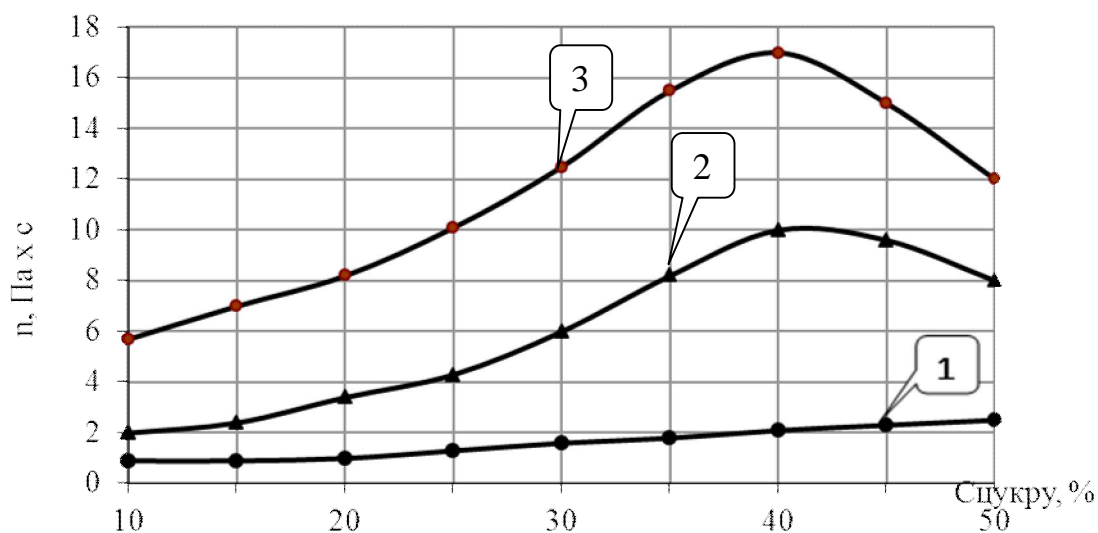


Рис. 2. Залежність в'язкості клейстерів від концентрації цукру з вмістом модифікованого крохмалю, %: 1 – 4; 2 – 6; 3 – 8.

Відповідно до рис. 2 видно, що зі збільшенням концентрації цукру в системі до 40% в'язкість збільшується: для 4 % – у 1,5 рази, для 6 % – у 2 рази, для 8 % – більше ніж у 4 рази. Це імовірно пов'язано з тим, що цукор в системі виступає дегідрататором, зв'язуючи частину води і, тим самим, сприяє підвищенню в'язкості.

Слід зазначити, що, починаючи з концентрації цукру 40%, практично у всіх крохмальних системах в'язкість падає: для 2 % – у 1,1 рази, для 4 % – у 2,8 рази, для 6 % – у 1,7 рази, для 8 % – у 4,4 рази. Тому в подальших дослідженнях з модифікованим крохмалем ми зупинилися на концентрації цукру в системі до 40%.

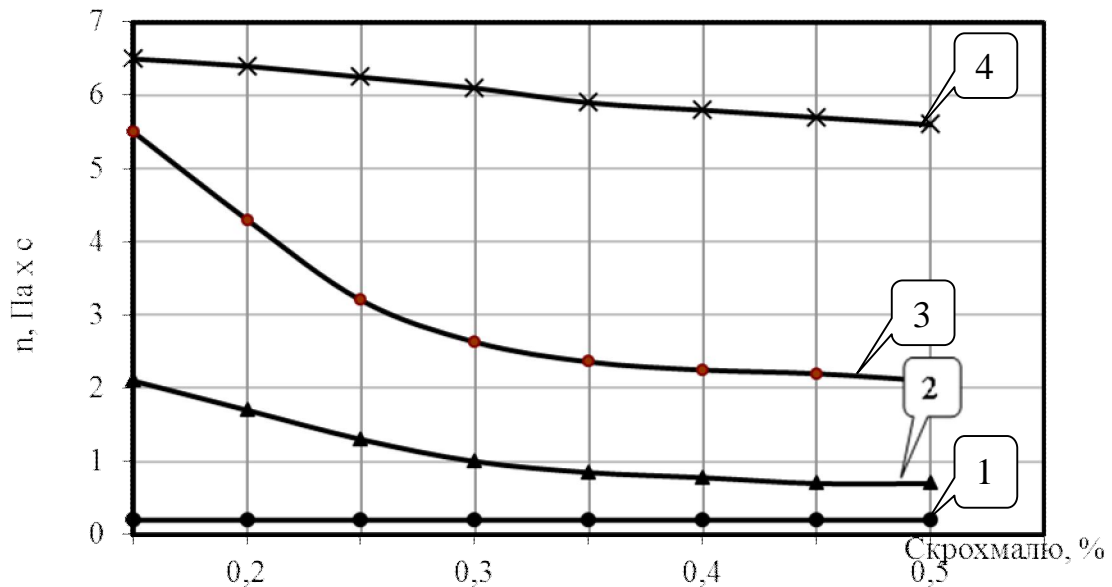


Рис. 3. Залежність в'язкості клейстерів від концентрації лимонної кислоти з вмістом модифікованого крохмалю, %: 1 – 4; 2 – 6; 3 – 8.

Відповідно до рис. 3 видно, що зі збільшенням концентрації кислоти показники в'язкості зменшуються. Це пов'язано з деструкцією набряклих крохмальних зерен та крохмальних полісахаридів. Так як процес клейстеризації нетривалий (до температури 60°C), то зміни незначні. Так, для 2 % клейстеру в'язкість зменшилася приблизно в 1,5 рази, для 4 % – приблизно в 3 рази, для 6 % – у 2,5 рази, а для 8% – у 1,2 рази.

З метою отримання необхідних текстурних характеристик плодово-ягідних начинок, які б характеризувалися стабільністю в області як високих, так і низьких температур, нами була досліджена можливість використання гуарової камеді спільно з модифікованим крохмалем. Результати досліджень з вивчення в'язкості модельних систем, що приготовані на основі модифікованого крохмалю і гуарової камеді, наведено на рис. 4.

З рис. 4 видно, що введення у систему гуарової камеді дозволяє досягти необхідного результату – модельна система характеризується стабільною текстурою і консистенцією у широкому діапазоні температур від -18°C до 180°C . Таким чином, на основі експериментальних даних можна спрогнозувати раціональні концентрації рецептурних компонентів плодово-ягідних начинок, які надалі будуть прийняті до уваги при розробці рецептур.

Проведені дослідження довели, що використання у якості структуроутворювачів модифікованого кукурудзяного крохмалю і гуарової камеді в рецептурному складі начинок є доречним, що забезпечує високі показники якості продукції, а також їх стабільність.

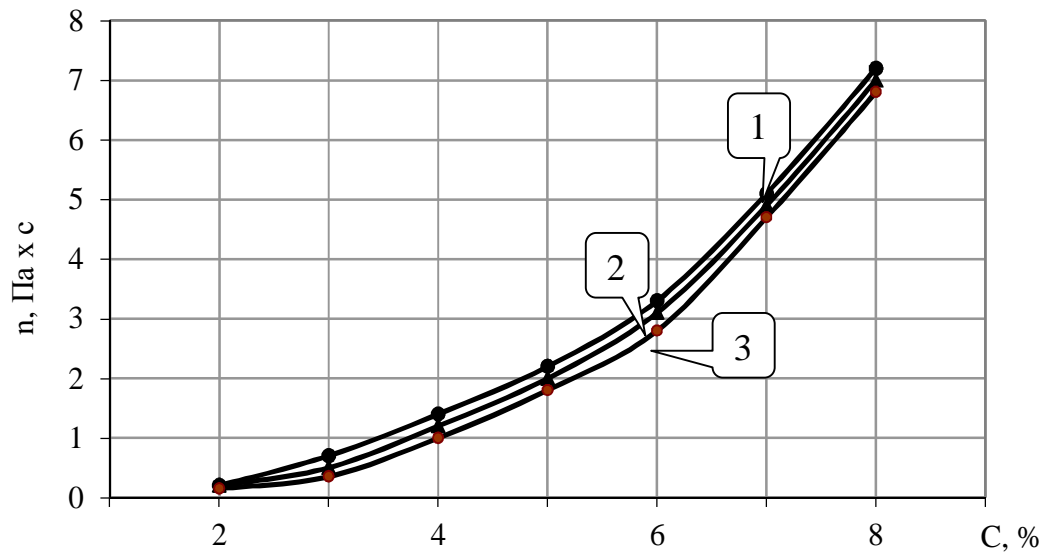


Рис. 4. Залежність в'язкості модельних систем «крохмаль – гуарова камедь (0,3%) від концентрації модифікованого крохмалю, %: 1 – свіжоприготований; 2 – після теперування, 3 – після заморожування-розморожування.

Результати досліджень покладено до основи розробки рецептур плодово-ягідних начинок, які представлено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Рецептурний склад плодово-ягідних начинок

Найменування сировини	Кількість сировини на 1000 г готового продукту, г		
	Вишневий аромат	Літний мікс	Екзотик
Вишні (без кісточок)	200	-	-
Абрикоси	-	150	50
Персик	-	50	-
Ананас консервований	-	-	50
Ківі	-	-	50
Апельсини	-	-	50
Цукор білий	300	300	300
Кислота лимонна	3	2	2
Крохмаль Termflo	80	80	80
Гуарова камедь	3	3	3
Сорбат калію	1	1	1
Бензоат натрію	1	1	1
Вода	412	413	413
Вихід	1000	1000	1000

На підставі проведених досліджень були розглянуті параметри технологічної обробки сировини під час технологічного процесу

виробництва плодово-ягідних начинок. Враховуючи отримані дані, розроблено схему технологічного процесу виробництва плодово-ягідних начинок з використанням гідроколоїдів.

Висновки. Встановлено показники в'язкості модифікованих кукурудзяних крохмальних клейстерів залежно від концентрації, що використовується, їх поведінку в процесі темперування і заморожування-розморожування, а також під впливом рецептурних компонентів (цукор, лимонна кислота). Доведено доцільність використання гуарової камеді спільно з модифікованим крохмалем, що дозволяє досягти стабільної текстури плодово-ягідних начинок. Запропоновано рецептурний склад начинок з використанням гідроколоїдів. Подальші перспективи даного напрямку полягають у дослідженні фізико-хімічних та структурно-механічних властивостей розроблених начинок.

Література:

1. *Осипов А.А.* Фруктовые начинки для кондитерской промышленности [Текст] / А.А. Осипов // Кондитерское производство. – 2007. – №3. – С. 18.

2. *Дубцов Г.Г.* Ассортимент та якість кулінарної і кондитерської продукції [Текст] / Г.Г.Дубцов, М.Ю.Сіданова, Л.С.Кузнєцова. – М.: Видавництво «Майстерність», 2002. – 240 с.

3. Лакомый кусочек: ассортимент высокотехнологичных начинок [Текст] // Продукты & Прибыль. – 2006. – №8(44), август 2006. – С. 20-22.

4. *Сарафанова Л.А.* Застосування харчових добавок. Технічні рекомендації [Текст]. / Л.А. Сарафанова. – Спб.: ГИОРД, 1999. – 80 с.

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРНОГО СОСТАВА ПЛОДОВО-ЯГОДНЫХ НАЧИНОК

Юрченко С.Л., Колесникова М.Б.

Аннотация – данная работа посвящена исследованию свойств модифицированного кукурузного крахмала и возможности его использования в составе плодово-ягодных начинок.

CREATIVE PRESCRIPTION COMPOSITION OF FRUIT AND BERRY FILLINGS

S.L.Iyrchenko, M.B.Kolesnikova

Summary

This work is devoted to properties of modified corn starch and abilities its using in composition fruit and berry fillings.

УДК 664.8.038.7

ЗМІНА ВМІСТУ АСКОРБІНОВОЇ КИСЛОТИ В ПЛОДАХ ГРУШІ ПРИ ТРИВАЛОМУ ЗБЕРІГАННІ З ВИКОРИСТАННЯМ АНТИОКСИДАНТІВ

Сердюк М.Є., к.с.-г.н.,

Гапріндашвілі Н.А., к.с.-г.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (0619) 44-81-03

Анотація - досліджено вплив післязбиральної обробки антиоксидантними композиціями природного походження на динаміку аскорбінової кислоти при зберіганні плодів груші. Встановлено, що обробка дослідними антиоксидантними композиціями сприяє її депонуванню.

Ключові слова - аскорбінова кислота, антиоксиданти, збереженість, плоди груші.

Постановка проблеми. Одним з важливих показників біологічної цінності продуктів є вміст вітамінів. Недостатнє надходження до організму людини вітамінів, мікроелементів – учасників і біологічних каталізаторів багатьох хімічних реакцій, що протікають у живих клітинах, має негативну дію на її здоров'я і розвиток. Плоди є основним джерелом вітаміну С, який не синтезується організмом людини.

Рівень накопичення вітаміну С в плодах залежить від особливостей сорту, місця вирощування та метеорологічних умов року [1, 2].

Відомо, що вітамін С є найбільш нестійким серед усіх відомих вітамінів. В процесі зберігання в плодах відбувається руйнування аскорбінової кислоти. Причому, чим нижча здатність плодів до зберігання, тим швидше знижується кількість вітаміну С в них [2].

Деякі речовини захищають аскорбінову кислоту від окислення. До таких речовин відносяться і антиоксидантні речовини.

Перспективність обробки антиоксидантними композиціями з метою збереження біологічної цінності плодів при зберіганні визнана вченими всього світу. А з 1994 року такі дослідження виконуються і в Таврійському державному агротехнологічному університеті. В попередніх дослідженнях авторами були розроблені комплексні

препарати, які містять синтетичні антиоксиданти і сприяють збереженню вітаміну С [3, 4, 5].

В існуючих умовах, коли погіршилась екологія і людський організм піддається дії різноманітних негативних факторів зовнішнього середовища, виникає необхідність в пошуку нових антиоксидантних препаратів природного походження, які б дозволили максимально зберегти вітамінність плодів груші.

Постановка завдання. З погляду на це, метою наших досліджень було вивчення впливу природних комплексних антиоксидантних композицій на збереженість вітаміну С в плодах груші під час тривалого зберігання.

Основна частина. Дослідження проводилися у Таврійському державному агротехнологічному університеті, та на виробничій базі Інституту зрошуваного садівництва ім. М.Ф. Сидоренка УААН (м. Мелітополь).

Плоди груші сорту Деканка зимова були закладені на зберігання в знімальному ступені стиглості. Визначення календарної дати знімання проводилося за стандартними методиками. Перед закладанням на зберігання була проведена інспекція, сортування й калібрування плодів згідно з вимогами ГСТУ [6]. На зберігання закладалися плоди першого товарного сорту. Після цього плоди груші транспортували у плодосховище-холодильник на відстань 2 км згідно із ДСТУ ISO [7].

Обробка плодів проводилася шляхом занурення їх у свіжоприготовлені робочі розчини антиоксидантних композицій, відразу після надходження у сховище. Варіанти обробки: 1) контроль – плоди без обробки (К(БО)); 2) контроль – плоди оброблені водою (К(В)); 3) гліцерин – 1%, екстракт з виноградної кісточки – решта (ВКГ); 4) лецитин – 4%, екстракт з виноградної кісточки – решта (ВКЛ); 5) аскорбінова кислота – 0,5%, рутин – 0,5%, гліцерин – 1%, вода – решта (АКРГ); 6) аскорбінова кислота – 0,5%, рутин – 0,5%, лецитин – 4%, вода – решта (АКРЛ).

Після обробки плоди висувували активним вентиляванням і укладали в заздалегідь промарковані ящики №53 згідно з ГОСТ [8]. Температура зберігання $0\pm 2^{\circ}\text{C}$, відносна вологість повітря 95%. Ревізували плоди 5 разів.

Результати наших досліджень підтверджують висновки багатьох авторів [1, 2], що умови формування плодів мають вагомий вплив на накопичення плодами груші вітаміну С. Статистичною обробкою даних встановлено тісний позитивний зв'язок між вмістом вітаміну С та ГТК (гідротермічний коефіцієнт) і кількістю опадів (КО) з коефіцієнтами кореляції відповідно $r = 0,96\pm 0,03$ і $r = 0,82\pm 0,12$ відповідно, та тісний негативний зв'язок між вмістом вітаміну С і

сумою активних температур ($\sum_{акт.}$) з коефіцієнтом кореляції $r = -0,99 \pm 0,01$. На рис. 1 представлена кореляційна плеяда залежності вмісту вітаміну С від стресових погодних факторів.

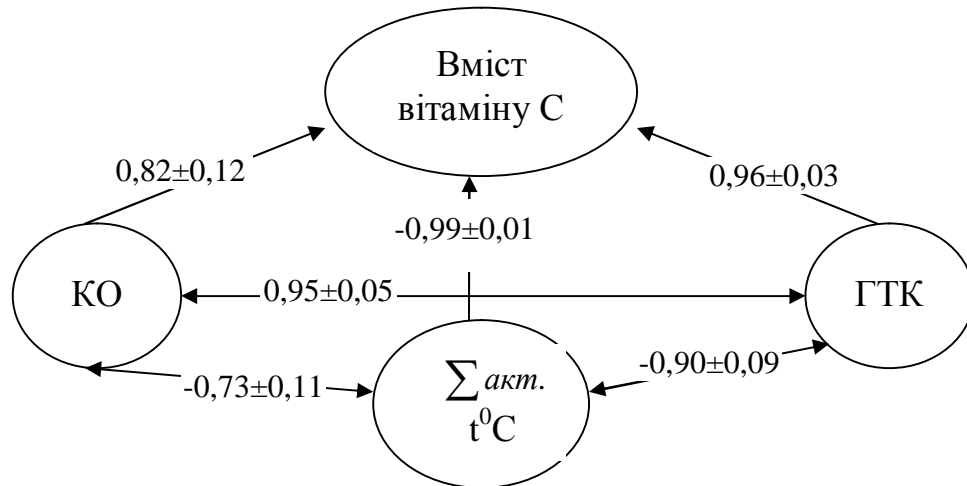


Рис. 1. Кореляційна плеяда залежності вмісту вітаміну С в плодах груші сорту Деканка зимова від погодних факторів.

Для даних стресових факторів, були проведені множинний кореляційний та регресійний аналізи, та за їх результатами отримане таке рівняння залежності вмісту аскорбінової кислоти при знімальній стиглості плодів від погодних чинників (з вірогідністю 95%):

$$Y = 23,5008 - 0,0044X_1 + 0,0326 X_2 - 11,1880 X_3,$$

де Y – вміст аскорбінової кислоти при знімальній стиглості плодів груші;

X_1 – сума активних температур;

X_2 – кількість опадів;

X_3 – гідротехнічний коефіцієнт (ГТК).

При цьому, коефіцієнт множинної кореляції $R = 0,996$, коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,992$, скорегований коефіцієнт детермінації – $0,968$, критерій $F(3,1) = 41,94$, рівень значимості – $0,1129$, при стандартній помилці оцінки – $0,033$.

Незважаючи на те, що наведене вище рівняння в цілому є статистично значущим, але частина коефіцієнтів рівняння залишаються незначущими ($t_{розр.} < t_{табл.}$). Це означає, що описана залежність рівня накопичення вітаміну С від стресових погодних факторів може служити основою для прийняття деяких управлінських рішень, але отримане рівняння регресії не можна використовувати для

прогнозування. Рівняння зв'язку визнається моделлю і може бути використано з метою прогнозування, якщо статистично значимі і параметри і рівняння в цілому. Тому нами був поведений обґрунтований відбір факторів для включення у рівняння. При цьому, були виявлені та виключені з рівняння фактори, які у незначній мірі впливають на результат, а також колінеарні фактори. Після проведених перетворень, ми отримали наступне рівняння для прогнозування вітамінності плодів груші:

$$Y = 7,3268 + 0,001723 X_2.$$

При цьому, коефіцієнт множинної кореляції $R = 0,92$, коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,85$, скорегований коефіцієнт детермінації – $0,80$, критерій $F(3,1) = 16,93$, рівень значимості – $0,026$, при стандартній помилці оцінки – $0,083$.

Отже, основним стресовим погодним фактором, що має найбільш істотний вплив на рівень накопичення аскорбінової кислоти в плодах груші сорту Деканка зимова є сумарна кількість опадів.

Графічне зображення динаміки аскорбінової кислоти при зберіганні плодів груші констатує зниження її вмісту, яке починається відразу після закладання продукції на зберігання (рис. 2).

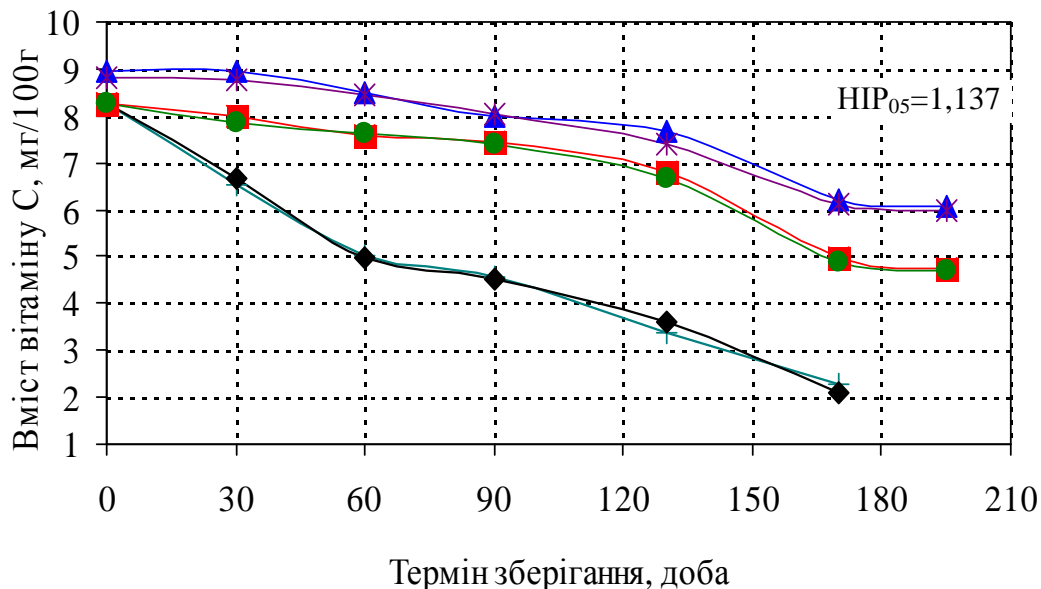
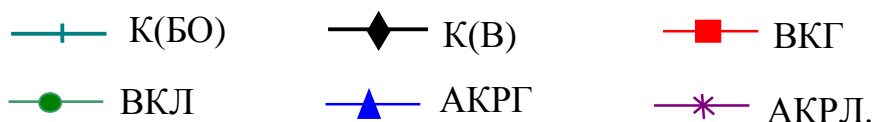


Рис. 2. Зміна вмісту вітаміну С в плодах груші сорту Деканка зимова, оброблених антиоксидантними композиціями, мг/100г:



Обробка плодів комплексними композиціями антиоксидантів дозволяє уповільнити руйнування даного компоненту хімічного складу. Наприкінці зберігання вміст вітаміну С у плодах груші варіантів з обробкою композиціями ВКГ, ВКЛ був в 1,65 разів вищий за контрольні варіанти.

Післязбиральна обробка антиоксидантними композиціями, до складу яких входить аскорбінова кислота (АКРЛ і АКРГ) підвищує вміст вітаміну С в плодах груші за рахунок екзогенного внесення.

Крім того, рутин, який вважається синергістом аскорбінової кислоти, перешкоджає її окисленню, забезпечує депонування цього вітаміну протягом всього процесу зберігання. Наприкінці зберігання збереженість вітаміну С в цих варіантах становила 75%, в той час, як в контрольних варіантах всього 25%.

Висновок. Таким чином, застосування комплексних антиоксидантних композицій аскорбінова кислота – рутин – гліцерин (АКРГ) та аскорбінова кислота – рутин – лецитин (АКРЛ) для післязбиральної обробки плодів груші сорту Деканка зимова в 3 рази знижує темпи руйнування вітаміну С під час зберігання.

Література:

1. *Деревянчук А. М.* Влияние погодных условий года на формирование урожая и химический состав в период хранения яблок / А.М. Деревянчук // Вест. с.-х. науки. – 1975. -№8.- С. 75-78.

2. *Гудковский В.А.* Факторы сада, влияющие на качество и лежкость плодов / В.А. Гудковский, Л.В. Кожина // Труды ученых Мичуринского госуд. аграрн. ун-та. Сб. научн. трудов. – 2005. – С. 114-121.

3. *Ковтун М.Е.* Влияние послеуборочной обработки плодов груши антиоксидантами на продолжительность хранения / М.Е. Ковтун // Сб. трудов ТГАТА – Мелітополь, 1996. – С. 68-69.

4. *Присс О. П.* Обоснование использования новых антиоксидантных препаратов для длительного хранения плодов яблони: дис... канд. с.-х наук: 05.18.03 / О. П. Присс. – Ялта, 2000. – 135 с.

5. *Безменнікова В.М.* Обґрунтування використання нових антиоксидантних препаратів для зберігання плодів абрикоса: дис...канд. с.-г. наук: 06.01.15 / В.М. Безменнікова – Мелітополь, 2010. -153 с.

6. Груші свіжі середніх та пізніх термінів досягання. Технічні умови: ГСТУ 01.1 – 37 – 162 : 2004. – [Чинний від 2004-12-29].– К.: Укragenстандартсертифікація, 2005. – 10с.

7. Фрукти й овочі. Фізичні умови зберігання на холоді. Визначання та вимірювання: ДСТУ ISO 2169 – 2003. – [Чинний від 2004-07-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2004. – 6с.

8. Фрукти та овочі. Настанова щодо фасування: ДСТУ ISO 7558:2005. – [Чинний від 2008-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2008. – 6с.

ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ В ПЛОДАХ ГРУШИ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ХРАНЕНИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АНТИОКСИДАНТОВ

Сердюк М.Е, Гаприндашвили Н.А.

Аннотация - исследовалось влияние послеуборочной обработки антиоксидантными композициями природного происхождения на содержание аскорбиновой кислоты в плодах груши при хранении. Определено, что обработка исследуемыми антиоксидантными композициями влияет на ее содержание.

CHANGE OF MAINTENANCE OF ASCORBIC ACID IN THE GARDEN-STUFFS OF PEAR AT THE PROTRACTED STORAGE WITH THE USE OF ANTIOXIDANTS

M.E.Serduk, N.A.Gaprindashvili

Summary

Influence after harvesting time treatment was investigated antioxidants compositions of natural origin on maintenance of ascorbic acid in the garden-stuffs of pear at storage. It is certain that treatment the investigated antioxidants compositions influences on her maintenance.

УДК.664.64.014.

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК МІСИЛЬНИХ ОРГАНІВ ТІСТОМІСИЛЬНИХ МАШИН

Хассай Д.В., к.т.н.,

Янаков В.П., к.т.н.,

Голованов М.В., ст.викладач

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел/факс (06192) 421-306

Анотація — стаття присвячена аналізу технічних характеристик місильних органів тістомісильних машин. Широкий спектр, місильних органів, що застосовуються, вимагає визначення недоліків процесу замісу тіста. Ефективність здійснення, потенціал та перспективи вдосконалення процесів перемішування залежать саме від поєднання даних напрямів, про що підтверджують розробки перспективних тістомісильних машин.

Ключові слова — процес, місильний органі, тістомісильна машина, перемішування, ефективність, якість.

Формулювання мети статті (постановка завдання). Метою даної статті є визначення універсальності перемішування, що вона є найбільш оперативним способом управління динамічним станом тіста при реалізації різноманітних технологічних завдань у хлібопекарних, кондитерських та макаронних технологіях. Між властивостями процесів перемішування можна помітити перспективу вкладати значні потоки енергії тісту через місильний орган; резерв впливу на вагомій об'ємі продукції і на локалізованій її області; важливе зростання та інтенсивне оновлення поверхонь взаємодіяння технологічної сировини, зниження оперативної щільності сировини й тіста та зміну реологічних і структурно-механічних властивостей їх для хлібопекарних, кондитерських та макаронних технологій [1].

Постановка проблеми. Зниження сил внутрішнього тертя та ефективною в'язкості тіста під час процесу перемішування зумовлює доцільність реалізувати дані процеси гомогенізації й супроводні з одночасним його перемішуванням у всьому об'ємі робочої ємності. В результаті просторового руху місильних органів тістомісильної машини відзначають нерозв'язні траєкторії руху частинок тіста внаслідок відмінного характеру принципів впливу рівноваги на структурні елементи робочої ємності, причому сучасні тістомісильні

машини передбачають перспективу спрямованого регулювання вимірів руху у всебічних межах [1].

Аналіз останніх досягнень. Визначальними недоліками процесу замісу тіста являються динамічні навантаження на опорні вузли, недовершена система зрівноваження інерційних сил, високі енерговитрати в приводних механізмах тістомісильних машин. Наукова робота ґрунтується на фундаментальних працях, теоретичних та експериментальних досліджуваннях, цілеспрямованих на розвиток двох перспективних та актуальних напрямів: реалізації механічних процесів хлібопекарного, кондитерського та макаронного виробництв та використання перемішувачих ефектів як засобу автоматизації технологічної операції замісу тіста. Ефективність здійснення, потенціал та перспективи вдосконалення означених процесів залежить саме від поєднання даних напрямів, про що підтверджують роботи видатних вчених та конструкторів тістомісильних машин.

Простежимо їх виконання:

Костюк І.В. проводив дослідження по розробці процесів гідролізу та хроматографічне розділення й здійснення фронтальним способом в іонообмінних колонах, заповнених катіонообмінними смолами. Отримані ним дані для перевірки гіпотези про нормальність розподілення параметрів проводили за критерієм χ^2 (Пірсона), який виражається мірою розходження емпіричних частот розподілення n_i , взятих із гістограм, і відповідних їм теоретичних частот n_{it} , які знайдені при припущенні, що емпіричне розподілення нормальне. Результати вказаного порівняння дозволили зробити висновок про те, що з ймовірністю 95% можна прийняти гіпотезу про нормальне розподілення основних змінних процесів виробництва. Але, на жаль, в роботі автора не висвітлено питання дослідження у процесі виробництва борошна частинок плідних оболонки, алеїронового шару та зародків сорго, які переходять у борошно, збагачуючи його вітамінами, макро- та мікроелементами, поліфенольними сполуками, клітковиною [2].

Дорохович В.В. проводив дослідження по аналізу якості готових виробів відповідно до стандарту. Методи випробувань кондитерських виробів ДСТУ 24901 – 01. Отримані ним дані для рентгенофазового аналізу зразків на дифрактометрі ДРОН. Амінокислотний склад білків продуктів вивчав на амінокислотному аналізаторі LG – 5001. Ступінь окислення жирів визначали за перекисним числом і кількістю альдегідів та дикарбонільних сполук. Розроблено склад рецептурної композиції за складом незамінних амінокислот, максимально наближений до складу “ідеального білка,.. Але, на жаль, в дослідженнях не розкрито питання — яке формування тістових заготовок печива має значення для адгезійних та когезійних

характеристик тістових мас, чому важливо визначити вплив фруктози на значення цих показників [3].

Подольський О.В. проводив дослідження по розробці структур далекого орієнтаційного порядку в кристалах фулериту C_{60} , яка дуже складна внаслідок наявності у молекул осей симетрії п'ятого порядку. Але в першому наближенні, приймаючи до уваги тільки енергетичні міркування, можна вважати, що термодинамічно рівноважній структурі ПК фази фулериту C_{60} при $T \rightarrow 0$ відповідають p -конфігурації всіх молекул, а h -конфігурації розглядати як термічно збуджені локальні орієнтаційні дефекти кристалічної структури. Отримані ним дані для схематичного зображення двох'ямного потенціалу $U(\theta)$, що характеризує залежність енергії взаємодії сусідніх молекул фулериту від узагальненої кутової змінної θ , котра описує локальну розорієнтацію сусідніх молекул. Але, на жаль, в дослідженнях не розкрито питання розкладання враховує кубічну симетрію кристала; як повторюються, при підсумовуванні символ Кронекера δ_{ik} , та по координатних індексах; — як вивільняється вільна енергія $F_0(T)$ початкового рівноважного стану кристала з температурою T ; як змінюються коефіцієнти розкладання $\alpha, \beta, \gamma, \xi, \eta, \lambda_{iklm}$ є залежними від температури параметрами феноменологічної термодинаміки [4].

Світий І.М. проводив дослідження по аналізу існуючих систем автоматизації ТП, що забезпечують зберігання зерна на підприємствах галузі хлібопродуктів. Основний обсяг інтелектуальної роботи з підготовки рішень для управління технологічним циклом зерносховища виконує персонал виробничо-технічної лабораторії ВТЛ. Виділено основні задачі, що розв'язує персонал ВТЛ, з приймання, розміщення, зберігання, обробки і відпуску зерна. Отримані ним дані для дослідження синтезу ІР-системи управління процесами зберігання і подрібтку зерна, як найбільш тривалих етапів виробничого циклу ХПП. В основу розроблювальної системи покладено ідеологію побудови СППР, що базується на теорії прийняття рішення. Але, на жаль, в дослідженнях не розкрито питання вживання термінів — ЗМ — певна кількість зерна, для якої вимірюється один чи кілька параметрів. ВР — комплекс ТП КТП. ТП, що входить в ВР, ототожнюється з кроком ВР і з поняттям “елементарний ТП” ЕТП. Після вибору ОПРом на підставі рекомендацій системи ВР виконується оптимізація цього ВР [5].







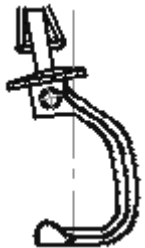


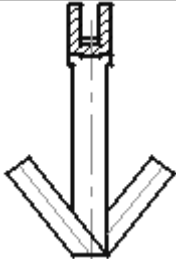


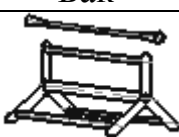

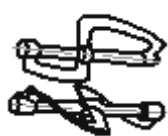

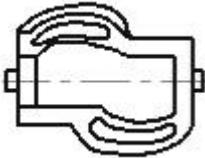



Олексієнко Н.В. проводив дослідження по проведенню лабораторних досліджень і виробничих випробувань. Використовував борошно пшеничне хлібопекарське ДСТУ 46.004-09, борошно вівсяне ДСТУ 8.223-04. Отримані ним дані для по використанню загальноприйнятих і спеціальних методик. Вологість сировини та напівфабрикатів контролювали за допомогою сушильної шафи СЕШ-3.

Якість готових виробів визначали у відповідності з стандартом на методи випробувань кондитерських виробів - ДСТУ 24901-01. Однак, вільні жирні кислоти не викликають відчуття згірклості жиру. Більш характерним для згірклих жирів є наявність в їх складі перекисних сполук Але, на жаль, в дослідженнях не розкрито питання — визначення кислотного числа зразків здобного печива з різним вмістом жиру показало, що в процесі зберігання кількість вільних жирних кислот підвищується [6].



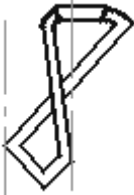


Визначені напрямки сучасних досліджень технічних характеристик тістомісильних машин і процесів здійснення замісу тіста. Застосування аналізованих методик підвищення якості тіста, що випускається дає змогу в комплексі з особистими дослідженнями значно підвищити ефективність і якість впливу на сировину хлібопекарного, кондитерського та макаронного виробництва. У підсумку це дасть змогу інтенсифікувати заміс тіста.

Основна частина. Основною складовою тістомісильних машин, передаючих енергію і формуючих якість продукції, що випускається, являються місильні органи, представлені в таблиці 1,2.

Таблиця 1 - Місильні органи











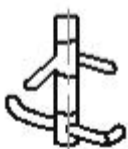

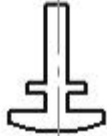



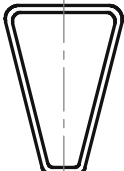
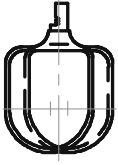

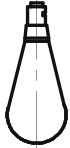
Прутяні	Вінець	Шкатулка	Основа	Ядро	Юла
					
Крюкові	Шлейф	Зачепа	Крюк	Спіраль	Якір
					
Здвоєні	Фаза	Шик	Бак	Пушка	Армада
					
Плівкові	Цеп	Ліхтар	Крок	Оберт	Хлист
					

Продовження таблиці 1

	Вісь	Ричаг	Плаха	Захват	Вилка
Вильчати					

Різноманітність технологічного призначення, унікальність фізико-механічних та хіміко-біологічних властивостей сировини й тіста, характерні побажання до використання в умовах відсутності суцільного оперативного підходу до проектування тістомісильних машин хлібопекарного, кондитерського та макаронного виробництв утруднюють мотивування технологічних та конструктивних схем обладнання, вимагають творчого поєднання законів фізики, математики, інформатики.

Таблиця 2 - Місильні органи

Фігурні	Моллюск	Шлейф	Головка	Мідія	Чадо
					
Парні	Вибій	Плут	Флот	Фляга	Абзац
					
Бичові	Штрих	Штопор	Дзига	Штифт	Шип
					
Рамні	Рамка	Трапеція	Цикл	Сфера	Капля
					

Продовження таблиці 2

	Лопать	Центр	Шаблон	Квартет	Частинка
Решітчасті					

Наведені статистичні дані в таблиці 1,2 дають змогу спостерегти плюси даного засобу класифікації місильних органів тістомісильних машин і здатність передбачати ґрунтовний спектр місильних органів тістомісильних машин.

Методи інтенсифікації технологічних процесів перемішування за сприянням вібраційного впливу, не є доцільними з техніко-економічних ідей. Це обусловлює закономірність пошуку результативних схем технологічної дії на сировину хлібопекарного, кондитерського та макаронного виробництв та її конструктивного забезпечення, розроблювання енергозберігаючих тістомісильних машин на базі застосовування наукових принципів, експериментальних досліджень та аналізу визначальних експлуатаційних факторів при проектуванні, що встановлює спрямування цієї наукової роботи, мотивуючи можливості впровадження.

Висновки. Отримані дані по систематизації, класифікації й прогнозуванню розвитку місильних органів тістомісильних машин. Застосування комплексного аналізу в даному напрямку розвитку науково-технічної думки дає змогу контролювати, розподіляти й прогнозувати потоки енергії при здійсненні технологічної операції заміса тіста.

Література:

1. Янаков В.П. Обґрунтування параметрів і режимів роботи тістомісильної машини періодичної дії: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.18.12. – “Процеси та обладнання харчових, мікробіологічних та фармацевтичних виробництв” / В.П. Янаков. – ДонУСТ., – 2011. – 20 с.

2. Костюк І.В. Автоматичне управління технологічним комплексом виробництва високофруктозних сиропів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.13.07. – “Автоматизація технологічних процесів” / І.В. Костюк. – УДУХТ., – 2000. – 20 с.

3. Дорохович В.В. Розробка раціональних технологій діабетичних борошняних кондитерських виробів на основі фруктози: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.18.16. – “Технологія продуктів харчування” / В.В. Дорохович. – УДУХТ., – 2000. – 20 с.

4. *Подольський О.В.* Вплив орієнтаційної релаксації молекул на термодинамічні та механічні властивості низькотемпературної фази фулериту C_{60} : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 01.04.07 – “Фізика твердого тіла” / О.В. Подольський. – НАУ України ФТІНТ., – 2001. – 20 с.

5. *Світій І.М.* Система підтримки прийняття рішень з управління процесами зберігання зернових мас на підприємствах галузі хлібопродуктів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.13.07. – “Автоматизація технологічних процесів” / І.М. Світій. – ОДПУ., – 2001. – 20 с.

6. *Олексієнко Н.В.* Прогнозування та встановлення гарантійних термінів зберігання борошняних кондитерських виробів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.18.01. – “Технологія хлібопекарських продуктів та харчових концентратів” / Н.В. Олексієнко. – УДУХТ., – 2000. – 20 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МЕСИЛЬНЫХ ОРГАНОВ ТЕСТОМЕСИЛЬНЫХ МАШИН

Хассай Д.В., Янаков В.П., Голованов М.В.

Аннотація — стаття просвещена анализу технических характеристик месильных органов тестомесильных машин. Широкий спектр месильных органов, применяемых на практике требует определения недостатков процесса замеса теста. Эффективность осуществления, потенциал и перспективы усовершенствования процессов перемешивания зависит от соединения данных направлений, что подтверждают разработки перспективных тестомесильных машин.

DEFYING TECHNICAL CHARACTERISTICS OF DOUGH MIXING PARTS OF KNEADING MACHINE.

D.V.Hassai, V.P. Yanakov, M.V. Golovanov,

Summary

The article offers an analysis of technical characteristics of dough mixing parts of the kneading machine. There is a wide range of equipment which suggests there is an opportunity identifying and defying weaknesses of each piece of equipment and a part used. Efficiency of implementation, opportunities for process improvement during the mixing process depends on how well the processes work together, which we are looking into and trying to identifying new ways of improving kneading machine.

УДК 637.134.001.57

ВИЗНАЧЕННЯ СТУПЕНЯ ГОМОГЕНІЗАЦІЇ ПРИ ІМПУЛЬСНІЙ ГОМОГЕНІЗАЦІЇ МОЛОКА

Паляничка Н.О., к.т.н.,

Гвоздєв О.В., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (0619) 42-13-06

Анотація – робота присвячена визначенню ступеня гомогенізації молока при імпульсній гомогенізації.

Ключові слова – ступінь гомогенізації, жирові кульки, імпульсна гомогенізація, амплітуда коливання, частота коливання, поршні-ударники.

Постановка проблеми. Одним із найважливіших технологічних процесів в молочній промисловості є гомогенізація молока. Гомогенізація поряд з підвищенням харчової цінності молочних і комбінованих продуктів, покращує їх якість, а саме консистенцію і смак. Покращення смакових характеристик продуктів при гомогенізації пов'язано зі зменшенням розмірів часток дисперсної фази і відповідно збільшенням площі їх поверхні. Таким чином питання ефективності гомогенізації на сьогоднішній є досить актуальним [1].

Постановка завдання. Метою даної роботи є визначення ступеня гомогенізації молока при імпульсній гомогенізації.

Основна частина. В результаті аналітичних досліджень для імпульсної гомогенізації молока визнано доцільним характеризувати процес подрібнення жирової фази модифікованим критерієм Вебера, We^i , в основу якого покладено градієнт швидкості потоку молока

$$We^i = \frac{\rho_{пл} \cdot \left(\frac{dv}{dx}\right)^2 \cdot d_k}{\sigma_{ж-п}}, \quad (1)$$

де $\rho_{пл}$ – густина плазми молока, кг/м³;

$\frac{dv}{dx}$ – зміна градієнту швидкості потоку, м/с;

d_k – критичний діаметр частки, м;

$\sigma_{ж-п}$ – поверхневий натяг краплі, Н/м.

Якщо на вході в камеру з поршнем не створювати надлишковий тиск ($\Delta p = 0$), то подача продукту через поршні при їх вібрації буде відбуватися за рахунок:

– надлишкового тиску, що створюється під впливом ваги рідини над поршнями

$$\Delta p = \rho_c \cdot g \cdot H, \quad (2)$$

де H – висота ствола рідини над поршнем, м;

– різного коефіцієнта витрат для коноїдального та конусного типів отворів в поршнях-ударниках при русі рідини через них в прямому та зворотньому напрямках.

Насосний ефект буде тим більший, чим більша різниця між μ при зворотньому русі рідини [2, 3].

Для конічних отворів, що сходяться з кутом 45° $\mu = 0,857$ - в прямому русі, а в зворотньому $\mu = 0,62$. $\Delta\mu = 0,857 - 0,620 = 0,237$.

Для коноїдальних $\Delta\mu = (0,947...0,979) - 0,815 = 0,132...0,164$.

Отже для конічних отворів насосний ефект і продуктивність буде вищі ніж для коноїдальних.

Внаслідок значних швидкостей руху поршня у припоршневому просторі створюється тиск набагато більший, ніж тиск стовпа рідини над поршнем, тому значенням Δp за формулою (2) нехтуємо у подальших розрахунках [4].

При коливальному русі поршня при його русі вниз рідина під тиском проходить через отвори і щілину між поршнем та стінками камери (рис. 1).

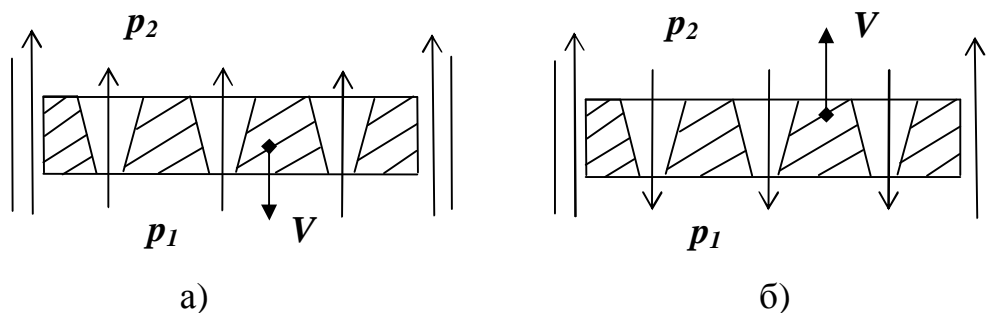


Рис. 1. Схема руху продукту крізь отвори поршня-ударника імпульсного гомогенізатора:

а) при коливальному русі поршня-ударника вниз;

б) при коливальному русі поршня-ударника вгору.

При цьому $p_1 > p_2$ і жирові кульки, проходячи крізь отвори і щілину, подрібнюються за тим самим механізмом, як це відбувається в клапанному гомогенізаторі. При виході з отворів струмені

вприскуються в оточуючий продукт і виникає градієнт швидкості, що руйнує жирові кульки.

Таким чином, в процесі диспергування молочної емульсії в імпульсному гомогенізаторі можна виділити два етапи: диспергування у отворах та каналах поршня і при виході струменів з отворів і з кільцевого каналу.

Для достатнього диспергування у отворах по типу клапанної гомогенізації необхідний тиск 15...25 МПа, що енергетично неефективно [5]. Тому основним етапом диспергування молочної емульсії буде етап дроблення струменя при виході його з отворів поршня і з щілини між поршнем і стінками.

При русі поршня вверх процес повторюється у зворотньому напрямку.

Таким чином емульсія рухається через отвори і щілину, проходячи так декілька разів (циклів).

Як відомо [6] багатоступінчаста обробка молока дозволяє знизити тиск гомогенізації і зменшити енерговитрати.

Руйнування жирових кульок в імпульсному гомогенізаторі відбувається за рахунок градієнта швидкості.

Ступінь гомогенізації в імпульсному гомогенізаторі в загальному вигляді визначається залежністю

$$Hm = f(h, f, Q), \quad (3)$$

де h – амплітуда коливання поршня-ударника.

f – частота коливання поршня-ударника.

Q – подача молока в гомогенізатор.

З урахуванням формули (3) і за допомогою комп'ютерної програми Ansys Workbench були розраховані наступні залежності.

Залежність ступеня гомогенізації від амплітуди коливання графічно представлено на рис. 2.

Рівняння апроксимації залежності ступеня гомогенізації від амплітуди коливання поршня-ударника має наступний вигляд

$$Hm = -0,0435h^2 + 1,0653h - 1,63. \quad (4)$$

Якість гомогенізації молока в імпульсному гомогенізаторі, як було раніше зазначено, головним чином визначається градієнтом швидкості потоку молока на виході з додаткового поршня-ударника. Роблячи висновок з графіку, можна сказати, що максимальний ступінь гомогенізації, а отже і градієнт швидкості потоку молока, досягається при значенні амплітуди коливань 10...14мм. При подальшому

підвищенні амплітуди коливань характер руху додаткового поршня-ударника призводить до зниження ступеня гомогенізації.

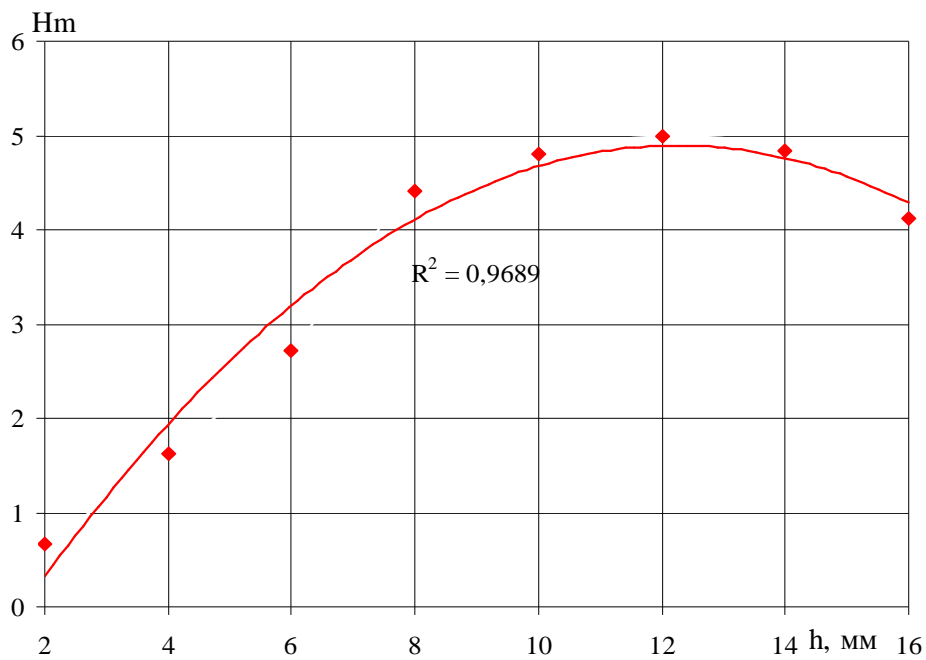


Рис. 2. Графік залежності ступеня гомогенізації від амплітуди коливання поршня-ударника імпульсного гомогенізатора

Залежність ступеня гомогенізації від частоти коливання поршня-ударника в імпульсному гомогенізаторі графічно представлено на рис. 3.

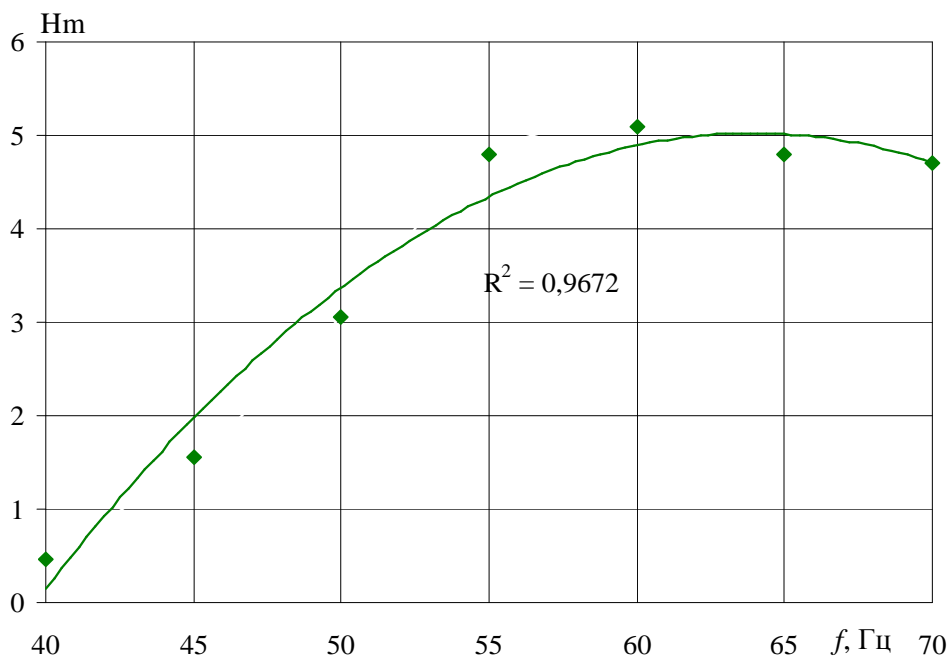


Рис. 3. Графік залежності ступеня гомогенізації від частоти коливання поршня-ударника.

Залежність ступеня гомогенізації від частоти коливання поршня-ударника апроксимується рівнянням

$$Hm = -0,0085 f^2 + 1,0869 f - 29,724. \quad (5)$$

Дана залежність показує, що найвищий ступінь гомогенізації досягається за частоти коливань поршня-ударника 55...65 Гц. Подальше підвищення частоти коливань, як і у випадку з амплітудою, призводить до зниження якості гомогенізації.

На рис. 4 представлена залежність ступеня гомогенізації від подачі молока.

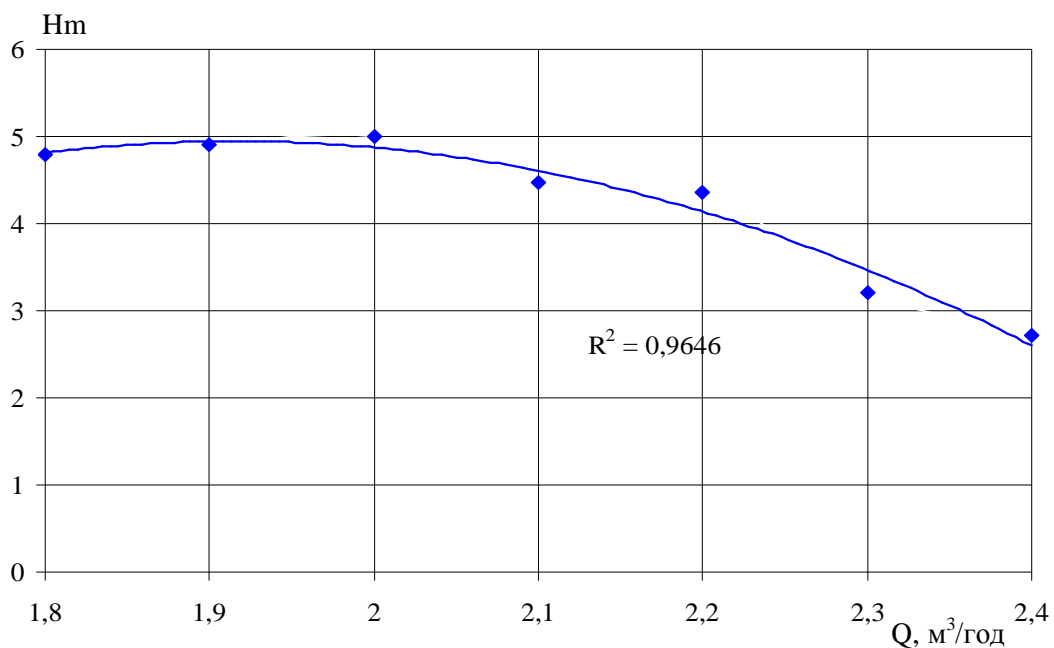


Рис. 4. Графік залежності ступеня гомогенізації від подачі молока в імпульсний гомогенізатор.

Рівняння залежності має наступний вигляд

$$Hm = -10,012Q^2 + 38,363Q - 31,814. \quad (6)$$

Аналізуючи графік, можна зробити висновок, що найвищий ступінь гомогенізації буде досягатися при подачі молока 1,8...2,0 м³/год.

Висновки. Отже внаслідок проведеного аналізу було встановлено, що для отримання високого ступеня гомогенізації $Hm = 4...5$ в імпульсному гомогенізаторі необхідно створити певні умови: амплітуда коливання поршня-ударника 10...12 мм, частота коливань 55...65 Гц, подача молока в імпульсний гомогенізатор 1800...2000 кг/год.

Література:

1. *Гвоздєв О.В.* Комп'ютерне моделювання імпульсного гомогенізатора молока з використанням програмного забезпечення Ansys Workbench / О.В. Гвоздєв, К.О. Самойчук, Н.О. Паляничка // Обладнання та технології харчових виробництв: тематичний збірник наукових праць. – Донецьк: ДонНУЕТ. Вип. 28. – 2012. – С. 294 – 300.
2. *Альтшуль А. Д.* Гидравлика и аэродинамика / А. Д. Альтшуль, Л. С. Живоговський, Л. П. Иванов. – М.: Стройиздат, 1987. – 414 с.
3. *Справочник по гидравлике / В. А. Большаков, Ю. М. Константинов, В. Н. Попов [и др.]; под ред. В. А. Большакова.* - 2-е изд. – К.: Вища шк., 1984. – 343 с.
4. *Паляничка Н. О.* Експериментальне обґрунтування ефективності використання імпульсної гомогенізації молока / Н. О. Паляничка, О.В. Гвоздєв, К. О. Самойчук // Проблеми харчових технологій і харчування. Сучасні виклики і перспективи розвитку: тези доповідей VII міжнародної науково-практичної конференції. – Донецьк: ДонНУЕТ, 2011. – С. 163–166.
5. *Гвоздєв О.В.* Пошук конструктивного рішення імпульсного гомогенізатора молока / О.В. Гвоздєв, Н.О. Паляничка, В.М. Яворницький // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ. Вип.8, Т.7. – 2008. – С. 28 – 32.
6. *Нужин Е.В.* Гомогенизация и гомогенизаторы: монография / Е. В. Нужин, А. К. Гладушняк. – Одесса: Печатный дом, 2007. – 264 с.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ ГОМОГЕНИЗАЦИИ ПРИ
ИМПУЛЬСНОЙ ГОМОГЕНИЗАЦИИ МОЛОКА**

Паляничка Н.А., Гвоздєв А.В.

Анотация – работа посвящена определению степени гомогенизации молока при импульсной гомогенизации.

**DETERMINATION OF DEGREE OF HOMOGENIZATION IS
DURING IMPULSIVE HOMOGENIZATION OF MILK**

N. Palyanichka, O.Gvozdev

Summary

Work is sanctified to determination of degree of homogenization of milk during impulsive homogenization.

УДК 664:519.237

ВДОСКОНАЛЕННЯ ЯКОСТІ ОПТИМІЗАЦІЙНИХ МОДЕЛЕЙ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Бескровний О.І., к.т.н.,

Донецький національний технічний університет

Тел.(066) 040-04-35

Анотація – у роботі запропоновано та продемонстровано застосування вдосконаленого експериментально-статистичного методу для моделювання і оптимізації технологічних процесів харчової технології.

Ключові слова – підвищення якості, експериментально-статистичний підхід, планування експерименту, вершкове масло, високий тиск.

Постановка проблеми. Деякі аспекти опису внутрішньої структури дисперсних систем харчових середовищ досить повно розвинені: у фізиці, в дослідженнях з питань динаміки неупорядкованих середовищ на мікроскопічному рівні та на рівні кореляційного опису колективного руху атомів і молекул в рідких середовищах; у фізичній та колоїдній хімії, у зв'язку з дослідженням динаміки утворення і руйнування гетерогенних структур, міжфазових обмінів речовин та стійкої рівноваги – на рівні феноменологічної кінетики та статистичної рівноважної і нерівноважної термодинаміки; в біохімії, у зв'язку з дослідженням поведінки білкових макромолекул – як на мікроскопічному, так і макроскопічному рівнях. Ці найбільш загальні результати вказаних досліджень можна перенести на опис дисперсійних харчових середовищ, які, на відміну від газоподібних, рідких, а також колоїдних систем, є складними комплексами, що включають те й інше. У той же час слід враховувати, що знання фізичного (біохімічного) характеру на мікрорівні найчастіше виявляються надлишковими і навіть малоприматними для опису макроскопічних властивостей харчових середовищ.

Тому найчастіше в прикладних дослідженнях використовуються методи багатофакторного статистичного моделювання та багатокритеріальної компромісної оптимізації. Така методологія моделювання складних систем і процесів неминує включати евристичні рекомендації і приймаються рішення, які важко формалізувати [1].

Аналіз останніх досліджень. Незважаючи на те, що регресійні прогнози і оптимізаційні моделі відомі давно, їх вдосконалення, модернізація та методологія застосування безперервно розвиваються [1]. Однак розв'язання прикладних задач «регресійного аналізу та інтерпретація його результатів вимагають глибоких знань і вміння правильно оцінювати одержувану інформацію» [1]. Глибокі причини «парадоксальних» і явно «корельованих» тверджень відомих зарубіжних фахівців полягають у тому, що множинний регресійний аналіз – це наука, але вона стає ще й мистецтвом, коли її застосовують не в абстрактних умовах математики, а в системній практиці реальної дійсності [1].

Статистична методологія регресійного аналізу повинна забезпечувати стійкість, тобто визначеність одержуваних багатофакторних статистичних моделей. Необхідно використовувати стійкі багатофакторні плани експериментів [2], вибір «істинних» структур моделей [2], стійке оцінювання коефіцієнтів моделей в умовах вихідної мультиколінеарності факторів [2].

Методологія моделювання складних систем і процесів неминує включати евристичні рекомендації і приймаються рішення, які важко формалізувати. Такі рішення використовуються в аналізі даних, теорії планування експерименту, прикладній статистиці.

Отримання вихідних експериментальних даних пов'язане з фізичними проявами властивостей експериментальної установки, інструментів, вимірювальних приладів, участі обслуговуючого персоналу, умов проведення експериментів. Крім врахованих керованих факторів на результати впливають некеровані і неконтрольовані фактори. Інформація про них у експериментатора зазвичай відсутня. Тому розглядати обробку експериментальних даних як систему тільки формалізованих математичних дій не представляється можливим. Тому у створенні оптимальних прикладних систем, крім формальних математичних та обчислювальних методів, велику роль відіграють різноманітні евристичні міркування, що ґрунтуються на досвіді і глибокому розумінні змісту предмета інженерами-технологами.

Метою статті є підвищення якості регресійних оптимізаційних моделей на основі планування експерименту і розроблення нового вдосконаленого методу дослідження харчових технологій на прикладі вивчення впливу параметрів обробки високим тиском вершкового масла.

Основна частина. Знаходження оптимальних значень параметрів процесу обробки вершкового масла високим тиском проводили в декілька етапів.

Перший етап – побудова математичних моделей, які адекватно описують залежність вихідних параметрів від факторів, що вивчаються. Для цього було реалізовано активний експеримент за системою центрального композиційного уніформ-ротатбельного плану (ЦКРП).

Спочатку було реалізовано активний експеримент – повний факторний експеримент типу 3^2 (ПФЕ). Як основні фактори було обрано: P_{\max} – високий тиск (МПа), n – кількість циклів підняття і скидання тиску. У якості вихідних параметрів (відгуків) вибрано основні показники: y_1 – кислотне число; y_2 – йодне число; y_3 – число омилювання; y_4 – число Поленське; y_5 – число Рейхеля-Мейссля; y_6 – зусилля різання. Крім того, було реалізовано три режими змінення швидкостей навантаження: I – $v \uparrow -1, v \downarrow -5$ (МПа/с); II – $v \uparrow -5, v \downarrow -10$ (МПа/с); III – $v \uparrow -10, v \downarrow -25$ (МПа/с).

Рівні й інтервали варіювання факторів (x_1, x_2 – кодовані значення) було обрано спираючись на результати попередніх досліджень. Кодування факторів проводили за стандартними співвідношеннями. Експерименти проводили відповідно до таблиці 1 та при цьому застосували рандомізацію експерименту із використанням таблиць випадкових чисел, щоб виключити вплив систематичних похибок, зумовлених зовнішніми умовами. Кожен експеримент виконували у подвійній повторюваності, а однорідність результатів оцінювали за критерієм Кохрена.

Таблиця 1 – Результати експерименту для режиму $v \uparrow - 1, v \downarrow - 5$

$P_{\max},$ МПа	x_1	n	x_2	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6
350	1	5	1	0.5	0.016	23	228.5	2.42	33.1
350	1	1	-1	1.0	0.021	28	237	2.95	37.8
230	-1	5	1	0.8	0.020	26	232	2.65	35.2
230	-1	1	-1	1.1	0.024	30	238	3.08	38.3
290	0	3	0	0.57	0.018	28	232	2.63	35.8
290	0	5	1	0.55	0.017	25.5	230	2.48	35.0
350	1	3	0	0.70	0.016	23	230	2.50	33.6
290	0	1	-1	1.0	0.023	28.5	238	3.04	37.8
230	-1	3	0	0.9	0.023	28.5	236.5	2.87	37.0

Обробку результатів проводили за типовою методикою.

Паралельні експерименти в центрі плану дозволили визначити, що рівняння регресії першого порядку, отримане за результатами ПФЕ, не може надати задовільного математичного опису модельних систем і необхідно перейти до планування другого порядку, щоб

урахувати оцінки квадратичних ефектів факторів і побудувати адекватну математичну модель (ЦКРП з урахуванням даних у «зіркових» точках).

Статистична обробка експериментальних даних містила обчислення оцінок регресійних коефіцієнтів, перевірку їх значущості, оцінку відтворюваності експериментів та встановлення адекватності отриманого регресійного рівняння. При цьому використовували статистичні критерії Кохрена, Стюдента і Фішера (за довірчої ймовірності 95%).

Рівняння регресії, які адекватно описують залежність відгуків y_i від факторів, якими управляють, мають вигляд:

$$\begin{aligned} y_1 &= 0,64 - 0,1x_1 - 0,21x_2 - 0,05x_1x_2 + 0,13x_1^2 + 0,10x_2^2, \\ y_2 &= 0,19 - 0,002x_1 - 0,003x_2 - 0,003x_1x_2 + 0,001x_1^2 + 0,001x_2^2, \\ y_3 &= 27,11 - 1,75x_1 - 2x_2 - 0,25x_1x_2 - 0,92x_1^2 + 0,33x_2^2, \\ y_4 &= 232,61 - 1,83x_1 - 3,75x_2 - 0,625x_1x_2 + 0,33x_1^2 + 1,08x_2^2, \\ y_5 &= 2,65 - 0,12x_1 - 0,25x_2 - 0,025x_1x_2 + 0,03x_1^2 + 0,10x_2^2, \\ y_6 &= 35,71 - 1,00x_1 - 1,77x_2 - 0,4x_1x_2 - 0,37x_1^2 + 0,73x_2^2. \end{aligned} \quad (1)$$

Графічну інтерпретацію залежностей для перших двох критеріїв у вигляді поверхонь відгуку та ліній рівня подано на рисунках 1-2.

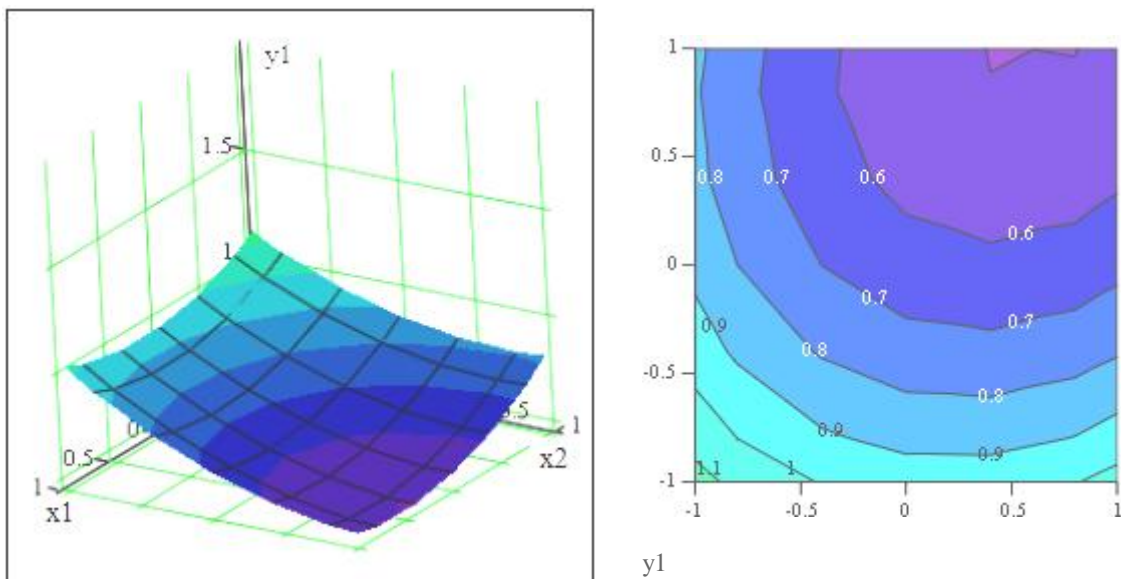


Рис.1. Поверхня відгуку та лінії рівня для кислотного числа.

Аналіз графіків поверхонь відгуку та ліній рівня показав, що мінімальні значення досліджуваних показників перебувають в області

факторних значень експерименту. Це дозволило для знаходження екстремумів використати методи класичного аналізу.

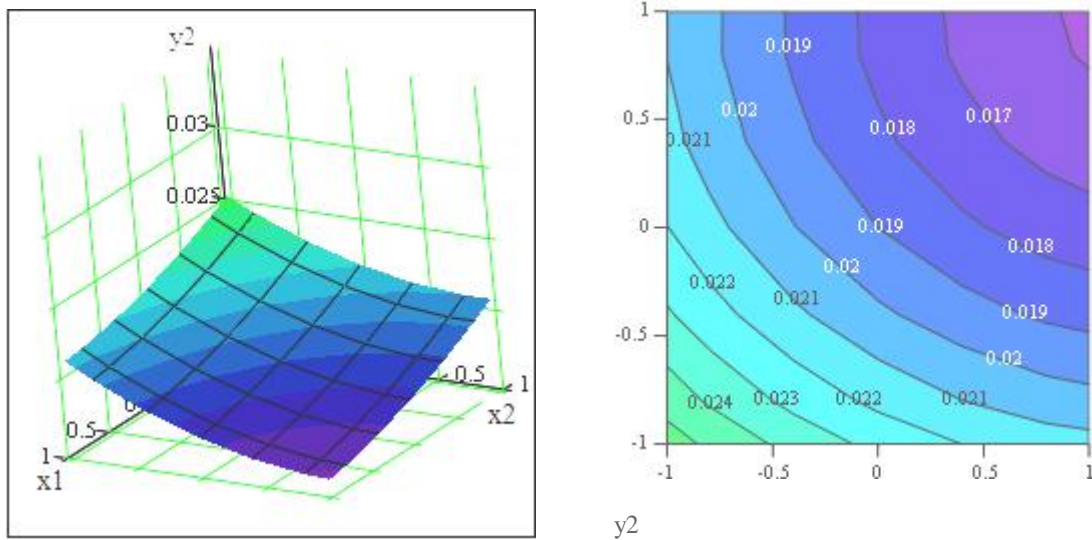


Рис. 2. Поверхня відгуку та лінії рівня для йодного числа.

Далі визначили ступінь оптимізації за отриманими функціями відгуку. Для цього використовували показник якості параметрів оптимізації ε_y і показник крутизни поверхонь відгуку ξ_y .

$$\varepsilon_y = \left| \frac{\bar{y}}{y_{opt} - \bar{y}} \right|; \quad \xi_y = \left| \frac{y_{opt} - y_{nopt}}{y_{opt}} \right|, \quad (2)$$

де \bar{y} – середнє арифметичне значення досліджених параметрів;

y_{opt} – оптимальне значення параметра; y_{nopt} – неоптимальне значення параметра в області дослідження зміни факторів.

Таблиця 2 – Показники параметрів оптимізації

Режим	Параметр оптимізації	Показник				
		y_{opt}	y_{nopt}	\bar{y}	ξ_y	ε_y
$v \uparrow - 1,$ $v \downarrow - 5$	y_1	0,51	1,125556	0,019778	1,21179	0,040436
	y_2	0,015306	0,024972	0,019778	0,631579	4,42236
	y_3	22,52778	30,02778	26,72222	0,332922	6,370861
	y_4	227,8194	238,9861	233,5556	0,049015	40,71671
	y_5	2,379444	3,129444	2,735556	0,3152	7,681747
	y_6	32,91111	38,44444	35,95556	0,16813	11,81022

Виходячи з наведених вище даних, для параметра оптимізації вибрано параметр y_1 при фіксованих значеннях y_2 і y_3 . Відповідно складено функцію цілі і систему рівнянь Лагранжа:

$$\begin{aligned}
 F &= 0,64 - 0,1x_1 - 0,21x_2 - 0,05x_1x_2 + 0,13x_1^2 + 0,10x_2^2 + \\
 &+ \lambda_1(0,019 - 0,002x_1 - 0,003x_2 - 0,0003x_1x_2 + 0,001x_1^2 + 0,001x_2^2 - x_2) + \\
 &\quad + \lambda_2(27,11 - 1,75x_1 - 2x_2 - 0,25x_1x_2 - 0,92x_1^2 + \\
 &\quad + 0,33x_2^2 - x_3) + \lambda_3(x_1^2 + x_2^2 - R^2) + \lambda_3(x_1^2 + x_2^2 - R^2) \\
 \frac{\partial F}{\partial x_1} &= -0,1 - 0,05x_2 + 0,25x_1 + \lambda_1(-0,002 - 0,0003x_2 + 0,001x_1) \\
 &\quad + \lambda_2(-1,75 - 0,25x_2 - 1,83x_1) + 2\lambda_3x_1
 \end{aligned} \tag{3}$$

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial F}{\partial x_2} &= -0,21x_2 - 0,05x_1 + 0,20x_2 + \lambda_1(-0,003 - 0,0003x_1 + 0,002x_2) + \\
 &\quad + \lambda_2(-2,00 - 0,25x_1 + 0,67) + 2\lambda_3x_2
 \end{aligned}$$

$$\frac{\partial F}{\partial \lambda_1} = 0,019 - 0,002x_1 - 0,003x_2 - 0,0003x_1x_2 + 0,0007x_1^2 + 0,001x_2^2 - x_2$$

$$\frac{\partial F}{\partial \lambda_2} = 27,11 - 1,75x_1 - 2,00x_2 - 0,25x_1x_2 - 0,92x_1^2 + 0,33x_2^2 - x_3$$

$$\frac{\partial F}{\partial \lambda_3} = x_1^2 + x_2^2 - R.$$

Оптимізація здійснювалась у покроковому режимі для значень $0 \leq R \leq 1.0$, в інтегрованому пакеті MAPLE 13.

Таблиця 3 – Відносні відхилення значень параметрів оптимізації у двох режимах зміни тиску (МПа/с) при $n=3$, $P_{\max} = 320$ МПа

Параметр оптимізації	Показник			
	$y_{\text{ідо}}$	y_{δ}	Δy	$\xi_y, \%$
y_1	0,43	0,78	0,35	81,2
y_2	0,014	0,016	0,002	14,3
y_3	21,50	24,27	2,77	12,9
y_1	0,40	0,57	0,17	42,5
y_2	0,013	0,015	0,002	15,4
y_3	20,59	21,97	1,38	6,7

Отримані оптимальні (мінімальні в нашому випадку) значення функцій відгуку можуть досягатися при $n = 4 \div 5$ і $P_{\max} = 340 \div 350$, що

не є раціональним з технологічної точки зору. Тому у таблиці 3 наведено результати аналізу значень показників процесу при значеннях керованих факторів, які є близькими до оптимальних для більш раціональних режимів.

У зв'язку з цим було прийняте рішення звузити діапазони зміни факторів планування експерименту та значень швидкості підняття та зниження тиску за умови знаходження значення параметрів оптимізації в отриманих діапазонах.

У результаті аналізу значень факторів та параметрів у проведених додаткових експериментах приходимо до таких оптимальних режимів обробки вершкового масла високим циклічним тиском (наведено натуральні величини факторів):

Таблиця 4 – Оптимальні режими обробки вершкового масла високим циклічним тиском

Параметр	Позначення	Значення
Величина максимального тиску, МПа	P_{\max}	320–340
Кількість циклів навантаження	n	2–3
Швидкість підйому тиску, МПа/с	$v \uparrow$	7–10
Швидкість скидання тиску, МПа/с	$v \downarrow$	15–25
Кислотне число	y_1	0,51–0,57
Йодне число	y_2	0,014–0,016

Експериментальні значення параметрів оптимізації не виходять за межі відповідних довірчих інтервалів, отриманих розрахунковим шляхом, що вказує на достовірність і надійність отриманих результатів.

Наведені результати досліджень, як і попередні [3-5], ще раз підтверджують ефективність запропонованої методології та перспективність такого підходу в моделях прогнозування і оптимізації параметрів технологічних процесів харчової технології.

Таким чином, можна зробити такі *висновки*:

Розроблено структурно-параметричну модель прогнозування якості готового продукту при оптимальних параметрах з урахуванням параметрів біосировини та особливостей технологічного процесу обробки високим тиском напівфабрикатів.

Розроблено алгоритм математичного моделювання та компромісної багатокритеріальної оптимізації процесу обробки напівфабрикатів.

Запропоновану методологію дослідження може бути поширено для знаходження оптимальних параметрів інших технологічних процесів харчової технології. У подальшому планується удосконалення наведеної методології з використанням теорії нечітких множин, концепції недовизначених моделей та інтервального аналізу.

Література:

1. *Радченко С.Г.* Особенности использования статистической методологии в моделировании сложных систем и процессов / С.Г. Радченко [Текст] // Вісник Харк. нац. техн. ун-ту сільського гос-ва ім. Петра Василенка. – Х.: ХНТУСГ, 2008. – Вип. 68. – С. 249-252.
2. *Дрейпер Н.Р.* Прикладной регрессионный анализ: 3-е изд.: пер. с англ. / Н.Р. Дрейпер, Г. Смит. – М.: Вильямс, 2007. – 912 с.
3. *Магомедов Г.О.* Совершенствование технологии мучных кондитерских изделий: Монография / Г.О. Магомедов, А.Я. Олейникова, Т.А. Шевякова; Воронеж. гос. технол. акад. – Воронеж: ВГТА, 2008. – 200 с.
4. *Лавріненко Н.М.* Оптимізація піноутворювальної здатності та стійкості піни [Текст] / Н.М. Лавріненко, Н.А. Гніцевич, О.І. Бескровний, Н.А. Федотова // Вісник Донецького національного університету економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського № 1(49), 2011. серія Технічні науки. – Донецьк: 2011.– С. 121-130.
5. *Сукманов В.О.* Оптимізація параметрів процесу обробки високим тиском пасти з пряних трав / В.О. Сукманов, О.І. Бескровний, С.І. Охременко [Текст] // Прогресивні техніка і технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. Харк. держ. ун-т харчування та торгівлі; [редкол.: О.І. Черевко (відпов ред.) та ін.]. – Харків, 2012. – Вип. 1 (15). – С. 405-414.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КАЧЕСТВА ОПТИМИЗАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ПИЩЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Бескровный А.И.

Аннотация – в работе предложено и продемонстрировано применение усовершенствованного экспериментально-статистического метода для моделирования и оптимизации технологических процессов пищевой технологии.

IMPROVEMENT QUALITY MODEL OPTIMIZATION OF FOOD TECHNOLOGY

O. Beskrovnyu

Summary

The work proposed and demonstrated the use of advanced experimental and statistical methods for modeling and optimization of Food Technology process.

УДК 677.11.021

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ СУМІШНОГО ПРЯДИВА НА ОСНОВІ ВОЛОКОН ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО З НАТУРАЛЬНИМИ ТА ХІМІЧНИМИ ВОЛОКНАМИ

Бойко Г.А., аспірант, *

Расторгуєва М.Й., к.т.н.

Херсонський національний технічний університет

Тел. (050) 827-48-85

Анотація – дану роботу присвячено створенню сумішей прядиwa волокон льону олійного з хімічними та натуральними волокнами, поєднуючи їх переваги для покращення їх фізико-механічних та гігієнічних властивостей.

Ключові слова – суміш, прядиwo, розривне навантаження, лінійна щільність, вологопоглинання, номер нитки.

Постановка проблеми та її актуальність. На даний час Україна знаходиться у сировинній залежності від бавовносіючих держав, що є дуже небезпечним становищем. Разом з тим при стратегічній важливості льону-довгунцю у нашій державі відбувається спад його виробництва, посівні площі скорочуються, на низькому рівні знаходиться врожайність [1]. З-за недостатньої кількості льоносировини проблема її якості також залишається відкритою. Гідну альтернативу даним культурам міг би скласти вітчизняний льон олійний, посівні площі якого з кожним роком зростають. Не дивлячись на те, що в стеблах льону олійного знаходиться до 20% волокна, яке має цінні технологічні характеристики, стебла цієї культури в нашій країні зовсім не використовуються, гірше того, вони спалюються, що спричиняє замість прибутків значні проблеми для льоносіючих господарств [2]. Це пов'язано, насамперед, з відсутністю вітчизняних технологій і обладнання з переробки стебел льону олійного. Тому, на даний час перспективне використання волокон льону олійного в текстильних виробках та заміна сировинної бази льону-довгунцю та бавовни є актуальним вирішенням сировинної залежності для України.

Мета та завдання дослідження. Сьогодні досить широко рекламуються матеріали і одяг із сумішей льоноволокна з іншими волокнами. Естетична, екологічна і гігієнічна роль таких виробів достатньо обґрунтована.

Так, у програмах розвитку лляного комплексу передбачається забезпечення внутрішнього ринку тканинами з льономісної пряжі [3]. Але в останній час зменшення посівних площ льону-довгунцю та підвищення закупівельних цін на імпортовану бавовну призвело до відсутності на текстильних комбінатах сировини для виробництва лляних тканин і прядива для трикотажного виробництва. Тому, для забезпечення сировиною текстильних підприємств було запропоновано використання сумішного прядива на основі волокон льону олійного з натуральними та хімічними волокнами.

Виклад основного матеріалу. Для того, щоб довести придатність волокна льону олійного для подальшої переробки в текстильному виробництві, на кафедрі товарознавства, стандартизації та сертифікації Херсонського національного технічного університету в лабораторії луб'яних культур були розроблені та досліджені різні процентні сортування сумішей льону олійного з натуральними та хімічними волокнами. Для переробки волокна льону олійного в суміші з натуральним волокном для проведення дослідів була обрана бавовна, тому що компонент льону олійного наближений за своєю довжиною, розривним навантаженням та гігроскопічним властивостям до волокна цієї натуральної сировини. Також було проведено ряд дослідів на найкраще композиційне поєднання волокон льону олійного з хімічними волокнами, після чого був обраний хімічний компонент – поліакрилонітрильне волокно (нітрон), тому що волокна нітрону мають високі пружні властивості, за зовнішнім виглядом нагадують вовну. Головна перевага цього волокна перед другими хімічними волокнами - це відсутність пілінгування [4]. Після проведених дослідів було встановлене краще процентне співвідношення волокна льону олійного з волокнами нітрону та бавовни - 40:60%, за яким суміші мають найвищі фізико-механічні характеристики.

Розроблені інноваційні суміші прядива волокон льону олійного з натуральними та хімічними волокнами були апробовані на Богуславському ТОВ «Богуславський текстиль» Київської області, де знайшли практичне застосування, у результаті чого були отримані кілька зразків якісної, екологічно чистої нитки, яка підходила б для застосування у текстильному виробництві.

Отримані зразки ниток були досліджені в лабораторії кафедри ТСС ХНТУ на якісні показники: розривне навантаження, розривне подовження, вологопоглинання, лінійну щільність та визначено номер ниток. Характеристики якісних показників сумішної пряжі льону олійного з бавовною та нітроном у відсотковому співвідношенні 40:60 наведені в таблицях 1,2.

Таблиця 1 - Характеристика якісних показників сумішної пряжі волокон льону олійного з бавовною (40:60)

№ з/п	Показник	Значення
1	Розривне навантаження, (сН)	455
2	Розривне подовження, (%)	7,3
3	Відносне розривне навантаження, (сН/текс)	6,9
4	Лінійна щільність, (текс)	66
5	Вологопоглинання, (гр)	6,4
6	Номер нитки, (№)	15

Аналізуючи отримані в результаті досліджень дані з лінійної щільності, можемо зробити висновки, що з волокон льону олійного та бавовни у виробничому процесі буде вироблятися більш товсте прядиво, яке можна рекомендувати для застосування у костюмних тканинах з поліпшеними якісними показниками. Також з таблиці 1 видно, що вкладення волокон льону олійного в суміш з бавовною дає можливість поліпшити гігієнічні властивості пряжі шляхом підвищення гігроскопічності. Але підготовлене бавовнянольняне прядиво трохи поступається за своїми показниками тільки по міцністю, тому що волокна льону олійного мають низькі значення розривного навантаження, але завдяки бавовняному волокну результати міцності поліпшуються [5].

Таблиця 2 - Характеристика якісних показників сумішної пряжі волокон льону олійного з нітроном (40:60)

№ з/п	Показник	Значення
1	Розривне навантаження, (сН)	220
2	Розривне подовження, (%)	6,8
3	Відносне розривне навантаження, (сН/текс)	4,8
4	Лінійна щільність, (текс)	50
5	Вологопоглинання, (гр)	10,6
6	Номер нитки, (№)	20

Отримані дані з таблиці 2 розкривають якісні характеристики суміші волокон льону олійного та поліакрилонітрильних волокон, даючи можливість заключити, що міцність досліджуваної суміші волокон має низький показник розривного навантаження. Пояснюється цей факт тим, що міцність і стійкість до стирання волокон нітрону нижча, ніж у волокон капрону та лавсану [6]. Але, волокна нітрону за своїм зовнішнім виглядом нагадують вовну, тому в

суміші з льоном олійним, маючи хвилеподібну структуру, поліакрилонітрильні волокна зчіпляються з волокнами льону олійного в щільну стрічку, надаючи їй більшої міцності [7]. Аналізуючи вищевикладене, відсоткове співвідношення суміші льону олійного та нітрону 40:60 - є найбільш оптимальним, тому що чим більше відсоток волокон нітрону в композиційній суміші, тим краща міцність майбутніх виробів та з таким відсотком льону олійного у суміші не погіршуються натуральні властивості майбутніх матеріалів.

Оцінюючи вологопоглинання суміші нітрону з льоном олійним, можна зробити висновки, що майбутні льононітроніві тканини краще, ніж льонолавансанові та льонокапронові, поглинають та віддають вологу, що характеризує їх високі гігієнічні властивості.

Дослідження показали, що застосування 60% нітрону в суміші з льоном олійним дозволяє отримати майбутні тканини з малою зминаємністю і високими фізико-механічними властивостями. Ці показники дозволяють прогнозувати створення у майбутньому з суміші льону олійного з нітроном різні технічні тканини та тканини для одягу.

Результати проведених досліджень показали, що завдяки додаванню у волокна льону олійного, який має низьке розривне навантаження та високу гігроскопічність, волокон бавовни та нітрону, можна досягти поліпшення фізико-механічних та гігієнічних характеристик отриманого текстильного продукту, що, в свою чергу, розширює сферу його застосування.

Висновки. Прогнозуючи перспективи використання сумішей волокон льону олійного з відсотковим вмістом 40:60 натурального та хімічного волокна, можна зробити висновки, що композиційне поєднання натуральних і хімічних волокон надає майбутнім виробам якісні фізико-механічні та гігієнічні показники. З іншого боку, присутність інших волокон у суміші з льоном олійним надає тканинам покращені властивості. Мета створення сумішей - поєднання переваг різних видів волокнистих компонентів для покращення властивостей сумішей волокон.

Розробка нових технологічних, екологічно чистих сумішей льону олійного з натуральними та хімічними волокнами дозволить значно розширити асортимент натуральної та екологічно чистої продукції та дасть можливість створити нові інноваційні товари в текстильній промисловості. Як наслідок, впровадження таких наукових розробок зможе повною мірою відродити льонопереробну промисловість України, яка за останні роки через дефіцит сировини знизила ефективність використання виробничих потужностей підприємств цих галузей промисловості.

Література:

1. *Скорченко А.Ф.* Основи введення льонарства в сучасних умовах / А.Ф. Скорченко, І.П. Карпець. – К.: Нора-Прінт, 2002.
2. *Живетин В.В.* Масличный лен и его комплексное развитие/ В.В. Живетин, Л.Н. Гинзбург. – М.: ЦНИИЛКА, 2000. – 389 с.
3. *Труевцев Н.Н.* Переработка коротковолокнистого льна в смеси с хлопком и химическими волокнами / Н.Н. Труевцев, Г.И. Легезина, Л.М. Аснис // Текстильная промышленность. 1993. № 7.
4. *Комаров В.Г.* Прядение лубяных и химических волокон и производство крученых изделий : Учебник для вузов/ В.Г. Комаров, Л.Н. Гинзбург, В.А. Забелин, Н.С. Кульков. – М.: Легкая индустрия, 1980. – 494с.
5. *Борщова Е.П.* Приборы для определения качества лубяного сырья / Е.П. Борщова, В.М. Осипова, В.А. Корнеева. //Мин. лёгкой пром. СССР. – М.:1967. – 92с.
7. *Федосова Н.М.* Расширение возможностей использования масличного льна / Н.М. Федосова // Проблемы легкой и текстильной промышленности, 2010, №1(16). – с.115-116.
6. *Кукин Г.Н.* Текстильное материаловедение (волокна и нити): Учебник для вузов. 2-е изд., перераб. И доп. / Г.Н.Кукин, А.Н.Соловьев, А.И. Кобляков. – М.: Легпромбытиздат, 1989. - 352с.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СМЕСЕВОЙ ПРЯЖИ НА ОСНОВЕ ВОЛОКОН ЛЬНА МАСЛИЧНОГО С НАТУРАЛЬНЫМИ И ХИМИЧЕСКИМИ ВОЛОКНАМИ

Бойко Г.А., Расторгуева М.И.

Аннотация - данная работа посвящена созданию смесей пряжи льна масличного с химическими и натуральными волокнами, сочетая их преимущества для улучшения их физико-механических и гигиенических свойств.

PROSPECTS MIXED YARN BASED ON FIBER OIL FLAX WITH NATURAL AND CHEMICAL FIBRE

G.A. Boiko, M.I. Rastorgueva

Summary

This work is dedicated to the creation of oil flax yarn blends with chemical and natural fibers, combining their advantages to improve their physical-mechanical and hygienic properties.

УДК 637.524

ВИРОБНИЦТВО ТА АНАЛІЗ ЯКОСТІ СМАЖЕНИХ КОВБАС

Болгова Н.В., к.с.-г.н.

Сумський національний аграрний університет

Тел. (097)291-88-71

Анотація – дана робота направлена на дослідження виробництва та аналіз якості смажених ковбас, які виробляють вітчизняні м'ясопереробні підприємства. Визначені показники якості (органолептичні, фізико-хімічні) та безпеки (мікробіологічні) продуктів. Проведена оцінка відповідності одержаних результатів вимогам чинних нормативно-технічних документів.

Ключові слова – ковбаса, м'ясо, спеції, оболонка, інгредієнти, жирність, консистенція, якість.

Постановка проблеми. В останні роки спостерігаємо суттєвий ріст асортименту ковбасних виробів, які випускають за рецептурою, що була розроблена самим виробником. Поряд з цим збереглися ковбаси, виробництво яких регламентовано ДСТУ. Досить часто ковбаси одного виду, але різних виробників, в значній мірі відрізняються за ціною, органолептичними показниками та якістю. Тому питання відповідності технології та якості ковбасних виробів є надзвичайно актуальними.

Аналіз останніх досліджень. Ковбасою називається м'ясний продукт з меленого м'ясного фаршу, рубаного м'яса або цілісного шматка вирізки з додаванням спецій, упакований у оболонку природного або штучного походження, або без неї і певним чином оброблений (термічна обробка або ферментація до готовності для споживання). Ковбаса може бути копченою, варено-копченою, в'яленою або вареною. Для приготування ковбаси використовується яловичина, свинина, баранина, м'ясо птиці, конина [4]. Вважається, що саме німці навчили росіян готувати ковбасу - за часів Петра I. Так, або інакше, традиційна слов'янська кухня тісно пов'язана з православним календарем, великим святам передують досить довгий піст, під час якого м'ясо їсти не можна. Тому ковбаса для слов'ян стала традиційним блюдом великих свят, таких, як Різдво і Пасха [2,6]. Одним з традиційних рецептів є смажена домашня ковбаса. Тільки її не смажили на плиті, а запікали в печі. Готували ковбасу так: нарубане м'ясо (свинина, іноді з додаванням яловичини), сало, теж нарубане,

* Болгова Н.В., к.с.-г.н.

змішували із спеціями (сіль, часник, чорний перець, українці традиційно додавали цілі зерна гірчиці), наповнювали цим фаршем промиту кишку і відправляли запікатися у піч або духовку [5].

Науковці і технологи у всьому світі прагнуть отримати продукт високої якості, з характерними конкретному виду продукту органолептичними характеристиками, та витратити на це мінімальну кількість сировини. Аналіз літературних джерел показав, що на першому місці стоїть використання інгредієнтів та нетрадиційної сировини, а також нових технологій виробництва [1,3,7].

Постановка завдання. Виходячи із традиційних пристрастей населення, нам треба провести дослідження якості домашньої ковбаси різних виробників. Так, для дослідження нами були відібрані наступні зразки: «Родинна ковбаса» ООО «Барком», «Українська смажена» ТДВ «М'ясокомбінат «Ятрань»», «Домашня» ООО «Алан», «Смажена Українська» ООО «Глобінський м'ясокомбінат», «Домашня» ООО «ПП Роганський м'ясокомбінат».

Основна частина. Хтось називає таку ковбасу Домашньою або Українською. На Українську і інші смажені ковбаси діє ДСТУ 4433:2005. При цьому смаженими називають ковбаси, які в процесі виготовлення після обварювання парою або гарячою водою піддавалися смаженню. Така Українська ковбаса складається з напівжирної свинини з додаванням солі, цукру, перцю і часнику. Її виробляють без попереднього посолу сировини. Тобто, спершу свинину подрібнюють на шматочки 14-20 мм, а потім змішують з сіллю, цукром, спеціями. Оболонку (часто натуральну) наповнюють фаршем не дуже щільно, згортають у вигляді спіралі з 2-4 витків і перев'язують хрестоподібно шпагатом. Підготовлені таким чином батони викладають на деку і смажать при 200⁰С спочатку з однієї сторони 30 хвилин, потім перевертають, зливають жир і смажать ще 30 хвилин. Іноді перед жаркою батони обшпарюють (парою або водою), це надає виробам кращого товарного вигляду. Після температурної обробки ковбасу повільно охолоджують.

Це якщо готувати ковбасу за класичною рецептурою. У наші ж дні можна, наприклад, зустріти Домашню ковбасу з курятини. Зустрічаються і вироби, де на першому місці в складі вказаний такий інгредієнт як гідролізат свинячої шкірки. У складі ковбас можна зустріти також сою, карагенан, підсилювач смаку глутамат натрію і навіть ароматизатор м'яса. Все частіше зустрічається у складі м'ясних виробів такий інгредієнт як мальтодекстрин. Мальтодекстрин за своєю природою вуглевод, отримують його з кукурудзяного або картопляного крохмалю. Сама по собі речовина абсолютно нешкідлива, білий порошок, солодкуватий на смак. У харчовій промисловості мальтодекстрин застосовується як підсилювач смаку,

загусник або наповнювач, підсолоджувач, а також як замітник жиру в майонезі, морозиві, ковбасах і м'ясних виробках, інших продуктах. Виробники цієї добавки переконують у тому, що використання мальтодекстрину створює в продукті жирний смак, але калорійності при цьому буде менше майже на 50%.

Така ковбаса більше асоціюється з назвою Домашня, але, згідно із стандартом, є Українська смажена ковбаса. Ми об'єднали в тесті ковбаси двох цих найменувань; головна умова, щоб ковбаса була смажена і виготовлена зі свинини, можливо з додаванням яловичини, але точно не куряча. Домашні ковбаси виготовлені за ТУ, а Українські ковбаси за ДСТУ 4433:2005. Марка "Родинна ковбаска" також заявлена як Домашня, але вона варено-копчена. У ковбасах у першу чергу перевірили склад, уважно ознайомилися з маркуванням і провели дегустацію.

Упаковані м'ясні вироби вже традиційно під вакуумом зауважень не мали. Відповідно до маркування зауважень теж не було, лише продукт "Родинна ковбаска" за маркуванням і упаковкою залишився без оцінки, оскільки куплений у фірмовому кіоску, але без етикетки.

Одночасно, вивчаючи склад продукту, зазначений на етикетках, констатуємо, що в м'ясних виробках все частіше і частіше зустрічаються підсилювач смаку і ароматизатори. Так, окрім основної сировини (м'яса, солі, цукру, часнику і спецій) до складу ковбаси "Роганський м'ясокомбінат" внесені: підсилювач смаку Е 621, регулятор кислотності Е 300, стабілізатор кольору Е 250.

Досить часто основну сировину, м'ясо свинини, виробники замінюють більш дешевими аналогами, наприклад, курятиною, соєю, а також крохмалем. Ні сої, ні м'яса птиці, ні крохмалю на етикетках досліджуваних зразків домашньої ковбаси не значиться. У процесі проведених лабораторних досліджень виявилось, що крохмалю в ковбасах дійсно немає. Курятину знайшли в зразку "Роганський м'ясокомбінат". За прихований інгредієнт загальна оцінки ковбасам була знижена.

Окрім цих показників, у ковбасах перевірили жирність і мікробіологію. Кишкова паличка виявлена не була. За показником вмісту жиру в досліджених зразках виявили порушення. Так, виробник ковбаси марки «Ятрань» та «Глобіно» на етикетках взагалі не вказали вміст жиру, а ковбаси марки "Алан", "Роганський м'ясокомбінат" вказали на етикетках чітку цифру і не потрапили в заявлене значення. Так, у ковбасі марки "Алан" та "Роганський м'ясокомбінат", згідно інформації виробника, вміст жиру складає 36,8 г/100 г й 40 г/100г. Дослідження показали, що у першому зразку показник нижчий від заявленого на 10,2 г/100г, а у другому – на 10,5 г/100г.

"Правильна" Українська смажена ковбаса на розрізі повинна представляти рівномірно перемішаний фарш, що складається із шматочків напівжирної свинини розміром від 14 до 20 мм. Колір ковбаси - від світло-сірого до блідо-рожевого, без сірих плям і порожнеч. Консистенція має бути пружна. Запах і смак мають бути характерні для продукту, приємні, з ароматом прянощів і смажіння, часнику, без сторонніх відтінків. Оцінки і коментарі за органолептичними показниками приведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Органолептичні показники досліджуваних зразків

Показник	Виробник				
	«Родина ковбаса» ООО «Барком»	«Українська смажена» ТДВ «М'ясокомбінат «Ятрань»»	«Домашня» ООО «Алан»	«Смажена Українська» ООО «Глобінський м'ясокомбінат»	«Домашня» ООО «ПП Роганський м'ясокомбінат»
Вид на розрізі	відмінно	добре	добре	добре	добре
	темно-рожевого кольору	сірого кольору	сірого кольору	сірого кольору	сіро-рожевого кольору
Консистенція	відмінно	відмінно	відмінно	відмінно	відмінно
	пружна	пружна	пружна	пружна	пружна
Запах	відмінно	відмінно	відмінно	добре	відмінно
	приємний, копченого м'яса	приємний, м'ясний	приємний, з відтінком пряностей	м'ясний	приємний м'ясний, з ароматом спецій, легкий копчення
Смак	відмінно	відмінно	відмінно	добре	добре
	в міру солоний, копчений	в міру солоний, м'ясний	достатньо солоний, пряний	солоний, надто пряний (перчений)	виражений перець, легкий копчення

Висновки. Результати тестування смаженої ковбаси Домашньої і Української такі. Загальна оцінка "відмінно" у ковбаси "Родина ковбаска". Оцінка "добре" у ковбас "Алан", "Глобіно". Ковбаса "Роганський м'ясокомбінат" отримала оцінку "погано", в першу чергу, із-за прихованої курятини.

Література:

1. Технологія виробництва ковбас та м'ясокопченостей / [В.В. Власенко, І.Г. Береза, П.П. Бігун, М.Д. Гаврилюк]. – Вінниця, 2000. – 276 с.

2. Мельников А. Европейский расколбас / Мельников А. // Гурмэ - 2008. – №1-2. – Режим доступа: <http://gurme.linecore.com/rus/articles/28>
3. Новая технология сушки ферментированных колбас / [Джозеф Комапосада, Джасинт Арнау, Габриеле Феррини и др.] // Мясные технологии – 2013 – № 10. – Режим доступа: <http://www.meatbranch.com/magazine/archive.html>
4. Про безпечність та якість харчових продуктів: Закон України / Верховна рада України. – Офіц. вид. – К.: Парлам. вид-во, 2005. – 85 с. – (Бібліотека офіційних видань).
5. Технологія м'яса та м'ясних продуктів: підручник / [М.М. Клименко, Л.Г. Віннікова, У.Г. Береза та ін.]. – К.: Вища освіта, 2006. – С. 483–503.
6. Элла Рустамова. Кто придумал колбасу? / Элла Рустамова // Школа Жизни. ру – 2010 – № 4. – Режим доступа: <http://shkolazhizni.ru/archive/0/n-35999/>
7. Wirth F. The technology of processing meat not of standart qualsty / F. Wirth // Die Fleischwirtschaft. – 2005. – Bd. 66. – № 8. – S. 1256–1260.

ПРОИЗВОДСТВО И АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ЖАРЕННЫХ КОЛБАС

Болгова Н.В.

Аннотация - данная работа направлена на исследование производства и анализ качества жареных колбас, которые производят отечественные мясоперерабатывающие предприятия. Определили показатели качества (органолептические, физико-химические) и безопасности (микробиологические) продуктов. Проведена оценка соответствия полученных результатов требованиям действующих нормативно-технических документов.

PRODUCTION AND ANALYSIS OF QUALITY OF THE FRIED SAUSAGES

N. Bolhova

Summary

Hired sent to research of production and analysis of quality of the fried sausages which produce domestic myasopererabatyvayuschie enterprises. The indexes of quality (organolepticheskie, physical and chemical) and safety (microbiological) of foods defined. Conducted estimation of conforming to of the got results the requirements of operating normatively-technical documents.

УДК 664.68.006.83

ТОВАРОЗНАВЧІ АСПЕКТИ ЯКОСТІ ПЕЧИВА ПІСОЧНОГО ЗДОБНОГО ПІДВИЩЕНОЇ БІОЛОГІЧНОЇ ЦІННОСТІ З ДОДАВАННЯМ СУМІШІ ХАРЧОВИХ ВОЛОКОН

Бородай Д.В., магістр*

Бачинська Я.О., к.с-г. н.

Харківський торговельно-економічний інститут КНТЕУ

Тел. (057) 716-70-16

Анотація - дана робота присвячена розробці нового виду борошняних кондитерських виробів з використанням нетрадиційної сировини для розширення торгового асортименту товарів підвищеної біологічної цінності.

Ключові слова – харчові волокна, фізико-хімічні показники, зниження енергетичної цінності.

На сьогоднішній день, в умовах несприятливого екологічного середовища, що, зазвичай, негативно впливає на організм людини, а також, враховуючи спосіб життя та харчування людства, все частіше виникає проблема недостатньої кількості корисних речовин, що надходять до організму. В більшій мірі надходження життєво важливих компонентів відбувається через їжу, але й тут виникає гостра проблема, адже, на превеликий жаль, їжа, котру ми споживаємо, зазвичай, бідна на корисні речовини. Тоді й виникає необхідність у створенні таких продуктів харчування, що відповідали б основним вимогам фізіології харчування та нутриціології. Такими є продукти підвищеної біологічної цінності, в які додатково до основних речовин, що входять до складу, вводяться корисні компоненти, що сприяють покращенню діяльності не тільки якогось конкретного органу, а й організму в цілому. Для досягнення таких результатів при виробництві продуктів в їх склад додатково вводяться інші компоненти – харчові волокна, вітаміни, макро- та мікроелементи. Основними та найбільш використовуваними добавками слугують харчові волокна з різних видів рослин та їх частин. [1]

Печиво є, мабуть, найрозповсюдженішим продуктом борошняної кондитерської промисловості. Це улюблені ласощі не тільки мільйонів дорослих, а й дітей, чий організм особливо гостро потребує надходження корисних речовин для забезпечення

© Бородай Д.В., магістр, Бачинська Я.О., к.с-г. н., доцент

*Науковий керівник - к.с-г. н., доцент Бачинська Я.О.

нормального розвитку. Тому створення печива підвищеної біологічної цінності є одним із пріоритетних завдань сучасної харчової промисловості, саме тому була обрана дана тема. Для створення печива підвищеної біологічної цінності в якості джерела корисних речовин було обрано харчові волокна з насіння гарбуза та харчові волокна з амаранту, насіння гарбуза та зародків пшениці, адже ці добавки багаті на харчові волокна, вітаміни, макро- та мікроелементи (вітаміни гр. В, А, К, Д, Е, С, РР, калій, кальцій, магній, натрій, фосфор, залізо, бор, йод, марганець, мідь, селен, фтор, цинк та ін.), що необхідні для життєдіяльності організму [2,3].

При дослідженні цілої низки наукових робіт Денисенко Т.М., Козлової А.В., Іоргачової К.Т., Сірохман І.В., що присвячені створенню тіста для пісочного печива з різноманітними добавками, було визначено, що найбільш відповідними є саме харчові волокна амаранту, насіння гарбуза та зародків пшениці, адже вони не впливають на основні технологічні характеристики тіста, та надають йому приємний жовтуватий колір та аромат, окрім того, вони зовсім не відчутні в готовому виробі, тому органолептичні показники якості не виходять за межі, встановлені національними стандартами, окрім того, фізико-хімічні показники печива пісочного здобного з додаванням харчових волокон з амаранту, насіння гарбуза та зародків пшениці повністю відповідають встановленим нормам. Окрім того, завдяки корисним властивостям обраних добавок також знижується і енергетична цінність нового виробу - з 480 ккал до 402 ккал [4-8].

При підготовці дослідження було підраховано, що при заміні 2,5 % борошна на обрані добавки ми отримуємо максимальний ефект без зміни основних технологічних характеристик. Таким чином, незначні зміни в технології виготовлення печива несуть за собою певні зміни в якісному складі продукту.

Після виготовлення зразків печива пісочного здобного з додаванням харчових волокон з амаранту, насіння гарбуза та зародків пшениці були проведені дослідження основних органолептичних та фізико-хімічних характеристик печива, що нормуються національним стандартом ДСТУ 3781-98 «Печиво. Загальні технічні умови», у порівнянні з контрольним зразком, що реалізується у торговельній мережі м. Харкова. Для підрахунку результатів була використана умовна бальна шкала оцінювання для печива. Результати органолептичного дослідження представлені на рис. 1:

Як ми можемо бачити з рис. 1, основні органолептичні показники, що нормуються у стандарті, повністю відповідають вимогам, що свідчить про те, що використання обраних добавок у певній кількості, а саме 2,5% від загальної маси борошна, не впливає на форму, поверхню, колір, смак та запах і вид у розломі вже готового

виробу; окрім того, результати досліджень свідчать про те, що створений зразок печива за деякими показниками перевершує печиво, що реалізується у торговельній мережі м. Харкова.

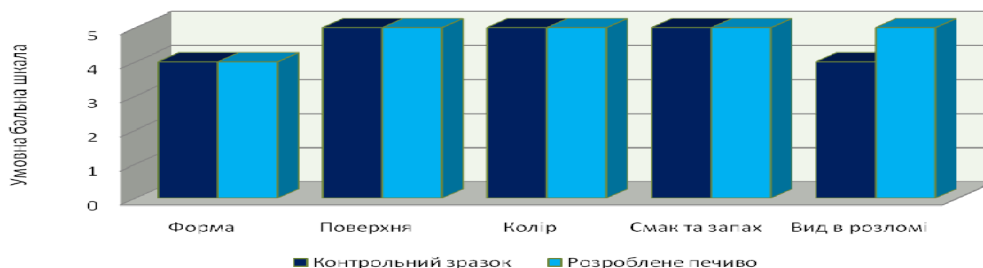


Рис. 1. Результати органолептичного дослідження печива функціонального призначення.

Щодо фізико-хімічних показників, то результати досліджень виявили, що всі вони знаходяться у межах норм, що встановлені в стандарті. Більш детально значення фізико-хімічних показників, представлені в таблиці 1:

Таблиця 1 - Результати дослідження фізико-хімічних показників якості печива пісочного підвищеної біологічної цінності

Найменування показника	За ДСТУ 3781-98	Печиво з функціональними добавками
Масова частка вологи, %	Не більш ніж 15,5	10,3 ± 0,4
Лужність, град	Не більш ніж 2,0	1,36 ± 0,1
Масова частка цукрів (у перерахунку на суху речовину), %	Не менш ніж 12,0	28,4 ± 1,1
Масова частка жиру (у перерахунку на суху речовину), %	Не менш ніж 2,3	3,1 ± 0,1
Намочуваність, %	Не менш ніж 110,0	146 ± 2,0

Як можна побачити з таблиці 1, основні нормовані фізико-хімічні показники створеного пісочного печива функціонального призначення знаходяться у нормах, встановлених стандартом, це свідчить про те, що використання обраних добавок у певній кількості не впливає на якість готового продукту за вимогами ДСТУ 3781-98.

Окрім дослідження основних органолептичних та фізико-хімічних показників також було вивчено зміни показників печива здобного пісочного підвищеної біологічної цінності у процесі зберігання та порівняння його з контрольним зразком.

Згідно до умов зберігання печива, що відображені в ДСТУ 3781-98, а саме – в чистих добре вентильованих складах, не маючих побічних запахів, не заражених шкідниками хлібних запасів, за температури (18 ± 3) °С та відносній вологості повітря не більше 75%, створене печиво та контрольний зразок було вирішено зберігати в умовах, найбільш наближених до умов зберігання вдома, а саме – при кімнатній температурі і звичайній вологості та при кімнатній температурі і підвищеній вологості.

Зазвичай строк зберігання печива пісочного здобного вітчизняного виробництва становить один - два місяці, іноземного виробництва – від двох до шести місяців. Для оптимальних результатів дослідження зразки зберігали два місяці. Після закінчення строку були проведені дослідження, результати яких відображені на рис. 2:

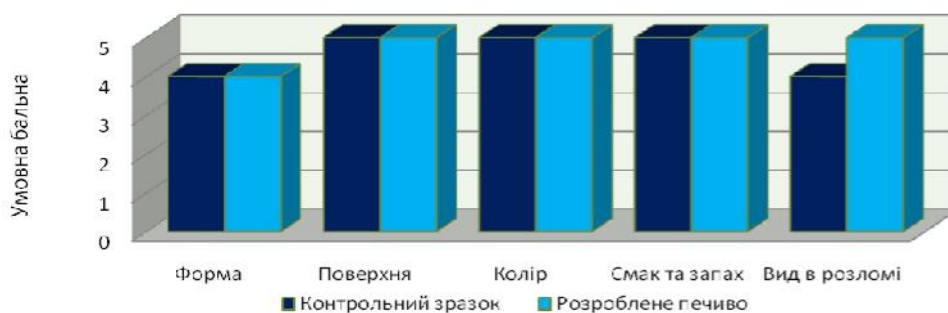


Рис. 2. Результати органолептичного дослідження печива підвищеної біологічної цінності після закінчення строку зберігання.

Як видно з рис. 2, після зберігання зразків основні регламентовані органолептичні показники знаходяться у межах норми, що свідчить про відсутність впливу обраних домішок та різних умов зберігання на готовий виріб навіть після закінчення строку зберігання.

Результати фізико-хімічних показників та динаміка їх змін представлена рис. 3:



Рис. 3. Діаграма зміни масової частки вологи в печиві при зберіганні в різних середовищах.

Як видно з рис. 3, в показниках між контрольним зразком і створеним печивом не спостерігається різкої відмінності в значеннях, це свідчить про те, що обрані добавки не впливають на показники печива навіть при зберіганні.

Динаміка зміни лужності печива наведена на рис. 4:



Рис. 4. Діаграма зміни лужності печива при зберіганні в різних середовищах.

Як видно з рис. 4, зниження лужності в процесі зберігання відбувається і в контрольному зразку і в створеному печиві, це обумовлено тим, що кількість амонійних розпушувачів у тісті з часом знижується за рахунок біохімічних реакцій, які відбуваються у дослідних зразках під час зберігання.

Динаміка зміни масової частки цукру представлена на рис. 5.



Рис. 5. Діаграма зміни масової частки цукру в печиві при зберіганні в різних середовищах.

Як можна побачити з рис. 5, процес зберігання не впливає на вміст цукрів у печиві, тому змін не відбувається – отримане значення

при першому дослідженні збереглося і після зберігання продукту в середовищах з різною вологістю.

Динаміка зміни масової частки жиру представлена на рис. 6:

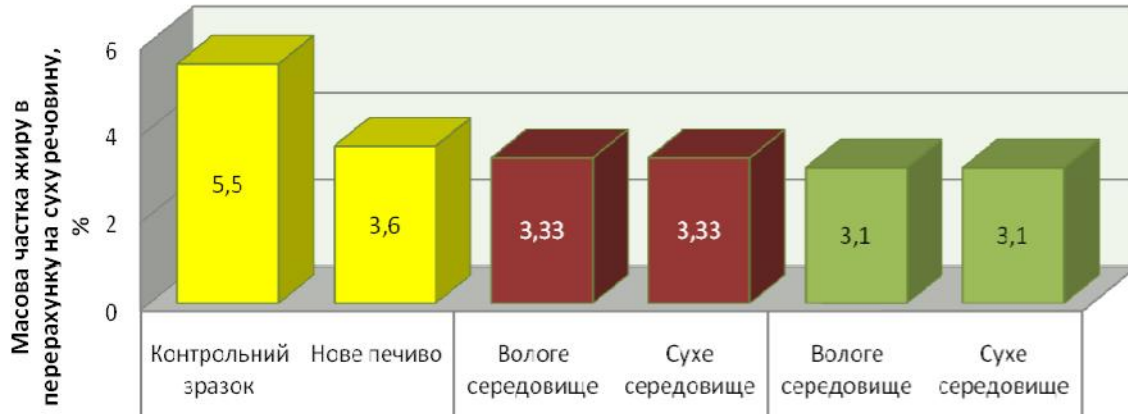


Рис. 6. Діаграма зміни масової частки жиру в печиві при зберіганні в різних середовищах.

Як видно з рис. 6, при зберіганні жир, що входить до складу печива, окислюється, тим самим його кількість зменшується, але зберігання печива в умовах різної вологості не впливає на його кількість.

Динаміка зміни намоочуваності печива представлена на рис. 7:



Рис. 7. Діаграма зміни намоочуваності печива при зберіганні в різних температурних режимах.

Як видно з рисунка, зберігання печива в умовах з різною вологістю певним чином впливає на показник намоочуваності, а саме – при зберіганні печива в середовищі з підвищеною вологістю намоочуваність печива підвищується.

Висновки. Після проведення досліджень зразків печива підвищеної біологічної цінності, збагачених сумішшю обраних харчових волокон, були отримані наступні результати: встановлено, що обрані компоненти в певній кількості сприяють збагаченню печива корисними речовинами, вітамінами, харчовими волокнами.

При дослідженні основних органолептичних та фізико-хімічних показників отримані результати досліджень підтвердили, що обрані добавки не впливають на результати досліджень і не змінюють основних характеристик печива.

Удосконалена технологія дозволить розширити асортимент печива при додаванні суміші харчових волокон та дасть можливість використовувати його людям, хворим на ожиріння.

Встановлено, що використання у виробництві суміші харчових волокон дозволить збільшити сегмент споживачів за рахунок зниження енергетичної цінності з 480 до 402 ккал та підвищення вмісту корисних компонентів та вітамінів.

Література:

1. Справочник кондитера. Общественное питание / Под редакцией Николаевой М.А., Номофиловой Н.И. – М.: Издательский дом "Экономические новости", 2003. – 640 с.

2. Аксенова Л.М. Развитие технологических систем кондитерской промышленности. Мучные кондитерские изделия. Кн.1. / Л.М. Аксенова - М.: Пищепромиздат, 2003. – 302 с.

3. Товароведение зерномучных и кондитерских товаров / [Смирнова Н.А., Надежнова Л.А., Селезнева Г.Ф., Воробьева Э.А.]. - М.: Экономика, 1989.

4. Денисенко Т. М. Борошняні кондитерські вироби підвищеної біологічної цінності / Т.М. Денисенко // Вісник КНТЕУ. Спецвипуск наукових робіт молодих вчених. – 2005. – № 3. – С. 181–186.

5. Кочеткова А. А. Функциональные пищевые продукты: некоторые технологические подробности в общем вопросе / А.А. Кочеткова, В.И. Тужилкин // Пищевая промышленность. – 2003. – № 5. – С. 8–10.

6. Козлова А. В. Конструирование мучных кондитерских изделий профилактического назначения / А.В. Козлова, Т.Б. Цыганова // Кондитерское производство. – 2006. – № 3. – С. 36–38.

7. Капрельянц Л. В. Функціональні продукти / Л. В.Капрельянц, К. Г.Іоргачова. – Одеса: Друк, 2003. – 312 с.

8. Іоргачова К. Т. Борошняні кондитерські вироби з продуктами переробки амаранту / К.Т. Іоргачова // Наукові праці ОДАХТ. – 1999. – № 19. – С. 62–65.

9. *Иоргачова Е.Г.* Функциональные пищевые добавки из инулинсодержащего сырья / *Е.Г. Иоргачова, Л.В. Капрельянц, С.И. Баннова* // Кондитерское производство. – 2002. – № 4. – С. 51–53.

**ТОВАРОВЕДНЫЕ АСПЕКТЫ КАЧЕСТВА ПЕЧЕНЬЯ
ПЕСОЧНОГО СДОБНОГО ПОВЫШЕННОЙ
БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ С ДОБАВЛЕНИЕМ СМЕСИ
ПИЩЕВЫХ ВОЛОКОН**

Бородай Д.В., Бачинская Я.О.

Аннотация - данная работа посвящена разработке нового вида мучных кондитерских изделий с использованием нетрадиционного сырья для расширения торгового ассортимента товаров повышенной биологической ценности.

**COMMODITY'S RESEARCH ASPECTS OF QUALITY
SHORTBREAD BUTTER COOKIES HIGH BIOLOGICAL VALUE
WITH A MIXTURE FIBER**

D. Boroday, Y. Bachinskaya

Summary

This work is dedicated to the development of a new type of pastry using unconventional materials to expand the range of goods trade increased biological value.

УДК 65.018:663.24

**ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ТА
АНТИОКСИДАНТНОЇ АКТИВНОСТІ РІЗНИХ ВИДІВ
МОЛОЧНОЇ СИРОВАТКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ
ВИКОРИСТАННЯ У НАПОЯХ**

Головко М.П., д.т.н.,

Пенкіна Н.М., к.т.н.,

Колесник В.В., аспірант*

Харківський державний університет харчування та торгівлі

Тел. (057) 349-45-60

Анотація – дану роботу присвячено дослідженню та порівняльній характеристиці хімічного складу різних видів сироватки, визначенню мінерального та вітамінного комплексу в дослідних зразках, аналізу антиоксидантної активності, розгляду актуальності перспектив використання сироватки у виробництві напоїв.

Ключові слова – молочна сироватка, хімічний склад, антиоксидантна активність, мінеральні речовини, біологічна цінність, вітаміни, напої.

Постановка проблеми. Останнім часом дослідники харчової галузі приділяють значну увагу використанню у харчових технологіях вторинної сировини, яка може одночасно виконувати декілька функцій: підвищувати харчову та біологічну цінність продукту, покращувати споживні властивості, стабілізувати якість та подовжувати термін зберігання. Одним з таких видів вторинної сировини є молочна сироватка – це продукт переробки молока, який отримують у процесі виробництва твердих сирів та сиру кисломолочного.

Аналіз останніх досліджень. За даними статистичних досліджень об'єм сироватки у світі складає близько 140 млн. т і проблема переробки даного виду сировини у продукти харчування для більшості країн залишається актуальною. У харчуванні населення більшої частини земної кулі в умовах сьогодення спостерігається постійна нехватка білка та мінеральних речовин, а значна кількість молочної сироватки не переробляється. В Україні її переробка не перевищує позначку 25% [1].

© Головко М.П., д.т.н., Пенкіна Н.М., к.т.н., Колесник В.В., аспірант

* Науковий керівник – д.т.н., професор Головко М.П.

Молочна сироватка має вагомe значення у харчуванні, до її складу переходить більш ніж 50% сухих речовин, у тому числі 30% білків, більше ніж 200 мікроелементів, вітамінів та життєво важливих речовин, які при щоденному вживанні компенсують 2/3 добової потреби організму в кальції, 1/2 — в калії, 80% — у вітаміні В2, 1/3 — у вітамінах В1, В6, В12 [2].

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Традиційні способи розділення молока, засновані на біотехнології (закваски, ферменти) та використанні хімічних реагентів (кислоти, луги, солі), які забезпечують отримання під сирної та з – під сиру кисломолочного сироватки. Ступінь переходу основних компонентів молока в молочну сироватку визначається, головним чином, їх розмірами. Склад і властивості молочної сироватки обумовлені видом та хімічним складом вихідної сировини, а також апаратним оформленням процесу [3]. Різні види молочної сироватки відрізняються за вмістом лактози, білків, пептидів, амінокислот, вітамінів, тому є різною за хімічним та мінеральним складом сировиною [4]. Актуальним стає дослідження та порівняльна характеристика різних видів молочної сироватки.

Основна частина. Метою роботи є визначення хімічного складу та антиоксидантної активності різних видів молочної сироватки. Хімічний склад дослідних зразків представлено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Хімічний склад різних видів сироватки

Складова частина (компонент)	Підсирна	З – під сиру кисломолочного
1	2	3
Вода, % $\pm 2,5$	95,0	94,0
Білки, % $\pm 0,05$	1,01	1,21
Жири, г $\pm 0,02$	0,41	0,22
Вуглеводи, г лактоза $\pm 0,2$	4,0	4,9
Органічні кислоти, г $\pm 0,013$	0,261	0,282
Зола, г $\pm 0,03$	0,56	0,92
Мікроелементи, мг		
Натрій ± 2	43	42
Калій ± 6	128	130
Кальцій ± 3	56	65
Магній $\pm 0,3$	5,5	6,5
Фосфор ± 4	61	80
Мікроелементи, мкг		
Залізо ± 4	65	70

Продовження таблиці 1.

1	2	3
Марганець $\pm 0,3$	5,5	5,5
Кобальт $\pm 0,04$	0,82	0,74
Нікель $\pm 0,1$	1,2	0,15
Хром $\pm 0,1$	1,5	1,5
Цинк ± 21	300	310
Мідь $\pm 0,05$	1,02	1,15
Вітаміни, мкг/кг		
β -каротин ± 3	13	75
A ± 4	22	110
B ₁ ± 16	315	263
B ₂ ± 95	1389	1107
B ₆ ± 25	524	478
PP ± 7	140	140
C ± 25	500	500
E ± 15	227	315

Відповідно до таблиці 1 можна сказати, що вміст вологи у двох видах сироватки майже однаковий і знаходиться у межах від 94% до 95%. Основним компонентом у складі сухих речовин сироватки є лактоза, вміст якої складає 4,0 % (підсирна), 4,9 % (з – під сиру кисломолочного). Вміст білкових сполук коливається у межах від 1,01-1,21 %, цей показник пропорційно залежить від способу коагуляції білка молока, який використовувався під час отримання основного продукту. У молочній сироватці міститься незначна кількість жиру від 0,22 г у сироватці з – під сиру кисломолочного до 0,41 г у підсирній. Органічні кислоти в об'ємі 0,261 г містяться у зразку підсирної сироватки, у сироватці з – під сиру кисломолочного міститься 0,288 г органічних кислот. До складу дослідного продукту переходять майже всі солі та мікроелементи молока, а також солі, які вводилися під час виробництва основного продукту. Абсолютний склад зольних елементів у сироватці наступний – 0,56 г (сироватка підсирна) та 0,92 г (сироватка з – під сиру кисломолочного). Вміст мікроелементів знаходиться у наступних межах: калій 128-130 мг, кальцій 56-65 мг, магній 5,5-6,5 мг, фосфор 61-80 мг, відповідно до отриманих даних лідером за вмістом зольних мінеральних речовин є сироватка з – під сиру кисломолочного. Мінеральні речовини у сироватці представлені наступними елементами, які коливаються у межах: залізо 65-70мкг, цинк 300-310мкг, мідь 1,02-1,15мкг (більший вміст у сироватці з – під сиру кисломолочного), вміст марганцю складає 5,5 мкг, хрому 1,5 мкг – ідентичний у обох зразках, кобальт

0,74-0,82 мкг, нікель 1,15-1,2 мкг (більший вміст у сироватці підсирній). Молочна сироватка містить досить вагому кількість вітамінів, β -каротин знаходиться у межах від 13 (у зразку підсирної сироватки) до 75 мкг/кг (у сироватці з – під сиру кисломолочного), помітно значну різницю у вмісті вітаміну А, підсирна сироватка містить 22 мкг/кг, а сироватка з – під сиру кисломолочного 110 мкг/кг, лідером за вмістом вітаміну В₁ є зразок підсирної сироватки, вміст цього елемента коливається від 263 до 315 мкг/кг, аналогічна ситуація з вмістом вітаміну В₂ – 1107-1389 мкг/кг, та В₆ – 478-524 мкг/кг. Вміст вітаміну С ідентичний у обох зразках і складає 500 мкг/кг, вміст вітаміну Е коливається від 227 до 315 мкг/кг (більшим вмістом відрізняється зразок сироватки з – під сиру кисломолочного). Аналізуючи літературні та експериментальні дані, можна стверджувати, що енергетична цінність сироватки дещо нижча, ніж у незбираного молока, а біологічна – майже така сама, це і обумовлює раціональність подальшого використання даного продукту.

Зараз активно досліджуються перспективи використання молочної сироватки у різних галузях харчової промисловості. Але якщо звернути увагу на досвід іноземних розробників, то спостерігається тенденція до збільшення виробництва та споживання низькокалорійних молочних продуктів, під час виробництва яких використовується вторинна молочна сировина. З молочної сироватки виробляється різноманітний асортимент напоїв для безпосереднього вживання, напівфабрикатів для виготовлення десертів, морозива, желеподібних продуктів. Розширюються біологічні методи обробки сироватки, що розширює галузь її використання.

Харчова цінність і біологічні властивості дають можливість використовувати молочну сироватку безпосередньо як напій, або після попередньої обробки як сировину для приготування різноманітних напоїв. Існує безліч напоїв з використанням молочної сироватки. У залежності від виду напоїв використовують натуральну сироватку, освітлену (звільнену від білків).

Вагому біологічну цінність представляють напої з натуральної сироватки, але вони непрозорі, бо в них присутній осад у вигляді пластівців. Напої даної категорії мають певні дієтичні та лікувальні властивості за рахунок збереження всіх складових молочної сироватки. У технології приготування таких напоїв для поліпшення смаку і підвищення харчової і біологічної цінності молочної сироватки застосовують біологічну обробку і внесення наповнювачів.

Виділення значної частини білків із сироватки дає змогу отримати прозорі освіжаючі напої. Білки надають непрозорості рідині, знижують стійкість під час зберігання і послаблюють освіжаючий ефект. В освітленій сироватці зменшується специфічний сироватковий

смак. Основним способом виділення білків сироватки є теплова денатурація.

Імуностимулюючу дію сироватки можна пояснити складом (незамінних) амінокислот сироваткового протеїну, він містить у порівнянні з казеїном у 4 рази більше цистеїну і в 19 разів більше триптофану, що забезпечує регенерацію білків печінки, утворення гемоглобіну і білків плазми крові. У результаті сповільнюються гнильні процеси, газоутворення і всмоктування токсичних гнильних продуктів в організмі. Було доведено [5], що сироватковий протеїн підвищує рівень глутатіону – одного з найважливіших антиоксидантів в організмі.

Дослідження антиоксидантної активності різних видів сироватки наведено в таблиці 2.

Таблиця 2 – Антиоксидантна активність різних видів сироватки

Показник	Антиоксидантна активність сироватки (АОА, мг/мл)		
	неосвітлена	освітлена термічним способом	суха
Підсирна $\pm 0,002$	0,055	0,015	0,025
З – під сиру кисломолочного $\pm 0,005$	0,075	0,020	0,035

Відповідно до таблиці 2 досліджено, що максимальна АОА спостерігається у неосвітленій сироватці, а під час впливу теплової обробки антиоксидантна активність суттєво зменшується.

Під час використання сироватки треба враховувати, що її хімічний склад, вміст мінеральних та біологічно активних речовин, показники антиоксидантної активності можуть значно коливатися залежно від періоду року отримання молока. Максимальний вміст досліджених показників у молочній продукції спостерігається у період з серпня по жовтень (під час безпосереднього проведення досліджень). Ця закономірність пояснюється наявністю у раціоні тварин зеленого корму, який містить значну кількість білків, вітамінів та природних антиоксидантів. Тому для подальшої переробки сироватку раціонально отримувати з молока саме в цей період.

Висновки. У зв'язку з вищезазначеним розробка інноваційних рецептур функціональних напоїв на основі молочної сироватки і їх виробництво у промислових масштабах є перспективним напрямом розвитку харчової індустрії .

Література:

1. Грек О.В. Напої на основі молочної сироватки з пророщеними злаками [Текст] / О.В. Грек, О.О. Красуля // Обладнання та технології харчових виробництв. – 2011. – Вип. 27. – С. 366-370.
2. Жидков В.Е. Научно-технические основы биотехнологии альтернативных вариантов напитков из молочной сыворотки [Текст] / В.Е. Жидков. – Ростов-н/Д: СКНЦ ВШ, 2000. – С. 144с.
3. Храмов А.Г. Феномен молочной сыворотки [Текст] / А.Г. Храмов. – СПб.: Профессия, 2011. – 802с.
4. Храмов А.Г. Промышленная переработка вторичного молочного сырья [Текст] / А.Г. Храмов, С.В. Василисин. – М.: ДеЛи принт, 2003. – 255с.
5. Рябцева С.А. Технология лактулозы [Текст] / С.А. Рябцева. – М.: ДеЛи принт, 2003. – 232с.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В НАПИТКАХ

Головко М.П., Пенкина Н.М., Колесник В.В.

Аннотация – данная работа посвящена исследованию и сравнительной характеристике химического состава различных видов сыворотки, определению минерального и витаминного комплекса в опытных образцах, анализа антиоксидантной активности, рассмотрения актуальности перспектив использования сыворотки в производстве напитков.

COMPARISON OF CHEMICAL COMPOSITION AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF DIFFERENT KINDS OF BREAST SERUM AND ITS USE IN FUTURE DRINKS

M. Golovko, N. Penkina, V. Kolesnik

Summary

This research paper is devoted to the study research and comparative characteristic of the chemical composition of different types of whey, determination of mineral and vitamin complex in the experimental samples, analysis of antioxidant activity, considering the topicality perspectives of prospects of whey we in the production of beverages.

УДК 664:664.4

ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВАЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ NOR, PSE, DFD ДЛЯ М'ЯСА СВИНИНИ

Желіба А.В., магістр*

Сумський національний аграрний університет

Тел. (066) 334-32-62

Анотація - у статті наведено особливості перебігу автолізу у м'ясі свині NOR та проаналізовано фактори, які обумовлюють появу вад PSE і DFD. Представлено порівняльну характеристику органолептичних та технологічних ознак свинини за показниками якості NOR, PSE, DFD.

Ключові слова – свинина, вади м'яса, гліколіз, показники NOR, PSE, DFD.

Постановка проблеми. Інтенсивність технології вирощування свиней стала причиною істотних змін у метаболічних процесах в організмі тварин та значного зниження якісних показників свинини [6]. Якість свинини залежить від багатьох факторів, у тому числі і тих, які діють на тварину перед забоєм та на тушу у процесі її дозрівання та зберігання. Серед таких факторів вагомим є стрес перед забоєм. Свині відносяться до тих тварин, що мають легко збуджувану нервову систему, тому в стресових ситуаціях витрачають основну частину глікогену м'язів на компенсацію нервових і фізичних витрат, а це впливає на характер перебігу біохімічних процесів, які відбуваються у м'язевій тканині в післязабійний період (автоліз). Відомо, що в результаті автолізу змінюється стан білків, вуглеводів та жиру м'яса, що впливає на консистенцію, соковитість, смак, аромат м'яса та на стійкість до розвитку мікрофлори. У разі стресових ситуацій відбуваються зміни в автолітичних процесах, а це, в свою чергу, зумовлює зміни в технологічних властивостях м'яса (низьке значення рН та вологозв'язуюча здатність), тобто отримання свинини з вадами. У відповідності до цього запропонована класифікація м'яса за групами якості з виділенням нормального м'яса (NOR) і м'яса з ознаками PSE і DFD [6].

Нормальний гліколіз у процесі дозрівання м'яса (NOR) відбувається тільки в свинині, одержаній від здорових тварин, забитих у мінімально стресових ситуаціях, у свинині з вадами PSE і DFD цей

© Желіба А.В., магістр

*Науковий керівник – д.в.н., в.о.професора кафедри Бергілевич О.М.

процес порушений, а умови для мікробного псування є більш сприятливими, тому поява даних вад завдає значних економічних збитків м'ясній та м'ясопереробній промисловості.

Аналіз останніх досліджень. Останнім часом вчені всього світу працюють над вивченням факторів, що зумовлюють утворення вад м'яса з ознаками PSE і DFD [5].

У розвинених країнах кількість м'яса з ознаками PSE і DFD коливається у середньому на рівні від 5 до 40% [3], а в країнах СНД його кількість доходить до 80% [3]. Найчастіше м'ясо з ознаками PSE реєструється у свинини, а м'ясо з ознаками DFD – у яловичини [2]. За даними Лупандіна Н.Д., у свиней, відгодованих на промислових комплексах, частка свиней з вадами PSE і DFD сягала до 30%, а в інших випадках і до 50% [5].

В окремих регіонах України кількість свинини з вадами PSE, що надходить на переробку, становить до 50% [2].

Свинина з вадами PSE і DFD має суттєві недоліки і при зберіганні. У незамороженому вигляді в ній спостерігаються яскраво виражені ознаки псування, на тушах спостерігаються сліди поганого знекровлення, відхилення у кольорі, множинні крововиливи, погіршення консистенції. Таке м'ясо багато в чому схоже з м'ясом хворих або старих тварин [4]. Тому велика кількість досліджень спрямована на вивчення протікання автолізу у парному та охолодженому м'ясі з вадами NOR, PSE, DFD та їх технологічним властивостям [1]. За даними Л.В. Антипова, І.А. Глотова, вже на 2 - 3-ю добу зберігання м'яса охолодженим з ознаками PSE, воно за свіжістю було близьким до м'яса сумнівної свіжості. Більшість дослідників вважають, що свинина PSE і DFD є небажаною не тільки з точки зору небажаних фізико-хімічних змін, але й з причини підвищеної бактеріальної забрудненості. Через це таке м'ясо найбільш доцільно відразу ж (у першу добу) направляти на переробку в ковбасні та консервні вироби. У більшості зарубіжних країн вже проводиться диференційоване використання м'яса з обмеженими термінами зберігання. Але в Україні м'ясо PSE і DFD, на жаль, зберігається разом з доброякісним м'ясом.

Висока інтенсивність окислювальних процесів у м'ясі свиней робить його мало придатним для наступної технологічної обробки [3]. Так, за даними вчених, вихід вареної ковбаси з свинини з ознаками PSE за рахунок меншої вологоутримуючої здатності знижується приблизно на 10% [3].

Отже, для підвищення ефективності переробки свинини та отримання якісної м'ясної продукції необхідно проводити диференціацію м'ясної сировини з визначенням м'яса з нормальними показниками якості (NOR) та м'яса з вадами PSE і DFD.

Метою даної статті було теоретично обґрунтувати важливість застосування показників NOR, PSE, DFD для м'яса свинини.

Для досягнення даної мети необхідно було вирішити наступні завдання:

1. Теоретично обґрунтувати, в чому особливість у перебігу автолізу у м'ясі свинини NOR.
2. Теоретично визначити фактори, які обумовлюють появу вади PSE у м'ясі свинини.
3. Теоретично визначити фактори, які обумовлюють появу вади DFD у м'ясі свинини.
4. Порівняти органолептичні та технологічні показники свинини NOR та PSE, DFD.

Для вирішення поставлених завдань було проведено аналіз сучасних досліджень українських та світових вчених з питань досліджень свинини з показниками NOR та PSE, DFD.

Результати.

1. Свинина характеризується високим вмістом жиру 27-49%, білку 11-16%, тому процеси автолізу відбуваються так:

Упродовж першої доби після забою розвиток автолізу призводить до різкого зниження водозв'язувальної здатності, зростання механічної міцності, зниження рН від 6,5 - 7,0 до 5,5 - 5,6, погіршення смаку і запаху. На стадіях визрівання м'ясо частково відновлює свої властивості, хоча і не досягає рівня парного. Після двох або більше діб зберігання у м'ясі істотно поліпшуються всі ці характеристики, причому збільшення температури середовища прискорює процес визрівання.

Основою автолітичних перетворень м'яса є зміни вуглеводної системи, системи ресинтезу АТФ, стану міофібрилярних білків, що входять у систему скорочення.

На першій стадії автолізу важливе значення має рівень вмісту в м'ясі енергоємної АТФ, внаслідок дефосфорилювання (розпаду) якої здійснюється фосфороліз глікогену. Одночасно енергія дефосфорилювання забезпечує скорочення міофібрилярних білків.

Для м'яса в післязабійний період характерне безперервне зниження концентрації АТФ. Внаслідок зменшення запасів АТФ у м'ясі не вистачає енергії для відновлення стану релаксації волокон, що скоротилися.

Накопичення молочної (і фосфорної) кислоти, як зазначалося, істотно впливає на стан м'язових білків, що, в свою чергу, визначає технологічні властивості м'яса, консистенцію, водозв'язувальну здатність, емульгуючі й адгезійні показники. Сутність цих змін пов'язана переважно з утворенням актоміозинового комплексу і залежить від наявності в системі енергії і іонів кальцію (Ca^{++}).

Безпосередньо після забою кількість АТФ у м'ясі велика, Ca^{++} зв'язаний з саркоплазматичною сіткою м'язового волокна, актин перебуває в глобулярній формі і не зв'язаний з міозином, що зумовлює послабленість волокон, велику кількість гідрофільних центрів і високу водозв'язувальну здатність актину і міозину. Зміщення рН м'яса в кислий бік запускає механізм перетворення міофібрилярних білків:

- змінюється проникність мембран міофібрил;
- іони кальцію виділяються з каналу саркоплазматичного ретикулума, концентрація їх у саркоплазмі зростає;
- іони кальцію підвищують АТФ-активність міозину.

На ранніх стадіях автолізу м'ясо не має вираженого смаку і запаху. Залежно від температури зберігання смак і аромат м'яса з'являється лише на 3 - 4-ту добу завдяки накопиченню продуктів ферментативного розпаду білків і пептидів (глутамінова кислота, треонін, сірковмісні амінокислоти), нуклеотидів (інозин, гіпоксантин та ін.), вуглеводів (глюкоза, фруктоза, піровиноградна і молочна кислота), ліпідів (низькомолекулярні жирні кислоти), а також креатину, креатиніну та інших азотистих екстрактивних речовин.

Термін визрівання м'яса залежить від виду тварин, частини туші, вгодованості й температурного режиму зберігання.

Як правило, в м'ясі з нормальним розвитком автолізу його ніжність і водозв'язувальна здатність досягають оптимуму через 5 - 7 діб зберігання за температури 0 - 2 °С, органолептичні показники - на 10 - 14-ту добу. У зв'язку з цим тривалість витримування вибирають залежно від способу подальшого технологічного використання сировини.

Сировина на 13 - 15-ту добу визрівання придатна для виготовлення практично будь-яких видів ковбас, напівфабрикатів і солених виробів.

У випадку за швидкого розпаду глікогену і, як наслідку, інтенсивного накопичення молочної кислоти в перші години після забою розвиваються ознаки вади PSE, а у випадку повільного автолізу і утворення невеликої кількості молочної - ознаки вади DFD.

2. Чому автоліз іде за типом PSE?

Передзабійний стрес свиней призводить до значного зниження якості м'яса. Вперше дефекти м'яса, отриманого від свиней у стані стресу, описали американські вчені у 1964 р. [7]. Прискорене зниження рівня рН (приблизно від 7,4 до 5,6 протягом 6-12 год.) спричиняє зниження вологоутримуючої здатності м'яса і збільшення терміну зберігання. Водночас швидке зниження рН у тканині м'язів протягом перших годин після забивання, коли температура тканин все ще близька до температури живого тіла, спричинює інтенсивну денатурацію багатьох білків, включно з міоглобіном, який надає м'ясу червоного кольору. Таке м'ясо світліше за кольором, бо деякі

денатуровані білки мають тенденцію більше відбивати світло, ніж поглинати. Крім того, денатуровані білки мають набагато меншу здатність зв'язувати вологу, через що зменшується вологоутримуюча здатність м'яса. Продукт, утворений у таких умовах, виходячи з його ознак, позначають PSE (від англ. pale, soft, exudative — блідий, м'який, водянистий). Таке м'ясо не рекомендують використовувати, зокрема, для вироблення ковбас, або його перероблення потребує використання спеціальних хімічних добавок.

Також після забивання порушується температурний режим у тканинах. Система кровообігу вже не відводить теплоту з глибших м'язів туші, тому температура цих м'язів різко зростає. Це особливо помітно у тварин, що перед забиванням перебували у стресовому стані, або генетично схильних до утворення PSE-м'яса. Вищий рівень метаболізму, відзначений у таких свиней, не лише прискорює падіння рН, але й підвищує тепловиділення у м'язовій тканині. Зростання температури прискорює метаболізм, отже, додатково прискорює падіння рН. PSE-м'ясо схильне до випадків, коли рН м'язів падає до 5,8 або нижче, поки температура м'язів ще не опустилася нижче за 35 °С. Таке сполучення високої температури і низького рН може значно погіршити якість м'яса, бо спричиняє значну денатурацію міоглобіну та інших білків. У туші, схильній до утворення PSE-м'яса, температура після забивання може дещо зростати перед зниженням (рис. 1). Загальна швидкість зниження температури у таких тушах нижча, ніж для нормальних туш.

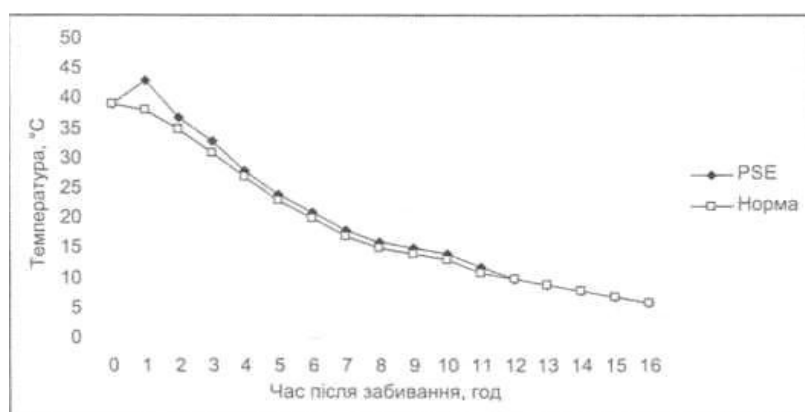


Рис. 1. Зміна температури у туші свиней після забивання [7].

Запобігти PSE можна, якщо якнайшвидше охолодити м'ясо після знекровлення. Це дає змогу досягти мінімального впливу високої температури та низького рН (кислого середовища) на м'ясо. Зниження температури м'яса вповільнює метаболічні процеси і зменшує швидкість падіння рН. З уповільненням швидкості падіння рН зменшується денатурація міоглобіну та решти білків, колір та водоутримувальна здатність м'яса покращуються.

Окрім покращення водоутримувальної здатності і кольору, режим охолодження також впливає на ніжність м'яса. Якщо температура тканин падає до надто низького значення раніше за досягнення остаточного рН, м'ясо матиме меншу ніжність. Занизька температура м'язів у надто ранній час після забивання дестабілізує здатність розташованого у м'язах саркоплазматичного ретикулу утримувати кальцій. Це призведе до вивільнення кальцію і подавання м'язам сигналу скорочуватись (якщо на це ще достатньо енергії). Такий скорочений м'яз щільніший і менш ніжний. В умовах надто швидкого охолодження температура м'язів малого діаметра поблизу поверхні туші може падати швидше, ніж м'язів великого діаметра, роблячи перші більш вразливими до скорочення, спричиненого охолодженням, — так званого холодового скорочення.

3. Чому автоліз іде за типом DFD?

Синдром DFD спостерігається у свиней значно рідше, частіше він зустрічається у м'ясних порід великої рогатої худоби (відгодівля в умовах гіподинамії).

На відміну від PSE, м'ясо DFD охоплює не окремі м'язи, а всю м'язову тканину. У забарвленні м'яса переважає темно-червоний та червоно-коричневий колір. Післязабійне задубіння настає дуже швидко, м'язи застигають буквально в скороченому стані. Майже весь глікоген перед забоєм витрачається. У таких м'язах DFD післязабійні процеси йдуть швидко, спостерігається інтенсивний розпад білків, у м'ясі накопичуються небажані речовини - продукти гідролітичного розпаду тканин і клітин. Таке м'ясо має підвищену вологозв'язуючу здатність. Цей фактор часто використовують не зовсім добросовісні переробники м'яса, додаючи води більше в такий м'ясний фарш, ніж за нормами. Однак величина рН у такому м'ясі підвищується (6,2 і більше). Це обумовлює швидкий розвиток мікробного псування в охолодженому або розмороженому м'ясі (Л.В. Антипова та ін., 2001).

Як вже говорилося вище, м'ясо з ознаками PSE або DFD має аномальний автоліз і нехарактерні технологічні властивості, що ускладнює його використання при виробництві цільном'язових м'ясних виробів. У такому м'ясі змінюється і ступінь його доступності дії травних ферментів. У дослідженнях А.І. Жаринова та ін. (1997) встановлено, що найбільшу стійкість до дії протеолітичних ферментів має PSE м'ясо. У свою чергу, найбільшому гідролітичному розпаду піддаються білки DFD свинини.

4. Свинина з ознаками PSE і DFD відрізняється від м'яса NOR за фізико-хімічними, органолептичними властивостями, а також за технологічними показниками. Основні органолептичні та технологічні показники свинини NOR та PSE, DFD наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 - Органолептичні та технологічні показники свинини NOR та PSE, DFD

	PSE (бліде, м'яке, водянисте)	NOR (нормальне)	DFD (темне, жорстке, сухе)
Органолептична характеристика	Світле забарвлення, пухка консистенція, кислий присмак, виділення м'ясного соку, низька ВСС	Яскравий червоно-рожевий колір, пружна консистенція, характерний запах, висока ВСС	Темно-червоний колір, груба волокнистість, жорстка консистенція, підвищена липкість, низька стабільність при зберіганні, висока ВСС
Причини виникнення	Зустрічається у свиней з малою рухливістю, відхиленнями в генотипі, під впливом короткочасних стресів	Нормальний розвиток автолізу	Найчастіше у молодняка ВРХ після тривалого стресу

Таблиця 2 – Хімічно-технологічні показники сировини з показниками PSE і DFD

Вид сировини	Ступінь розчинності білка, %	К-сть розчинних білків, %	Втрати з капельної рідини, %	ВСС, %	Інтегральний показник кольору, L	Значення рН
PSE	29,45	92	2-5	52,19	55	5,2 — 5,5 через 60 хв. після забою
NOR	32,4	100	1,2	64,3	53	5,6 — 6,2
DFD	37,01	106	<0,9	82,0	49	більше 6,2 через 24 год після забою

Як видно з таблиці 1, свинина з вадами PSE і DFD у порівнянні з свининою NOR має нехарактерні технологічні властивості, консистенцію, смак, колір і запах, що може істотно впливати на її використання у виробництві м'ясопродуктів.

Висновки. Отже, з вищенаведеного можна зробити висновок, що поява вад PSE і DFD у свинині негативно впливає на її фізико-хімічні, органолептичні та технологічні властивості та потребує раціонального використання такої м'ясної сировини.

Аналіз перебігу автолізу в свинині свідчить про те, що за швидкого розпаду глікогену і, як наслідок, інтенсивного накопичення молочної кислоти в перші години після забою розвиваються ознаки вади PSE, а у випадку повільного автолізу і утворення невеликої кількості молочної кислоти - ознаки вади DFD.

За розвитку будь-якої вади використання свинини ускладнює її технологічну переробку і впливає на кінцевий вихід та якість готових

м'ясних продуктів з такої свинини. Тому в даний час надзвичайно актуальним є питання спрямованого використання сировини з урахуванням ходу автолізу.

Література:

1. *Алексеев А.Л.* Использование компьютерной программы «Оптима» при расчете антистрессовых препаратов / А.Л. Алексеев, В.А. Бараников, О.Р. Барило // Все о мясе. – 2010. – № 2. – С. 36–37.
2. *Бараников А.* 14-й межвузовский координационный совет по свиноводству / А. Бараников, Н. Михайлов // Свиноводство. 2006. № 1. С. 2-5.
3. *Заяс Ю.Ф.* Качество мяса и мясопродуктов [Текст] / Ю.Ф. Заяс. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 480 с.
4. *Поливода А.М.* Оценка качества свинины по физико-химическим показателям / А.М. Поливода // Свиноводство. – 1976. – Вып.24. – С.57–62.
5. *Лупандина Н.Д.* Совершенствование технологий вареных колбас из сырья со свойствами PSE / Автореф. канд.дис. – Ставрополь: Куб ГТУ, 2007. – 16 с.
6. *Максимов Г.В.* Селекция на мясность: качество продукции и стрессоустойчивость свиней / Г.В.Максимов, В.Н. Василенко // Ростов-на-Дону: Ростиздат, 2003. 350 с
7. *Масліков М.М.* Вплив способу охолодження свинини на її якість [Текст] / М.М. Масліков // Мясное дело. – 2010. – № 4. – С. 15–16.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВАЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ NOR, PSE, DFD ДЛЯ МЯСА СВИНИНЫ

Желиба А.В.

Аннотация - в статье приведены особенности хода автолиза в мясе свиньи NOR и проанализированы факторы, обуславливающие появление пороков PSE и DFD. Представлена сравнительная характеристика органолептических и технологических признаков свинины по показателям качества NOR, PSE, DFD.

THEORETICAL STUDY OF IMPORTANCE OF NOR, PSE, DFD PORK FOR

A. Zheliba

Summary

The article describes the peculiarities of autolysis in pork meat NOR and analyzes the factors that determine the appearance of defects PSE and DFD. The comparative characteristic organoleptic and technological characteristics of pork for Quality NOR, PSE, DFD.

УДК 621.928.15

ВПЛИВ ВЕЛИЧИНИ ЗНОШУВАННЯ КОНТАКТУЮЧИХ ПОВЕРХОНЬ ФІКСУЮЧИХ КОЛІС ТА СОРТУВАЛЬНОГО СТОЛУ ПАДДІ-МАШИНИ НА ПРОЦЕС ВІБРОУДАРНОГО СЕПАРУВАННЯ

Кошулько В.С., к.т.н.

Дніпропетровський державний аграрний університет

Тел. (056) 713-51-46

Анотація – у статті представлено основні наслідки зношування робочих поверхонь фіксуєчих коліс та сортувального столу падді-машини та основні способи їх усунення .

Ключові слова – вівсяна крупа, виробництво, лущені зерна, падді-машина, віброударне сепарування, зношування опорних поверхонь.

Постановка проблеми. При виробництві вівсяної крупы найбільш складним процесом є розділення основних продуктів лущення на лущені і нелущені зерна в зв'язку з незначною різницею їх фізичних ознак, таких як: різниця розмірів, густина, стан поверхні.

Аналіз останніх досліджень. Процес круповідокремлення у більшості випадків забезпечується використанням падді-машин. Як свідчить досвід експлуатації падді-машин для сепарування різних сипучих продуктів, їх робота завжди супроводжується інтенсивним зношуванням контактних поверхонь столу та фіксуєчих коліс. [1]

Постановка завдання. Для з'ясування причин, що приводять до зношування, необхідно було провести ряд досліджень.

Основна частина. До задач досліджень входило вивчення характеру зношування поверхні, якою прокочуються фіксуєчі колеса, здійснювалося моделювання зношування опорної поверхні рами шляхом стиску закріплених на рамній конструкції пластин товщиною 0,1 мм кожна.

На кожній зі сторін рами, під кожним з чотирьох коліс була можливість збільшення зазору, моделюючого зношування, до 1 мм.

Під час налаштування установки на стабільний режим роботи були відрегульовані опорні колеса та опорна рама, якою здійснювалося переміщення робочого каналу. Коливання здійснювалися за визначеною частотою та амплітудою в установленому режимі. Характер розподілу зерна при сепаруванні,

біля зигзагоподібних стінок і за шириною каналу при вибраних параметрах також був стабільним.

При «зношуванні» на кожній з чотирьох опорних поверхонь у 0,1 мм принципово характер переміщень робочого столу практично не змінюється, система продовжує працювати в стійкому режимі. Збільшення «зношування» до 0,2 мм викликає появу деякої нестійкості роботи системи, з'являється додатковий шум при зворотньо-поступальних рухах робочого столу, однак помітного погіршення процесу сепарування вівса в робочому каналі не спостерігається. Зі збільшенням зазору до 0,3 мм реєструвалися погіршення процесу сепарування зерен вівса, збільшення кількості зерен, що не виділяються із суміші та потрапляють у луцені зерна, технічно з'являються додаткові коливання, що характеризують нерівномірну роботу робочого каналу столу.

Як видно з експериментальних даних (рис. 1), зниження ефективності сепарування починається при зношуванні 0,25 мм. За подальшим збільшенням зношування опорних поверхонь погіршення процесу сепарування підвищується більш інтенсивно. Крім викладеного, різко погіршуються експлуатаційні характеристики установки, підвищується шум, з'являється биття рами та робочого столу, виникає проковзування коліс, і, головне, порушується рівномірний, якісний процес сепарування суміші вівса на луцені та нелуцені зерна. Звідси можна зробити висновок, що зношування опорних поверхонь робочого столу не може перевищувати більш ніж 0,25 мм.

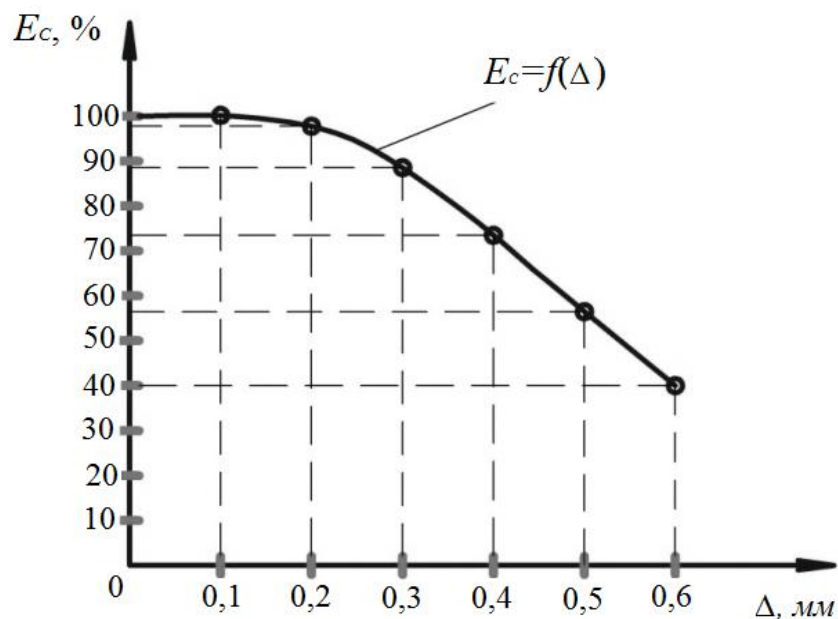


Рис. 1. Графік впливу ступеня зношування опорної поверхні на ефективність процесу сепарування E_c .

Для усунення цього недоліку в конструкції падді-машини було вирішено створити такий притискний пристрій, який би надавав можливості повної взаємодії (контакту) колеса і стола як на етапі розбігу, так і на етапі гальмування столу. Для цього запропоновано конструктивно надати початковий натяг N_0 , притискуючи контактну поверхню столу до фіксуючих коліс стисненими пружинами, як показано на рис. 2. Пружини підбираються таким чином, щоб

$$C \cdot \Delta = N_0, \quad (1)$$

де C – сумарний коефіцієнт жорсткості пружин;
 Δ – деформація пружин.

Початковий натяг N_0 пропонується визначити за рівнянням

$$N_0 = \frac{m_\phi r_\phi \ddot{x}_{\max}}{2(r_\phi f - \delta)}, \quad (2)$$

де \ddot{x}_{\max} – максимальне прискорення столу в процесі його роботи.

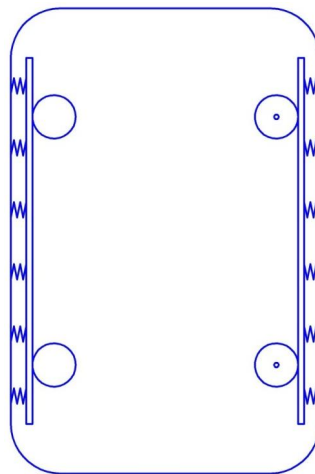


Рис. 2. Схема конструкції столу до забезпечення умови не проковзування фіксуючих коліс.

Такий механізм забезпечуватиме безперервний контакт притискання колеса до контактної поверхні столу, при якому проковзування колеса виключається.

Після проведення відповідних розрахунків було визначено початковий натяг, який становить 105,62 Н. Розрахунок проводився для діючої машини «МСХ-М», привід якої здійснюється двигуном АИР 100L6.

Висновки. На основі аналізу взаємодії елементів падді-машини, а саме, фіксуючих коліс та сортувального столу, з'ясована основна

причина інтенсивного зношування контактуючих поверхонь коліс і столу. Удосконалення конструкції механізму підтискання фіксуємих коліс, яке можливе на підставі проведених досліджень, дозволить суттєво зменшити інтенсивність зношування і значно скоротити витрати часу, пов'язані з необхідністю періодичного відновлення стабільності динамічного режиму роботи столу підтисканням фіксуємих коліс.

Література:

1. Технологічне обладнання зернопереробних та олійних виробництв / Дацишин О. В., Ткачук А. І., Гвоздев О. В. та ін. // За редакцією О. В. Дацишина. Навчальний посібник. – Вінниця: Нова Книга, 2008. – 488 с.

2. Кошулько В.С. Динаміка руху вібраційного столу при сортуванні круп / В. С.Кошулько, М. М.Науменко, Ю. О.Чурсінов // Хранение и переработка зерна. Декабрь № 12 (138) 2010 г.

3. Деклараційний патент на корисну модель «Круповідокремлююча машина» (падді-машина) № u 2011 01636. Науменко М. М., Чурсінов Ю. О., Кошулько В. С.

4. Кошулько В. С. Кінематика руху вібраційного столу / В. С. Кошулько, М. М.Науменко, Ю. О.Чурсінов // Хранение и переработка зерна. Февраль № 2 (140) 2011 г.

ВЛИЯНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ИЗНАШИВАНИЯ КОНТАКТИРУЮЩИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ФИКСИРУЮЩИХ КОЛЕС И СОРТИРОВОЧНОГО СТОЛА ПАДДИ-МАШИНЫ НА ПРОЦЕСС ВИБРОУДАРНОЙ СЕПАРАЦИИ

Кошулько В. С.

Аннотация - в статье представлены основные последствия изнашивания рабочих поверхностей фиксирующих колес и сортировочного стола пaddy-машины и основные способы их устранения.

INFLUENCE OF SIZE OF WEAR OF CONTACTING SURFACES OF FIXATIVE WHEELS AND SORTING TABLE OF PADDY MACHINES IS ON PROCESS OF VIBROSHOCK SEPARATION

V. Koshulko

Summary

The basic consequences of wear of working surfaces of fixative wheels and sorting table of paddy machines and basic methods of their removal are presented in the article.

УДК 637.33

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРЕДЕЛЬНОЙ ВЯЗКОПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ ПРИ ДЕФОРМИРОВАНИИ ПИЩЕВЫХ МАСС

Курилович Н.Н., к.т.н.,

Киркор М.А., к.т.н.

Могилевский государственный университет продовольствия

Тел. (+375222) 45-35-78

Аннотация – предложена формула для оценки предельной вязкопластической деформации пищевых масс по схемам старения и течения. Формула получена из уравнений механических состояний, описывающих условия возникновения вязкопластических деформаций и построенных на основании опытов на кратковременную ползучесть.

Ключевые слова – напряжение, деформация, скорость ползучести.

Экспериментальное исследование реологических свойств пищевых масс [1-6] показало наличие четырех видов деформаций: мгновенно-упругой, мгновенно-пластической, вязкоупругой и вязкопластической. Наибольшее значение в этих опытах имела вязкопластическая деформация, которая накапливалась в течение незначительного промежутка времени (до 10 с). Поэтому проведем теоретическую оценку предельной вязкопластической деформации по схемам старения и течения.

Во всех опытах наблюдалась нелинейная ползучесть, то-есть когда деформации увеличиваются непропорционально увеличению напряжений и для определения вязкопластической деформации в каждой момент времени θ принималось конечное соотношение в виде:

$$\varepsilon^{Bn} = \left(\frac{\sigma}{\sigma_*}\right)^m V(\theta), \quad (1)$$

где σ – рабочее напряжение; σ_* - некоторое фиксированное напряжение, принимаемое по любой кривой ползучести; $V(\theta)$ – график изменения скорости ползучести во времени при каком-либо из исследуемых уровней напряжений [6].

Дадим інтерпретацію явлення висчерпання несущої спроможности материала в условиях его монотонного вязкопластического деформирования. В соответствии с (1) предлагается существование в пространстве σ , θ , \mathcal{E} (напряжения, время, деформация) единственной поверхности

$$\mathcal{E} = f\left(\frac{\sigma}{\sigma_*}\right)B(\theta). \quad (2)$$

Любое возможное состояние вязкопластического равновесия изображается некоторой линией, лежащей на указанной поверхности (рис. 1)

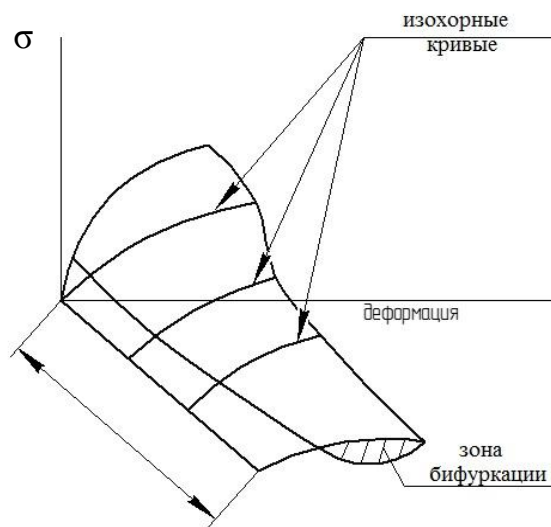
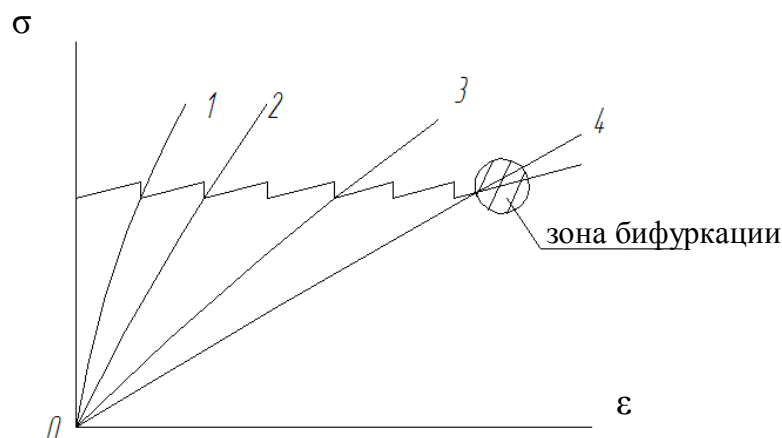


Рис. 1. Поверхность в трехмерном пространстве: напряжения, деформация, время (σ , \mathcal{E} , θ).

Предельная деформация достигается в тот момент, когда эта линия приобретает общую касательную к одной из изохорных кривых (рис. 2).



1, 2, 3, 4 – изохронные кривые, полученные при $\theta = \theta_k$.

Рис. 2. Проекция изохорных кривых на плоскости θ - \mathcal{E} .

Под изохорными кривыми понимают диаграммы $\sigma - \varepsilon$ при определенном (фиксированном) времени вязкопластического течения. Для этого строятся диаграммы ползучести при различных напряжениях и одного и того же значения времени $\theta = \theta_k$, которое при этом рассматривается как параметр и определяются соответствующие значения вязкопластической деформации для каждого уровня напряжений.

Обозначим θ_k - фиксированное время ползучести состояния «А» (рис. 1). В следующие моменты времени состояние вязкопластического равновесия больше не существует. Отметим, что такое предельное состояние «А» можно трактовать как некоторое состояние безразличного равновесия (бифуркации) в «малом», так как наряду с ним в тот же момент времени могут существовать смежные состояния «А», «А₁» и т.д. соответствующие точкам общей касательной к изохронной кривой и к линии, изображающей деформационный процесс. Начальное напряжение σ_0 определяется как отношение нагрузки к площади поперечного сечения. Последняя в процессе деформирования уменьшается и, следовательно, истинное напряжение увеличивается [7] и равно

$$\sigma = \sigma_0(1 + \varepsilon) = \sigma_0 \exp \varepsilon, \quad (3)$$

где ε – истинная деформация, происходящая при неизменности объема материала [7], измеряемая в шейке образца.

Выражение (3) является уравнением проекции линии деформационного процесса на плоскость $\theta = \text{const}$. Уравнение проекции той же линии на плоскость $\sigma = \text{const}$ получим, исключая напряжение из уравнения (1)

$$\varepsilon = f\left(\frac{\sigma_0}{\sigma_*}\right)B(\theta) = \varphi(\varepsilon)B(\theta). \quad (4)$$

Так как углы наклона касательной к кривой (3) и к изохронной кривой (2) в критической точке совпадают, то для предельного времени вязкопластического течения θ_{π} можно записать

$$\frac{d}{d\varepsilon}(\sigma_0 \exp \varepsilon) = \left[B(\theta) \frac{d}{d\sigma} \left(\frac{\sigma}{\sigma_*} \right)^m \right]^{-1}, \quad (5)$$

из (2) имеем

$$B(\theta) = \frac{\varepsilon}{f\left(\frac{\sigma}{\sigma_*}\right)}.$$

Поставим в (5) и, проводя преобразования, получаем

$$\varepsilon_n \exp \varepsilon = \frac{f\left(\frac{\sigma}{\sigma_*}\right)}{\sigma_0 \frac{d}{d\sigma} f\left(\frac{\sigma}{\sigma_*}\right)} \quad (6)$$

$$\varepsilon_n \exp \varepsilon = \frac{\varphi(\varepsilon)}{\sigma_0 \frac{d}{dG} f\left(\frac{\sigma}{\sigma_*}\right)}, \quad (7)$$

где ε_n – предельная истинная деформация, для определения которой в общем случае служит довольно сложного вида уравнение (7). В частном случае

$$f\left(\frac{\sigma}{\sigma_*}\right) = \left(\frac{\sigma}{\sigma_*}\right)^m = \left(\frac{\sigma_0}{\sigma} \exp \varepsilon\right)^m \quad (8)$$

для ε_n получается простой ответ

$$\varepsilon_n \exp \varepsilon_n = \frac{\left(\frac{\sigma_0}{\sigma_*}\right)^m \exp \varepsilon_n m}{\left(\frac{\sigma_0}{\sigma_*}\right)^m \left(\frac{\sigma}{\sigma_*}\right)^{m-1}} = \frac{1}{m} \exp \varepsilon_n \quad (9)$$

или $\varepsilon_n = \frac{1}{m}$.

Другим признаком предельного состояния может служить обращение в бесконечность производной по времени от деформации вязкопластического течения.

$$\dot{B}(\theta) = \frac{dB(\theta)}{d\theta}. \quad (10)$$

Дифференцируя выражение (4), получаем

$$\frac{d\varepsilon}{d\theta} = B(\theta) \frac{d\varphi}{d\varepsilon} \cdot \frac{d\varepsilon}{d\theta} + \varphi(\varepsilon) \dot{B}(\theta). \quad (11)$$

Обозначая $d\varepsilon/d\theta = \dot{\varepsilon}$, получим

$$\dot{\varepsilon} \cdot \left[1 - \frac{d\varphi}{d\varepsilon} B(\theta)\right] = \varphi(\varepsilon) \dot{B}(\theta) \quad (12)$$

Так как в предельном состоянии $\dot{\varepsilon} \rightarrow \infty$, то, с учетом (4), получаем

$$1 - \frac{d\varphi}{d\varepsilon} B(\theta) = 1 - \frac{d\varphi}{d\varepsilon} \cdot \frac{\varepsilon}{\varphi(\varepsilon)} = 0, \quad (13)$$

$$\frac{\varepsilon}{\varphi(\varepsilon)} \cdot \frac{d\varphi}{d\varepsilon} = 1. \quad (14)$$

Для частного случая кривая деформирования $f = \sigma^m$, $\varphi = \sigma_0 \exp m \cdot \varepsilon$. Положим, как принято выше, что

$$\varphi(\varepsilon) = \left(\frac{\sigma_0}{\sigma_*}\right)^m \exp m \varepsilon.$$

Дифференцируем

$$\frac{d\varphi(\varepsilon)}{d\varepsilon} = m \exp m \varepsilon \left(\frac{\sigma_0}{\sigma_*}\right)^m.$$

Подставляя в (14), получим

$$\frac{m \exp m \varepsilon \cdot \left(\frac{\sigma_0}{\sigma_*}\right)^m \varepsilon}{\left(\frac{\sigma_0}{\sigma_*}\right)^m \exp m \varepsilon} = 1. \quad (15)$$

или

$$\varepsilon = \frac{1}{m}, \quad (16)$$

что совпадает с (9).

Вернемся к выражению (2) и покажем методику определения величины m и функции $\dot{B}(\theta)$, предложенной в работе [6]. Имея даже небольшое семейство кривых ползучести, для какого-нибудь фиксированного промежутка времени θ_* можно построить график зависимости $L = \varepsilon^{\text{Бп}} / B(\theta_*)$ относительно σ / σ_* , σ_* – может быть принято для любой фиксированной кривой. Так, при испытании сычужных сыров $\sigma_* = 0,065 \text{ МПа}$, σ – уровень напряжений для другой кривой ползучести и такая кривая для сыра «Брынза Могилевская» показана на рис. 3.



Рис. 3. Зависимость отношения деформаций от отношения действующих напряжений σ/σ_* .

Получаемая экспериментальная зависимость аппроксимируется, в частности, степенной зависимостью $L = C \cdot (\sigma/\sigma_*)^m$, где постоянная C и m определяется из условия лучшего описания этой зависимости. $C = 0,35, m = 3,5$.

Функция $\dot{V}(\theta)$ определяется как график скорости вязкопластической деформации при $\sigma = \sigma_*$ и показана на рисунке 4. Этот график приведен в работе [6].

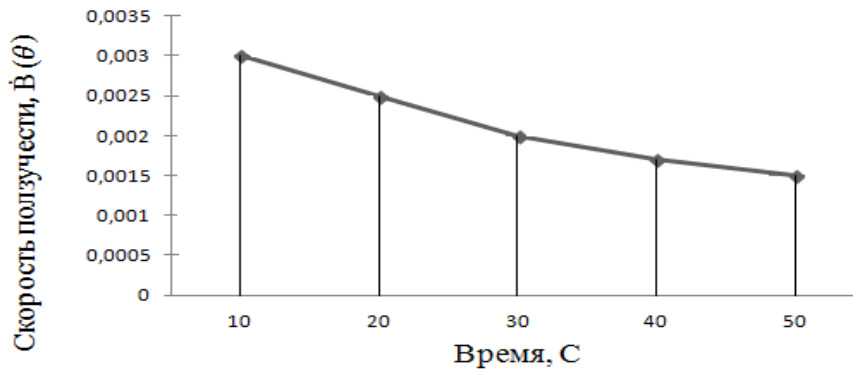


Рис. 4. Зависимость скорости ползучести $\dot{V}(\theta)$ от времени выдержки под нагрузкой для опытного сыра при $\sigma_* = 0,065$ МПа.

Таким образом, величина предельной вязкопластической деформации составляет $1/m = 1/3,5 = 0,29$.

В заключение следует отметить, что для оценки предельной вязкопластической деформации пищевых масс при их деформировании предложена удобная формула, позволяющая прогнозировать условие возникновения предельного состояния. Эта формула получена из уравнения механических состояний, описывающего условие возникновения и развития вязкопластических деформаций.

Литература:

1 Курилович Н.Н. Инженерная реология пищевых масс / Н.Н. Курилович, Е.Ф. Тихонович. – Могилев, УО «МГУП», 2009 – 123 с.

2 Курилович Н.Н. Физические свойства уплотненного теста, изготовленного с использованием ржаной муки / Н.Н. Курилович, Е.Ф. Тихонович: Ст. научных трудов к 30-летию Могилевского государственного университета продовольствия. Редкол. Т.С.Хасаншин и др.- Минск: изд.центр БГУ, 2003. – С. 105-110.

3 Василенко З.В. Исследование структурно-механических характеристик майонезов функционального назначения /

З.В. Василенко [и др.] // Вестник Могилевского государственного университета продовольствия. – 2009. – №2 (7). – С. 3-9.

4 Курилович Н.Н. Реологические свойства мягких сычужных сыров. / Н.Н. Курилович, Т.И.Шингарева, С.В. Красноцкий // Вестник Могилевского государственного университета продовольствия. – 2008. – №1 (5). – С. 41-46.

5 Курилович Н.Н. Влияние температурно-влажностных характеристик пророщенного зерна на его структурно-механические свойства / Н.Н. Курилович, В.А. Шуляк, А.В. Евдокимов // Зернові продукти і комбікорми. – 2009. – №3 (35). – С. 14-17.

6 Курилович Н.Н. Уравнение механических состояний для описания деформационных процессов ферментативных сыров / Н.Н. Курилович, Т.И. Шингарева, С.В. Красноцкий // Вестник Могилевского государственного университета продовольствия. – 2010. – №2 (9). – С. 88-95.

7 Беляев Н.М. Сопротивление материалов / Н.М. Беляев. – М.: Наука, 1976. – 608с.

ТЕОРЕТИЧНА ОЦІНКА ГРАНИЧНОЇ В'ЯЗКОПЛАСТИЧНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ ПРИ ДЕФОРМАЦІЇ ХАРЧОВИХ МАС

Курилович М.М., Киркор М. О.

Анотація - запропонована формула для оцінки граничної в'язкопластичної деформації харчових мас за схемами старіння і течії. Формула отримана з рівнянь механічних станів, що описують умови виникнення в'язкопластичних деформацій і побудованих на підставі дослідів на короткочасну повзучість.

THEORETICAL ESTIMATES OF MARGINAL VISCO-PLASTIC DEFORMATION DURING THE DEFORMATION OF THE FOOD MASS

N. Kurilovich, M. Kirkor

Summary

Proposed a formula for estimating the marginal visco-plastic deformation of the food masses by the schemes of aging and flow. The formula is derived from the equations of mechanical states describing the conditions for the occurrence of visco-plastic deformation and constructed on the basis of experiments on short-term creep.

УДК 664.8.004.12:544.022.82

ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЇ ТЕРМОСТІЙКОЇ НАЧИНКИ НА ОСНОВІ МОЛОЧНОЇ СИРОВИНИ З ВИКОРИСТАННЯМ ПЕКТИНУ

Любенко Г. Д., аспірант*,

Обозна М. В., к.т.н.,

Перцевой Ф. В., д.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел.(093) 670-52-04

Анотація – дану роботу присвячено розробці технології термостійкої молоковмісної начинки, де в якості структуроутворювачів використовуються пектин та крохмаль. Обґрунтування технологічних режимів та параметрів виробництва продукту.

Ключові слова – начинка, термостійкість, структуроутворювачі, гідролоїди, полісахарид, підсистема, технологічна система.

Постановка проблеми. Сучасний ринок кондитерських виробів досить широкий і постійно потребує їх оновлення та розширення. Виробники шукають нові, перспективні напрямки для розширення асортименту кондитерських виробів, а також поліпшення конкурентно-спроможних, споживчих та органолептичних властивостей, які б відповідали наступним вимогам:

- мати високі органолептичні властивості (смак, запах, колір) та консистенцію;
- мати певні фізико-хімічні та реологічні характеристики;
- зберігати показники якості на протязі усього терміну зберігання.

Враховуючи наведені вимоги, перспективним напрямком оновлення асортименту на сьогодні є розроблення термостійких молоковмісних начинок. Для надання начинці необхідних реологічних та функціонально-технологічних властивостей використовують гідролоїди, які задіяні у виробництві продуктів харчування, такі, як: агар, карагінан, фурцелларан, пектин, желатин, целюлоза і її похідні, а також крохмалі і ін. Використання гідролоїдів дозволяє покращити органолептичні та структурно-механічні показники, зв'язувати вільну вологу, захищати білок і проводити теплову обробку, а також змінити

© Любенко Г. Д., аспірант, Обозна М. В., к.т.н., Перцевой Ф. В., д.т.н., проф.

* Науковий керівник - д.т.н., професор Перцевой Ф.В.

консистенцію готового продукту [4]. Продукти, до складу яких входять гідроколоїди, характеризуються поєднанням міжфазної поверхні з високою об'ємною концентрацією дисперсної фази в дисперсному середовищі.

Аналіз останніх досліджень. На сьогоднішній день велика різноманітність кондитерських виробів представляє необмежені можливості для застосування пектину у виробництві желейних та збивних виробів.

У зв'язку з низькою собівартістю та конкурентоспроможністю значна увага приділяється пектину та крохмалю, які виділяють із рослинної сировини практично в незмінному вигляді, зберігаючи при цьому всі функціональні властивості [1;2;6].

Пектин – це рослинний полісахарид, який за хімічною будовою складається з полігалактуронової кислоти [7]. Важливою умовою, що визначає властивості пектину, а також його розчинність та структуроутворення, є ступінь етерифікації, який характеризується відношенням кількості етерифікованих груп галактуронової кислоти до загальної кількості галактуронової кислоти. В залежності від кількості етерифікованих груп пектин поділяють:

- високоетерифікований пектин;
- низькоетерифікований.

У вітчизняному виробництві кондитерських виробів широко застосовують високоетерифікований пектин, використання якого потребує дотримання жорстких технологічних умов: високої температури формування, чітких значень рН 2,8 – 3,5, яке досягається додаванням молочної або лимонної кислоти, а також вмісту сухих речовин не менше 55%. На відміну від високоетерифікованого пектину більш простим у використанні є низькоетерифікований пектин, який не потребує певних значень рН і може утворювати гель при низькому вмісті сухих речовин, але обов'язковою умовою є наявність у системі іонів кальцію, які утворюють кальцієві містки, що пов'язують окремі ланки разом [5;87].

Крохмаль – полісахарид, що міститься у рослинах у вигляді окремих зерен. Широкого використання набув у харчовій промисловості завдяки його здатності до набрякання і поглинання води. Ступінь набрякання залежить від температури, співвідношення води та самого крохмалю [3]. При набряканні крохмальні зерна збільшуються в об'ємі, що свідчить про розрив і послаблення деяких водневих зв'язків. Частина полісахаридів розчиняється і залишається у просторі крохмального зерна, а частина дифундує у навколишню систему, дисперсія якої утворює в'язку систему.

Формування цілей статті (постановка завдання). Обґрунтування технологічних режимів та параметрів виробництва

термостійкої молоковмісної начинки з використанням пектину «ніжна» та «м'яка», до складу якої входять компоненти, що наведені у таблиці 1.

Основна частина. Найбільш складними в технологічному аспекті виробництва є термостійкі начинки, особливість, яких полягає у випіканні за температури 200 ... 230^oC протягом (10 ... 20) × 60с, при цьому вони повинні зберігати свої органолептичні та фізико-хімічні властивості.

Нами були розроблені термостійкі молоковмісні начинки: «м'яка» та «ніжна» з використанням низькоетерифікованого пектину, рецептурний склад яких наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 – Рецептурний склад термостійкої молоковмісної начинки «м'яка» і «ніжна»

№ п/ п	Найменування сировини	Масова частка сухих речовин, %	Загальні витрати сировини з урахуванням втрат у технологічному процесі, кг			
			У натурі	У сухих речови нах	У натурі	У сухих речовинах
			«м'яка»		«ніжна»	
1.	Цукор	99,85	43,15	43,06	47,40	47,31
2.	Молоко сухе знежирене	96,00	15,60	14,95	–	–
3.	Молоко сухе жирністю 25%				23,00	22,09
4.	Патока крохмальна	78,00	6,00	4,31	6,80	4,87
5.	Крохмаль кукурудзяний модифікований	88,00	3,60	3,16	2,70	2,387
6.	Олія соняшникова рафінована дезодорована	99,00	3,00	2,97	–	–
7.	Пектин цитрусовий	90,00	0,96	0,86	1,40	1,22
8.	Цитрат кальцію	97,00	0,07	0,05	0,1	0,05
9.	Вода питна	-	52,70	-	48,70	-
	Всього	-	125,00	69,37	130,00	77,93
	Вихід	55,50	100,00	55,50	100,00	60,00

Для кращого розуміння технологічного процесу термостійких молоковмісних начинок «м'яка» та «ніжна» з використанням пектину нами представлено технологічну систему їх виробництва у вигляді взаємозв'язаних підсистем (рис. 1.).

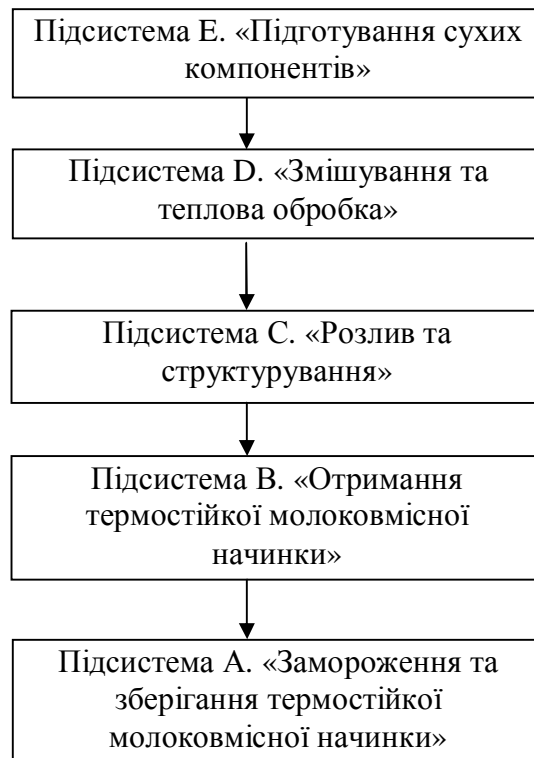


Рис. 2. Технологічна система виробництва термостійких молоковмісних начинок «м'яка» і «ніжна».

З наведеного рисунку видно, що технологічна система виробництва термостійких молоковмісних начинок «м'яка» і «ніжна» починається з підсистеми Е: «Підготування сухих компонентів» і завершальною є підсистема А: «Замороження та зберігання термостійкої молоковмісної начинки». Вона утворюється із взаємопов'язаних наступним чином підсистем: Е «Підготування сухих компонентів», Д «Змішування та теплова обробка» та С «Розлив та структурування», В «Отримання термостійкої молоковмісної начинки». Послідовність з'єднання підсистем, кожна з яких складається з послідовності операцій, має визначену функцію, а також складає технологічну систему (таблиця 3), яка представлена з метою надання більш повної характеристики режимів та параметрів технологічного процесу, а також харчової та біологічної цінності кінцевого продукту.

Таблиця 3. – Технологічна система виробництва термостійких молоковмісних начинок «м'яка» та «ніжна»

Найменування підсистеми	Найменування операції	Характеристика функціонування підсистем
Е «Підготування сухих компонентів»	Е ₁ { Перемішування	Забезпечення розчинності, харчової та біологічної цінності, а також контроль мікробіологічних показників
	Набрякання	
	Відновлення	
	Пастеризація	
	Охолодження	
	Емульгування	
Д «Змішування та теплова обробка»	Уварювання	Додавання рецептурних компонентів, обґрунтування температурних режимів, формування структурно-механічних та фізико-хімічних властивостей
С «Розлив та структурування»	Формування	Надання форми, структури та термостійких властивостей
	Структурування	
В «Отримання термостійкої молоковмісної начинки»	Фасування	Отримання ТМН «м'яка» і «ніжна» з заданими фізико-хімічними, структурно-механічними, органолептичними і мікробіологічними характеристиками
	Реалізація	
	Зберігання	
А «Замороження та зберігання»	Замороження	
	Зберігання	

Виробництво термостійких молоковмісних начинок «м'яка» та «ніжна» починається з підсистеми Е «Підготування сухих компонентів». Змішують порошок пектину цитрусового низькоетерифікованого з частиною цукру та водою питною за температури 40 ... 45°C. Отриману систему залишають для набрякання та розчинення. Далі змішують молоко сухе знежирене (молоко сухе жирністю 25%) з частиною цукру, що залишився, та водою з температурою 30 – 35°C і перемішують. Отриману суміш пастеризують, охолоджують, вносять крохмаль кукурудзяний модифікований і перемішують, а при виробництві термостійкої молоковмісної начинки «м'яка» в охолоджену суміш вносять олію соняшникову рафіновану дезодоровану і емульгують.

Підсистема D «Змішування та теплова обробка». Приготовлену систему пектину уварюють за температури 95 – 100°C, додають патоку і після уварювання вносять отриману суміш, а при виробництві термостійкої молоковмісної начинки «м'яка» в отриману систему вносять емульсію і після уварювання вносять патоку крохмальну та продовжують теплову обробку при цій же температурі. За декілька хвилин до закінчення процесу додають цитрат кальцію.

Підсистема C «Розлив та структуроутворення». Отриманий продукт з вмістом сухих речовин 55 ... 58% відливають у форми і структурують протягом 1 ... 3 діб.

Підсистема B «Отримання термостійкої молоковмісної начинки». Готовий продукт фасують і відправляють у реалізацію, де зберігають за температури 0...6°C і відносній вологості 75% не більше 15±2 діб.

Підсистема A «Замороження та зберігання». Отримані термостійкі начинки «ніжна» та «м'яка» заморожують і зберігають за температури -18±1°C не більше 6 місяців.

Висновок. Розроблено рецептури, технологічний процес та технологічну систему виробництва термостійких молоковмісних начинок «м'яка» та «ніжна» з використанням низькоетерифікованого пектину.

Літератури:

1. *Бредихина Н. А.* Пектины – уникальные природные целители [Текст] / Н. А. Бредихина // Пища, вкус, аромат. – 2001. – № 2. – С. 32.
2. Начинки: свойства и применение [Текст] / В. С. Долинян [и др.] // Кондитерское производство. – 2005. – № 2 – С. 16 – 18.
3. *Жушман А. И.* Применение нативных и модифицированных крахмалов в кондитерской промышленности [Текст] / А. И. Жушман // Кондитерское и хлебопекарское производство. – 2004. – № 11. – С. 8 – 9.
4. *Козлов С. Г.* Физико-химические основы получения гелеобразных продуктов [Текст] / С. Г. Козлов // Пищевые ингредиенты, сырье и добавки. – 2004. – № 2. – С. 88 – 91.
5. *Сухих Т. Н.* Низкоэтерифицированные пектины в начинках для кондитерских изделий [Текст] / Т. Н. Сухих, М. Н. Зыбин // Кондитерское производство. – 2005. – № 5. – С. 36 – 38.
6. *Kohn R.* Ion binding on polyuronates-alginate-pectin [Text] / R. Kohn // Pure and Appl. Chem. – 1995. – № 52.
7. *Michel C.* Extraction of pectines from sugar beet pulp. [Text] / C. Michel, C. Mercier // J. Food Sci. – 1995. – № 145.
8. *Raini A. P.* Low methoxyl pectins from lime peel [Text] / A. P Raini, S. Ranganna // J. Food. Technol. – 1979. – № 14. – P. 332 – 342.

ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГИИ ТЕРМОСТОЙКОЙ НАЧИНКИ НА ОСНОВЕ МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЕКТИНА

Любенко Г. Д., Обозна М. В., Перцевой Ф. В.

Анотация – данная работа посвящена разработке технологии термостойкой молочкосодержащей начинки, где в качестве структурообразователей используются пектин и крахмал, а также обоснованию технологических режимов и параметров производства продукта.

TECHNOLOGY CHARACTERISTICS OF HEAT-RESISTANT FILLING ON THE BASE OF RAW MILK WITH PECTIN

G. Lyubenco, M. Obozna, F. Petsevov

Summary

This work is dedicated to the development of technology-temperature milk-filling, where the structure-used pectin and starch, as well as the justification process conditions and parameters of the production of the product.

УДК 663.41-042.2

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ «ТРИТІКАЛЕВОГО» І КЛАСИЧНОГО ПИВА

Мельник І.В., к.т.н.,

Вікуль С.І., к.т.н.,

Літвинчук А.І., магістр

Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Тел.(048)712-41-04

Анотація – дану роботу присвячено вивченню якісних показників пива, виготовленого з використанням у рецептурі частки несоложеної сировини – зерна тритікале, та порівняння їх із показниками зразків традиційних сортів хмільного напою. Наведені результати оцінки якості напоїв за фізико-хімічними, органолептичними показниками та біологічної цінності. Профілограма дегустаційної оцінки підтверджує високу якість оригінального пива. Для характеристики нового сорту пива проведена порівняльна оцінка досліджуваних зразків пива на відповідність показникам ДСТУ.

Ключові слова – пиво, несоложена сировина, тритікале, біологічна цінність, органолептична характеристика, фізико-хімічна характеристика.

Постановка проблеми. Сьогодні для підвищення конкурентоспроможності пива на ринку його виробники мають вирішувати такі актуальні проблеми: дефіциту солоду, поліпшення якості хмільного напою, зниження ціни, збільшення асортименту та ін.

Адже, оскільки пиво (ігристий, освіжаючий напій з характерним хмільним ароматом і приємним гіркуватим смаком) являється хорошим емульгатором їжі (сприяє більш правильному обміну речовин і підвищенню засвоюваності їжі), втамовує спрагу й підвищує загальний тонус організму, то воно є дуже популярним серед населення України. Саме тому для задоволення потреб всіх демографічних груп виникає потреба у збільшенні та удосконаленні асортименту пива. Саме цей фактор і є основною причиною того, що пивовари стали включати в рецептуру пива нетрадиційні зернові культури в вигляді несоложеної сировини (крохмалевмісні або цукровмісні матеріали, які майже не мають ферментативної активності) [1, 2].

Адже якщо говорити про розширення асортименту, то це неможливо без зміни якісного і кількісного складу основної екстрактовмісної сировини – солоду, який виробляють з високоякісного дворядного пивоварного ячменю. Цей тип солоду використовують для отримання практично всіх типів пива: від світлого типу Пілзнер (Pilsner) до темного, майже чорного пива типу Стаут [1, 3].

Аналіз останніх досліджень. Огляд літературних даних дає можливість зробити висновок, що проблемі якості готового пива присвячені дослідження багатьох вчених [4,5]. Для одержання певних ароматичних, смакових, піноутворюючих і інших властивостей пива світове пивоваріння використовує, крім солоду з ячменя, ще солод з нетрадиційних видів зернової сировини – пшениці, рису, вівса, жита, проса, кукурудзи та інших злаків. Використання цих культур як несоложеного матеріалу дозволяє не тільки змінити смакові властивості хмільного напою, але й знизити собівартість пива. Викликано це тим, що ціни на звичайне зерно значно нижчі, ніж на солод, а, одже, при заміні частини солоду на несоложену сировину знижуються витрати на виробництво хмільного напою. Крім того, є й інші позитивні сторони такої заміни рецептури, це – збільшення екстрактивності суслу за рахунок таких культур як пшениця, кукурудза, рис, вміст крохмалю у яких майже не поступається його кількості в ячмінному солоді; збільшення потужності варильного цеху; підвищення колоїдної та смакової стійкості пива, що дозволяє збільшити термін зберігання пива, а, значить, і термін на реалізацію.

Тому можна стверджувати, що введення у рецептуру пива нетрадиційної сировини є перспективним напрямком у розвитку як наукової галузі, так і технології, і перше місце серед всіх нетрадиційних добавок все ж таки займають зернові культури, які вводяться у рецептуру пива у вигляді несоложеної частки [6].

Постановка завдання. При дослідженні головним завданням було зварити «Тритікалеве» пиво в лабораторії кафедри технології вина та енології ОНАХТ. Для отримання порівняльної характеристики, паралельно з оригінальним пивом, в якому частина солоду замінена на несоложене зерно тритікале (в кількості 15 % за рецептурою), по тій самій технології було приготоване традиційне ячмінне пиво, де, як несоложене зерно, було використано ячмінь.

Основна частина. Основні фізико-хімічні характеристики готових зразків пива, звареного за класичною технологією, та оригінального, з додаванням тритікале сорту «Союз», представлені в табл. 1. Фізико-хімічний аналіз зразків пива проводили на базі лабораторії «AB InBev Україна» Миколаївського відділення.

З таблиці 1 видно, що розроблений напій за основними нормативними фізико-хімічними показниками відповідає вимогам стандарту України [7], що свідчить про його якість.

Таблиця 1 – Основні фізико-хімічні показники оригінального пива з додаванням тритікале в якості несоложеної сировини

Показник	«Ячмінне» пиво	«Тритікалеве» пиво
Густина, % Plato	9,42	12,99
Видимий екстракт, %	2,27	2,56
Кольоровість, од. ЄВС	6,54	7,9
pH	4,53	4,52
Мутність	9,64	9,65
Гіркота, од. IBU	15,9	16,19
Кислотність, в см ³ 1Н розчину NaOH на 100 см ³ /дм ³ пива	2,0	2,8
Алкоголь об'ємний, % V/V	3,74	5,58
Алкоголь масовий, % m/m	2,93	4,37

Також було досліджено біологічну активність [8] 5 зразків пива:

- «Ячмінне», зварене в якості контрольного зразка;
- «Тритікалеве» пиво;
- «Особливе» – живе пиво міні-пивоварні ресторану «Богемський»;
- «Світле» – живе пиво міні-пивоварні ресторану «Богемський»;
- «Біле» – не фільтроване, пастеризоване пиво «Оболонь».

Результати дослідження наведені в таблиці 2.

Таблиця 2 – Біологічна активність (БА) різних зразків пива

№ п/п	Назва	Біологічна активність, умовних одиниць
1	«Ячмінне»	0,05
2	«Тритікалеве»	0,03
3	«Особливе»	0,05
4	«Світле»	0,02
5	«Біле»	0,05

За результатами, наведеними в табл. 2, видно, що БА у всіх зразків пива дуже низька, але цей показник «Тритікалевого» пива не нижчий, ніж у інших зразків, а навпаки, навіть перевищує БА пива «Світле», звареного на міні-пивоварні «Богемський». Такий низький показник БА у всіх зразків пива зумовлений тим, що у складі зернових культур (ячмін, пшениця) відсутній вітамін С, який за нього «відповідає».

Органолептичну оцінку оригінального пива проводили в порівнянні з «живим» пивом. На дегустації було представлено 4

зразки: «Ячмінне», «Тритікалеве», «Світле» і «Особливе» ресторану «Богемський». У результаті дегустації було доведено, що всі зразки пива відповідають вимогам діючого стандарту [8] (таблиця 3).

Таблиця 3 – Органолептична оцінка різних зразків пива

Показник / Назва продукту	«Ячмінне» пиво	«Тритікалеве» пиво	«Світле» ресторану «Богемський»	«Особливе» ресторану «Богемський»
Прозорість	Прозоре без блиску	Прозоре без блиску	Прозоре без блиску	Прозоре без блиску
Колір	Відповідає типу пива, знаходиться на середньому рівні	Відповідає типу пива, знаходиться на мінімально встановленому рівні для даного типа пива	Відповідає типу пива, знаходиться на мінімально встановленому рівні для даного типа пива	Відповідає типу пива, знаходиться на мінімально встановленому рівні для даного типа пива
Аромат	Хороший аромат, відповідає даному типу пива, але недостатньо виражений	Відмінний аромат, відповідає даному типу пива, чистий, свіжий, виражений	Відмінний аромат, відповідає даному типу пива, чистий, свіжий, виражений	Відмінний аромат, відповідає даному типу пива, чистий, свіжий, виражений
Смак	Незрілий смак, присмак молодого пива, смак пустуватий, слабо виражений; чистота хмельова, м'яка, злегка залишаюча	Смак повний, чистий, без сторонніх присмаків, гармонійний, відповідає даному типу пива; чистота хмельова, м'яка, гармонійна	Хороший, чистий смак, відповідає даному типу пива, але не досить гармонійний; чистота хмельова, м'яка, гармонійна	Відмінний смак, повний, чистий, без сторонніх присмаків, гармонійний, відповідає даному типу пива; чистота хмельова, м'яка, гармонійна
Піна і насиченість CO ₂	Компактна, стійка, добре прилипаюча піна висотою не менше 4 мм зі стійкістю не менше 4 хв. при повільному виділенні бульбашок газу	Компактна, стійка, добре прилипаюча піна висотою не менше 4 мм зі стійкістю не менше 4 хв. при повільному виділенні бульбашок газу	Компактна, стійка, добре прилипаюча піна висотою не менше 4 мм зі стійкістю не менше 4 хв. при повільному виділенні бульбашок газу	Компактна, стійка, добре прилипаюча піна висотою не менше 4 мм зі стійкістю не менше 4 хв. при повільному виділенні бульбашок газу

Профілограма дегустації усіх зразків пива наведена на рис. 1.



Рис. 1. Профілограма дегустаційної оцінки 4-х зразків пива.

З даної профілограми видно, що пиво «Ячмінне» має дещо низькі показники дегустаційної оцінки, так як колір даного пива дуже світлий, аромат недостатньо виражений, смак незрілий, слабо виражений, пустий. «Тритікалеве» пиво має досить високу оцінку і займає друге місце після пива «Особливе», звареного в ресторані «Богемський». Пиво «Світле» характеризувалося найнижчою якістю піни і не дуже гармонійним смаком. Пиво «Особливе» отримало найвищу оцінку при дегустації.

Висновки. Досліджені показники якості «Тритікалевого» пива у порівнянні з показниками зразків традиційних сортів хмільного напою свідчать про його високі смакові та функціональні властивості.

Література:

1. *Сергиенко М.А.* Современные тенденции и пути интенсификации технологических процессов пивоваренного производства и повышения качества готового продукта / М.А. Сергиенко и др. – Краснодар: Изд-во ВУЗов. Пищевая технология, 2006. – 457 с.
2. Інноваційні технології продуктів бродіння і виноробства: Підручник / *С.В. Іванов, В.А. Домарецький, В.Л. Прибильський* та ін. // За заг. ред. д-ра хім. наук, проф. С.В. Іванова. – К.: НУХТ, 2012. – 487 с.
3. *Гернет М.В.* Состояние и перспектива производства специальных сортов пива / М.В. Гернет, И.Л. Рисхина // Пиво и напитки. – №.2. – С. 8-10.
4. *Меледина Т.В.* Сырье и вспомогательные материалы в пивоварении / Т.В. Меледина. – СПб.: Профессия, 2003. – 304 с.
5. *Кунце В.* Технология солода и пива / В. Кунце. – СПб.: «Профессия», 2001. – 912 с.

6. *Мелетьев А.* Ассортимент і біологічна цінність пива / А. Мелетьев, З. Романова, Г. Бартош, С. Тертиця // Харчова і переробна промисловість. – 2010. – №1. – С. 23-25.

7. ДСТУ 3883-99 Пиво. Загальні технічні умови.

8. *Велинский Н.Н.* Роль окислительно-восстановительного состояния никотинамидных коферментов в регуляции клеточного метаболизма [Текст] / Н.Н. Велинский, П.К. Пархомец // Витамины. – 1976. – Вып. 9. – С. 3-15.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ «ТРИТИКАЛЕВОГО» И КЛАССИЧЕСКОГО ПИВА

Мельник И.В., Викуль С.И., Литвинчук А.И.

Аннотация – данная работа посвящена изучению качественных показателей пива, приготовленного с использованием в рецептуре части несоложенного сырья – зерна тритикале, и сравнения их с показателями образцов традиционных сортов хмельного напитка. Приведены результаты оценки качества напитков по физико-химическим, органолептическим показателям и биологической ценности. Профилограмма дегустационной оценки подтверждает высокое качество оригинального пива. Для характеристики нового сорта пива проведена сравнительная оценка исследуемых образцов пива на соответствие показателям ГОСТ.

COMPARATIVE CHARACTERISTIC OF QUALITATIVE INDEXES OF "TRITIKALE" AND CLASSICAL BEER

I. Melnik, S. Vikul, A. Litvinchuk

Summary

This work is devoted to studying of qualitative indexes of the beer made with use in a formulation of portion of non-malted raw materials – triticale, and their comparisons with indexes of samples of traditional grades of heady drink. Results of an assessment of quality of drinks on physicochemical, organoleptic indexes and biological value are given. Profilogram of degustation evaluation confirms high quality of original beer. For the characteristic of a new grade of beer the comparative assessment of studied samples of beer on compliance to state standard specification indexes is carried out.

УДК 635.14:631.563

ЗБЕРЕЖЕНІСТЬ КОРЕНЕПЛОДІВ ПАСТЕРНАКУ ЗАЛЕЖНО ВІД УМОВ ЗБЕРІГАННЯ

Пузік Л.М., д.с-г.н.,

Бондаренко В.А., ст. викладач

Харківський національний університет ім. В.В. Докучаєва

Тел. (0679901628)

Анотація - робота присвячена вивченню збереженості коренеплодів пастернаку залежно від сортових особливостей, післязбиральної доробки та способів зберігання. Встановлено, що пакування у поліетиленову плівку зменшує втрати маси коренеплодів пастернаку у 3,7 – 4,7 разів порівняно зі зберіганням коренеплодів у відкритому виді. Миті коренеплоди добре зберігається упродовж 6 місяців у овочевих ящиках.

Ключові слова – коренеплоди, втрата маси, збереженість, пакування, вихід товарної продукції.

Постановка проблеми. Після збирання врожаю овочі проходять через ланцюжок доставки, перш ніж вони попадуть на прилавок до продавця, а від нього через купівлю – до споживача. Післязбиральна підготовка врожаю до реалізації займає проміжну ланку просування овочів з поля виробника на стіл споживача. Досвід світового овочівництва свідчить, що за недоліків під час збирання врожаю і без його доробки в процесі просування продукції її втрачається до 35%, тобто третина врожаю свіжих овочів. Тоді для чого ж збільшувати площі, якщо раціональним розв'язанням цієї проблеми є організація післязбиральної доробки? Крім того, розв'язати ще одну сторону проблеми – зменшити сезонність за рахунок зберігання підготовленої овочевої продукції, яка швидко псується. Таких прикладів у світовій практиці досить багато. Саме завдяки такому шляху іспанським городникам вдалося поставляти на європейський ринок додатково до 30% свіжих овочів [1].

Аналіз останніх досліджень. Свіжі овочі після пакування продовжують жити, і тому при їх зберіганні та транспортуванні відбувається інтенсивний газообмін та виділення тепла. Тому тара повинна забезпечити дихання та теплообмін, та, разом з тим, захистити різні тканини овочів від пересихання, механічних пошкоджень та псування. Для пакування овочевої продукції широко

застосовують поліетиленові плівки, деякі марки пліофільму, в яких проникність вуглекислого газу більша, ніж кисню, що підтримує помірну концентрацію CO₂. Пакування огірків, кабачків, дині в поліетиленові плівки на 45 – 90% впливає на вихід товарної продукції [2]. Останнім часом набуло поширення зберігання овочів у модифікованому газовому середовищі (МГС). Для пакування огірка використовують плівку завтовшки 20-30 мкм, що дає можливість створити «другу шкірочку» шляхом облягання кожного плода [3]. Зберігання зелені петрушки, селери, кропу в пакетах із плівки завтовшки 30-40 мкм зменшує втрати у 10-15 разів [4], капусту і моркву пакують у товстішу плівку – 60-80 мкм [4, 5]. Для пакування цибулі, часнику, коренеплодів широко використовують сітки [6].

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою дослідження було встановити збереженість коренеплодів пастернаку залежно від післязбиральної доробки та способів зберігання.

Для виконання експериментальної роботи проведені польові досліді. Польові досліді проводили на дослідному полі Харківського національного аграрного університету ім. В.В. Докучаєва. Ґрунти дослідного поля представлені потужними чорноземами на лесових породах і червоно-бурих глинах і займають 94,9 % його площі. За механічним складом це важкосуглинкові ґрунти, які мають рН 6,6, тобто значення близьке до нейтрального, гідролітична кислотність 1,3. Потужність гумусових горизонтів дорівнює 90-120 см. В орному горизонті 0-20 см міститься до 5,35 гумусу, кількість якого поступово зменшується з глибиною. Ґрунти дослідного поля відносно однорідні, що є однією з умов одержання достовірних результатів, і володіють високою родючістю. Зона, в якій розміщене дослідне поле університету, відноситься до підзони нестійкого зволоження північно-східного Лісостепу України. Польові досліді проводили згідно з методиками, викладеними в “Методике опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве” [7,8]. Дослідження проводили з районованими сортами (Петрик, Студент). З осені площу ретельно готували до оранки. При цьому знищили всі бур’яни та залишки попередника. Оранку виконували на глибину 25-27 см. Рано на весні ґрунт боронували, проводили культивуацію на глибину 10–12 см. Попередник – ячмінь. За вегетаційний період проводили підпушування міжрядь, 4 ручних прополювання. Схема розміщення рослин 46 x 60 см, спосіб сівби – широкорядний вузькополосний. Площа облікової ділянки 25,6 м², повторність досліді триразова. Для обліку врожаю використовували загальний метод. Коренеплоди збирали через 150 діб від масових сходів. Продукцію при кожному зборі зважували, розподіляли на товарну і нетоварну частини згідно стандарту РСТ УССР 344 – 91 Пастернак свіжий. Технічні умови [9].

У товарній частині окремо враховували стандартну і нестандартну продукцію. До стандартної продукції відбирали плоди, які відповідають вимогам діючого стандарту. Дослідження зі зберігання проводили згідно з "Методические указания по проведению научно-исследовательских работ по хранению овощей" [10]. На зберігання закладали стандартну продукцію. Коренеплоди зберігали у ящиках № 3-1 масою нетто до 20 кг ГОСТ 13359 – 84 (контроль), у ящиках з прошарками вологого піску (вологість – 17 %), у ящиках з поліетиленовими вкладнями, у поліетиленових мішках, з товщиною плівки 60 мкм та миті коренеплоди в ящиках у холодильній камері Polair Standard КХН-8,81 за температури $0 \pm 0,5$ °С та відносній вологості повітря 90-95%. Маса середнього зразка 5 кг, спостереження проводили через 30 діб. Зразок вилучався зі зберігання, якщо природні втрати маси були не більше 10 % та не більше 10-20% продукції вражалося захворюваннями й фізіологічними розладами [11]. У кінці зберігання визначали вихід товарної продукції. Вивчали вплив градації фактора А (особливості сорту), фактора Б (спосіб зберігання) на збереженість коренеплодів.

Основна частина. Дослідженнями багатьох учених [4, 5, 6, 12] доведено, що збереженість коренеплодів залежить від способу їх зберігання. Результати наших досліджень не ідуть всупереч з ними. Встановлено, що втрата маси коренеплодів пастернаку на 33 % залежить від умов зберігання, особливість сорту впливає лише на 1 %, взаємодія факторів умови зберігання і особливості сорту становлять лише 64 %, інші фактори – 2 % (таблиця 1).

Таблиця 1 – Збереженість пастернаку залежно від способів зберігання, %

Спосіб зберігання	Природні втрати маси	Коренеплодів, уражених хворобами	Вихід здорових коренеплодів
Петрик			
У ящиках насипом (контроль)	6,2	1,8	91,5
У ящиках з прошарками зволоженого піску	5,9	0,8	93,3
У ящиках з поліетиленовими вкладишами	2,9	2,5	94,6
У поліетиленових мішках	1,3	2,7	96,0
Коренеплодів митих	11,9	8,9	79,2
Студент			
У ящиках насипом (контроль)	6,7	2,0	90,3

Продовження таблиці 1

У ящиках з прошарками зволоженого піску	6,4	1,2	92,4
У ящиках з поліетиленовими вкладишами	3,5	3,9	92,6
У поліетиленових мішках	1,8	3,2	95,0
Коренеплодів митих	12,5	9,3	78,2
НІР ₀₅ фактор А	0,51		
НІР ₀₅ фактор Б	0,8		

Нашими дослідженнями встановлено, що застосування поліетиленової плівки зменшує втрати маси коренеплодів пастернаку у 3,7 – 4,7 рази порівняно зі зберіганням коренеплодів у відкритому виді. Це пояснюється тим, що за таких умов зберігання гальмується інтенсивність дихання коренеплодів, переважає анаеробний тип дихання, що пов'язано зі зменшенням витрати сухої речовини на дихання. Крім того, у кінці зберігання коренеплоди зберігали тургор, мали гарний товарний вигляд (таблиця 1).

Високої товарності овочевої продукції при сортуванні можна досягти лише після очищення і миття. Встановлено, що немиті коренеплоди, які зберігалися у відкритому виді в ящиках, уражувалися хворобами на 6,5 % більше, ніж миті (таблиця 2).

Таблиця 2 – Збереженість коренеплодів пастернаку сорту Петрик залежно від способу пакування та миття, %

Варіант досліду	Втрата маси	Ураженість хворобами	Вихід стандартної продукції
Немиті в ящиках	6,5	14,1	79,4
Миті в ящиках	11,9	7,6	81,4
Немиті в поліетиленових мішках	1,3	2,7	96,0
Миті в поліетиленових мішках	2,5	34,0	63,5

Зберігання митих коренеплодів у поліетиленових мішках збільшило ураженість їх майже у 2,5 рази, ніж немитих. Вищу збереженість немитих коренеплодів пастернаку можна пояснити тим, що в ґрунті є як збудники гнильних хвороб, так і їх антагоністи. Крім того, коли мили коренеплоди, то відламувались дуже тоненькі корінці, куди проникали мікроорганізми. Пастернак, особливо прив'ялий, дуже швидко поглинає вологу при митті. При висиханні після миття поверхня коренеплоду зовнішньо стає сухою, але в коренеплоді є

вільна вода, яка у перші години зберігання випаровується і осідає на стінках поліетиленових мішків і коренеплодах. Ці краплі на коренеплодах з розчиненими в них поживними речовинами є добрим середовищем для мікроорганізмів. Конденсат на стінках мішків, загальмована аерація, дещо підвищена температура в перші дні зберігання – все це і сприяло розвитку гнильних мікроорганізмів, викликало підвищене ураження хворобами (8,9 – 9,2 %). Тому коренеплоди пастернаку, які зберігалися у поліетиленових мішках, краще мити перед реалізацією. Миті коренеплоди частіше уражуються у точках росту, тобто там, де важко вимити бруд і де залишається волога. Але якщо в поліетиленовому мішку утворюється конденсат і утруднена аерація, то в дерев'яних овочевих ящиках завжди спостерігаються підвищені втрати за рахунок випаровування. Порівняльна оцінка зберігання свіжопомитих коренеплодів у поліетиленових мішках і овочевих дерев'яних ящиках (табл. 2.) свідчить, що миті коренеплоди добре зберігаються упродовж 6 місяців у овочевих ящиках, бо вони там поступово підсихають, випаровують надлишкову вологу. Крім того, велику вимиту партію швидко просушити складно, і вологі коренеплоди, що потрапляють до поліетиленових мішків, тобто в умови постійної високої вологості, швидко уражуються гнилями і не можуть тривалий час зберігатись.

Висновки. Збереженість коренеплодів пастернаку залежить від особливостей сорту, післязбиральної доробки та способів зберігання. Застосування поліетиленової плівки зменшує втрати маси коренеплодів пастернаку у 3,7 – 4,7 рази порівняно зі зберіганням коренеплодів у відкритому виді. Миті коренеплоди добре зберігаються упродовж 6 місяців у овочевих ящиках.

Література:

1. Сич З.Д. Післязбиральні технології доробки овочів для логістики і маркетингу // З.Д. Сич, І.О. Федосій, Г.І. Подпряттов. – К. – 2010. – 440 с.
2. Колтунов В.А. Зберігання гарбузових плодів / В.А. Колтунов, Л.М. Пузік. – Харків: ХНАУ, 2004. – 365 с.
3. Найченко В.М. Технологія зберігання і переробки плодів та овочів з основами товарознавства / В.М. Найченко, О.С. Осадчий. – К.: Школяр, 1999. – 502 с.
4. Сахарова Н.П. Хранение плодов и овощей / Н.П. Сахарова. – Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1988. – 304 с.
5. Михайліна І.Г. Лежкість столової моркви. Автореф. – К.1995.
6. Колтунов В.А. Якість плодоовочевої продукції та технології її зберігання. Ч.1.Якість і збереженість картоплі та овочів: Монографія. – К.:КНТЕУ,2004. – 568с.

7. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – 5-е изд. доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

8. *Мойсейченко В.Ф.* Основи наукових досліджень у плодівництві, овочівництві, виноградарстві та технології зберігання плодоовочевої продукції / В.Ф. Мойсейченко. – К.: НМК ВО 1992. – 364 с.

9. РСТ УССР 344 – 91 Пастернак свіжий. Технічні умови. К.: – 1980. – 5 с.).

10. Методические указания по проведению научно-исследовательских работ по хранению овощей. – М.: ВАСХНИЛ, 1982. – 216 с.).

11. *Найченко В.М.* Практикум з технології зберігання та переробки плодів та овочів з основами товарознавства. / В.М. Найченко. – К.: ФАДА, ЛТД, 2001. – 207 с.

12. *Колтунов В.А.* Управління якістю овочевих коренеплодів /В.А. Колтунов К., - 2007. – 174 с.

СОХРАНЯЕМОСТЬ КОРНЕПЛОДОВ ПАСТЕРНАКА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ХРАНЕНИЯ

Пузик Л.М., Бондаренко В.А.

Аннотация – данная работа посвящена изучению сохраняемости корнеплодов пастернака в зависимости от условий хранения. Установлено, что упаковка в полиэтиленовую пленку уменьшает потери массы в 3,7 – 4,7 раза по сравнению с потерей массы корнеплодов, хранившихся в открытом виде. Мытые корнеплоды хорошо сохраняются в течение 6 месяцев.

THE STORAGE OF PARSNIP ROOTS DEPENDING ON THE KEEPING CONDITIONS

L.M. Puzik, V.A. Bondarenko

Summary

The work is devoted to studying the parsnip roots storage depending on the variety peculiarities, after harvesting completion and keeping methods of has been ascertained that polyethylene film packing reduced mass losses of parsnip roots at 3,7 – 4,7 times comparatively with the storage of the uncovered roods. The washed roods are kept well in vegetable foxes during six months.

Зміст

	стор.
<i>Ялпачик В.Ф., Ялпачик Ф.Ю., Стручаєв М.І.</i> Нові методи контролю якості плодів при зберіганні холодом	3
<i>Самойчук К.О., Івженко А.О.</i> Механізми диспергування жирової фази в пульсаційному апараті з вібруючим ротором	11
<i>Змеєва І. М., Кюрчев С. В., Ялпачик Ф. Ю., Стручаєв М. І.</i> Вплив коефіцієнтів місцевих опорів розливної системи на продуктивність дозуючого пристрою	21
<i>Дейниченко Г.В., Мазняк З.О., Гузенко В.В.</i> Застосування діафільтраційного очищення в процесі одержання пектинових концентратів	28
<i>Гвоздєв О.В., Петриченко С.В., Мирошниченко О.О.</i> Установа для дослідження процесу змішування сипучих матеріалів	34
<i>Ялпачик О.В.</i> Обґрунтування параметрів та режимів роботи зернової дробарки прямого удару	42
<i>Червоткіна О.О., Олексієнко В.О., Фучаджи Н.О.</i> Обґрунтування параметрів робочого органу гранулятора для отримання гранул на основі овочевої сировини	57
<i>Клевцова Т.О., Ялпачик Ф.Ю.</i> Визначення ефективності попередньої сепарації зерна при подрібненні прямим ударом	63
<i>Диордиев В.Т., Новиков Г.В.</i> Пути повышения эффективности функционирования предприятий послеуборочной и предпосевной обработки зерновых	71
<i>Юрченко С.Л., Колеснікова М.Б.</i> Розробка рецептурного складу плодово-ягідних начинок	83
<i>Сердюк М.Є., Гапріндашвілі Н.А.</i> Зміна вмісту аскорбінової кислоти в плодах груші при тривалому зберіганні з використанням антиоксидантів	89
<i>Хассай Д.В., Янаков В.П., Голованов М.В.</i> Визначення технічних характеристик місильних органів тістомісильних машин	95
<i>Паляничка Н.О., Гвоздєв О.В.</i> Визначення ступеня гомогенізації при імпульсній гомогенізації молока	102
<i>Бескровний О.І.</i> Вдосконалення якості оптимізаційних моделей харчових технологій	108
<i>Бойко Г.А., Расторгуєва М.Й.</i> Перспективи використання сумішного прядива на основі волокон льону олійного з натуральними та хімічними волокнами	116
<i>Болгова Н.В.</i> Виробництво та аналіз якості смажених ковбас	121
<i>Бородай Д.В., Бачинська Я.О.</i> Товарознавчі аспекти якості печива пісочного здобного підвищеної біологічної цінності з додаванням суміші харчових волокон	126

<i>Головко М.П., Пенкіна Н.М., Колесник В.В.</i> Порівняльна характеристика хімічного складу та антиоксидантної активності різних видів молочної сироватки та перспективи її використання у напоях	134
<i>Желіба А.В.</i> Теоретичне обґрунтування важливості застосування показників NOR, PSE, DFD для м'яса свинини	140
<i>Кошулько В.С.</i> Вплив величини зношування контактуючих поверхонь фіксуючих коліс та сортувального столу падді-машини на процес віброударного сепарування	148
<i>Курилович Н.Н., Киркор М.А.</i> Теоретическая оценка предельной вязкопластической деформации при деформировании пищевых масс	152
<i>Любенко Г. Д., Обозна М. В., Перцевой Ф. В.</i> Характеристика технології термостійкої начинки на основі молочної сировини з використанням пектину	159
<i>Мельник І.В., Вікуль С.І., Літвинчук А.І.</i> Порівняльна характеристика якісних показників «тритікалевого» і класичного пива	166
<i>Пузік Л.М., Бондаренко В.А.</i> Збереженість коренеплодів пастернаку залежно від умов зберігання	172

Наукове фахове видання

Праці Таврійського державного агротехнологічного
університету

Випуск 13. Том. 7

Свідоцтво про державну реєстрацію – Міністерство юстиції
13503-2387 ПР від 03.12.2007 р.

Відповідальний за випуск – Ялпачик Ф.Ю.
Коректор – Котенко В.І.

Підписано до друку 26.12.2013 р. друк Rizo. Друкарня ТДАТУ.
11,2 умов. друк. арк. тираж 100 прим.

73312 ПП Верескун.
Запорізька обл., м. Мелітополь, вул. К. Маркса, 10
тел. (06192) 6-88-38