

**Міністерство освіти і науки України**



**ПРАЦІ**  
Таврійського державного  
агротехнологічного університету

**Випуск 16. Том 1**

**Наукове фахове видання**  
**Технічні науки**

**Мелітополь – 2016 р.**

УДК 621.311:631

**ПЗ.8**

Праці / Таврійський державний агротехнологічний університет –  
Вип. 16. Т 1 – Мелітополь: ТДАТУ, 2016.– 277 с.

Друкується за рішенням Вченої Ради ТДАТУ,  
Протокол № 8 від 23.02.2016 року

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. - д.т.н., проф., ректор ТДАТУ (головний редактор);  
Надикто В.Т. - чл.-кор. НААН України, д.т.н., проф. (заступник  
головного редактора); Діордієв В.Т. - д.т.н., проф. (відповідальний  
секретар); Гнатушенко В.В. - д.т.н., проф.; Дідур В.А. - д.т.н., проф.;  
Єремєєв В.С. - д.т.н., проф.; Кушнар'єв А.С. - чл.-кор. НААН  
України, Леженкін О.М. - д.т.н. доц.; Малкіна В.М. – д.т.н., проф.;  
Овчаров В.В. - д.т.н., проф.; Панченко А.І. - д.т.н., проф.; Скляр О.Г. -  
к.т.н., проф.; Тарасенко В.В. - д.т.н., проф.; Шацький В.В. - д.т.н.,  
с.н.с.; Федюшко Ю.М. – д.т.н., проф.; Фурман І.О.- 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, 2016.

## **МАШИНИ І ЗАСОБИ МЕХАНІЗАЦІЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА**

**УДК 631.56:633**

### **АНАЛІТИЧНІ ЗАСОБИ МОДЕЛЮВАННЯ МІКРОБІОЛОГІЧНИХ ТА БІОХІМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ ЗБЕРІГАННІ ЗЕРНОВОЇ МАСИ**

Ялпачик В.Ф., д.т.н.,

Кюрчев С.В., к.т.н.,

Верхоланцева В.О., аспірант \*

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел. (0619) 42-13-06

**Анотація** – у статті представлено аналітичні засоби моделювання мікробіологічних та біохімічних процесів при зберіганні зернової маси, а також вивчення взаємодії протікання процесів між зерновою масою з точки зору теплотехніки.

**Ключові слова** – зернова маса, конвекція, модель, напруга, молекулярна система, клітинна система, зберігання.

*Постановка проблеми.* У практиці зберігання зерна погана теплопровідність зернової маси і насіння дозволяє тривалий час зберігати їх в охолодженному стані, а холод - дешевий і незамінний консервант будь-якої сільськогосподарської продукції.

З підвищенням показника вологості зерна теплопровідність зернової маси також підвищується. Через низьку теплопровідність зернової маси при сушінні зерна кондуктивним методом можливий перегрів окремих шарів зерна, знижується схожість насіння, погіршуються технологічні якості зерна.

Специфічні властивості зерна, як об'єкта охолодження, значною мірою обумовлені особливим станом води, що міститься у зерні, і механізмом взаємодії її з речовинами зерна.

У зерні немає вільної води, вона більш-менш міцно пов'язана з тканинами зерна та його клітинами або знаходиться у вигляді водного розчину тієї чи іншої концентрації і складу. Вода в зерні не тільки найважливіша складова частина, а й активний агент, який бере участь у біохімічних процесах, що постійно відбуваються у зерні[1,2].

*Аналіз останніх досліджень.* Основна увага вчених і практиків зосереджена на збільшенні врожайності рослинницької продукції. Однак, рішення продовольчої програми будь-якої держави залежить не тільки від кількості вирощеної продукції, а й від правильного проведення післязбиральної обробки і подальшого зберігання.

---

© Ялпачик В.Ф., д.т.н., проф., Кюрчев С.В., к.т.н., доц., Верхоланцева В.О., аспірант

\* Науковий керівник – Кюрчев С.В., к.т.н., доц.

Збереження природних достоїнств зерна, продуктів його переробки, розміри втрат при зберіганні залежать від наукового обґрунтування технології післязбиральної обробки продукції та її зберігання[3].

При зберіганні сільськогосподарської продукції протікають фізіологічні, біохімічні та мікробіологічні процеси, які необхідно вивчати.

Виходячи з самої природи зерна та можливих втрат врожаю виникає необхідність у захисті його від активного впливу факторів абіотичного середовища, а також у створенні таких умов протягом зберігання, які б попереджували інтенсивний обмін речовин у клітинах зерна.

Проблемою зберігання зерна займалися багато вітчизняних і зарубіжних дослідників. Вирішити це завдання успішно можна тільки із застосуванням відповідних методів підготовки продукту та закладання і збереження його у необхідних умовах. [4, 5, 6].

*Постановка завдання.* Метою даної роботи є моделювання біохімічних і мікробіологічних процесів, які протікають у зерновій масі при зберіганні.

*Основна частина.* Перенос молекулярної (індекс  $m$ ) та клітинної (індекс  $z$ ) систем відбувається за допомогою індукованих примусовою й природною конвекцією механізмів[7,8].

На підставі невеликих діапазонів довжин ( $l_m^* \approx 10^{-9}$  м для протеїнів і  $l_z^* \approx 10^{-6}$  м для мікроорганізмів) вони перебувають у механічній і тепловій рівновазі[9,10].

Характеристичні внутрішні шкали часу переносу імпульсу у воду як дисперсійне середовище  $\tau_{i,m}^{внутр*} = \frac{l_m^{*2}}{v^*} \approx 10^{-12}$  с і

$\tau_{i,z}^{внутр*} = \frac{l_z^{*2}}{v^*} \approx 10^{-6}$  с дають вказівку щодо механічної рівноваги.

Аналогічно характеризують внутрішні шкали часу  $\tau_{i,m}^{внут*} = \frac{l_m^{*2}}{a^*} \approx 10^{-11}$  с і  $\tau_{e,z}^{внутр*} = \frac{l_z^{*2}}{a^*} \approx 10^{-5}$  с перенос енергії у воду. Ці оцінки вимагають подальшого розгляду поблизу меж переходів фаз.

Там значною мірою спостерігається зміна стану «час реакції на термогідродинамічний вплив», тому що він створює поля швидкостей, поля індукованих тертям нормальних напруг і тангенціальних напруг, а також поля внутрішньомолекулярного тиску й температури.

Розміри внутрішніх шкал часу диспергованих молекулярних і клітинних систем значно відрізняються від типової тривалості процесу  $\tau^{проц*}$  обробки.

Отже, число Дебори  $De = \frac{\tau^{внутр*}}{\tau^{прот*}}$  приймає нескінченно мале

значення.

Цей безрозмірний індекс виражає локальну рівновагу, тобто, наявність «конгруентного термогідродинамічного стану» безперервної фази й диспергованих молекулярних і клітинних систем у будь-який момент часу в процесі впливу високого тиску при даних просторових координатах. Це значно полегшує моделювання, так як дозволяє нам відобразити технологічний вплив на молекулярні й клітинні реакції як загальні скалярні величини  $\Theta^*$ .

У безрозмірному вигляді для відношення  $\Theta = \frac{\Theta^*}{\Theta_0^*}$  ми отримали відповідну модель переносу

$$\frac{\partial \Theta}{\partial \tau} + \nabla \cdot (\Theta \vec{U}) = \frac{1}{Re_0 Sc_0} \nabla \cdot (D_\Theta \nabla \Theta) + D_{a0} Q_\Theta. \quad (1)$$

Ліва сторона рівняння моделі повністю збігається з рівнянням збереження маси. Для молекулярного біокомпонента рівняння (1) виражає індуквані зміни, які пов'язані з дифузією, а також з якісною зміною (активацією або дезактивацією) біокомпонентів.

Ефекти дифузії ґрунтуються на існуванні неоднорідних полів скалярної величини  $\Theta$ . Параметр  $D_\Theta$  у першому члені правої сторони рівняння (1) даний для константи дифузії молекулярного або клітинного процесу.

Величина дифузії залежить, очевидно, від зворотного значення добутку критерію Рейнольдса  $Re_0$  і критерію Шмідта  $Sc_0 = \frac{V_0^*}{D_\Theta^*} ab$ .

Критерій Шмідта дає оцінку відношенню дифузійного переносу імпульсу до скаляра  $\Theta$ . Наступний ефект, пов'язаний з позитивним або негативним "виробництвом"  $\Theta$ , виражає безрозмірний початковий член  $D_{a0} Q_\Theta$ .

Значення критерію Дамколлера  $Da_0$  встановлює інтенсивність джерела  $Q_\Theta$ . Він описує відношення між конвекційною шкалою часу й шкалою часу молекулярної реакції. Наприклад, при реакції  $n$ -ного порядку з концентрацією  $c = \Theta$  інтенсивність джерела  $Q_\Theta = -kc^n$  й критерію Дамколлера становить  $Da_0 = \frac{L_0^* k_0^* c_0^{*n-1}}{u_0^*}$ .

Одна з основних ідей рівняння (1) полягає у тому, що молекули – якщо переважають необхідні значення термодинамічної змінної тиску й температури – реагують відповідним чином. Отже, клітинні реакції можна моделювати аналогічно [11,12].

Індуковане тиском придушення життєдіяльності мікроорганізмів як скалярна величина залежить від інтенсивності

джерела пригнічення життєдіяльності (наприклад, величина внутрішньомолекулярного тиску в сполученні з чутливістю відповідних мікроорганізмів до розмноження), дифузійного переносу знищених мікроорганізмів на основі чистого броунівського руху й конвекційного переносу на основі примусової й природної конвекції у мікробіологічній суспензії.

Уводячи початковий член у рівняння (1) ми виходили із гіпотези, що додатково до локальної механічної й теплової рівноваги між диспергованою й безперервною фазами існує локальна однорідність.

Конкретно це позначає, що реакції як у розглянутому місці оброблюваного продукту, так і в його безпосередньому просторовому оточенні проходять у залежності від ж самого локального термогідродинамічного стану.

Таким чином, у місцях із просторово дуже маленькою дистанцією між реакціями, що протікають, не існують як взаємні впливи, так і обмеження й уповільнення.

Так як цих взаємодій повністю не уникнути, то ми вважали раціональним зневажити взаємодіями, якщо середня відстань  $s^*$  між двома молекулами або мікроорганізмами приймає істотно більше значення, ніж їх характеристичні шкали довжин  $i_m$  і  $i_z$ .

Перевірка вірогідності цього вимагає розрахунку розміру наступного критерію, числа Кнудсена  $K_n$ , що знаходить застосування у газовій динаміці для порівняної аргументації. Для досягнення мети наших досліджень адаптуємо визначення числа Кнудсена як  $K_n = s^* / l^*$ .

Внаслідок цього ми вважали, що локальна однорідність приблизно існує при невеликих концентраціях дисперсних систем, тобто для більших значень  $\bar{s}^*$ .

Перепереверка вірогідності локальної однорідності, тобто, що ніякі взаємозв'язки не відбуваються між сусідніми просторовими зонами, має, крім того, велике значення щодо масштабування. Це виходить із того факту, що вимірювання кінетичних даних реакції відбуваються у дуже маленьких комірках, у яких вплив теплогідромеханічних розподілів виявляється відносно незначним. Тут повинна переважати апроксимативно не тільки локальна, але й, до певного розміру, глобальна однорідність.

На противагу цьому, розподіли теплогідромеханічних полів, що неминує трапляються у великих камерах, спроможні впливати на швидкість реакції іншим способом, ніж це виражено рівнянням (1).

Зважаючи на ці умови ми зробили висновок, що перенос маси, імпульсу, енергії й скалярів здійснює сильний вплив на взаємодії, однак, точної подоби досягти неможливо. Це працює, зокрема, якщо своєю метою ставити конкретні результати технологічного впливу як, наприклад, інактивація клітинних і молекулярних систем, але

становить значну складність не тільки для масштабування, але й для будь-якого спрощення моделювання й імітації.

Дотепер використання повного рівняння переносу відсутнє для скалярних величин. Напроти, відомі чисельні спрощення, наприклад, застосовувані для опису тимчасової залежності молекулярних і клітинних реакцій

$$\frac{\partial \Theta}{\partial \tau} = D_{a0} Q_{\Theta} \quad . \quad (2)$$

Модель (2) являє собою найчастіше використовуваний математичний вираз [13,14,15].

Для спрощення рівняння (1) ми увели член  $\nabla \cdot (\Theta \vec{U})$ , яким можна врахувати ефект конвекційного переносу  $\Theta$  через завжди присутнє у рідкій частці продукту поле швидкості  $\vec{U}$

$$\frac{\partial \Theta}{\partial \tau} + \nabla \cdot (\Theta \vec{U}) = +D_{a0} Q_{\Theta} \quad . \quad (3)$$

*Висновки.* Таким чином, викликані під час впливу ВТ поля температури й течії значно впливають на перетворення будь-якого цільового компонента оброблюваного продукту. Так, автори [16] показали, що дані поля дійсно значно впливають на інактивацію патогенних мікроорганізмів при довготривалому зберіганні продукції.

#### Література:

1. *Кутателадзе С.С.* Основы теории теплообмена. / С.С. Кутателадзе – М.: Атомиздат, 1979. – 415с.
2. *Лыков А. В.* Теория теплопроводности / Лыков А. В. – М.: Высшая школа, 1967. – 595 с.
3. *Казаков Е.Д.* Биохимия зерна и продуктов его переработки. / Е.Д. Казаков, В.Л. Кретович. – М.: Колос, 1980. – 319с.ил.
4. *Ялпачик В.Ф.* Планування експериментальних досліджень процесу охолодження зерна / В.Ф. Ялпачик, М.І. Стручаєв, В.О. Верхованцева // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ, 2015. – Вип. 15, Т.1. – С. 3 – 8..
5. *Тихонов Н. И.* Хранение зерна [Текст] : учеб. пособие / Н. И. Тихонов, А. М. Беляков; ФГОУ ДПОС «ВИПККА», Каф. инновац. технологий. – Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2006. – 108 с.
6. *Агрономов Е.А.* Хранение зерна. / Е.А. Агрономов М.: Л Пищепромиздат, 1935. – 222с.
7. *Кубасов А. А.* Химическая кинетика и катализ. Ч. 2. Теоретические основы химической кинетики / Кубасов А. А. – М. : Изд-во МГУ, 2005. – 158 с.
8. *Молчанов А.А.* Моделирование и проектирование сложных систем. - К.: Вища школа, 1999. – 664 с.
9. *Карасюк И.М.* Справочник по зерновым культурам. – К.: Урожай, 1991. – 319 с.

10. Скалецька Л.В. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва. Практикум: Навчальний посібник / Л.В. Скалецька, Т.М. Духовська, А.М.Сеньков. – К.: Вища школа, 1994. – 303с.: ил.

11. Гинзбург А. С. Теплофизические характеристики пищевых продуктов. Справочник / [Гинзбург А. С., Громов М. А., Красовская Г. И.]– М.: Агропромиздат, 1990. – 287 с.

12. Бондарев В.А. Теплотехника. / В.А. Бондарев, А.Е. Процкий, Р.Н. Гринкевич – изд.2-е, испр. и доп. Минск, “Вышэйша школа”, 1976.

13. Смолуховский М. Доступные наблюдению молекулярные явления, противоречащие обычной термодинамике // Эйнштейн А., Смолуховский М. Броуновское движение. - Л.: ОНТИ, 1936, с. 197;

14. Беспалова С.В. Математические модели биологических процессов : учеб. пособие / Беспалова С.В., Гусев А.А. ; Донец. нац. ун-т. – Донецк : Изд-во ДонНУ, 2000. – 150 с.

15. Голик М.Г. Влияние жизнеспособности зерна на его технологические свойства / М.Г. Голик, Н.Б. Воронюк Н.Б. М.: ЦИНТИ Госкомзага СССР, 1968, с.80-87.

16. Чижиков А.Г. Теплофизические характеристики семян пшеницы / А.Г. Чижиков, В.Ф. Кабанов // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – 1976. – № 11. – С. 18 – 20.

## **АНАЛИТИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА МОДЕЛИРОВАНИЯ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ И БИОХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ХРАНЕНИИ ЗЕРНОВЫХ МАСС**

Ялпачик В.Ф., Кюрчев С.В., Верхоланцева В.А.

*Аннотация* – в статье представлены аналитические средства моделирования микробиологических и биохимических процессов при хранении зерновой массы, а также изучение взаимодействия протекания процессов между зерновой массой с точки зрения теплотехники.

## **ANALYTICAL MODELING TOOLS MICROBIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL PROCESSES IN STORED GRAINS**

V. Yalpachik, S. Kuirchev, V. Vercholantseva

### *Summary*

The article presents the analytical modeling tools microbiological and biochemical processes during storage of grain mass, as well as the interaction of the processes in terms of heat engineering between the grain mass.



УДК 637.134

## АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ГОМОГЕНІЗАТОРІВ МОЛОЧНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Дейниченко Г.В., д.т.н.,

Самойчук К.О., к.т.н.,\*

Івженко А.О., інженер,\*\*

Левченко Л.В., аспірант\*\*

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел.(06192) 42-13-06

**Анотація** – у статті наведено огляд конструкцій основних типів гомогенізаторів, які використовуються у молочній промисловості. Наведені: принцип їх дії, особливості конструкції та використання, характеристики ступеня диспергування та перспективи подальшого удосконалення.

**Ключові слова** – гомогенізація, гомогенізатор, конструкція, аналіз.

*Постановка проблеми.* Основна сировина молочної промисловості - молоко є природною емульсією молочного жиру у плазмі з середніми розмірами дисперсної фази (жирових кульок) 2-5 мкм. Молочна емульсія схильна до мимовільного розділення у результаті відстоювання молочних вершків внаслідок спливання найбільш крупних жирових кульок. Таке розшарування у процесі виробництва (кисломолочна продукція) або в процесі зберігання (питне молоко та вершки, морозиво, тощо) погіршує якість молочних продуктів. Для запобігання цьому проводять гомогенізацію молока – подрібнення жирових кульок молочної емульсії до розмірів біля 1 мкм. У молока після гомогенізації покращуються сенсорні властивості, збільшується засвоєння молочного жиру, емульсія стає стійкою до розшарування протягом декількох діб.

Гомогенізатори молочної промисловості, крім загальних вимог до будь-якого обладнання галузі, повинні мати високий ступінь диспергування (75% жирових кульок з розмірами менше 1 мкм) і невисокі енерговитрати (до 3-5 кДж/т). Але сучасні гомогенізатори

---

© Дейниченко Г.В., д.т.н., проф., Самойчук К.О., к.т.н., доц., Івженко А.О., інженер, Левченко Л.В., аспірант

\* Науковий консультант – д.т.н., проф. Дейниченко Г.В.

\*\* Науковий керівник – к.т.н., доц. Самойчук К.О.

або дозволяють отримати високу якість емульсії при енерговитратах більше 7кДж/т (клапанні гомогенізатори), або емульсію з розмірами 1,2-1,8 мкм і більше при невисоких енерговитратах. Зниження енерговитрат процесу гомогенізації у сучасних умовах з високою конкуренцією серед виробників молочних продуктів та високих цінах на енергоносії є актуальним завданням.

*Аналіз останніх досліджень.* Для проведення процесів диспергування та отримання емульсій на виробництві переважно використовують клапанні, вакуумні, роторно-пульсаційні, відцентрові, ультразвукові, струминні та вихрові апарати [1-5]. Перші 3 типи отримали найбільше розповсюдження, інші – зустрічаються у складі технологічних ліній значно рідше.

*Постановка завдання.* Проаналізуємо існуючі промислово освоєні конструкції гомогенізаторів і диспергаторів, які застосовуються для гомогенізації молока.

*Основна частина.* Найбільш поширені гомогенізатори клапанного типу, в яких оброблювана суміш під високим тиском від 8 до 25 МПа, проходить через вузьку кільцеву щілину, утворену клапаном і клапанним сідлом. Головна їх перевага в тому, що при обробці продуктів можна отримати високодисперсні емульсії з середнім діаметром дисперсної фази 0,75 – 0,8 мкм. Однак їх істотним недоліком є швидке зношення ущільнень і клапанів. До того ж, вони мають велику енергоємність (до 8 кВт/т) і складність в обслуговуванні [1, 2, 3].

У відцентрових гомогенізаторах під дією обертання ротора рідина під тиском проходить через сопла або щілинні отвори. Відцентрові апарати простіше клапанних, вони менш металоємні, в них немає швидкозношуваних деталей. Основний їх недолік - значне спінювання продукту в ході його обробки, що стримує широке впровадження цих апаратів [1, 4].

При вакуумній гомогенізації досягаються додаткові переваги: знижується кислотність, підвищується термостійкість, відбувається дегазація, дезодорація молока, а також часткове пригнічення мікрофлори [5]. Сутність методу ґрунтується на тому, що двох-, трьохкратне адіабатне скипання молока в камерах призводить до дроблення жирових кульок молока. При вакуумній гомогенізації широта розподілу жирових кульок за розмірами порівнянна з клапанною, однак їх середній розмір істотно більше і складає 1,5-2,5 мкм [5, 6].

Принцип дії акустичних диспергаторів базується на використанні коливань звукового або ультразвукового діапазону для

руйнування крапель дисперсної фази. Як правило, це гідромеханічні та гідродинамічні генератори [7]. Акустичне емульгування дозволяє отримувати дисперсність утворюючих емульсій починаючи з розміру 1,2–1,5 мкм. Ці апарати значно менш енергоємні, ніж клапанні, компактні і зручні в обслуговуванні, при цьому одночасно з диспергуванням і емульгуванням спостерігається руйнування мікрофлори та клітин мікроорганізмів.

Гідродинамічні (струминні) диспергатори являють собою форсунку з звуженим соплом, реактивний струмінь якої відбивається близько розташованим відбивачем [8, 9]. Високі швидкості ковзання досягаються у протитечійно-струминних гомогенізаторах, що складаються з двох співвісно розташованих форсунок. Дисперсність жирової фази молока становить 0,7-0,8 мкм і порівняна з клапанними [10]. Незважаючи на низькі енерговитрати та високу якість обробки значне спінювання заважає широкому використанню таких апаратів [1, 11].

Існують апарати, де емульсія утворюється завдяки зворотно-поступальному руху поршня – так звані пульсаційні апарати [12, 13]. Зазвичай вони виконані у вигляді пластин або дисків, закріплених на вертикальних штангах, які здійснюють зворотно-поступальні рухи. Існують також пульсаційні апарати, які конструктивно виконані у вигляді зануреної в апарат камери з системою різноманітних сопел [14]. Для опису застосовують теорію гомогенізації Орешіної. Дисперсність емульсії перевищує показники клапанної гомогенізації завдяки створенню високих швидкостей ковзання жирової кульки [15].

Вихрові гомогенізатори сконструйовані для створення максимальних умов диспергування за теорією субкавітаційної гомогенізації. Дисперсність емульсії висока і сягає 0,77-1,05 мкм і енерговитрати на рівні протитечійно-струминної 3,8 кВт/т [16, 17]. В основі конструкції – вихрова труба, теорія роботи якої на даний час не розвинена [17].

Нині все більш широко починають використовувати апарати, що дозволяють інтенсифікувати технологічні процеси за рахунок проведення їх у нестационарних умовах, використання енергії звукових коливань і вторинних акустичних ефектів за рахунок здійснення дискретного уведення енергії в оброблюване середовище [18, 19]. До апаратів, які якнайповніше відповідають усім вищепереліченим вимогам, відносяться роторні апарати, що мають різні назви: роторний апарат з модуляцією потоку (РАМП); роторно-пульсаційний апарат (РПА); пульсаційний апарат роторного типу

(ПАРТ); гідродинамічний апарат роторного типу (ГАРТ); рідинні, гідроакустичні сирени, «ультратурракс»; гідромеханічний диспергатор [20]. Ці апарати відрізняються простотою конструкції, високою надійністю і ефективністю. Принципові конструктивні схеми у них однакові, проте за механізмом дії на оброблюване середовище ці апарати істотно відрізняються. Пов'язано це з вибором величини радіального проміжку між ротором і статором. У роторних апаратах типу РАМП, ПАРТ, гідромеханічних диспергаторів проміжок прагнуть виконати мінімальним, не більше 0,1 мм, а в РПА вказаний проміжок більше 0,2 мм і може досягати декількох міліметрів. Інтенсифікації процесів диспергування у роторних апаратах сприяють, у першу чергу, інтенсивна імпульсна акустична кавітація [21], висока турбулентність і високий градієнт швидкості в робочих об'ємах. У апаратах типу РПА основну дію на середовище чинять високі зсувні і зрізаючі зусилля у радіальному проміжку за відсутності акустичної імпульсної кавітації.

Роторні апарати відрізняє простота в їх виготовленні. Їх енергетична ефективність обумовлена тим, що рідке середовище являється одночасно і джерелом і об'єктом коливань і, таким чином, механічна енергія оброблюваного плинного середовища безпосередньо перетворюється на корисну – необхідну для диспергування.

При дослідженні дисперсності емульсій, приготовлених на РПА, встановлено, що, в цілому, середній діаметр частинок дисперсної фази не перевищує 1 мкм [17], але дисперсний склад відрізняється нерівномірністю і містить підвищену кількість неподрібнених жирових часток.

*Висновки.* На молокозаводах завдяки високому ступеню диспергування та універсальності для гомогенізації молока переважним чином використовуються клапанні та роторні (роторно-пульсаційні) гомогенізатори [1]. Інші типи машин для диспергування молочного жиру: вакуумні, ультразвукові, вихрові, струминні і т.п., незважаючи на енерговитрати в 2–8 разів менші, не знайшли широкого використання на виробництві. За даними Девіса, Долинського та Іваницького [22, 23], які узагальнили велику кількість експериментальних даних по дробленню крапель емульсій різними типами пристроїв, встановлено, що в РПА отримання високодисперсних емульсій відбувається при значно менших енерговитратах у порівнянні з іншими типами диспергаторів.

При аналізі теорій гомогенізації встановлено, що визначальними факторами руйнування жирових кульок у РПА є

високі швидкості ковзання жирової кульки, які створюються при пульсаційному русі оброблюваного середовища та градієнтах швидкостей. Поєднання обох цих факторів використовується тільки в конструкціях РПА.

Проте, у дисперсному складі обробленої молочної емульсії зустрічаються жирові частки з розмірами 5-10 мкм і вище, що знижує якість кінцевого молочного продукту [17, 19]. Тому РПА використовуються, більшою мірою, для обробки в'язких середовищ з дисперсністю вище 5 мкм [1]. Незважаючи на цей недолік, РПА є найбільш перспективними для подальшого вдосконалення.

#### Література:

1. *Нужин Е.В.* Гомогенизация и гомогенизаторы / Е.В. Нужин, А.К. Гладушняк. Монография – Одесса: Печатный дом, 2007. – 264 с.
2. *Чернец М.* Повышение износостойкости и долговечности элементов гомогенизаторов давления. (Монография) / М. Чернец, К. Лукасик, А. Некоз. – Дрогобыч: КОЛО, 2004. – 268 с.
3. *Орлов П.В.* Аппаратурное оформление процессов диспергирования в пищевой промышленности/ П.В. Орлов, А.В. Лымарь // Научный журнал НИУ ИТМО, СПб.: Вып. 1(15). – 2013. – С. 126-134.
4. *Борисенко Е.В.* Физико-химические основы производства эмульсий /Е.В. Борисенко// Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. – Саратов.– 2002, №2. – С. 26-32.
5. *Долинский А.А.* Диспергирование жировых шариков при вакуумной гомогенизации / А.А. Долинский, Ю.А. Шурчкова, В.К. Буримский [и др.] // Молочная промышленность. – 2003. – № 2. – С. 55–56.
6. *Долинский А.А.* Оптимизация тепломассообменных и гидродинамических процессов в технологии термовакuumной обработки молока/ А.А. Долинский, Ю.А. Шурчкова, Г.К. Иваницкий, Б.Я. Целень// Наука та інновації. – 2010. Т. 6. № 1. – С. 59 – 68.
7. *Новицкий Б.Г.* Применение акустических колебаний в химико–технологических процессах / Б.Г. Новицкий – М.: Химия, 1983. – 191 с.
8. *Гордезиани В.С.* Производство заменителей цельного молока. / В.С. Гордезиани – М.: Агропромиздат, 1990. – 272 с.
9. *Драгун Н.А.* Струйный эмульгатор для заменителей цельного молока / Н.А. Драгун, Т.С. Клятвина и др. // Молочная промышленность. – 1986. – № 3. – С.3 – 4.

10. *Самойчук К.О.* Обґрунтування параметрів та режимів роботи протитечійно-струменевого гомогенізатора молока [Текст] : автореферат... канд. техн. наук, спец.: 05.18.12 - процеси та обладнання харчових, мікробіологічних та фармацевтичних виробництв / К.О.Самойчук. – Донецьк : МОН Укр. Донецький нац. ун-т економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського, 2008. — 20 с.

11. *Самойчук К.О.* Зниження піноутворення при протитечійно-струменевій гомогенізації молока / К.О. Самойчук // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. - Мелітополь: ТДАТУ. - 2010. – Вип. 10., т.1. - С. 99-106.

12. *Паляничка Н. О.* Вдосконалення процесу імпульсної гомогенізації молока [Текст] : автореферат... канд. техн. наук, спец.: 05.18.12 - процеси та обладнання харчових, мікробіологічних та фармацевтичних виробництв / Н.О. Паляничка. — Донецьк : МОН Укр. Донецький нац. ун-т економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського, 2013. — 20 с.

13. *Орешина М.Н.* Разработка импульсного гомогенизатора на основе исследования дробления жировых шариков молока: дис. канд. техн. наук : 05.18.12 / М.Н. Орешина. – Орёл, 2001. – 126 с.

14. *Кодряну К.П.* Наша техника / К.П. Кодряну // Масложировая промышленность. – 2000. –№ 1. – С. 38-39.

15. *Паляничка Н.О.* Експериментальне обґрунтування параметрів імпульсного гомогенізатора молока / Н.О. Паляничка, О.В. Гвоздев // Збірник наукових праць Одеської національної академії харчових технологій. – Одеса, 2011. - Вип.39, т.2. - С. 177–181.

16. *Петрачков Б.В.* Разработка вихревого гомогенизатора на основе теоретических и экспериментальных исследований процесса низкотемпературной кавитационной гомогенизации: дис... канд. техн. наук: 05.18.12 / Б.В. Петрачков – Вологда-Молочное, 2006. – 163 с.

17. *Фиалкова Е.А.* Гомогенизация. Новый взгляд: Монография–справочник / Е.А. Фиалкова – Спб.: ГИОРД, 2006. – 392с.

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

19. *Stankiewicz, A.* Process intensification / A. Stankiewicz, I.A. Moulijn // Ind. Eng. Chem. Res. - 2002. - V.41. - P. 1920 - 1924.

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

21. *Promptov, M.A.* Dynamic of cavitation bubbles in rotor impuls apparatus //M.A. Promptov, M.X. Monastirsky // J. of Qingdao Just, of Chem. Techn. - 2000. -V.21,№4.-P.318-321.

22. *Davies J.T.* A physical interpretation of droop sizes in homogenizers and agitated tanks, including the dispersion of viscous oils // Chem. Engng. Sci. - 1987. -42.-№47.-P.1671-1676.

23. *Долинский А.А.* Принципы разработки новых энергоресурсосберегающих технологий и оборудования на основе методов дискретно-импульсного ввода энергии / А.А. Долинский, Г.К. Иваницкий // Пром. теплотехника. - 1997. - Т.19.-№ 4-5. - С.13-25.

## **АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ГОМОГЕНИЗАТОРОВ МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Дейниченко Г.В., Самойчук К.О., Ивженко А.А., Левченко Л.В.

**Аннотация** - в статье приведен обзор конструкций основных типов гомогенизаторов, которые используются в молочной промышленности. Приведены: принцип действия гомогенизаторов, особенности конструкции и использования, характеристики степени диспергирования и перспективы дальнейшего совершенствования.

## **ANALYSIS OF CONSTRUCTIONS OF HOMOGENIZERS OF MILK INDUSTRY**

G. Deinychenko, K. Samoichuk, A. Ivzhenko, L. Levchenko

### **Summary**

**Constructions of basic types of homogenizers which are used in milk industry are reviewed in the article. Operation principle of homogenizers, design and use peculiarities, description of dispersion degree and further improvement prospects are resulted.**

УДК 636.085.62

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГРАНУЛИРОВАНИЯ-  
БРИКЕТИРОВАНИЯ КОРМОВЫХ СМЕСЕЙ**

Чурсинов Ю.А., д.т.н.,

Солоный Н.В., аспирант, \*

Аннамухаммедов Р., студент \*

*Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет*

Тел.(056) 713-51-46

**Аннотация** – статья посвящена исследованию процесса гранулирования - брикетирования кормовых смесей.

**Ключевые слова** - гранулирование, брикетирование, кормовые смеси, вижимки, комбикорм, солома, смешивание, гранула, влажность.

*Постановка проблемы.* Одним из важнейших в технологической цепочке производства гранулированных кормов из смесей является процесс смешивания кормовых компонентов. Для исследования выбирались кормовые компоненты: свекловичные вижимки влажностью 60-62%, комбикорм – влажностью 8-12%, солома – влажностью 8-14%.

Смешивание влажных вижимок с сухими компонентами, например, измельченной соломой влажностью 7...11%, комбикормом влажностью 8...12% и т.п., способствует перераспределению влаги между этими компонентами. В зависимости от количества и влажности вижимок в этом случае следует рассчитывать и определять процентное соотношение сухих компонентов. Через ленточное весоизмерительное устройство ВЛ-10 кормовые компоненты попадают в смеситель. В нашем случае применялся двухвальный лопастной смеситель 2СМ-1.

Лопастные смесители широко применяются в комбикормовой промышленности из-за некоторых преимуществ перед смесителями других типов [1-3]:

- лучшей эффективности смешивания различных компонентов;
- относительно большой производительностью ;
- удобством разгрузки и очистки;

---

© Чурсинов Ю.А., д.т.н., профессор, Солоный Н.В., аспирант, Аннамухаммедов Р., студент

\* *Науковий керівник* – д.т.н., проф.. Чурсинов Ю.А.



- возможностью включения в систему машин непрерывного процесса.

Равномерное смешивание смеси способствует непосредственно уже в процессе смешивания более влажного жома с сухими компонентами перераспределению влаги между ними.

*Анализ последних исследований.* Опыты показали, что за время смешивания в смесителе 2СМ-1 1,5 мин, и скорости вращения вала, равной 65 об/мин, обеспечивается требуемая равномерность смешивания, а усредненная влажность смеси для гранулирования составляет 22...26%. Однако, для малопроизводительных технологических линий нерационально использовать двухвальную лопастной смеситель из-за его сравнительно высокой удельной энергоёмкости, равной 9 кВт·ч/т. Предварительные лабораторные исследования позволили предложить схему лопастного смесителя с вращающимся барабаном. Активно вращающийся барабан и противоположно вращающийся вал с установленными под определенным углом лопастями в два раза увеличивают скорость смешивания при хорошем качестве, частичное перемешивание массы специальным устройством в бункере гранулятора и в смесителе, где достигается равномерное смешивание компонентов для гранулирования. Таким образом, система смешивающих устройств способна обеспечить равномерную смесь для гранулирования. На основании экспериментальных исследований по определению процентного содержания кормовых компонентов смеси рекомендованы следующие составы смесей для гранулирования:

1. Выжимки – 50%, солома измельченная – 20%, комбикорм – 30%.
2. Выжимки – 50% , солома измельченная – 30%, комбикорм – 20%.
3. Выжимки – 50%, солома измельченная – 25%, комбикорм – 35%.

*Постановка задания.* Анализ данных модели процесса смешивания показывает, что оптимальные соотношения указанных выше компонентов находятся в следующих соотношениях: выжимки – 30...50%, комбикорм – 15...30%, солома – 25...35%. Влажность смеси колеблется в пределах 19...24%.

*Основная часть.* С учётом предложенной рецептуры компонентов определялись технологические режимы смешивания. Как правило, солома и комбикорм имеют влажность в пределах 8...14% и очень важным, вследствие этого, остаётся получение выжимок для смеси после досушки влажностью в пределах 24...27%. Только в этом случае оставшаяся после перераспределения между

влажными и сухими компонентами влага может быть снята в процессе гранулирования и охлаждения гранул.

Процесс брикетирования-гранулирования многокомпонентных смесей состоит из следующих основных этапов /1,2/: подготовка исходных компонентов, их смешивание, пропаривание, гранулирование и охлаждение. Общая схема процесса приведена на рис. 1.

В существующем процессе гранулирования смесей или зерновой дерти предусматривается увлажнение поступающей в смеситель массы до 22...25% с 8...11% поступающей от сушильного агрегата. В случае недостаточного увлажнения исходной массы наблюдается повышенное содержание раздробленных гранул, увеличивается крошимость и много отсеивается на очистном участке охладительного устройства. В другом случае недостаточное увлажнение массы приводит к перетиранию сухих зерновых компонентов и, таким образом, процесс гранулирования нарушается.

При проведении исследований на опытных установках по брикетированию смесей установлено, что при влажности смеси менее 18% процесс брикетирования нарушается, что ведет и к изменению химико-биологической ценности корма. При содержании влаги в смеси свыше 32...35% процесс гранулирования также нарушается, в частности: забиваются роллеры и матрица пресса, резко возрастает нагрузка и зачастую срабатывает тепловое реле. Процесс останавливается. Необходима оптимальная влажность смеси, лишь тогда режимы работы гранулятора-брикетировщика могут быть стабильными.

С целью увеличения способности материала к образованию прочных гранул на него воздействуют теплом, увеличивают его влажность или добавляют связующие кормовые компоненты. В результате смешивания компонентов при холодной подготовке в лопастном смесителе и горячей в смесителе гранулятора происходят следующие изменения:

1. При холодной подготовке (кондиционировании) частицы влаги равномерно покрывают твёрдые частицы, адсорбируясь на них. Влага распределяется между компонентами.

2. При горячем кондиционировании материал нагревается и увлажняется паром. Конденсируясь, частички влаги адсорбируются на поверхность твёрдых частиц. Тепло, выделяющееся при конденсации пара, нагревает материал. При этом изменяются химико-физические и кормовые свойства материала. Происходит клейстеризация клейковины.

Критерием, определяющим качество кондиционирования, является равномерность распределения влаги между связующими и равномерный нагрев материала.

Основой брикетирования является процесс прессования, который и можно охарактеризовать как процесс сближения частиц материала за счёт приложения внешних сил до тех пор, пока между ними не начнут действовать силы взаимного притяжения. Прессование материала начинается в момент его соприкосновения с рабочими органами пресса-гранулятора, матрицей, вальцем и продолжается в рабочих отверстиях матрицы. В это время из материала вытесняется воздух, частички материала приходят в соприкосновение друг с другом и из них формируются гранулы.

Часть работы прессования превращается в тепло и происходит дополнительное нагревание материала, причём это способствует изменению содержания влаги в нём. Часть влаги, расположенной на наружной поверхности частиц, вытесняется и испаряется. Под воздействием температуры происходит клейстеризация гранул, частичное разложение провитамина А – каротина.

На ход прессования, таким образом, влияют время и величина прилагаемых внешних сил и тепло, возникающее при этом воздействии.

При поступлении в камеру брикетирования полученной смеси выжимок, комбикорма и соломы влажностью 22...24% дополнительную влагу, как это необходимо при гранулировании травяной муки, вносить нет необходимости. Образующаяся вследствие большого трения температура порядка 78...80°C и давление в камере прессования 500...600 кг/см<sup>2</sup> при прокатывании тонкого слоя смеси обеспечивают его быстрое просушивание и гранулируется смесь требуемой влажности 18...23%. Образующаяся влага испаряется и в виде пара поступает в смеситель гранулятора для пропаривания, равномерного распределения влаги и смеси. Сформированные из такой смеси брикеты выходят из матричных ячеек необходимой длины и несколько завышенной влажности 16...18%. Остаточная влага снимается охладительной установкой. Время охлаждения достаточно в пределах 25...30 минут. Брикеты после прессования имеют высокую температуру и непрочны. Влага, выдавленная из материала, находится на их внешней поверхности. В грануле ещё не успело произойти полностью снятие и перераспределение напряжений. Связующие, вводимые в материал, ещё не образовали прочных связей между частицами. Все эти процессы заканчиваются при охлаждении гранул до температуры окружающей среды. В процессе охлаждения уменьшается относительная влажность брикетов за счёт испарения влаги с их

внешней поверхности, заканчивается затверждение клейковины, способствующей получению брикетов требуемой плотности, равной  $1,05...1,1 \text{ г/см}^3$ , формируется окончательно форма гранул, происходит их некоторое расширение. Брикеты приходят в сорбционное равновесие с окружающей средой, приобретают необходимую плотность и готовы к транспортировке.

*Выводы.* Таким образом, исследование комплексного процесса, включающего досушку выжимок, смешивание и брикетирование смесей позволяет сделать следующие выводы:

1. Применение механического обезвоживания выжимок способствует интенсификации досушки и сохранению их питательной ценности;
2. Оптимальная влажность смеси, подаваемой в гранулятор, должна составлять 18-23 %, что обеспечивает процесс гранулирования без дополнительного внесения влаги.

Литература:

1. *Мухин Г.П.* Исследование процесса брикетирования кормовых смесей: Автореферат канд. дисс. – Киев, 1973, 27 с.
2. *Долгова И.А.* Научные основы методики расчета рабочих органов прессующих, брикетирующих и прокатывающих сеноуборочных машин: Автореферат докт. дисс. – М., 1971
3. *Дацьшин О.В.* Машины и оборудование перерабатывающих производств – Киев: Высшая школа, 2006, 240 с.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ГРАНУЛЮВАННЯ- БРИКЕТУВАННЯ КОРМОВИХ СУМІШЕЙ**

Чурсінов Ю.О., Солоний Н.В., Аннамухаммедов Р.

*Анотація* – стаття присвячена дослідженню процесу гранулювання – брикетування кормових сумішей.

## **RESEARCH OF GRANULATION-BRIQUETTING OF FEED MIXTURES**

Y. Tchursinov, N. Solony, R. Annamammedov

### *Summary*

The article is devoted to issledovaniyu granulation - briketirovannogo feed mixtures.

УДК 637.134.001.57

## **ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ОСНОВНИХ ФАКТОРІВ НА СТУПІНЬ ГОМОГЕНІЗАЦІЇ В ІМПУЛЬСНОМУ ГОМОГЕНІЗАТОРІ**

Паляничка Н.О., к.т.н.,

Антонова Г.В., старший викладач

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел. (0619) 42-13-06

**Анотація** – робота присвячена визначенню впливу основних факторів на ступінь гомогенізації в імпульсному гомогенізаторі.

**Ключові слова** – ступінь гомогенізації, частота коливання, амплітуда коливання, імпульсний гомогенізатор, фактори, поршень-ударник.

*Постановка проблеми.* У молочній промисловості одним із важливих технологічних процесів є гомогенізація молока [1]. На сьогоднішній день для гомогенізації молока і молочних продуктів переважно використовують клапанні гомогенізатори. Але аналіз конструкцій клапанних гомогенізаторів показав, що вони мають істотні недоліки: значні габаритні розміри і масу, високу металоємність, високі енерговитрати, швидкий знос робочих поверхонь клапана і досить високу вартість обладнання. Тому необхідне подальше дослідження механізмів подрібнення жирової фази молока для розробки нових, більш ефективних способів гомогенізації, або вдосконалення вже існуючих з метою зменшення енергоємності процесу гомогенізації та збільшення ступеня диспергування молочного жиру. На нашу думку, перспективною в цьому сенсі є імпульсна гомогенізація, яка дозволяє отримати ступінь диспергування не нижче клапанних гомогенізаторів зі значно меншими енерговитратами [2].

*Аналіз останніх досліджень.* Внаслідок проведених теоретичних досліджень було визначено, що впливовими факторами процесу імпульсної гомогенізації молока є амплітуда коливання поршня-ударника, частота коливання поршня-ударника, подача молока в імпульсний гомогенізатор. Було розроблено пристрій для проведення експериментальних досліджень по визначенню впливу даних факторів на ступінь гомогенізації [3,4].

*Постановка завдання.* Метою даної роботи є визначення впливу основних факторів на ступінь гомогенізації в імпульсному гомогенізаторі.

*Основна частина.* Проведені теоретичні та експериментальні дослідження показали, що основними факторами, що впливають на ступінь гомогенізації, є амплітуда коливання поршня-ударника, частота коливання поршня-ударника та подача молока в імпульсний гомогенізатор [4,5].

Нелінійна модель впливу амплітуди коливання поршня-ударника, частоти та подачі молока в імпульсному гомогенізаторі на ступінь гомогенізації має вигляд

$$\begin{aligned} \tilde{y}_i = & 260,54 - 2,53x_1 - 1,464x_2 - 0,4884x_3 + 0,014x_1x_2 + \\ & + 0,106x_1^2 - 0,01353x_2^2 - 0,0000115x_3^2, \end{aligned} \quad (1)$$

де  $x_1$  – амплітуда коливання поршня-ударника  $h$ , мм

$x_2$  – частота коливання  $f$ , Гц

$x_3$  – подача молока в імпульсний гомогенізатор  $Q$ , кг/год.

Для визначення точки оптимуму рівняння регресії другого порядку диференціюємо по кожному фактору і прирівнюємо до нуля.

Отримуємо

$$\begin{cases} \frac{\partial \tilde{y}}{\partial z_1} = 0,852 + 0,2z_2 + 0,694z_1 = 0 \\ \frac{\partial \tilde{y}}{\partial z_2} = 0,2 + 1,326z_1 + 0,602z_2 = 0 \\ \frac{\partial \tilde{y}}{\partial z_3} = -0,588 + 0,918z_3 = 0. \end{cases} \quad (2)$$

Оптимальне значення функції –  $(\tilde{y}_i = 5,0)$ .

Для фіксованого фактора обчислюємо в пакеті MathCad [46, 54, 72, 116] можливі двовимірні перетини.

1) Двовимірний перетин поверхні відгуку, який характеризує амплітуду коливання поршня-ударника  $h$  і частоту коливання  $f$ :

при  $z_3 = 0$

$$y_i = 4,88 + 0,694z_1 + 0,602z_2 + 0,2z_1z_2 + 0,426z_1^2 - 0,663z_2^2. \quad (3)$$

Обчислюємо часткові похідні

$$\begin{cases} \frac{\partial y}{\partial z_1} = 0,694 + 0,2z_2 + 0,852z_1 = 0 \\ \frac{\partial y}{\partial z_2} = 0,602 + 0,2z_1 + 1,326z_2 = 0, \end{cases}$$

$$z_{1s} = -0,73, \quad z_{2s} = -0,34, \quad y_s = 1,522.$$

Проводимо канонічне перетворення рівняння, для чого вирішуємо систему

$$f(B) = \begin{vmatrix} 0,852 - B & 0,5 \cdot 0,2 \\ 0,01 & 1,326 - B \end{vmatrix} = (0,852 - B)(0,326 - B) - 0,01^2 = 0.$$

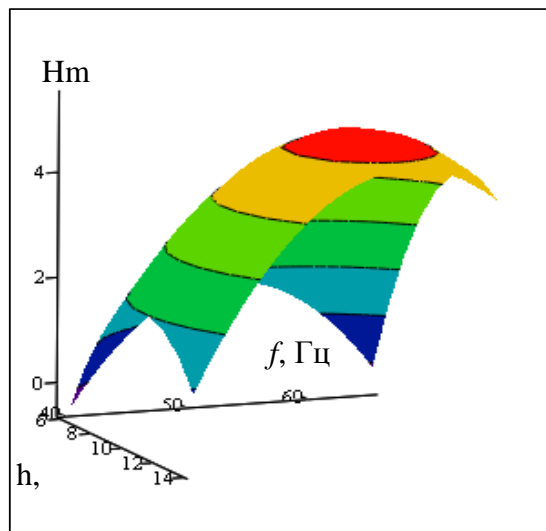
Власними числами даного характеристичного рівняння будуть

$$B_{11} = 0,85, \quad B_{22} = 0,33.$$

Канонічне рівняння буде мати вигляд

$$Y - 1,522 = 0,85 X_{11}^2 + 0,33 X_{22}^2.$$

Поверхня відгуку рівняння (3) графічно представлена на рис. 1.



у

Рис. 1. Графічна залежність ступеня гомогенізації від амплітуди коливання поршня-ударника імпульсного гомогенізатора і частоти коливання.

З графіка видно, що з підвищенням амплітуди коливання поршня-ударника імпульсного гомогенізатора до 13,8 мм і частоти коливання до 65 Гц підвищується ступінь гомогенізації, однак при подальшому збільшенні цих показників значення ступеня гомогенізації зменшується.

Для більш детального аналізу залежності ступеня гомогенізації від амплітуди коливання поршня-ударника і частоти був побудований контурний графік (рис. 2).

Аналізуючи даний графік, можна зробити наступний висновок, що максимальний ступінь гомогенізації  $N_m = 5$  досягається при амплітуді коливання поршня-ударника  $h = 10 \dots 13,8$  мм та частоті коливання  $f = 51 \dots 65$  Гц. При зменшенні чи збільшенні цих показників значення ступеня гомогенізації зменшується.

2) Двовимірний перетин поверхні відгуку, який характеризує амплітуду коливання поршня-ударника  $h$  і подачу молока в імпульсному гомогенізаторі  $Q$

при  $z_2 = 0$

$$y_i = 4,88 + 0,694z_1 - 0,588z_3 + 0,426z_1^2 - 0,459z_3^2. \quad (4)$$

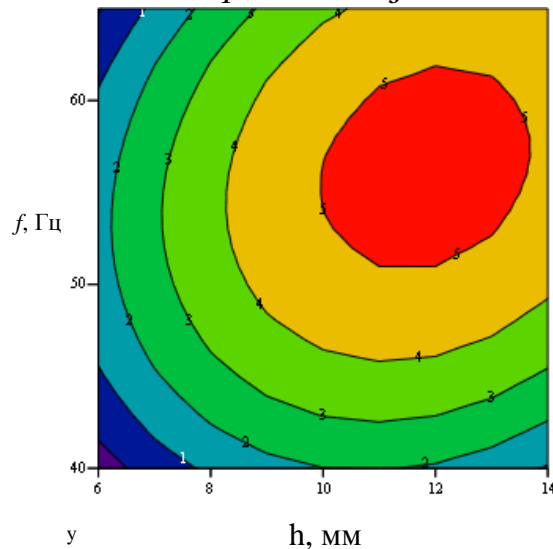


Рис. 2. Графік ліній рівня залежності ступеня гомогенізації від амплітуди коливання поршня-ударника імпульсного гомогенізатора і частоти коливання.

Обчислюємо часткові похідні

$$\begin{cases} \frac{\partial y}{\partial z_1} = 0,694 + 0,856z_1 = 0 \\ \frac{\partial y}{\partial z_3} = -0,588 - 0,918z_3 = 0, \end{cases}$$

$$z_{2s} = -0,81, \quad z_{3s} = 0,64 \quad y_s = 1,639.$$

Проводимо канонічне перетворення рівняння, для чого вирішуємо систему:



$$f(B) = \begin{vmatrix} 0,856 - B & 0 \\ 0 & 0,918 - B \end{vmatrix} = (0,856 - B)(0,918 - B) - 0^2 = 0.$$

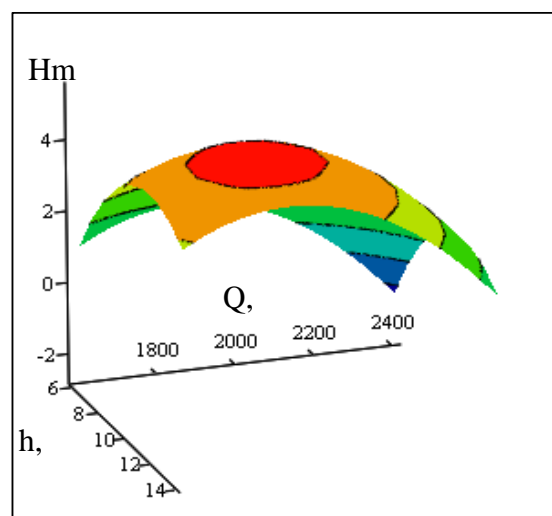
Власними числами даного характеристичного рівняння будуть  
 $B_{11} = 0,856, B_{22} = 0,918.$

Канонічне рівняння буде мати вигляд

$$Y - 1,639 = 0,856 X_{11}^2 - 0,918 X_{22}^2.$$

Графік і лінії рівня залежності ступеня гомогенізації від амплітуди коливання поршня-ударника і подачі молока в імпульсний гомогенізатор представлені на рис. 3 та 4.

Отримані дані вказують на те, що при підвищенні амплітуди коливання поршня-ударника до значення 10...14 мм і подачі молока 1770...2050 кг/год градієнт швидкості потоку збільшиться, що веде до збільшення ступеня гомогенізації.



у

Рис. 3. Графічна залежність ступеня гомогенізації від амплітуди коливання поршня-ударника і подачі молока в імпульсному гомогенізаторі.

3) Двовимірний перетин поверхні відгуку, який характеризує частоту коливання поршня-ударника  $f$  і подачу молока в імпульсному гомогенізаторі  $Q$

при  $z_1=0$

$$y_i = 4,88 + 0,602z_2 - 0,588z_3 + 0,663z_2^2 - 0,459z_3^2. \quad (5)$$

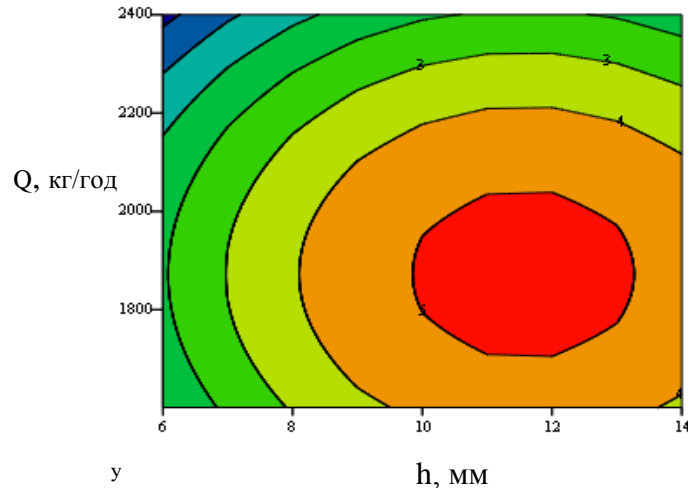


Рис. 4. Графік ліній рівня залежності ступеня гомогенізації від амплітуди коливання поршня-ударника і подачі молока в імпульсному гомогенізаторі.

Обчислюємо часткові похідні

$$\begin{cases} \frac{\partial y}{\partial z_2} = 0,602 + 1,326z_2 = 0 \\ \frac{\partial y}{\partial z_3} = -0,588 + 0,918z_3 = 0, \end{cases}$$

$$z_{2s} = -0,43, \quad z_{3s} = 0,64, \quad y_s = 1,56.$$

Проводимо канонічне перетворення рівняння, для чого вирішуємо систему

$$f(B) = \begin{vmatrix} 1,326 - B & 0 \\ 0 & 0,918 - B \end{vmatrix} = (1,326 - B)(0,918 - B) - 0^2 = 0.$$

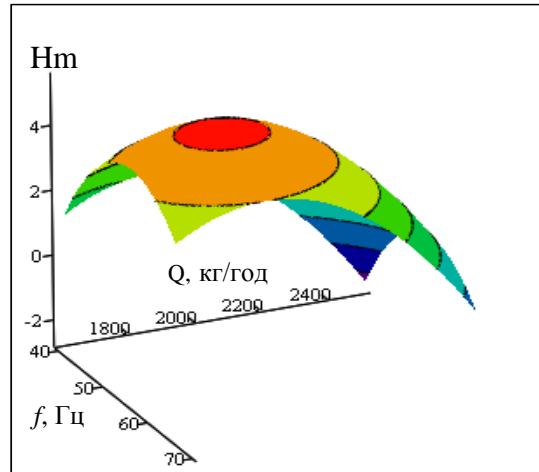
Власними числами даного характеристичного рівняння будуть

$$B_{11} = 1,326, \quad B_{22} = 0,918.$$

Канонічне рівняння буде мати вигляд

$$Y - 1,56 = 1,326 X_{11}^2 + 0,918 X_{22}^2.$$

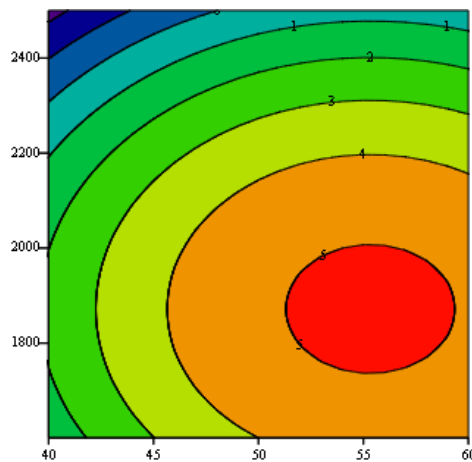
Графік і лінії рівня залежності ступеня гомогенізації від частоти коливання поршня-ударника і подачі молока в імпульсному гомогенізаторі представлені на рис. 5 та 6.



у

Рис. 5. Графічна залежність ступеня гомогенізації від частоти коливання поршня-ударника і подачі молока в імпульсному гомогенізаторі молока.

Дані графіки показують, що максимальна ступінь гомогенізації  $H_m = 5$  досягається при подачі молока в імпульсний гомогенізатор  $Q = 1760 \dots 2010$  кг/год і частоті коливання  $f = 52 \dots 59$  Гц.



у

Рис. 6. Графік ліній рівня залежності ступеня гомогенізації від частоти коливання поршня-ударника і подачі молока в імпульсному гомогенізаторі.

*Висновки.* Отже, внаслідок проведеного експериментального дослідження було встановлено, що для одержання максимального ступеня гомогенізації  $H_m = 5$  необхідно створити наступні умови: амплітуду коливань поршня-ударника  $h = 10 \dots 12$  мм, частоту коливань  $f = 55 \dots 59$  Гц та подачу молока в імпульсному гомогенізаторі  $Q = 1800 \dots 2000$  кг/год.

## Література:

1. *Вайткус В.В.* Гомогенизація молока / В.В. Вайткус. – М.: Пищ. пром–сть, 1967. – 218 с.
2. *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.
3. *Гвоздєв О.В.* Обґрунтування параметрів імпульсного гомогенізатора молока / О.В. Гвоздєв, Н.О. Паляничка // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ. Вип.11, Т.6. – 2011. – С. 191 – 197.
4. *Паляничка Н.О.* Експериментальне обґрунтування параметрів імпульсного гомогенізатора молока / Н.О. Паляничка, О.В. Гвоздєв // Збірник наукових праць Одеської національної академії харчових технологій. – Одеса: ОНАХТ. Вип.39., Т.2. – 2011. – С. 177 – 181.
5. *Паляничка Н.О.* Вдосконалення процесу імпульсної гомогенізації молока: дис. канд. техн. наук : 05.18.12 / Н. О. Паляничка. – Донецьк, 2013. – 194 с.

### **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ОСНОВНЫХ ФАКТОРОВ НА СТЕПЕНЬ ГОМОГЕНИЗАЦИИ В ИМПУЛЬСНОМ ГОМОГЕНИЗАТОРЕ**

Паляничка Н.А., Антонова Г.В.

**Аннотація** – робота посвящена определению влияния основных факторов на степень гомогенизации в импульсном гомогенизаторе.

### **EXPERIMENTAL RESEARCHES OF INFLUENCE OF BASIC FACTORS ON DEGREE OF HOMOGENIZATION IN IMPULSIVE HOMOGENIZER**

N. Palyanichka, G. Antonova

#### *Summary*

**Work is devoted to the influence of the main factors determine the degree of homogenization in impulse homogenizer.**

УДК 664.3:547

## МЕХАНІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РЕОЛОГІЧНОЇ ПОВЕДІНКИ ХАРЧОВИХ МАТЕРІАЛІВ

Петриченко С.В., к.т.н.,

Олексієнко В.О., к.т.н.,

Паляничка Н.О., к.т.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел.(06192) 42-13-06

**Анотація** – у статті виконано класифікацію основних реологічних моделей харчових продуктів з урахуванням їхньої консистенції і виду дисперсних систем. Запропоновані комбіновані моделі, що описують різноманітні харчові середовища.

**Ключові слова** – реологія, харчові маси, властивості, модель.

*Постановка проблеми.* Дослідження характеристик і процесів роботи обладнання харчової галузі невідривно пов'язане з основними властивостями харчових продуктів і сировини. У харчовій промисловості переробляють сировину і отримують продукти в різному агрегатному стані: твердому, рідкому, паро- і газоподібному. Багато харчових продуктів - це однорідні і неоднорідні суміші. До однорідних сумішей належать розчини різної природи, основна їх характеристика - концентрація розчиненої речовини. До неоднорідних сумішей належать суміші, які мають дві і більше фаз, наприклад, суміш газ-тверде, або нерозчинні одна в одній рідині.

До основних характеристик при переробці харчової сировини, що відповідають за підтримання оптимального технологічного процесу, належать її реологічні властивості, які, в свою чергу, залежать від структурно-механічних характеристик - сил зчеплення між молекулами і особливостей побудови сировини. При переробці харчової сировини необхідно подолати сили зчеплення між молекулами, тобто порушити її міцність.


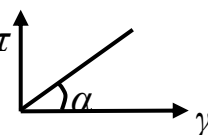
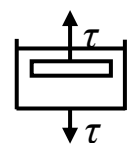
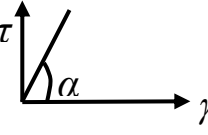
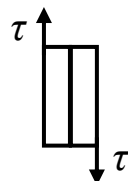
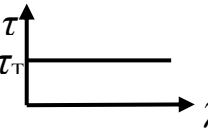
У реології розрізняють два ідеалізовані взаємопротилежні поняття: «тверде ідеально-пружне тіло» і «нев'язка рідина». Під першим розуміється таке тіло, рівноважні форма й напруга якого досягаються миттєво. Рідина називається невязкою у випадку, коли вона не здатна створювати й підтримувати напругу зсуву. Між граничними станами тіл – ідеально-пружними твердими тілами й

нев'язкими рідинами – у природі існує величезне різноманіття тіл проміжного характеру.

*Аналіз останніх досліджень.* Розглянемо основні моделі, які можуть зустрітися при вивченні реологічних властивостей харчових мас. При цьому необхідно вказати, що точні математичні закономірності отримані тільки для ньютонівських рідин, для усіх неньютонівських течій отримані тільки наближені формули.

Відомі три проміжні моделі ідеалізованих матеріалів (таблиця 1): ідеально-пружне тіло (Гука); ідеально-гужла рідина (Ньютона); ідеально-пластичне тіло (Сен-Венана).

Таблиця 1 - Реологічні моделі простих ідеалізованих тіл

Модель	Вид моделі	Графіки течії	Рівняння	Умовні позначки
Гука			$\tau = \gamma \cdot G;$ $\sigma = \varepsilon \cdot E.$	$\tau, \sigma$ – дотична й нормальна напруги, Па; $\gamma, \varepsilon$ – кутова й лінійна деформації; $G, E$ – модулі пружності при кутовій і лінійній деформації, Па.
Ньютона			$\tau = \eta \cdot \dot{\gamma};$ $\sigma = \eta_T \cdot \dot{\varepsilon}.$	$\dot{\gamma}$ – швидкість зрушення, $\text{с}^{-1}$ ; $\eta$ – в'язкість при зрушенні, $\text{с}^{-1}$ ; $\dot{\varepsilon}$ – швидкість поздовжньої течії, $\text{с}^{-1}$ ; $\eta_T$ – в'язкість при поздовжній течії (Трутона), $\text{Па} \cdot \text{с}$ .
Сен-Венана			При $\tau < \tau_T$ немає деформації; при $\tau = \tau_T$ плин	$\tau_T$ – межа текучості при зсуві, Па.

Ідеально-пружне тіло Гука. В ідеально-пружному тілі (модель – пружина) енергія, витрачена на деформацію, накопичується й може бути повернута при розвантаженні. Закон Гука описує поведінку кристалічних і аморфних твердих тіл при малих деформаціях, а також рідин при ізотропному розширенні – стиску.

Ідеально-грузла рідина Ньютона. Ідеально-грузла рідина характеризується тим, що в ній напруги пропорційні швидкості деформації. Грузла течія відбувається під дією будь-яких сил, як б малі вони не були; однак швидкість деформації знижується при зменшенні сил, а при їхньому зникненні обертається у нуль. Для таких рідин в'язкість, що є константою, пропорційна напрузі зсуву.

Закон Ньютона описує поведінку багатьох низькомолекулярних рідин при зсуві й поздовжній течії. Механічна модель ньютонівської рідини являє собою *демпфер*, що складається з поршня, який переміщається у циліндрі з рідиною. При переміщенні поршня рідина крізь зазори між поршнем і циліндром протікає з однієї частини циліндра в іншу. При цьому опір переміщенню поршня пропорційний його швидкості (див. таблицю 1).

Ідеально-пластичне тіло Сен-Венана може бути представлено у вигляді елемента, що складається *із двох притиснутих одна до одної пластин*. При відносному переміщенні пластин між ними виникає постійна сила тертя, що не залежить від стискаючої їх сили. Тіло Сен-Венана не почне деформуватися доти, поки напруги зсуву не перевищать деякого критичного значення – межі текучості  $\tau_T$  (граничної напруги зсуву), після чого елемент може рухатися з будь-якою швидкістю.

*Постановка завдання.* Розглянемо можливі комбінації у різних сполученнях моделей найпростіших ідеальних тіл для описання реологічної поведінки складних тіл залежно від властивостей їх компонентів.

*Основна частина.* Для того, щоб описати реологічну поведінку складного тіла залежно від властивостей його компонентів, можна комбінувати в різних сполученнях розглянуті вище моделі найпростіших ідеальних тіл, кожне з яких має лише одну фізико-механічну властивість. Ці елементи можуть бути скомбіновані паралельно або послідовно.

Основними складними моделями є: пружно-пластичне тіло; грузько-пружні тіла Кельвіна–Фойгта й Максвелла; грузько-пластичні тіла Бінгама, Шведова і Шведова – Бінгама (рис. 1).

Модель пружно-пластичного тіла (рис. 1, *a*) утворюється при послідовному з'єднанні пружного елемента Гука з модулем пружності  $G$  і пластичного елемента Сен-Венана із межею текучості  $\tau_T$ . При  $\tau < \tau_T$  відбувається пружна деформація матеріалу, а при  $\tau = \tau_T$  – пластична

течія.

Грузько-пружне тіло Кельвіна–Фойгта презентовано механічною моделлю, отриманою при паралельному з'єднанні пружного елемента Гука з модулем пружності  $G$  і грузлого елемента Ньютона з в'язкістю  $\eta$  (рис. 1, б). Під дією розтяжного зусилля пружина подовжується, а поршень буде рухатися у рідині. Цей рух поршня пов'язаний із грузлим опором рідини, через що повне розтягання пружини настає не відразу. Коли навантаження усунуто, пружина стискується до первісної довжини, але це вимагає часу внаслідок грузлого опору рідини.

Для написання математичної моделі тіла Кельвіна–Фойгта використовують ту обставину, що при паралельному з'єднанні елементів деформація складного тіла  $\gamma_{\text{КФ}}$  дорівнює деформації кожного елемента, а напруга сумарного елемента  $\tau_{\text{КФ}}$  дорівнює сумі напруг в окремих елементах  $\tau_{\Gamma}$  і  $\tau_{\text{Н}}$ . На підставі цього маємо систему рівнянь

$$\begin{aligned}\gamma_{\text{КФ}} &= \gamma_{\Gamma} = \gamma_{\text{Н}}, \\ \tau_{\text{КФ}} &= \tau_{\Gamma} + \tau_{\text{Н}}.\end{aligned}\tag{1}$$

Скористаємося записаними раніше математичними моделями для елементів Гука ( $\Gamma$ ) і Ньютона ( $\text{Н}$ )

$$\begin{aligned}\tau_{\Gamma} &= G\gamma_{\Gamma}, \\ \tau_{\text{Н}} &= \eta\dot{\gamma}_{\text{Н}}.\end{aligned}\tag{2}$$

Розглянувши спільно (1) і (2), одержимо остаточно математичну реологічну модель тіла Кельвіна–Фойгта

$$\tau = G\gamma + \eta\dot{\gamma},\tag{3}$$

де  $G$  – модуль пружності при зсуві, Па;  
 $\gamma$  – кутова деформація;  
 $\eta$  – ньютонівська в'язкість, Па·с.

Модель тіла Кельвіна–Фойгта відбиває явище пружної післядії, яка являє собою зміну пружної деформації у часі, коли вона або постійно наростає до деякої межі після додатка навантаження, або поступово зменшується після її зняття.

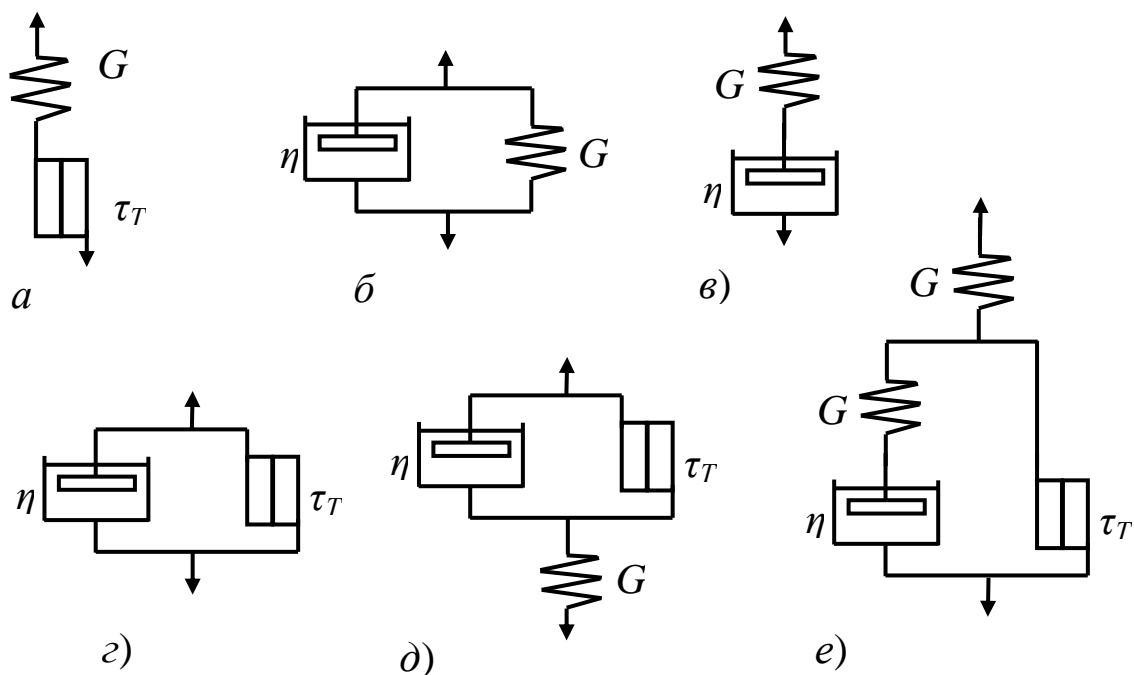
Механічна модель грузько-пружного релаксуючого тіла Максвелла (рис. 1, в) являє собою послідовне з'єднання елементів Гука з модулем пружності  $G$  і Ньютона з в'язкістю  $\eta$ . На обидва елементи діє однакова



напруга  $\tau$ .

Тіло Максвелла поводитья як пружне або грузле залежно від відношення часу релаксації матеріалу до тривалості експерименту. Отже, якщо під дією миттєвого зусилля пружина розтягується, а потім відразу навантаження зняте, то поршень не встигає рухатися й система поводитья як пружне тіло. Однак, з іншого боку, якщо підтримувати розтягання пружини постійним, вона поступово релаксує, переміщаючи поршень нагору, і система поводитья як ньютонівська рідина. Реологічне рівняння тіла Максвелла має вигляд

$$\dot{\gamma} = \dot{\epsilon}/G + \tau/\eta. \quad (4)$$



*a)* модель пружно-пластичного тіла; *б)* модель Кельвіна-Фойгта; *в)* модель Максвелла; *г)* модель грузько-пластичного тіла Шведова-Бінгама; *д)* модель Бінгама; *е)* модель Шведова.

Рис. 1. Механічні моделі реологічних матеріалів.

Двоелементна механічна модель грузько-пластичного тіла Шведова-Бінгама (рис. 1, г) складається із з'єднаних паралельно елементів Ньютона з в'язкістю  $\eta$  і Сен-Венана із межею текучості  $\tau_T$ . Якщо  $\tau \leq \tau_T$ , то система поводитья як абсолютно тверде недеформоване тіло. Реологічне рівняння цього тіла при  $\tau > \tau_T$  має вигляд

$$\dot{\gamma} = (\tau - \tau_T)/\eta. \quad (5)$$

У природі є матеріали, які в першому наближенні можна розглядати як тіло Сен-Венана. Вони починають текти, коли напруга зсуву досягає граничного значення. Якщо немає грузлого опору, то швидкість течії матеріалу стане як завгодно великою. Це показує, що такі матеріали можуть тільки в першому наближенні розглядатися як тіла Сен-Венана. У другому наближенні вони повинні мати в'язкість. Все це приводить до необхідності прийняття ідеального тіла Бінгама, що поєднує пружність, в'язкість і пластичність.

Механічна модель Бінгама (рис. 1, *д*) складається з елементів Гука з модулем пружності  $G$ , Ньютона з в'язкістю  $\eta$  і Сен-Венана із межею текучості  $\tau_T$ . Елементи Ньютона й Сен-Венана з'єднані взаємно паралельно, а разом – послідовно з елементом Гука.

Під дією напруги  $\tau < \tau_T$  модель Бінгама має тільки пружну деформацію. Реологічне рівняння цієї моделі при  $\tau > \tau_T$  має вигляд

$$\dot{\gamma} = \dot{\tau} / G + (\tau - \tau_T) / \eta. \quad (6)$$

Механічна модель Шведова складається з елементів Гука з модулем пружності  $G_H$ , Сен-Венана із межею текучості  $\tau_T$  і Максвелла з модулем пружності  $G_M$  і в'язкістю  $\eta$  (рис. 1, *е*). У 80-х роках 19 століття Ф.Н. Шведов вивчав релаксаційні процеси в колоїдних розчинах і вперше виявив у них пружність і в'язкість. Модель цього тіла відрізняється від моделі Бінгама тим, що паралельно моделі Сен-Венана приєднана модель Максвелла, а в моделі Бінгама – елемент Ньютона.

При  $\tau \leq \tau_T$  деформація моделі Шведова відбувається тільки завдяки елементу Гука. При  $\tau > \tau_T$  деформуються усі елементи моделі. Реологічне рівняння моделі Шведова в диференціальній формі має вигляд

$$\dot{\gamma} = \dot{\tau} (1/G_H + 1/G_M) + (\tau - \tau_T) / \eta. \quad (7)$$

Прагнення дослідників більш точно відобразити поведінку харчових матеріалів під навантаженням привело до створення складних моделей, що значно збільшило трудомісткість розрахунків. Моделі, що мають мале число елементів, рідко дають задовільну збіжність дослідних даних з розрахованими за рівняннями.

Представлені вище реологічні моделі широко використовуються при моделюванні і описуванні властивостей реальних харчових продуктів.

Для моделювання властивостей м'ясних фаршів для варених ковбас рекомендується механічна модель Шведова-Бінгама. Так, наприклад, при моделюванні поведінки двох і більш приготовлених

зразків фаршів, що відрізняються хоча б одним показником, наприклад, в'язкістю, наочно видно, що при прикладенні навантаження однієї й тієї ж величини, більш істотної деформації піддається зразок, що має найменшу в'язкість. А у випадку, наприклад, повної втрати пластичності матеріал переходить у стан грузлого матеріалу, не здатного втримувати свою форму, тобто, буде просто розтікатися. За допомогою даної моделі можна досліджувати поведінку м'ясних фаршів, наприклад, при додаванні води, різних добавок або оцінити механічний вплив на структуру продукту і т.д.

Для опису поведінки цільної м'язової тканини м'яса може застосовуватися механічна модель Максвелла. Для опису інших матеріалів можуть застосовуватися інші механічні моделі, розглянуті вище.

*Висновки.* На підставі проведеного аналізу різних моделей харчових продуктів можна зробити висновок, що оцінку адекватності реологічної моделі можна проводити по модулю лінійної деформації й модулю деформації зсуву, тому що фізична сутність моделі і її поведінка в різних умовах навантаження при подібного роду аналізах суттєво не змінюється. Разом з тим, оцінка моделі по модулю деформації дозволяє вийти на його чисельні значення й порівняти їх з результатами спеціально проведених експериментів. При цьому слід зазначити, що збільшення кількості елементів понад чотирьох не приводить до істотної якісної зміни моделі, тому що моделі, що містять до чотирьох елементів включно, вичерпують усю різноманітність механічної поведінки даного матеріалу.

Моделювання деформаційної поведінки харчових матеріалів можна проводити не тільки на основі механічних моделей, але й електричних. При цьому напругу зіставляють із ЕРС електричного ланцюга, швидкість деформації – з електричним струмом, модуль пружності – зі зворотною величиною ємності, а в'язкість – з опором. Послідовне з'єднання елементів механічної моделі еквівалентно паралельному з'єднанню елементів електричного ланцюга, а паралельне в механічній моделі – послідовному з'єднанню в електричній. Електричне моделювання дозволяє застосовувати моделюючі ЕОМ при вивченні пружно-грузько-пластичних властивостей харчових матеріалів, а також при розрахунках процесів їх переробки.

#### Література:

1. *Рейнер М.* Реология. Пер. с англ. М.: Наука, 1965. – 224 с.
2. *Шульман З.П.*, Беседы о реофизике. Минск: Наука и техника, 1976. — 96с.

3. *Еркебаев М.Ж.* Основы реологии пищевых продуктов: учеб. пособие / М.Ж. Еркебаев, Т.К. Кулажанов, Е.Б. Медведков,- Алматы, 2006. - 298с.

4. *Мачихин Ю.А.* Реометрия пищевого сырья и продуктов: /Справочник. - М.: Агропромиздат. - 1990. - 271 с.

5. *Мачихин Ю.А.* Инженерная реология пищевых материалов /Ю.А. Мачихин, С.А. Мачихин. - М.: Легкая и пищевая пром-ть. -1981.- 216 с.

## **МЕХАНИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ ПИЩЕВЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Петриченко С.В., Алексеенко В.А., Паляничка Н.А.

*Аннотация* – в статье выполнена классификация основных реологических моделей пищевых продуктов с учетом их консистенции и вида дисперсных систем. Предложены комбинированные модели, которые описывают различные пищевые среды.

## **MECHANICAL DESIGN OF RHEOLOGICAL BEHAVIOR OF FOOD MATERIALS**

S. Petrychenko, V. Oleksiyenko, N. Palyanichka

### *Summary*

**This work is devoted to classification of basic rheological models of food products is conducted taking into account their consistency and type of the dispersible systems. The combined models that describe different food environments are offers.**

УДК 631.563.2.003.13:  
[631.53.01:635.623]

## ЕНЕРГОЕФЕКТИВНЕ СУШІННЯ НАСІННЯ ГАРБУЗА

Стручаєв М.І., к.т.н.,

Ялпачик В.Ф., д.т.н.,

Тарасенко В.Г., к.т.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

*Тел (0619)42-13-06*

**Анотація** – розглянуто процес підготовки гарбузового насіння за допомогою сушіння з використанням енергоефективної установки для сушіння насіння.

**Ключові слова** – енергоефективна установка для сушіння насіння, сушіння, додатковий охолоджувач-осушувач, випарник парокомпресійної холодильної машини, конденсатор парокомпресійної холодильної машини, вологість насіння.

*Постановка проблеми.* У даний час питання економії енергоресурсів є досить актуальним. Використання у якості установки для сушіння насіння елементів парокомпресійної холодильної машини набуває важливого значення, враховуючи, що, наприклад, холодильний коефіцієнт складає 2,5...5, а в кращих установок до 8. [1]. Це означає, що можливо зекономити 60...80 % теплової енергії, що витрачається на сушіння.

Тому однією з основних попередніх операцій перед сушінням є видалення вологи з сушильного агента. Цього можна досягти послідовним пропусканням атмосферного повітря через випарник і конденсатор парокомпресійної холодильної машини.

*Аналіз останніх досягнень.* Робота присвячена розгляду питання підготовки сушильного агента шляхом зниження його вологовмісту. Оскільки додатковий охолоджувач-осушувач виконує технологічний прийом зниження вологовмісту сушильного агента, що впливає на наступні операції та їх результат, то його роль пов'язана з основним технологічним процесом сушіння.

Існують різноманітні конструкції сушильних апаратів для рослинної сировини, що випускаються світовим машинобудуванням [1,4], однак вони не охоплюють усього діапазону зміни параметрів сушильного агента.

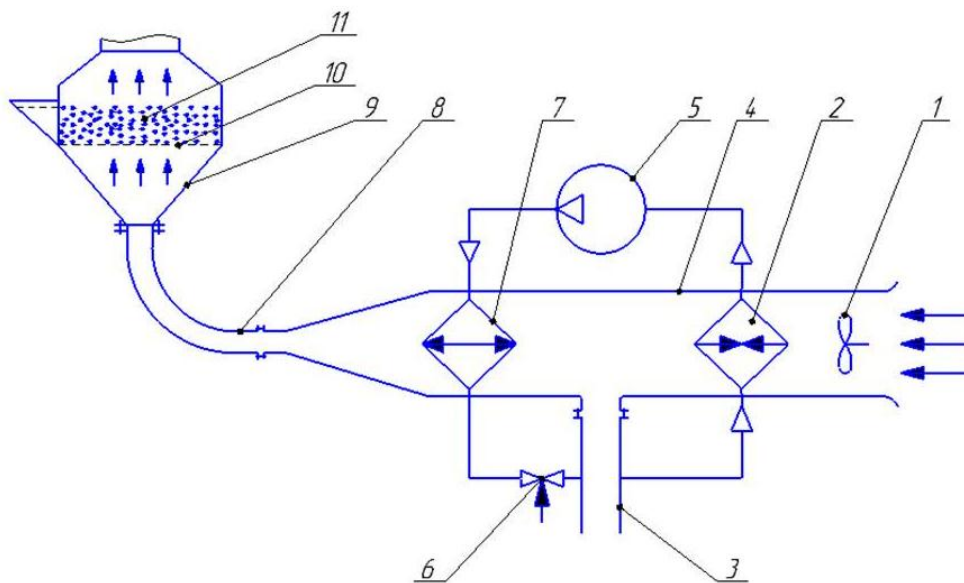
До теперішнього часу досить повно охоплені високотемпературні сушильні установки, але сушильні установки ощадливого сушіння представлені незначно.

*Формулювання цілей статті.* Основна мета статті – представити послідовність розрахунку процесу сушіння насіння гарбуза.

Завдання роботи полягає у тому, щоб запропонувати методику визначення кількості води, яка попередньо видаляється з повітря, що використовується для сушіння насіння гарбуза і розрахунку кількості енергії, необхідної для її видалення шляхом використання енергоефективної сушильної установки. Дати основні конструктивні параметри енергоефективної сушильної установки, що дозволяють виконати технологічний процес сушіння насіння гарбуза.

*Основна частина.* Енергоефективна установка для сушіння насіння дозволяє отримувати високоякісне насіння для насінництва з широкого різноманіття насіння овочевих і фруктових рослин, у тому числі і гарбуза з подальшим використанням отриманого насіння для садіння або комерційного обороту різних модифікацій. Насіння сушиться без хімічних препаратів, з використанням запатентованої нами енергоефективної установки для сушіння насіння. Енергоефективна установка для сушіння насіння складається з вентилятора, додаткового охолоджувача-осушувача, патрубків для відведення конденсату, повітропроводу для під'єднання додаткового охолоджувача-осушувача до повітропідігрівача, повітропідігрівача, патрубків, дифузора; решітчастої основи і корпусу сушильної камери (рис.1).

Енергоефективна установка для сушіння насіння працює таким чином. Повітря під дією вентилятора 1 через додатковий охолоджувач-осушувач 2 рухається у повітропідігрівач 7. Додатковий охолоджувач-осушувач виконаний у вигляді випарника парокомпресійної холодильної машини. При зниженні температури нижче точки роси, після додаткового охолоджувача-осушувача 2, надлишкова волога випадає у вигляді конденсату водяної пари і відводиться за допомогою патрубків для відведення конденсату 3, який розташований у нижній точці повітропроводу 4, що слугує для під'єднання додаткового охолоджувача-осушувача 2 до повітропідігрівача 7. Повітря, з якого видалено частину вологи, потрапляє у повітропідігрівач 7, виконаний у вигляді конденсатора парокомпресійної холодильної машини. Підігріте в повітропідігрівачі 7 повітря з низькою відносною вологістю надходить патрубком 8 у дифузор 9 через решітчасту основу 10 в корпус сушильної камери 11, де, завдяки низькій відносній вологості повітря, з насіння видаляється частина вологи та відводиться потоком повітря.



1 - вентилятор, 2 - додатковий охолоджувач-осушувач, 3 - патрубок для відведення конденсату, 4 - повітропровід для під'єднання додаткового охолоджувача-осушувача до повітропідігрівача, 5 - компресор, 6 - терморегулюючий вентиль; 7 - повітропідігрівач, 8 - патрубок, 9 - дифузор, 10 - решітчаста основа, 11 - корпус сушильної камери.

Рис. 1. Схема енергоефективної установки для сушіння насіння

Енергоефективна установка для сушіння призначена для безперервного сушіння рослинної сировини, наприклад, насіння гарбуза. Експлуатація сушарки проводиться у закритих приміщеннях з установкою вентиляційного димовідсмоктуючого обладнання.

Агентом сушіння є гаряче повітря. Нагрівання сушильного агента виконується у теплогенераторі, в якості якого використовується конденсатор парокомпресійної холодильної машини. При використанні холодильної машини, що працює у режимі теплового насоса для підігріву сушильного агента, з'являється можливість використовувати теплову енергію, що виділяється при конденсації пари води, що міститься у вихідному повітрі, яка підсумовується з енергією стискання пари холодильного агента в компресорі холодильної машини. Висушений матеріал видаляється через розвантажувальний отвір.

Для визначення кількості води, яка видаляється з повітря, що використовується для сушіння насіння гарбуза в додатковому охолоджувачі-осушувачі та розрахунку зменшення кількості енергії, необхідної для сушіння насіння гарбуза шляхом використання енергоефективної сушильної установки, в порівнянні зі звичайною, необхідно задатися наступними умовами: для сушіння

використовуємо атмосферне повітря при початковій температурі  $t_1=20^\circ\text{C}$  і вологості  $\varphi_1 = 60\%$ . Подальший розрахунок виконуємо за  $Hd$ -діаграмою вологого повітря.

1. По  $Hd$ -діаграмі (рис. 1) знаходимо точку «1» на перетині ліній  $t_1=20^\circ\text{C}$  і  $\varphi_1=60\%$  і для неї визначаємо вологовміст (вміст води в кубометрі повітря), рівний  $d_1 = 10$  грамів на кг повітря і ентальпію  $H_1 = 42$  кДж/кг.

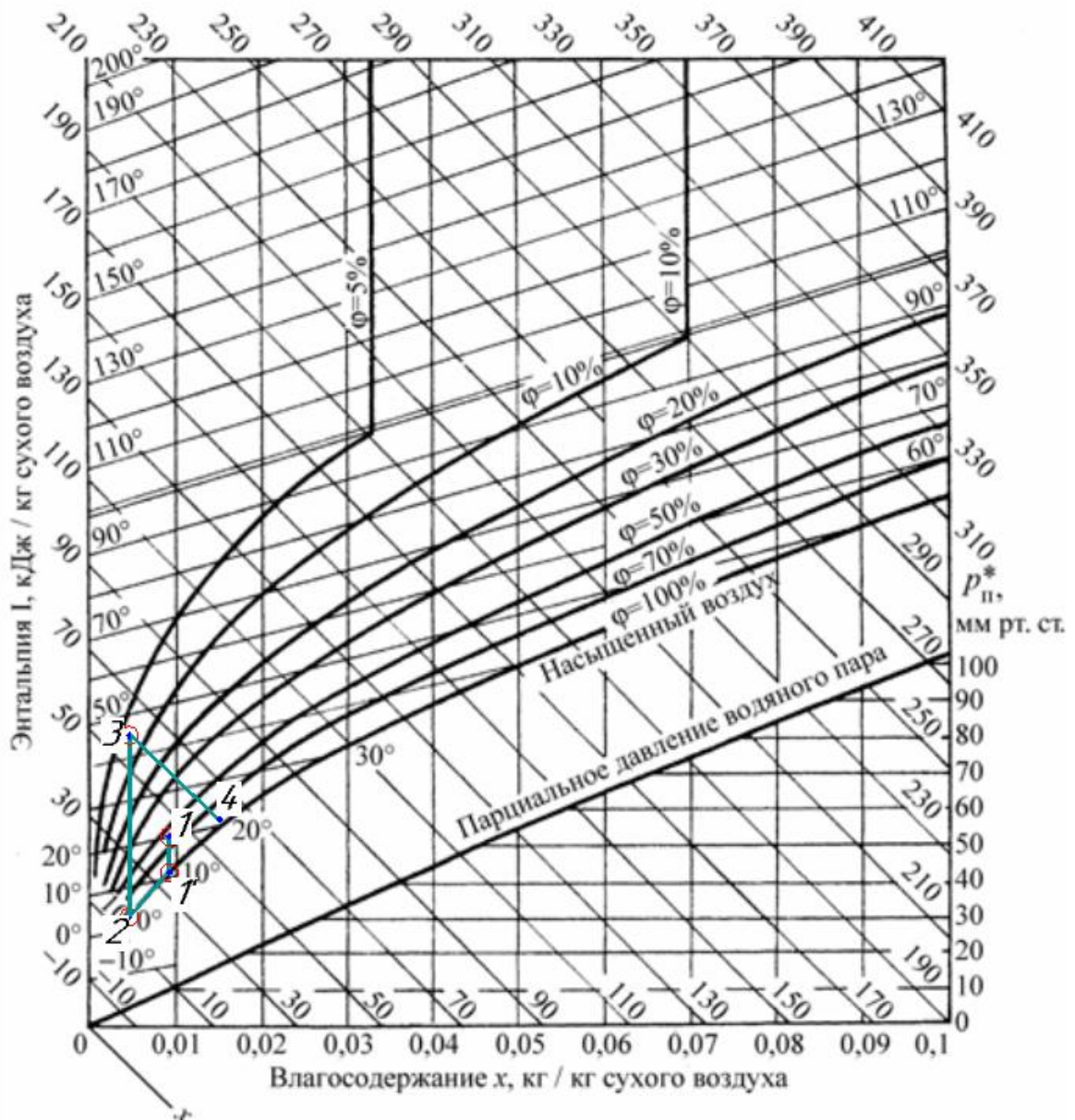


Рис. 1. Розрахунок процесу сушіння насіння гарбуза за  $Hd$ -діаграмою Рамзіна.



2. З точки «1» проводимо лінію  $d_1 = \text{const}$  до перетину з лінією  $\varphi = 100\%$ . Це буде точка роси  $1'$ . Від точки  $1'$  по лінії  $\varphi = 100\%$  опускаємося до перетину з ізотермою  $t_2 = 3^\circ\text{C}$ , отримуємо точку «2». Точка перетину «2» характеризує стан повітря на виході з додаткового охолоджувача-осушувача. У додатковому охолоджувачі-осушувачі, виконаному у вигляді випарника парокомпресійної холодильної машини, повітря охолоджується нижче точки роси до температури  $t_2 = 3^\circ\text{C}$ , вологість його підвищується до  $\varphi_2 = 100\%$ . При цьому його вологовміст дорівнюватиме  $d_2 = 4,7$  г/кг, а ентальпія  $H_2 = 18$  кДж/кг.

Зменшення вологовмісту складе

$$\Delta d = d_1 - d_2 = 10 - 4,7 = 5,3 \text{ г/кг.}$$

Тобто, при проходженні одного кілограма повітря через додатковий охолоджувач-осушувач, виконаний у вигляді випарника парокомпресійної холодильної машини, з нього видаляється 5,3 грами води у вигляді конденсату.

3. З точки «2» проводимо лінію  $d_1 = 4,7$  г/кг = const до перетину з ізотермою  $t_3 = 45^\circ\text{C}$ , отримуємо точку «3». Точка перетину «3» характеризує стан повітря на виході з теплогенератора, в якості якого використовується конденсатор парокомпресійної холодильної машини. Для неї визначаємо вологовміст, рівний  $d_3 = 4,7$  грамів на кг повітря і ентальпію  $H_3 = 58$  кДж/кг, вологість повітря знижується до  $\varphi_3 = 7,5\%$ .

4. З точки «3» проводимо лінію  $H_3 = 58$  кДж/кг = const до перетину з лінією постійної відносної вологості  $\varphi_4 = 95\%$ , отримуємо точку «4». Точка «4» характеризує стан повітря на виході з сушильної камери. При цьому його вологовміст дорівнюватиме  $d_4 = 15$  г/кг, а ентальпія  $H_4 = 58$  кДж/кг.

Визначимо зміну вологовмісту вологого повітря відносно 1 кг сухого повітря у процесі сушіння насіння гарбуза

$$\Delta d = d_4 - d_3 = 15 - 4,7 = 12,3 \text{ грам/кг.}$$

Тобто, 1 кілограм повітря може забрати з насіння гарбуза 12,3 грама води і видалити її у вигляді водяної пари (дуже важливо, щоб пара не сконденсувалася у сушарці або на її виході, тому її відносна вологість повинна бути не нижче  $\varphi_4 = 95\%$ ).

Аналогічно виконуємо розрахунки для процесу сушіння насіння гарбуза в сушарках без попереднього осушення повітря. Результати розрахунків процесу сушіння насіння гарбуза в сушарках

без попереднього осушення повітря і в пропонованій сушарці з попереднім осушенням повітря представимо у вигляді таблиці 1.

Таблиця 1 - Результати розрахунку процесу сушіння насіння гарбуза в сушарках без попереднього осушення повітря і в пропонованій сушарці з попереднім осушенням повітря.

Величини	Температура, $t$ °С	Відносна вологість, $\varphi$ , %	Вологовміст, $d$ , г/кг	Зміна вологовмісту, $\Delta d$ , г/кг	Ентальпія, $H$ , кДж/кг	Зміна ентальпії, $\Delta H$ , кДж/кг
Номер точки						
1.Сушарка з осушенням	20	60	10	немає	42	немає
2.Сушарка з осушенням	3	100	4,7	5,3	18	-24
3. Сушарка з осушенням	45	7,5	4,7	немає	58	+ 40
4. Сушарка з осушенням	22	95	15	12,3	58	немає
1.Сушарка без осушення	20	60	10	немає	42	немає
2. Сушарка без осушення	немає	немає	немає	немає	немає	немає
3. Сушарка без осушення	45	15	10	немає	63	+21
4. Сушарка без осушення	24	95	18	8	63	немає

5. Визначимо збільшення продуктивності по відібраній з насіння гарбуза вологи в сушарці з попереднім осушенням повітря у порівнянні зі звичайною сушаркою

$$k = \frac{d_{\text{новий}} - d_{\text{звичайний}}}{d_{\text{новий}}} \cdot 100 = \frac{12,3 - 8}{12,3} \cdot 100 = 35\%.$$

6. Визначимо витрату теплоти на нагрів 1 кг повітря у сушарці без попереднього осушення

$$Q_{\text{звичайн}} = \Delta H_{\text{звичайн}} = H_{3\text{звичайн}} - H_{1\text{звичайн}} = 63 - 42 = 21 \text{ кДж/кг}.$$

7. Визначимо витрату теплоти на нагрів 1 кг повітря у сушарці з попереднім осушенням

$$q_{\text{новий}} = \Delta H_{\text{новий}} = H_{3\text{новий}} - H_{2\text{новий}} = 58 - 18 = 40 \text{ кДж/кг}.$$

8. Визначимо кількість теплової енергії, відібраної у вихідного повітря у додатковому охолоджувачі-осушувачі, виконаному у вигляді випарника парокомпресійної холодильної машини

$$q_{\text{новий відбір}} = \Delta H_{\text{од охолод}} = H_{1\text{новий}} - H_{2\text{новий}} = 42 - 18 = 24 \text{ кДж/кг.}$$

9. Визначимо кількість енергії, що йде на привод компресора холодильної машини (за  $h$ - $lgP$  діаграмою фреона)

$$l_{\text{компр}} = h_2 - h_1 = 570 - 540 = 30 \text{ кДж/кг.}$$

10. Визначимо кількість енергії, що віддається повітрю, яке нагрівається у конденсаторі холодильної машини (за  $h$ - $lgP$  діаграмою фреона)

$$q_{\text{конд}} = h'_2 - h_1 = 560 - 430 = 130 \text{ кДж/кг.}$$

11. Визначимо кількість теплової енергії, що йде на сушіння насіння гарбуза

$$q_{\text{сушки}} = l_{\text{компр}} + q_{\text{конд}} = 30 + 130 = 160 \text{ кДж/кг.}$$

12. Визначимо частку енергії, що йде на привод компресора

$$r = l_{\text{компр}} / q_{\text{сушки}} = 30/160 = 0,19.$$

13. Визначимо витрату енергії, яка йде на привод компресора для нагріву 1 кг повітря у сушарці з попереднім осушенням

$$q_{\text{новий}} = \Delta H_{\text{новий}} = \Delta H_{\text{новий}} \cdot r = 40 \cdot 0,19 = 7,6 \text{ кДж/кг.}$$

14. Визначимо економію енергії, що витрачається на сушіння насіння гарбуза в сушарці з попереднім осушенням повітря у порівнянні зі звичайною сушаркою

$$q_{\text{економія новий}} = (q_{\text{звичайн}} - q_{\text{новий}}) / q_{\text{звичайн}} \cdot 100 = (12,8 - 7,6) / 12,8 \cdot 100 = 40,6 \text{ \%}.$$

*Висновки.* Пропонована методика може бути використана для практичного застосування при розрахунку підготовчих операцій перед сушінням насіння, наприклад, насіння гарбуза.

Збільшення продуктивності за відібраною з насіння гарбуза вологою у сушарці з попереднім осушенням повітря у порівнянні зі звичайною сушаркою становить близько 35%.

Економія енергії, що витрачається на сушіння насіння гарбуза в сушарці з попереднім осушенням повітря у порівнянні зі звичайною сушаркою, становить більше 40%.

## Література:

1. *Дацишин О.В.* Машини та обладнання переробних виробництв / О.В. Дацишин та ін. – К.: Вища освіта, 2005. – 155 с.
2. *Наместников А.Ф.* Хранение и переработка овощей, плодов и ягод / А.Ф. Наместников. – М.: Высшая школа, 1972. – 312 с.
3. *Николаев Б.А.* Измерение структурно-механических свойств пищевых продуктов / Б.А. Николаев. – М.: Экономика, 1964. – 224с.

**ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ СУШКА СЕМЯН ТЫКВЫ**

Стручаев Н.И., Ялпачик В.Ф., Тарасенко В.Г.

***Аннотация*** - в статье рассмотрена сушка семян тыквы с использованием энергоэффективной установки для сушки семян.

**ENERGYEFFICIENT DRYING PUMPKIN SEEDS**

M. Struchayev., V. Yalpachyk, V. Tarasenko

***Summary***

**In this work the drying pumpkin seed with the use of energyefficient installations for drying seeds.**

УДК 631.17:633.16

## ЛІНІЙНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ПРОРОЩУВАННЯ ЗЕРЕН ЯЧМЕНЮ

Харитоновна А.І., аспірант,\*

Олексієнко В.О., к.т.н.,

Лісовий І.О., к.т.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел.(0619) 42-13-06

**Анотація** – у статті розглядається лінійна модель першого порядку, побудована на основі повного факторного експерименту, що дозволяє прогнозувати збільшення довжини паростків ячменю. Фактори моделі - доза випромінювання іонізації повітря, товщина шару зерна, вологість солоду.

**Ключові слова** – доза; якість; товщина шару; вологість солоду; повний факторний експеримент (ПФЕ); критерій.

*Постановка проблеми.* Розглядається динаміка зміни довжини пророщування зерна на основі ПФЕ, аналіз чинників, а також рівняння лінійної залежності від досліджуваних факторів.

У статті представлена лінійна модель першого порядку побудована на основі повного факторного експерименту, який значно спрощує розрахунки обробки даних при проведенні експерименту.

*Аналіз останніх досліджень.* У роботі представлені розрахунки з отримання лінійної залежності за допомогою ПФЕ, аналіз даних за допомогою критеріїв.

*Формулювання цілей статті (постановка завдання).* Одержання лінійної моделі для прогнозу збільшення довжини паростків ячменю від факторів - дози випромінювання іонізації повітря, товщини шару зерна і вологості солоду.

*Основна частина.* Експеримент був проведений на спеціальній лабораторній установці для прискореного пророщування солоду. При проведенні експерименту впливу факторів на процес пророщування солоду ячменю попередньо підготували три вибірки ячменю по 1000 г. Потім рівномірно розклали зерна в ємність і встановили режим завантаження іонізованого повітря, відповідний постановці експерименту в області максимальної продуктивності. В експериментальній установці встановили значення основних керованих факторів у раціональних межах рівня варіювання.

---

© Харитоновна А.І., аспірант, Олексієнко В.О., к.т.н., доцент, Лісовий І.О., к.т.н., ст. викладач

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

При проведенні експерименту розглядалися фактори:

- Доза випромінювання іонізації повітря,
- Товщина шару зерна,
- Вологість солоду.

Повний факторний експеримент впливу факторів на збільшення довжини паростків ячменю (Y) полягав у варіюванні трьох факторів на верхньому (+) і нижньому (-) рівні, визначенні математичної моделі першого і другого порядків, виходячи з технологічних міркувань, дані заносились заносяться в таблицю 1.

Таблиця 1 – Рівні факторів і інтервали варіювання для планування експерименту

Рівні варіювання	Найменування факторів					
	Доза ви- проміню- вання іонізації повітря, rem, іонів в 1 см <sup>3</sup>	Код	Товщи на шару зерна, s, см	Код	Вологість солоду F, %	Код
Кодове позначення	x <sub>1</sub>		x <sub>2</sub>		x <sub>3</sub>	
Нульовий рівень	5,05·10 <sup>4</sup>	0	2,5	0	45	0
Нижній	10 <sup>3</sup>	-	2	-	43	-
Верхній	10 <sup>5</sup>	+	3	+	47	+
Інтервал варіювання	4,95·10 <sup>4</sup>		0,5		2	

Мета досліджень: отримання лінійної моделі виду

$$y_i = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{123}x_1x_2x_3. \quad (1)$$

Таблиця 2 - Розрахункова таблиця для ПФЕ першого порядку

Фактори				Фактори взаємодії				Відгуки			Серед не у	Построчна дисперсія S <sub>i</sub> <sup>2</sup>
Z <sub>0</sub>	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	Z <sub>12</sub>	Z <sub>13</sub>	Z <sub>23</sub>	Z <sub>123</sub>	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>		
1	1	1	1	1	1	1	1	2	2,05	1,98	2,04	0,0013
1	-1	1	1	-1	-1	1	-1	2,08	2,12	2,14	2,05	0,00093
1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	2,16	2,14	2,18	2,16	0,0004
1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1,97	2,01	2	2,23	0,00043
1	1	1	-1	1	-1	-1	-1	2,08	2,09	2,07	2,08	0,0001
1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	2,07	2,1	2,15	2,09	0,00163

Продовження таблиці 2.

1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	2,26	2,28	2,24	2,26	0,0004
1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	2,27	2,28	2,26	2,27	0,0001
												0,0053

Складається план відсіювання експерименту на основі стандартної матриці (табл. 2). Для усунення випадкової помилки експерименту виміри при кожному досліді проводилися тричі. Результати кодіваних факторів і факторів взаємодії представлені в таблиці 2.

Розширена матриця планування - X і матриця відгуків Y для ПФЕ першого порядку представлені

$$X := \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & 1 & -1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 & 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & -1 & 1 & -1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 & -1 & 1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 & -1 & -1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & -1 & -1 & 1 & 1 & 1 & -1 \end{pmatrix}, \quad Y := \begin{pmatrix} 2.00 & 2.05 & 1.98 \\ 2.08 & 2.12 & 2.14 \\ 2.16 & 2.14 & 2.18 \\ 1.97 & 2.01 & 2.00 \\ 2.08 & 2.09 & 2.07 \\ 2.07 & 2.1 & 2.15 \\ 2.26 & 2.28 & 2.24 \\ 2.27 & 2.28 & 2.26 \end{pmatrix}.$$

Розрахункові блоки представлені в таблиці 2.

Таблиця 3 – Критерій Кохрена

<p>1. Критерій Кохрена построкові дисперсії</p> $S_i^2 = \frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m (y_i - \bar{y}_i)^2,$ <p>де <math>m</math> – число паралельних дослідів, розрахункові і табличне значення</p> $G_p = \frac{S_i^2 \max}{\sum_{i=1}^N S_i^2},$ <p><math>G_p &lt; G_m (\alpha = 0,05; f_1 = m-1; f_2 = N)</math></p> <p>Помилка досліду</p> $S_0^2 = \frac{S_v^2}{N}$	$S_i^2 \max = 0,0016$ $\sum_{i=1}^N S_i^2 = 0,0053$ $G_p = 0,308; \quad G_t = 0,516$ $0,308 < 0,516$ $S_0^2 = 0,00063$
--	--

Відтворюваність дослідів хороша, тобто  $0,308 < 0,516$

Для зазначених факторів перевірялися й аналізувалися три критерії:

а) Критерій Кохрена (перевірка дисперсії на однорідність, тим самим усунення дослідів, заміри в яких сильно відрізнялися від інших, (табл. 3);

б) Критерій Стьюдента (перевірка коефіцієнтів на значущість), (табл. 4);

в) Критерій Фішера (перевірка моделі на адекватність або придатність), (табл.5).

Таблиця 4 – Критерій Стьюдента

<p>2. Критерій Стьюдента</p> <p>Коефіцієнти лінійної моделі</p> $B = (X^T X)^{-1} X^T Y$ <p>Дисперсії і коефіцієнти регресії</p> $S_{b_i}^2 = \frac{S_0^2}{N}$ <p>Розрахункові і табличне значення Стьюдента:</p> $t_{b_i} = \frac{ b_i }{S_{b_i}}$ <p><math>t_m(\alpha = 0,05; k = N(m - 1))</math></p>	$B = \begin{pmatrix} 2.124 \\ 3.333 \times 10^{-3} \\ -4.667 \times 10^{-2} \\ -5.5 \times 10^{-2} \\ -3.583 \times 10^{-2} \\ 1.25 \times 10^{-2} \\ 3.917 \times 10^{-2} \\ -3.167 \times 10^{-2} \end{pmatrix} \quad tb = \begin{pmatrix} 2.334 \times 10^2 \\ 0.366 \\ -5.128 \\ -6.044 \\ -3.938 \\ 1.374 \\ 4.304 \\ -3.48 \end{pmatrix}$ <p><math>t_m(\alpha = 0,05; k = N(m - 1)) = 1,746</math></p> <p><math>b_1</math> - коефіцієнт незначимий (в моделі не присутній)</p>
--	--

Таким чином, рівняння лінійної регресії

$$y_i = 81,331 + 5,256z_1 - 0,469z_2 - 12,144z_3 + 0,356z_1z_2 + 2,431z_1z_3 + 1,656z_2z_3 - 0,669z_1z_2z_3, \quad (2)$$

Оскільки коефіцієнти  $b_1, b_{12}, b_{123}$  незначимі, рівняння моделі

$$y_i = 81,331 - 0,469z_2 - 12,144z_3 + 2,431z_1z_3 + 1,656z_2z_3, \quad (3)$$

Для визначення адекватності моделі порівняємо критичне і розрахункове значення критерію Фішера



Таблиця 5 - Критерій Фішера

<p>3. Критерій Фішера (перевірка на адекватність) <math>S_{ad}^2 = \frac{m}{N-l} \sum_{i=1}^N (\bar{y}_i - \tilde{y}_i)^2</math></p> <p>де <math>m</math> - число паралельних дослідів;  <math>N</math> - число рядків матриці планування;  <math>l</math> - число значущих коефіцієнтів рівняння лінійної регресії.</p> <p>Розрахункове та табличне значення</p> $F_p = \frac{S_{ad}^2}{S_0^2},$ <p><math>F_t(\alpha = 0,05; f_1 = N-l; f_2 = N(m-1))</math></p>	<p><math>S_{ad}^2 = 0,003137</math></p> <p><math>F_p = 2,231</math></p> <p><math>F_t(\alpha = 0,05; 2,16) = 2,334</math>  <math>2,231 &lt; 2,334</math></p>
---	---

Розкодирована лінійна модель має вигляд

$$y_i = 142,39 - 0,016x_1 - 3,398x_2 - 0,807x_3 + 0,00022x_1x_3 + 0,041x_2x_3, \quad (4)$$

*Висновки.* Таким чином, у статті розглядалася лінійна модель першого порядку, побудована на основі повного факторного експерименту, завдяки якому значно спростилися розрахунки обробки даних при проведенні експерименту.

Література:

1. *Бондарь А.Г.* Планирование эксперимента в химической технологии. / А.Г. Бондарь, Г.А. Статюха // "Вища школа", Киев, 1976, - С.180.
2. *Доспехов В.А., Веденяпин Г.В.* Общая методика экспериментального исследования и обработки опытных данных. – М.: Колос, 1973. – 199 с.
3. *Спирidonов А.А.* Планирование эксперимента при исследовании технологических процессов / А.А. Спиридонов. – М.: Машиностроение, 1981. – 184 с.
4. *Хемди А.* Введение в исследование операций. М.-К.: 2005.- 901 с.
5. *Бадретдинов Б.Ф.* Электротехнология и урожайность сельскохозяйственных культур / Б.Ф. Бадретдинов, А.А. Тюр, Я.М. Каюмов // Электрификация сельского хозяйства. – 2000. – Вып. 2. – С. 90 – 92.

6. *Домарецький В.А.* Вітчизняний та світовий досвід України у виробництві пива/ В.А. Домарецький, А.М. Куц, М.В. Карпутіна, І.В. Мельник// Харчова промисловість. – Київ: НУХТ, 2012. – С. 6-9.

## **ЛИНЕЙНАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ПРОРАЩИВАНИЯ ЗЁРЕН ЯЧМЕНЯ**

Харитоновна А.И., Алексеенко В.А., Лисовый И.А.

*Аннотация* - в статье рассматривается линейная модель первого порядка, построенная на основе полного факторного эксперимента, позволяющая прогнозировать увеличение длины ростков ячменя. Факторы модели - доза излучения ионизации воздуха, толщина слоя зерна, влажность солода.

## **A LINEAR MODEL OF THE PROCESS OF GERMINATION OF BARLEY GRAINS**

A. Kharytonova, V. Oleksienko, L. Lisovij

### *Summary*

The first order linear model based on the full factorial experiment and enabling to predict the increase in the length of barley sprouts has been studied in the article. The model factors are dose of air ionizing radiation, layer thickness of the grain, malt moisture content.

УДК 637.07

## **ЯКІСТЬ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ СВИНИНИ, ЩО НАДХОДИТЬ НА ПЕРЕРОБНІ ПІДПРИЄМСТВА СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Тищенко В.І., к.с.-г.н.,

Божко Н.В., к.с.-г.н.

*Сумський національний аграрний університет*

Тел. (067) 158 52 46

**Анотація** – дану роботу присвячено моніторинговій оцінці якості свинини, яка переробляється на м'ясокомбінатах Сумської області, з подальшим коригуванням технологічних процесів переробки м'яса з урахуванням якості сировини.

**Ключові слова** – якість свинини, м'ясо з ознаками PSE, м'ясо з ознаками DFD, вологоутримуюча здатність, рН, інтенсивність забарвлення.

*Постановка проблеми.* Останнім часом на міжнародному та внутрішньому ринку збільшився попит на якісну свинину. Інтенсивна селекція, спрямована на підвищення м'ясності, яка широко впроваджувалась протягом тривалого часу, зумовила значне збільшення виходу м'яса в туші та зниження товщини хребтового шпику. Але поряд з цим спостерігається погіршення технологічних властивостей свинини. Все частіше на переробні підприємства надходять свині, м'ясо яких має низьку якість: бліде, м'яке, з невисокою вологоутримуючою здатністю, тобто ексудативне. За свідченнями деяких авторів [1, 2] таке м'ясо має низькі кулінарні властивості та непридатне для тривалого зберігання. Обсяги ексудативної свинини можуть становити від 13,5 до 52,5 %, а іноді і більше [3]. Також близько 20 % свиней під час забою дають туші з темним забарвленням м'язової тканини, грубішими волокнами та вираженою сухістю, тобто м'ясо з ознаками DFD.

Такі два різні типи свинини мають чіткі відмінності між собою за якістю, але мають спільну технологічну характеристику – обмежене використання для виробництва окремих м'ясопродуктів. Так, використання ексудативного м'яса для виробництва варених продуктів призводить до збільшення втрат під час термічної обробки, появи кислуватого смаку та погіршує консистенцію виробу. Свинину з ознаками DFD краще використовувати для виробництва варених ковбас та швидкозаморожених напівфабрикатів, де процес соління сировини не потребує тривалого часу. Це пов'язано з тим, що м'ясо з

ознаками DFD потребує більш тривалого процесу соління і, незважаючи на високу водозв'язуючу здатність, надає готовим продуктам більш жорстку консистенцію, ніж зазвичай.

Враховуючи як теоретичну, так і практичну значущість піднятих вище питань, а також те, що досліджень на цю тематику було проведено небагато, то це і стало мотивом для наших досліджень.

*Аналіз досліджень за темою статті.* М'ясопереробні підприємства України забезпечені сировиною, а, саме, свининою власного виробництва на 52-58 %, решту складає імпортна свинина. Причому найбільшу частку імпорту складає свинина, вироблена в Бразилії, Польщі та Німеччині. Свинарство в нашій країні переживає тяжкі часи, і тільки великі свинокомплекси, які входять у концерни із замкнутим циклом виробництва, можуть впроваджувати сучасні технології вирощування свиней та їх переробку. Переважна більшість господарств вирощує свиней за застарілими технологіями минулого сторіччя, особливо це стосується малих підприємств та приватного сектора. У той же час саме такі виробники і є основними постачальниками сировини на м'ясопереробні підприємства Сумської області.

Дрібні виробники свинини не в змозі забезпечити відповідні умови утримання тварин та доставку їх до місця забою і подальшої переробки. Як правило, це супроводжується різного роду стресами і призводить до виникнення вад у якості сировини.

Якість свинини та її технологічні властивості можуть бути в залежності від відстані доставки тварин на забій. Проведені дослідження [4] вказують, що інтенсивність забарвлення м'яса свиней та його вологоутримуюча здатність вище, коли забій проводять у безпосередній близькості (не більше 25-30 км) від місця їх вирощування. На думку дослідників, це пов'язано з тим, що певна частка глікогену витрачається під час транспортування та стресового стану тварин.

Серед чинників, що викликають вади якості свинини, розглядаються і генетичні. Серед значної кількості порід свиней є ті, що мають успадковану ексудативність, наприклад, Датські ландраси [5].

У нашій країні, в зв'язку з широким використанням імпортних порід для схрещування та створення нових генотипів, спостерігаються також випадки погіршення якості свинини [6].

У результаті обстеження і детального вивчення хімічного складу та фізико-хімічних властивостей м'яса, науковцями Інституту свинарства і агропромислового виробництва УААН встановлено, що

більше 18 % двох і трьохпорідних туш свиней мають відхилення у якості м'яса, характерні для ексудативного.

Виробництво м'ясопродуктів із сировини, що має відхилення від м'яса NOR, призводить до збільшення обсягів виробничого браку, особливо під час виготовлення варених вітчизняних виробів. У зв'язку зі збільшенням обсягів ексудативного м'яса назріла необхідність розробки шляхів направленої використання такої сировини та створення нової технології переробки з метою отримання продуктів доброї якості. Достатньо ефективним методом переробки ексудативної свинини є її розбирання та соління у парному стані з мінімальною витримкою після забою тварин.

Уведення солі в парне м'ясо гальмує розвиток глікогенолізу і тим самим виключає основну причину утворення водянистої структури [6]. Мінімізувати негативний вплив ексудативної свинини можна за рахунок включення до рецептури значної кількості яловичини (до 35-40 % за масою). Узагальнюючи короткий огляд, слід зазначити, що вади якості м'яса не можна повністю передбачити та виключити, але їх слід враховувати в процесі первинної переробки та наступних технологічних операціях.

*Формулювання цілей статті (постановка завдання).* Основна мета даної статті – моніторингова оцінка якості свинини, отриманої у різних технологічних умовах, а саме, в ПАТ «Рябушківський бекон» та приватних фермерських господарствах, і реалізованої на забій.

*Основна частина.* Об'єктом досліджень було м'ясо свиней, вирощених у різних умовах та забитих на м'ясопереробному підприємстві ТОВ «Вільшанські ковбаси» в період з січня по грудень 2014 року. Всього було проведено 236 контрольних забоїв свиней. Якість м'яса досліджували за стандартними методиками: вологоутримуюча здатність, %, загальна вологість, %, активна кислотність (показник рН), колір та консистенція та інші. При цьому враховувались також якість шпику та його технологічні властивості.

З метою мінімізації сезонних факторів та більш об'єктивної оцінки кожного місяця досліджували по 30 туш свиней.

Серед загальної маси свиней, що надходить на дане підприємство, враховували тільки тих, які за живою вагою були в межах 115-125 кг. За результатами контрольного забою встановлено: за виходом м'яса всі досліджені туші суттєвих відмінностей не мали і цей показник складав 59,6-62,4 % в середньому. Проте, простежувалась певна тенденція на збільшення цього показника в тушах свиней, забитих в зимові місяці року, на 1,8-2,06 %. Причому збільшення виходу м'яса в тушах свиней було встановлено лише у тварин, що надходили на переробку з приватних господарств населення. А близько 4,3 % туш, забитих у лютому – березні, було

віднесено до категорії жирних, тоді як в інші періоди кількість таких туш не перевищувала 0,73 % загального обсягу. Також, слід зазначити, що сало свиней, забитих у період з листопада по квітень місяць, мало вищу температуру плавлення (37,4-38,1<sup>0</sup>С), тоді як в інші періоди забою температура була на 1,2-1,3<sup>0</sup>С нижча.

Під час розрубу півтуш на передню, середню і задню частини виявили, що середня мала найвищий вихід сала (44,5-46,2 %), тоді як у передній частині цей показник складав 22,6 %, а в задній – 25,6 %. Тобто ці дві частини півтуш найбільш доцільно використовувати для виробництва копчених виробів за умови, що за технологічними властивостями не буде обмежень.

Хімічний склад м'язової тканини дає можливість значно доповнити якісну характеристику свинини та визначити оптимальні напрямки її подальшого використання. Харчова цінність м'яса залежить від вмісту в ньому вологи, білка, жиру та мінеральних речовин. Співвідношення їх у свинині надає продукту смакових і кулінарних якостей.

Проведені дослідження показали, що за середніми показниками м'ясо свиней незалежно від умов вирощування, породних відмінностей та деяких інших чинників задовольняє стандарти доброякісної сировини. Проте, встановлено деякі відмінності за фізико-хімічними показниками в сезонному аспекті, в першу чергу, відносно рН та вологоутримуючої здатності. (табл. 1).

Таблиця 1 - Хімічний склад та енергетична цінність середньої проби свинини за сезонами року

Сезон року	Показники хімічного складу, %			Енергетична цінність, КДж
	Загальна волога	Білок	Жир	
Зима	75,67±0,21	21,38±0,01	1,95±0,12	435,85
Весна	75,1±0,34	20,61±0,13	2,35±0,07	433,71
Літо	72,3±0,18	21,13±0,17	2,40±0,11	444,30
Осінь	75,69±0,68	21,88±0,31	1,96±0,16	440,28

Із наведених у таблиці 1 даних можна зробити висновок, що хімічний склад свинини має певну залежність від сезонних факторів. Так, м'ясо свиней, поданих на переробку в літні місяці, має найнижчий вміст вологи (72,3±0,18 %), у той час, як в інші пори року цей показник має практично однакове значення. Також за більшістю фізико-хімічних показників свинина літнього забою мала дещо нижчі якості (табл. 2).

Таблиця 2 – Фізико-хімічні якості свинини

Показники	Зима	Весна	Літо	Осінь
Вологоутримуюча здатність	64,41±0,37	59,75±0,26	56,4±0,13	58,2±0,44
pH	5,91±0,05	5,79±0,03	5,45±0,01	5,63±0,01
Інтенсивність забарвлення	68,0±2,16	62,0±3,07	57,0±2,63	59,0±0,97
Ніжність	11,31	11,78	14,70	13,87

Вологоутримуюча здатність м'яса свиней, що надходять на забій, знаходиться у межах 56,4-64,4 %, але свинина в літні місяці мала цей показник на рівні 56,4 % (з відхиленнями 53,8-57,4 %). При цьому найнижчі показники вологоутримуючої здатності були отримані під час забою свиней, вирощених у приватних господарствах населення сировинної зони.

Незалежно від умов вирощування свиней отримане від них м'ясо за активною реакцією рН можна умовно поділити на три групи. Приблизно 63 % мали показник рН через 60 хвилин після забою у межах 5,25-5,61, до 23,8 % туш мали показник рН від 5,7 до 6,25, а решту становило м'ясо з показником більше 6,3. У цілому простежується чітка тенденція збільшення виробництва м'яса з показником рН нижче 5,5 у літні місяці. В такому м'ясі відбувається прискорений глікогеноліз, швидке післязабійне задубіння і, як результат цього, втрата м'ясного соку під час охолодження та переробки.

При виробництві виробів із свинини під час соління сировини з різними показниками рН, дифузійно-осмотичні процеси відбуваються по-різному. Найбільша швидкість проникання та наступного розподілу солі спостерігається у свинині з рН 5,0-5,6, але при цьому вологоутримуюча здатність його знижується.

*Висновки.* Отримані дані свідчать, що спостерігається чітко виражений вплив пори року в період відгодівлі та забою свиней на окремі показники якості свинини. Найбільше вплинув період забою свиней на показник рН, вологоутримуючу здатність та ніжність м'яса. Вологоутримуюча здатність м'яса свиней в літні місяці на 3,19-14,10 % нижче, ніж в інші періоди року. Ніжність м'яса вище 12 секунд вказує на низьку якість свинини, що і спостерігалось в літні місяці.

У зв'язку з цим пропонується проводити сортування м'яса свиней з урахуванням величини рН з метою найбільш раціонального використання його технологічних властивостей. Також слід регулярно проводити біохімічні дослідження змін якості сировини з нетрадиційним характером автолізу, що відбувається під впливом технологічних та екзогенних факторів з метою корекції технології та параметрів технологічного процесу при виробництві м'ясопродуктів.

## Література:

1. Кудряшов Л.С. Влияние стресса животных на качество мяса./ Л.С. Кудряшов, О.А. Кудряшова.//Мясная индустрия. – 2012. - №1. – С.8-11.
2. Березовський М.Д. Вивчення якості м'яса при контрольній відгодівлі свиней. / М.Д. Березовський, А.М. Паливода, Ю.С. Циганчук.//Зб. «Свинарство». – К.: Урожай, 1982. – вип. 36 – С.19-22.
3. Шацький В.В. Особливості розвитку свинарства та вівчарства в Україні./ В.В. Шацький, С.М. Коломієць.// Праці Таврійського державного агротехнологічного університету:наукове фахове видання. – Вип.8. – Мелітополь, 2008. – С.123-128.
4. Мысик А.Т. Влияние породы, кормления, транспортировки и предубойного содержания на качество свинины.// А.Т. Мысик, С.И. Горилей, В.В. Деревинский.// В сб. «Улучшение качества и сокращение потерь продукции животноводства. – М.:Агропромиздат. – 1998.- С. 164-168.
5. Заяс Ю.Ф. Качество мяса и мясных продуктов. – М.: Легкая и пищевая промышленность. – 1981. – 479 с.
6. Булычев И.И. Пищевые ингредиенты для использования мясного сырья с признаками PSE и DFD ./И.И. Булычев.//Мясная индустрия. – 2010. - № 11. – С.52-53.

## КАЧЕСТВО И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СВИНИНЫ, ПОСТУПАЮЩЕЙ НА ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИЕ ПРЕДПРИЯТИЯ СУМСКОЙ ОБЛАСТИ

Тищенко В.И., Божко Н.В.

**Аннотация** – данная работа посвящена мониторинговой оценке качества свинины, которая перерабатывается на мясокомбинатах Сумской области, с последующей корректировкой технологических процессов переработки мяса с учетом качества сырья.

## THE QUALITY AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF PORK SUPPLIED TO THE PROCESSING ENTERPRISES OF SUMY REGION

V. Tishchenko, N. Bozhko

### *Summary*

This work is devoted to monitoring the assessment of the quality of pork that is processed at meat processing plants in Sumy region, followed by adjustments of technological processes of processing of meat with the quality of raw materials.



УДК 637.22.2

## ФУНКЦІОНАЛЬНІ ПРОДУКТИ ХАРЧУВАННЯ

Болгова Н.В., к.с.-г.н.,

Уханова І.М., к.с.-г.н.

*Сумський національний аграрний університет*

Тел.(097) 291-88-71

**Анотація** – встановлено, що в даний час загально визнаним та перспективним напрямком розвитку молочної промисловості є створення ресурсозберігаючих технологій. Досягнення наміченого дозволяє удосконалювати структуру асортименту готової продукції, підвищити її харчову цінність і раціонально використовувати усі складові частини молока. Отже, основний напрямок комплексного використання сировини в молочної промисловості - удосконалення структури переробки молока з урахуванням більш повного використання його складових частин для виробництва харчових продуктів функціонального призначення.

**Ключові слова** – молоко, молочна сироватка, функціональні харчові продукти, білки.

*Постановка проблеми.* Харчування є одним з найважливіших факторів, що визначають здоров'я населення. Правильне харчування забезпечує нормальний ріст і розвиток дітей, сприяє профілактиці захворювань, продовженню життя, підвищенню працездатності і створює умови для адаптації до навколишнього середовища. Разом з тим, гостро стоїть проблема недостатності вітамінів і мікронутрієнтів (йоду, заліза, фтору, селену) в раціоні сучасної людини. Внаслідок, як недостатнього, так і надмірного харчування здоров'я може погіршитися.

*Аналіз останніх досліджень.* Аналізуючи раціон населення за останні роки спостерігаємо зниження споживання найбільш біологічно цінних продуктів, таких, як молоко і молочні продукти, фрукти, овочі, яйця, риба, м'ясо, олія. Однак, збільшується споживання хліба і картоплі. Внаслідок такого харчування спостерігаємо незбалансованість за білками, жирами та вуглеводами, дефіцит повноцінних білків, поліненасичених жирних кислот, вітамінів, мікроелементів та надмірне споживання вуглеводів.

Серед різних груп продуктів харчування, з точки зору можливості створення нових продуктів підвищеної харчової цінності, великий інтерес представляють безалкогольні напої. Їх можна розглядати в якості оптимальної форми харчового продукту, яку слід використовувати для збагачення раціону харчування будь-якої людини усіма есенціальними нутрієнтами, а також біологічно активними речовинами.

Одним із напрямків роботи вітчизняних підприємств є розробка нових безалкогольних напоїв, збагачених незамінними поживними речовинами, а також біологічно активними добавками (нутріцевтики). Це стосується як напоїв масового споживання, так і спеціальних напоїв із заданим хімічним складом.

До таких продуктів можна віднести комбіновані продукти на молочній основі [1-3].

Використання молока в якості основного елемента продуктів функціонального призначення обумовлено його доступністю, низькою собівартістю, багатокomпонентністю складу, можливістю модифікації і легким фракціонуванням. Крім того, комбіновані напої є оптимальною основою для штучного збагачення вітамінами, мікроелементами та іншими речовинами з метою забезпечення організму людини мікронутрієнтами [1-3, 9].

Поряд з цим розвивається напрямок з виробництва концентратів і напоїв лікувально-профілактичного призначення, отриманих шляхом підбору їх рецептурних сумішей, а також додатковим збагаченням мікронутрієнтів.

Група науковців розробила наступні швидкорозчинні гранульовані продукти: швидкорозчинні гранульовані плодово-ягідні киселі; швидкорозчинні гранульовані сироваткові киселі; швидкорозчинні гранульовані плодово-ягідні киселі на основі молочної сироватки; швидкорозчинна гранульована сироватка; швидкорозчинні гранульовані плодово-ягідні соки [5,8].

Кожна група напоїв відрізняється як за смаком, так і за структурою та зовнішнім виглядом. До складу швидкорозчинних гранульованих продуктів входять крохмаль, цукор, екстракти рослин, концентровані плодово-ягідні соки, згущена або суха молочна сироватка та інші інгредієнти.

Дана технологія дозволяє використовувати такі компоненти, як молочна сироватка і шрот ягідний, які не застосовуються для подальшої переробки і вважаються відходами виробництва. Хоча, як показують дослідження, у ягідному шроті після віджимання соку залишається більша частина вітамінів і мінеральних речовин. Молочна сироватка характеризується високою харчовою та біологічною цінністю не лише через вміст вуглеводів, мінеральних

речовин, ферментів, вітамінів, органічних кислот, а й сироваткових білків, які є джерелом аргініну, триптофану, лейцину. Крім того, за рахунок власної високої кислотності сироватка характеризується певним кислуватим смаком, що дозволяє не використовувати в рецептурах лимонну кислоту.

Серед різних видів молочної сировини особливе місце займає сироватка, яка є відмінною основою для створення функціональних продуктів нового покоління. Склад сироватки дозволяє створювати продукт з високою біологічною і харчовою цінністю, вона технологічна в переробці, що полегшує отримання різних типів продуктів. Її смак добре поєднується зі смаком додаткових компонентів і його можна регулювати в бажаному напрямку.

Оригінальними дослідженнями по використанню сироватки в харчуванні є розробка Е.Г. Наймушиної [6]. Вона поєднала в єдиному продукті сироватку, плодоовочеву продукцію і пектини, використовуючи позитивні сторони кожної складової.

Також були вивчені технологічні особливості формування продуктів функціонального призначення на основі молочної сироватки, висівок і зародків пшениці. Для надання продуктам різних відтінків смаку рекомендується у процесі їх виробництва використовувати плодови, ягідні та овочеві наповнювачі, а також підсолоджувачі. У цих випадках продукт збагачується вітамінами, мікроелементами та іншими біологічно активними речовинами.

Незважаючи на високу харчову та біологічну цінність натуральна молочна сироватка не знаходить широкого застосування. Розроблено концентрати сироватки і гранульованої молочної сироватки. Гранульовану сироватку додають при замішуванні тіста. Крім збагачення білками тваринного походження, підвищується харчова та біологічна цінність, поліпшується якість хліба: колір кірки, якість м'якушки, смак і аромат, сповільнюється черствіння, а також ймовірність захворювання "картопляною" хворобою.

Застосування концентрату сироватки при виробництві макаронних виробів дозволяє поліпшити їх споживчі якості: вони виходять більш світлі, при кулінарній обробці посилюється зв'язування клейковини, збільшується загальний вміст білка. Крім того, полегшується процес виробництва макаронів, зокрема, заміс і формовання тіста, знижується кількість необхідної води, економиться мука.

Технологічні особливості формування та створення нових видів продуктів функціонального призначення на основі молочної сироватки, висівок і зародків пшениці достатньо глибоко вивчені Козловим С.Г. [4]. Він, як і Е.Г. Наймушина, пропонує для надання продуктам різних відтінків смаку використовувати плодови, ягідні та

овочеві наповнювачі, а також підсолоджувачі. У цих випадках продукт збагачується вітамінами, мікроелементами та іншими біологічно активними речовинами.

Сьогодні харчова цінність стає важливим фактором у диференціації продуктів після впровадження функціональних продуктів з компонентами, що впливають на здоров'я і загальний стан організму людини. Для відмінного смаку молочних продуктів необхідні постійні якість і наявність різних смакових добавок, оскільки присутність небажаних присмаків для більшості споживачів неприпустима. Також для молочних продуктів важливо, щоб вони мали консистенцію, що характеризує даний тип продукту.

Дієтична солодкість - так сьогодні трактуються підсолоджувачі, які широко використовуються у виробництві харчових продуктів, деяких лікувальних препаратів, зубних паст, жувальних гумок. Найбільш поширені вони в США, Західній Європі та Японії при виробництві дієтичних і діабетичних продуктів харчування. У даний час Європейським законодавством по харчових продуктах дозволено до застосування на території Європейського Союзу підсолоджувачів синтетичного походження: аспартам (Е 951), ацесульфам К (Е 950), сахарінат натрію (Е 954), сукра-лоза (Е 955), цикломат натрію (Е 952) і неогесперидін ДС [11].

Останнім часом велика увага приділяється продуктам харчування, що характеризуються високою харчовою цінністю, збагачені вітамінами і мінеральними речовинами за рахунок уведення натуральних функціональних інгредієнтів. Таким інгредієнтом є сироватка кисломолочна. Її використовують з цукром-піском, желатином, крохмалем та іншими видами сировини при виготовленні збитого напівфабрикату для обробки тортів і тістечок, як стабілізуючу і смакова речовину, що надає збитій масі приємного молочного присмаку і підвищує її харчову цінність. Збиту масу готують наступним чином: для набухання желатин замочують у молочній сироватці, далі його змішують з крохмалем і цукром-піском, нагрівають до повного розчинення компонентів і вистояють до повного охолодження. Отриману масу збивають у присутності стабілізатора. Готовий продукт характеризується відмінними споживчими властивостями, зниженою калорійністю і собівартістю.

Питання повноцінного харчування розглядаються сьогодні з точки зору не зростання енергетичної цінності раціону, а збільшення у ньому вмісту білкових компонентів. Одним із загальноновизнаних у світі шляхів ліквідації дефіциту білка є безпосереднє постійне використання у харчуванні людини в досить великих кількостях білка з вторинної харчової сировини і нових джерел. Основними формами переробки такої сировини є концентрати і ізоляти білків, які, завдяки

високому вмісту білка (70 і 90%, відповідно), дозволяють розробляти харчові композиції з широким діапазоном концентрації білка. При розробці програм та рекомендацій по фактичному споживанню білка і ліквідації його дефіциту все більшу увагу приділяється якості білка. Середня добова потреба дорослої людини в білках становить 80-100 г, з них 50 г – білки тваринного походження.

Науковцями розроблені рецептура і технологія пастеризованого кисломолочного сиру, призначеного для дієтичного та профілактичного харчування [10]. У якості молочної сировини використовується кисломолочний сир, а в якості сировини рослинного походження – борошно зернових культур (пшеничне вищого і першого сорту, рисове). Крім того, до складу продукту вводять добавки: суспензію каротину в маслі, бактеріальну закваску з високим ступенем антагоністичної активності.

Слід відмітити ще один білковий продукт із знежиреного молока, який за своїми якостями і властивостями аналогічний попередньому [7]. Однак, він являє собою чистий білок, отриманий без застосування закваски. Для виробництва продукту використовували молоко коров'яче знежирене та кислоти органічні (лимонну, оцтову, яблучний оцет). Лимонна кислота забезпечує високу засвоюваність кальцію, а яблучний оцет має лікувальні властивості.

*Висновки.* Аналізуючи викладений вище матеріал, слід відмітити, що в даний час загально визнаним та перспективним напрямком розвитку молочної промисловості є створення ресурсозберігаючих технологій. Досягнення наміченого дозволяє удосконалювати структуру асортименту готової продукції, підвищити її харчову цінність і раціонально використовувати усі складові частини молока. Отже, основний напрямком комплексного використання сировини в молочної промисловості - вдосконалення структури переробки молока з урахуванням більш повного використання його складових частин для виробництва харчових продуктів функціонального призначення.

#### Література:

1. Болгова Н.В. Підходи до створення функціональних молочних продуктів / Болгова Н.В. // Технологии XXI века: Сборник тезисов по материалам 21й международной научной конференции (8-10 сентября 2015 г.). Ч.1. – Глухов, 2015. - С. 27-28.

2. Болгова Н.В. Продукти харчування нової генерації / Болгова Н.В.// Міжнародна науково-практична конференція «Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і

торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність» (14 травня 2015 р.). – Харків : ХДУХТ, 2015. – Ч. 1. – С. 56-58.

3. *Гриньова Д.В.* Вплив якості молока на якість продуктів, виготовлених з нього [Електронний ресурс] / Д.В. Гриньова // Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва : Вісник БНАУ : збірник наукових праць. - Біла Церква, 2014. - Вип. 2 (112). - С. 136-138. – Режим доступу: [138.http://repo.sau.sumy.ua/handle/123456789/2089](http://repo.sau.sumy.ua/handle/123456789/2089).

4. *Козлов С.Г.* Использование молока и растительного сырья в технологии продуктов специального назначения / С.Г. Козлов, А.Ю. Просеков // Хранение и переработка сельхозсырья. 2003. №3. - С. 61-63.

5. *Кравченко С.Н.* Научное обоснование разработки технических потоков и оценки качества быстрорастворимых гранулированных продуктов: автореф. дис. на соискание науч. степени д-ра. техн. наук: спец. 05.18.15 „Технология и товароведение пищевых продуктов и функционального и специализированного назначения и общественного питания” / С.Н. Кравченко. – Кемерово, 2011. – 37 с.

6. *Наймушина Е.Г.* Технология плодоовощных соусов с применением молочной сыворотки и пектина / Е.Г. Наймушина, Г.М. Зайко // Известия ВУЗов. Пищевая технология. 2001. - № 1. - С. 32-33.

7. Пат. 2180494 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> А23С9/20, А23J3/08, А23J1/20 Способ получения молочно-белкового продукта / Жукова Л.П.; Литвинова Е.В. заявитель и патентообладатель Орловский государственный технический университет. – № 2000110865/13; заявл. 27.04. 00; опубл. 20.03. 02.

8. Пат. 2410983 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> А23L 2/39, А23L 2/385, А23В 7/20 Способ получения гранулированного пищевого продукта / Г.С. Драпкина, С.Н. Кравченко, М.А. Постолова, А.М. Попов; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – № 2008141039/13; заявл. 15.10. 08; опубл. 10.02. 11, Бюл. №4.

9. *Ткаченко, Н.А.* Харчова, біологічна, енергетична цінність напоїв кисломолочних для дитячого харчування «Біолакт» [Електронний ресурс] /Н.А. Ткаченко, А.С. Авершина, Ю.В. Назаренко // Харчова наука і технологія. – Одеса: ОНАХТ, 2014. – Вип. № 1. - С. 18-24. – Режим доступу: <http://repo.sau.sumy.ua/handle/123456789/1937>

10. *Успенская М.Е.* Исследование и разработка технологии творожного пастеризованного сыра: автореф. дис. на соискание науч. степени канд. техн. наук: спец. 05.18.04 „Технология мясных, молочных, рыбных продуктов и холодильных производств” / М.Е. Успенская. – Кемерово, 2002. – 20 с.

## **ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОДУКТЫ ПИТАНИЯ**

Болгова Н.В., Уханова И.Н.

***Аннотация*** – установлено, что в настоящее время общепризнанным и перспективным направлением развития молочной промышленности является создание ресурсосберегающих технологий. Достижение намеченного позволит совершенствовать структуру ассортимента готовой продукции, повысить ее пищевую ценность и рационально использовать все составляющие части молока. Итак, основное направление комплексного использования сырья в молочной промышленности - совершенствование структуры переработки молока с учетом более полного использования его составляющих частей для производства пищевых продуктов функционального назначения.

### **FUNCTIONAL FOOD**

N. Bolhova, I. Ukhanova

#### ***Summary***

**It is established that it is now generally accepted and promising direction of development of the dairy industry is the creation of resource-saving technologies. Achieving this will allow to improve the structure of the range of finished products, increase their nutritional value and to make rational use of all components of milk. So, the main direction of comprehensive utilization of raw materials in the dairy industry - improving the structure of milk processing with regard to better utilization of its components for the production of food products of functional purpose.**

УДК 637.523'6/8:639.122

## РОЗРОБКА РЕЦЕПТУРИ САРДЕЛЬОК ІЗ ЗАМІНОЮ М'ЯСА КУРКИ НА М'ЯСО ПЕРЕПЕЛА

Гриньова Д.В., к.с.-г.н.

*Сумський національний аграрний університет*

Тел. +38(050)100-83-63

**Анотація** – перепелівництво досить швидко розвивається, тому актуальним є вивчення якостей м'яса перепела і можливостей його переробки. Розробка нових продуктів з використанням м'яса перепела та дослідження їх органолептичних властивостей є метою даної роботи. Подальші дослідження будуть направлені на розробку нових рецептур, технологій м'ясних продуктів з м'яса перепела.

**Ключові слова** – перепел, м'ясо курки, рецептура, технології, м'ясні продукти, інновації, сардельки

*Постановка проблеми.* У даний час в Україні отримали велике поширення спеціалізовані перепелині господарства, спостерігаються високі темпи зростання цього виду птахівництва [1, 2]. У зв'язку зі збільшенням перепелиного м'яса на вітчизняному ринку представляє науково-практичний інтерес вивчення його якості [3, 12]. Будь який харчовий продукт повинен містити компоненти, необхідні організму для нормального обміну речовин. Сучасні уявлення про кількісні та якісні потреби людини в харчових речовинах виражені в концепціях збалансованого та адекватного харчування. Розробити новий продукт, збалансований за вмістом поживних речовин, вітамінів, макро- та мікроелементів є новою проблемою сучасності [13].

*Аналіз останніх досліджень.* Дослідження останніх десятиліть свідчать про актуальність покращення якості м'яса, яке отримують при розведенні перепелів [10, 11]. У хімічний склад м'яса перепелів входить досить велика кількість вітамінів: А, В1, В2, В5, В6, В9, В12, Н, К, чим мало відрізняється від інших видів м'яса, але, враховуючи те, що його часто варять на пару, вітамінів у ньому зберігається більше, і, в цілому, воно виявляється більш корисним для нас, ніж, скажімо, яловичина або курятина [11, 13].

*Постановка завдання.* Метою роботи є розробка технології виробництва сардельок з використанням м'яса перепела та обґрунтування технології виробництва сосисок з використанням м'яса



перепела. Для досягнення поставленої мети треба вирішити ряд взаємопов'язаних задач:

- вивчити характеристику м'яса перепела, його харчову та біологічну цінність;
- розробити технологічну схему виготовлення сардельок з м'яса перепела;
- дослідити органолептичні властивості сардельок з м'яса перепела.

*Основна частина.* При проведенні експериментальних робіт, як об'єкт досліджень використовували сардельки з використанням м'яса перепелів.

Для готування сардельок використовували наступні матеріали:

- тушки японських перепелів породи «Фараон» (ТУ 9211-062-23476484-04);
- яловичина жилована 1 сорту (ГОСТ 12512-67);
- свинина жилована жирна (ГОСТ 1213-74);
- сіль кухонна харчова (ДСТУ 3583);
- перець чорний молотий (ОСТ 18279-76);
- цукор-пісок (ДСТУ 4374: 2005).

За аналог брали рецептуру сардельок курячих вищого сорту (ТУ 49 906) і використовували як контрольний зразок. Дослідним зразком були сардельки, у рецептурі яких було повністю замінено м'ясо куряче на м'ясо перепела. Сардельки готували з фаршу, отриманого з використанням побутової м'ясорубки з діаметром отворів 3 мм. Гомогенізовану суміш робили за допомогою гомогенізатора.

Теплову обробку сардельок здійснювали обробкою парою та варінням при температурі води  $82,5 \pm 2,5$  °С до досягнення температури кулінарної готовності в центрі виробу 72 °С. Зважування продуктів, що входять до складу рецептур сардельок виробів, проводили на вагах з точністю до 0,0001 г (марка AS 110/C/1). Органолептичну оцінку готового продукту проводили за допомогою дегустаційної комісії за п'ятибальною шкалою з урахуванням коефіцієнта вагомості кожного показника. У п'ятибальній шкалі враховувалися основні показники: зовнішній вигляд, смак, колір, запах, консистенція, соковитість. У якості контрольних зразків досліджували аналогічні показники виробів, виготовлених за традиційною технологією, або користувалися даними довідкової літератури [15]. Цифрові експериментальні дані обробляли загальноприйнятими методами статистики. Обробка одержаних результатів досліджень проводилась за допомогою персонального комп'ютера. Для визначення вірогідних відмінностей між середніми величинами використовувався t-критерій Стьюдента [9].

*Результати досліджень.* Для уведення у сардельки перепелиного м'яса нами, як аналог, була прийнята рецептура сардельок курячих вищого сорту за рецептурою № 359 (табл. 1) [62]. За контроль було взято сардельки курячі вищого сорту, виготовлені за традиційною рецептурою, а зразок 1 був дослідним і містив замість курячого м'яса перепелине.

Таблиця 1 – Рецептури сардельок з м'ясом перепелів

Назва сировини	Маса сировини, г			
	Контроль		Зразок 1	
	Нетто, г	Брутто, г	Нетто, г	Брутто, г
М'ясо курки	200	200	-	-
М'ясо перепелів	-	-	200	200
Яловичина жилована 1с	400	400	400	400
Свинина жилована жирна	400	400	400	400
Сіль харчова	20	20	20	20
Цукор – пісок	1	1	1	1
Перець чорний мелений	0,6	0,6	0,6	0,6

Було вивчено органолептичні властивості готових сардельок, які містили м'ясо курки (контроль) та м'ясо перепела (дослід). Для органолептичної оцінки сардельок використовували шкалу згідно "Методичних вказівок по лабораторному контролю якості їжі", у якій кожному показникові і рівневі його якості відповідає своя характеристика. Дегустацію виробів проводила комісія із шести чоловік, у триразовій повторності за п'ятибальною шкалою з урахуванням коефіцієнтів вагомості показників якості. Отримані результати піддавалися статистичній обробці. Органолептичні показники виробів з використанням м'яса перепелів відрізняються від традиційних сардельок і наведені в таблиці 2.

Таблиця 2 – Органолептичні показники сардельок з використанням м'яса перепелів

Найменування	Контрольний зразок	Дослідний зразок
Зовнішній вигляд	Форма овальна, у вигляді батонів	Форма овальна, у вигляді батонів
Колір	Золотистий	Золотистий
Запах	Властивий сарделькам (м'ясний)	Властивий сарделькам (м'ясний) з приємним присмаком

## Продовження таблиці 2

Смак	Властивий сарделькам, у міру солоний	Властивий сарделькам, з приємним присмаком, у міру солоний
Консистенція	Однорідна по всій масі, соковита	Однорідна по всій масі, соковита

На рис. 1 зображені результати бальної оцінки досліджуваних виробів.

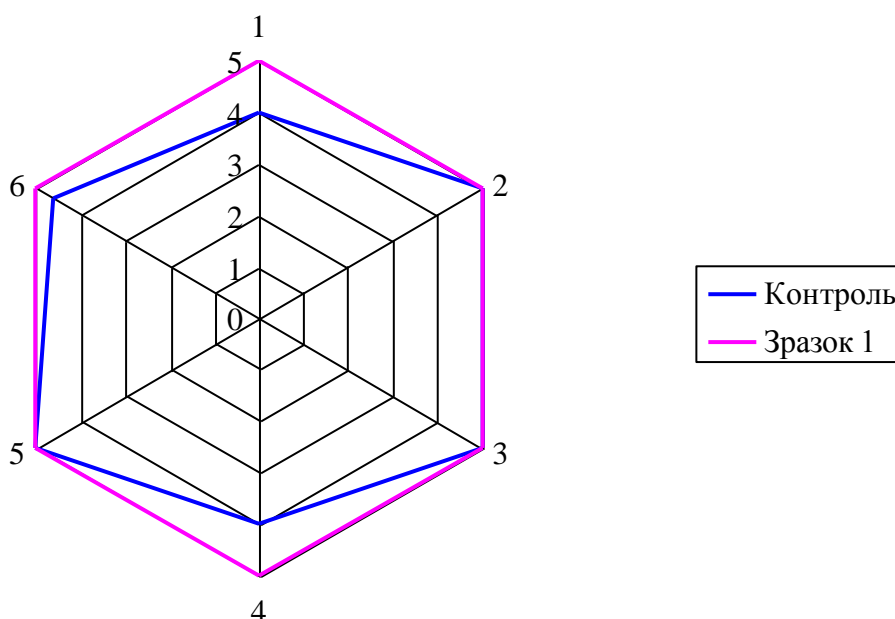


Рис. 1. Результати бальної оцінки досліджуваних виробів.

*Висновки.* Отже, за органолептичними даними сардельки, які містять м'ясо перепела, соковитіші, мають приємний присмак та аромат, притаманний перепелиному м'ясу. Таким чином, ми розробили нову рецептуру з повною заміною м'яса курки на м'ясо перепела. Метою наших подальших досліджень є дослідження структурно-механічних, фізико-хімічних властивостей, біологічної, харчової цінності сардельок.

## Література:

1. Бессарабов Б.Ф. Фазановые: содержание и разведение [Текст] / Бессарабов Б.Ф., Рахманов А.И. - М.: Агропромиздат, 1991.
2. Пигарева М.Д. Перепеловодство [Текст] / Пигарева М.Д., Афанасьев Г.Д. - М.: Росагропромиздат, 1989. – 101 с.
3. Карапетян Р. Биологические и продуктивные качества перепелов / Р. Карапетян // Птицеводство. 2003. – № 8. – С. 29-30.

4. *Panda B.* Developments in processing quail meat and eggs [Text] / Panda B., Slingh R.P. // *Worlds Poultry Sci.J.* – 1990. - № 43. – p. 219-234.

5. Витамины в питании животных [Текст] / *Вальдман А.Р.*, Сурай П.Ф., Ионов И.А., Сахацкий Н.И. – Харьков: РИП «Оригинал», – 1993. – 423 с.

6. *Куткіна Л.Б.* Ліпідний і жирокислотний склад та перекисні процеси у тканинах ембріонів і гусенят за різного вмісту ліпідів і вітаміну Е в раціоні гусок [Текст] : автореф. дис... канд. с.-г. наук: 03.00.04 / Куткіна Любов Броніславівна ; Ін-т біології тварин УААН. – Л., 2006. – 15 с.

7. *Ярошенко Ф.О.* Вміст і розподіл вітамінів А та Е в організмі м'ясних курей залежно від їх рівню у раціоні [Текст] : автореф. дис... канд. с.-г. наук: 03.00.13 / Ярошенко Федір Олексійович ; УААН, Ін-т тваринництва. – Х., 2002. – 19 с.

8. *Кононенко В.К.* Практикум з основ наукових досліджень у тваринництві [Текст] / В.К. Кононенко, І.І. Ібатуллін, В.С. Патров. – К., 2000. – 96 с.

9. *Плохинский Н.А.* Руководство по биометрии для зоотехников [Текст] / Плохинский Н.А. – М.: Колос, 1969. – 256 с.

10. *Ібатулін І.І.* Продуктивність перепелів за різних рівнів годівлі / І.І. Ібатулін, Н.М. Слободняк, В.В. Отченашко та ін. // *Вісник Білоцерків. держ. аграр. ун-ту.* – 2002. – Вип. 22. – С. 62 – 69.

11. *Антипова Л.В.* Химический состав, пищевая и биологическая ценность мяса перепелов / Л.В. Антипова, А.В. Макаров // *Мясная индустрия.* – 2007. – № 1. – С 55-57.

12. *Бессарабов Б.Ф.* Птицеводство и технология производства яиц и мяса птиц / Бессарабов Б.Ф., Бондарев Э.И., Столляр Т.А. — СПб, «Лань», 2005. – 352 с.

13. *Гоноцкий В.А.* Динамика качественных характеристик мяса птицы при хранении / В.А. Гоноцкий, Л.П. Федина // *Мясная индустрия.* 2004. – № 6. – С. 25-28.

14. *Гоноцкий В.А.* Совершенствуем и создаём новые технологии глубокой переработки мяса птицы / В.А. Гоноцкий // *Птица и птицепродукты.* 2004. – № 6. – С. 24-27.

15. *Ковалёв И.И.* Органолептическая оценка готовой пищи. – М.: Экономика, 1968. – 117 с.

16. *Юхневич К.П.* Сборник рецептов мясных изделий и колбас. // *К.П. Юхневич, А.В. Галянский.* – С.-Петербург, 1987. – 322 с.

## **РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ САРДЕЛЕК С ЗАМЕНОЙ МЯСА КУРИЦЫ НА МЯСО ПЕРЕПЕЛА**

Гринёва Д.В.

*Аннотация* - Перепеловодство достаточно быстро развивается, поэтому актуальным является изучение качеств мяса перепела и возможностей его переработки. Разработка новых продуктов с использованием мяса перепела и исследования их органолептических свойств являются целью данной работы. Дальнейшие исследования будут направлены на разработку новых рецептур, технологий мясных продуктов из мяса перепела.

## **DEVELOPMENT OF THE FORMULATION OF SAUSAGES TO REPLACE CHICKEN MEAT FOR QUAIL MEAT**

D. Hrynova

### *Summary*

Growing quail quickly is evolving, so the studying of quail meat quality and capacity of its processing is important. Development of new products using quail meat and study their sensory properties is the goal of this work. Further research will focus on developing new formulations and technology of meat products from the meat of quail.

**УДК 542.816****РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ ДЛЯ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ПРОЦЕСУ  
УЛЬТРАФІЛЬТРАЦІЙНОГО КОНЦЕНТРУВАННЯ РІДКИХ  
ВИСОКОМОЛЕКУЛЯРНИХ ПОЛІДИСПЕРСНИХ СИСТЕМ**

Дейниченко Г. В., д.т.н.,

Мазняк З. О., к.т.н.,

Гузенко В. В., с.н.с.

*Харківський державний університет харчування та торгівлі*

Тел. (057) 349-45-56

Удовенко О.О., к.т.н.,

Омельченко О.В., к.т.н.

*Донецький національний університет економіки і торгівлі  
ім. Михайла Туган-Барановського*

**Анотація** – у роботі висвітлено питання щодо технічного оснащення мембранного модуля з метою усунення концентраційної поляризації під час ультрафільтраційного концентрування рідких високомолекулярних полідисперсних систем. Розроблено пристрій для барботування біологічних рідин. Надано опис конструкції розробленого пристрою та принцип його роботи.

**Ключові слова** – процес, мембрана, ультрафільтрація, концентрування, барботування.

*Постановка проблеми.* В останні роки перспективним для переробки молока та рідких високомолекулярних полідисперсних систем (РВПС) є використання мембранних технологій. Тенденція до їх застосування у молочній промисловості пояснюється рядом факторів: низькі витрати електроенергії на проведення процесу, високий ступінь очищення та знезараження сировини з можливістю розділення їх на фракції, які містять усі компоненти та воду, що дозволяє отримати нові продукти різного функціонального призначення. Крім того, установки з мембранними модулями можна монтувати локально, не допускаючи змішування біологічних рідин молочного походження із загальним стоком підприємства, що значно знизить їх об'єм та дозволить вилучити цінні компоненти, які можуть використовуватися у виробництві [1].

При мембранному розділенні РВПС основною причиною, яка знижує продуктивність напівпроникної мембрани і ефективність

процесу в цілому, є концентраційна поляризація високомолекулярних речовин на поверхні мембрани. Для запобігання утворення поляризаційного шару необхідно передбачити в конструкції майбутнього мембранного модуля пристрій, який турбулізує потік полідисперсної системи, що розділяється [2].

*Аналіз останніх досліджень.* Мембранні процеси обробки (зокрема ультрафільтрація) РВПС відносяться до найбільш передових технологій сучасності. Висока ефективність використання ультрафільтрації у різних промислових технологіях, а також екологічність сприяли стрімкому зростанню в останні десятиріччя наукових та прикладних досліджень [3].

Поряд з цим, широкому впровадженню процесу ультрафільтраційного (УФ) концентрування перешкоджає зниження проникності мембран у процесі розділення РВПС, основною причиною чого називають утворення шару осаду на поверхні мембрани – тобто концентраційну поляризацію [4].

На сьогодні єдиної думки щодо способів ефективного впливу на інтенсивність прояву концентраційної поляризації немає. Багато авторів сходяться на думці, що найбільш перспективним напрямком її усунення є визначення гідродинамічних умов проведення баромембранного процесу, що сприяють зниженню інтенсивності формування шару концентраційної поляризації і, як наслідок, – зменшенню забрудненості мембранної поверхні частинками дисперсної фази [5].

*Постановка завдання.* Метою статті є розробка нового пристрою для забезпечення інтенсифікації процесу УФ-концентрування рідких високомолекулярних полідисперсних систем.

*Основна частина.* Серед способів активного впливу на процес формування шару концентраційної поляризації під час УФ-концентрування РВПС можна виділити механічні, фізичні та хімічні.

З усіх відомих способів активного впливу на процес формування шару концентраційної поляризації найбільш прийнятним з точки зору збереження нативних властивостей компонентів РВПС, що розділяються, є механічні способи. Незважаючи на наявну в літературі значну кількість способів та пристроїв механічного запобігання утворення поляризаційного шару на поверхні мембран, їх потенційні можливості далеко не вичерпані. Зокрема, перспективним представляється застосування процесу барботування потоку системи, що розділяється, з метою його додаткової турбулізації. Тому в науково-дослідній лабораторії «Нанотехнології харчових продуктів» Харківського державного університету харчування та торгівлі було

розроблено конструкцію пристрою для барботування біологічних рідин, який запобігає утворенню гель-шару на поверхні мембрани [6].

Основними недоліками існуючих барботерів є нерівномірність розповсюдження повітря у біологічних рідинах у процесі барботування та низька ефективність перемішування сировини внаслідок цього [7].

Так, існує пристрій для барботування біологічних рідин, що складається з корпусу круглої форми, гумової або керамічної перфорованої мембрани, каналу уводу повітря та ущільнюючої кришки. Повітря подається знизу таким чином, щоб наповнити щілину між корпусом та гумовою перфорованою мембраною. Розподіл повітря здійснюється в один бік [8].

Основним недоліком цього пристрою-прототипу є низька рівномірність розповсюдження повітря по всьому об'єму біологічної рідини.

Для забезпечення можливості проведення УФ-концентрування РВПС у режимі барботування була розроблена конструкція пристрою для барботування РВПС (барботера), що забезпечує імпульсну подачу газу всередину поділюваної рідкої системи. В основу даної розробки покладена задача удосконалення процесу інтенсифікації руху потоків біологічних рідин стислим повітрям або іншим газом з метою їх турбулізації [9].

Поставлена задача вирішується наступним чином. Розроблений пристрій виконано у вигляді тора і має дві поверхні, що поширюють всередині РВПС стиснене повітря або інертний газ. Сутність розробленої конструкції барботера у вигляді схематичного поздовжнього розрізу наведена на рис. 1.

Пристрій для барботування біологічних рідин складається з корпусу 1, силіконової дрібноперфорованої мембрани 2, патрубка для підведення стисненого газу або повітря 3, дроселюючого (розподільного) сопла 4, на якому розміщені патрубки нагнітання стисненого повітря (ребра жорсткості) 6, і кріплення (зачепа) 5. Така конструкція пристрою забезпечує герметичність і міцність кріплення пористої мембрани.

Робота пристрою для барботування біологічних рідин полягає у наступному. Повітря або інертний газ від зовнішнього джерела під тиском подається через патрубок 3 в дроселююче сопло 4, яке рівномірно вприскує крізь патрубки ребер жорсткості 6 стиснене повітря або інертний газ перед гумовою дрібноперфорованою мембраною 1. Повітря або інертний газ під тиском продавлюється через пори оболонки і потрапляє у біологічну рідину у формі дрібних бульбашок, які рівномірно розподіляються по всьому об'єму завдяки наявності двох поверхонь, що поширюють стиснений газ. Форма тора



дозволяє запобігти утворенню так званих мертвих зон у розглянутому пристрої.

Таким чином, розроблений пристрій для барботування біологічних рідин дозволяє рівномірно розподіляти стиснене повітря або інертний газ за всім об'ємом біологічної рідини без утворення «мертвих» зон і, як наслідок цього, інтенсифікувати процес турбулізації РВПС за їх ультрафільтраційного розділення.

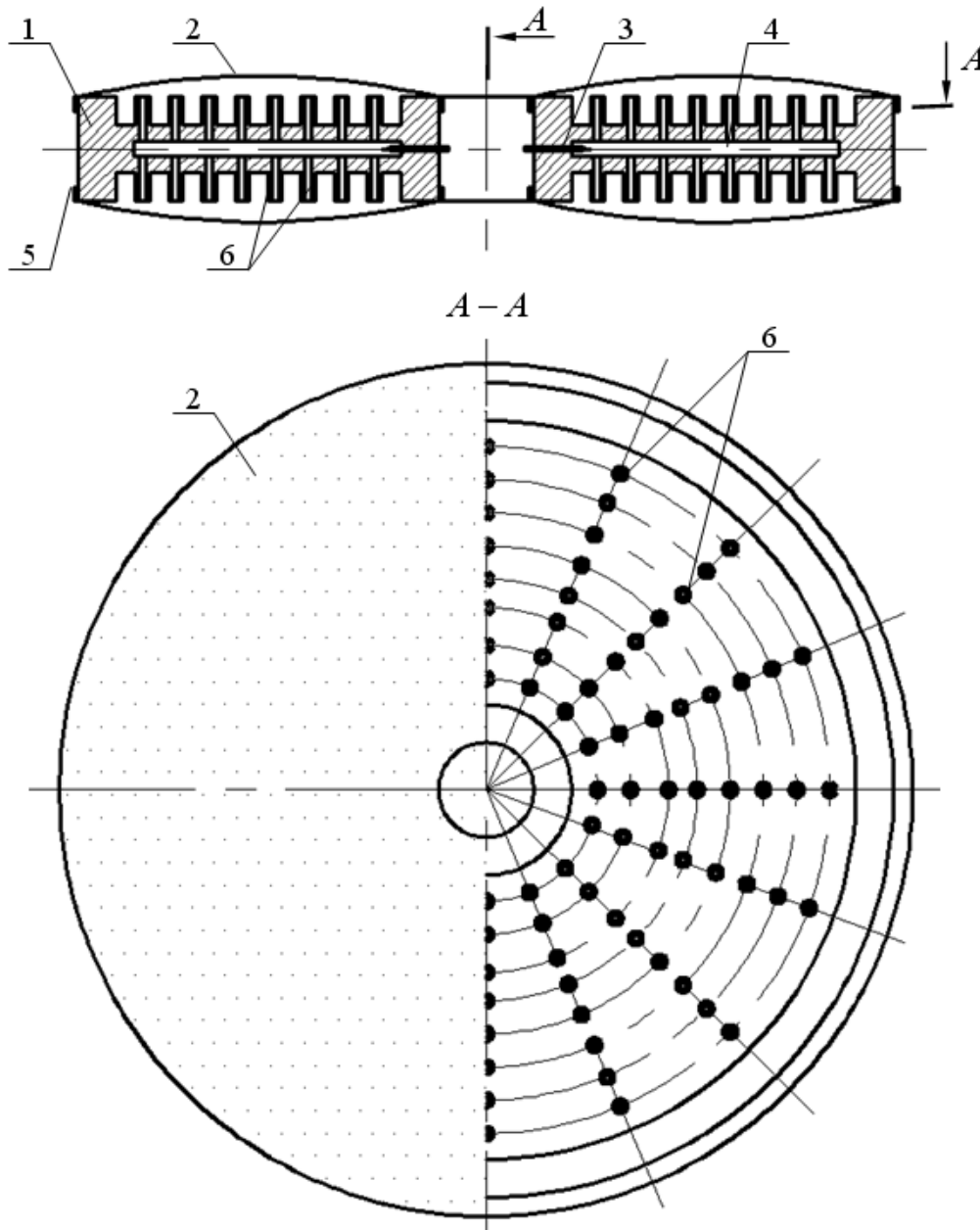


Рис. 1. Пристрій для барботування біологічних рідин: 1 – корпус; 2 – силіконова дрібноперфорована мембрана; 3 – патрубок підведення стисненого газу; 4 – дроселююче (розподільне) сопло; 5 – кріплення 6 – патрубки нагнітання стисненого повітря (ребра жорсткості).

*Висновки.* У процесі дослідження способів та існуючого обладнання для запобігання утворенню концентраційної поляризації на поверхні УФ-мембрани запропоновано пристрій для барботування біологічних рідин, який може бути успішно використаний у харчовій, фармацевтичній та мікробіологічній промисловості в процесі ультрафільтраційного концентрування рідких високомолекулярних полідисперсних систем, а також може використовуватися для водо підготовки та доочищення стічних вод різного походження.

Література:

1. *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.

2. *Киричук І.І.* Очищення біологічних рідин молочного походження нанофільтрацією та зворотнім осмосом : дис. ... кандидата техн. наук : 05.18.12 [Текст] / Киричук Іванна Ігорівна. – К., 2015. – 137 с.

3. *Мазняк З.О.* Досліджування процесу ультрафільтраційного концентрування сколотин та його апаратурне оформлення : дис. ... кандидата техн. наук : 05.18.12 [Текст] / Мазняк Захар Олександрович. – Х., 2003. – 660 с.

4. *Мирончук В.Г.* Мембранні процеси в технології комплексної переробки сироватки [Текст] / В.Г. Мирончук, Ю.Г. Змієвський. – К : НУХТ, 2013. – 153 с.

5. *Свитцов А.А., Одинцов Р.А.* Снижение влияния концентратной поляризации с помощью турбулизирующих элементов, выполненных в виде дисковых мешалок [Текст] / А.А.Свитцов // Крит. Технологии. Мембраны – 2001-№ 13 – с. 33-36.

6. *Дейниченко Г.В.* Пристрій для барботування біологічних рідин під час їх мембранної обробки [Текст] / Г.В. Дейниченко, З.О. Мазняк, О.В. Гафуров // Стратегічні напрями розвитку підприємств харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі : Міжнар. наук.-практ. конф. присвяч. 40-річчю Харк. держ. ун-т харч. та торг., 17 жовтня 2007 р. : тези доп. – У 2 ч. – Харків : ХДУХТ, 2007. – Ч. 1. – С. 219–220.

7. *Гулий І.С.* Обладнання підприємств переробної та харчової промисловості [Текст] / І.С. Гулий, М.М. Пушанко, Л.О. Орлов та ін. – Вінниця: Нова книга, 2001. – 643 с.

8. Проспекти фірми «ІТТ FLYGHT АВ», Швейцарія.

9. Пат. 42722 Україна, МПК C02F9/08, B01D21/28 Пристрій для барботування біологічних рідин [Текст] / Дейниченко Г.В., Мазняк З.О., Гафуров О.В.; заявник та патентовласник Харк. держ. ун-

г харчув. та торгівлі. – № 200707852; заявл. 12.07.07; опубл. 27.07.09, Бюл. № 14.

**РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ  
ПРОЦЕССА УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИОННОГО  
КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ЖИДКИХ  
ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ ПОЛИДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ**

Дейниченко Г.В., Мазняк З.А., Гузенко В.В., Удовенко О.А.,  
Омельченко А.В.

*Аннотация* – в работе освещены вопросы относительно технического оснащения мембранного модуля с целью устранения концентрационной поляризации во время ультрафильтрационного концентрирования жидких высокомолекулярных систем. Разработано устройство для барботирования биологических жидкостей. Приведено описание конструкции разработанного устройства и принцип его работы.

**DEVELOPMENT EQUIPMENT FOR INTENSIFICATION OF THE  
PROCESS OF ULTRAFILTRATION CONCENTRATION OF  
LIQUID HIGHLY MOLECULAR POLY-DISPERSED SYSTEMS**

G. Deynichenko, Z. Maznyak, V. Guzenko, O. Udovenko, O. Omelchenko

*Summary*

This work is devoted to the question about technical equipment of the membrane module to eliminate the concentration polarization during the ultrafiltration concentration of liquid highly molecular poly-dispersed systems. The equipment for bubbling biological liquid is elaborated. The device of the construction of the elaborated equipment and its operating principle is described.

УДК 641.824:633.8

## УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ПЕЛЬМЕНІВ З ВИКОРИСТАННЯМ РОСЛИННИХ БІЛКІВ

Губаль Л.М., магістрант, \*

Камсуліна Н.В., к.т.н.

*Харківський державний університет харчування та торгівлі*

Тел.(0573)49-45-90

**Анотація** – у статті наведено результати аналітичних та практичних досліджень функціонально-технологічних властивостей білків соняшника. Розроблено рекомендації з практичного застосування білка соняшникового насіння, який отримують шляхом гідратації знежиреного білка соняшникового насіння, з наступним додаванням його до рецептури в технологіях посічених напівфабрикатів утістовій оболонці.

**Ключові слова** - рослинні білки, функціонально-технологічні властивості, фарш, теплова обробка, пельмені.

*Постановка проблеми.* Основним завданням державної політики в області здорового харчування населення України є створення продуктів, призначених для широкого кола споживачів, що володіють трьома основними властивостями: харчовою цінністю, смаковими якостями і фізіологічним впливом функціональних продуктів.

У сучасних умовах розвиток м'ясної харчової індустрії спонукає до удосконалення та впровадження інноваційних технологій з використанням нетрадиційних видів сировини. Високу популярність серед населення України мають м'ясні посічені напівфабрикати. Підприємства харчової промисловості та заклади ресторанного господарства постійно розширюють асортимент своєї продукції.

Одним із перспективних напрямків розширення асортименту м'ясних виробів є використання харчових інгредієнтів, які дають можливість отримати вироби спеціального призначення. Це є розробка нових технологій з використанням структуроутворювачів, які володіють низкою цінних властивостей.

Аналіз маркетингових досліджень вподобань населення України в сегменті ринку м'ясних напівфабрикатів показав, що найбільш перспективним є ринок м'ясних напівфабрикатів у тістовій оболонці, а, саме, пельменів.

---

© Губаль Л.М., магістрант, Камсуліна М.В., к.т.н., доцент

\* Науковий керівник – к.т.н., доцент Камсуліна М.В.

Удосконалення технології виробництва пельменів може відбуватися двома шляхами:

- 1) удосконалення технології виробництва тістової оболонки;
- 2) удосконалення технології виробництва фаршу.

Серед харчових чинників, що мають особливе значення для здоров'я людини, найважливіша роль належить білкам тваринного та рослинного походження. Нині в світі спостерігається дефіцит білка, і в найближчі десятиріччя ця тенденція, мабуть, збережеться. Загальний дефіцит білка на планеті складає 10...25 млн. тонн на рік. Із 6 мільярдів людей, що живуть на планеті, приблизно половина страждає від його нестачі.

Оскільки в раціоні населення України відбулися негативні зміни, які пов'язані зі скороченням переважної більшості продуктів, зокрема, м'ясних, то це призвело до розвитку дефіциту незамінних нутрієнтів – білків, вітамінів, мінеральних речовин, поліненасичених жирних кислот. Згідно з даними, що корелюють з поширенням відповідних захворювань, та за оцінками експертів, дефіцит харчового білка в Україні складає близько 30...40%, вітамінів 40...60%.

Особливу увагу приділяють проблемі пошуку білка, який би позитивно впливав на органолептичні показники їжі: вигляд, колір, смак і текстуру та добре засвоювався. Основні види рослинних білків виробляють із зерна гороху, кукурудзи, пшениці, сої, а також картоплі. Головна відмінність полягає у кількості білка, змісту незамінних амінокислот, а також функціональних властивостей. Нестача харчового білка не тільки економічна, а й соціальна проблема.

Технологічно цю проблему можна вирішити шляхом додавання до рецептури нових функціональних компонентів. Аналіз літературних джерел показує, що на сьогодні особливо ефективними є технологічні процеси виробництва м'ясних продуктів, до складу яких входять багатокomпонентні емульсії, суспензії, структуровані композиції із використанням вторинної білкововмісної сировини [4].

Серед світових виробників Україна посідає третє місце за валовим збором насіння соняшнику, який є традиційною олійною культурою та стратегічною сировиною України. Останнім часом спостерігається збільшення валового збору соняшнику, яке відбулося за рахунок розширення посівних площ та підвищення врожайності майже на 30%. За даними протягом 2006...2014рр. в Україні було вироблено 5,32...6,77 млн. тон соняшнику.

Станом на 2015 р. до реєстру сортів соняшнику включено біля 300 зразків, що розрізняються за різними ознаками. В Україні культивують багато сортів і гібридів соняшнику. Соняшник, що використовується як промислова сировина, підрозділяють на декілька

типів. За призначенням виділяють кондитерський та олійний тип соняшнику. Крім цих товарів, окремо виділяють гібридний соняшник.

Ядро соняшника - це створений природою осередок для зберігання рослинного масла і легкозасвоюваного рослинного білка. Традиційна переробка соняшнику на олію і кормовий шрот реалізовує спрощену технологію пресування насіння разом з лушпинням. Шрот містить виключно цінні для харчування людини складові (насамперед рослинний легкозасвоюваний білок).

Білки ядра соняшникового насіння всі незамінні амінокислоти, яких міститься у 100 г ядра більше, ніж у коров'ячому молоці дані наведені в таблиці 1.3. За вмістом незамінних амінокислот білок соняшника перевищує насіння багатьох сільськогосподарських культур.

Тому, безпосереднє використання у харчуванні натурального ядра дозволяє поряд з маслом і білком споживати біологічно активні сполуки. Навіть у порівнянні з іншими цінними продуктами, такими, як різні види горіхів і насіння, ядро соняшника відрізняється підвищеним вмістом деяких ключових нутрієнтів - фолієвої кислоти, вітаміну Е, селену.

З урахуванням вищенаведених матеріалів можна зробити висновок про доцільність використання білків із насіння соняшника для збагачення харчових продуктів білками. Особливо важливо це для збалансування білкового складу м'ясних фаршевих продуктів.

*Аналіз останніх досліджень і публікацій.* Для подальших досліджень ми використовували знежирений білок ядра соняшникового насіння (ЗБЯСН). Враховуючи багатий хімічний склад ЗБЯСН, його високу поживну цінність та відсутність досліджень з приводу використання його у складі м'ясних виробів набувають актуальності пошуки напрямків використання ЗБЯСН для збагачення складу м'ясних виробів. Оскільки в багатьох випадках метою використання рослинної сировини в технології виробництва швидкозаморожених посічених напівфабрикатів є підвищення їх поживної цінності, регулювання амінокислотного складу, скорочення витрат м'ясної сировини, регулювання реологічних показників, розширення асортименту, надання готовій продукції профілактичних та функціональних властивостей, а також збільшення продукції з новими споживчими властивостями та доступною ціною.

Дослідженням особливостей удосконалення технології виробництва посічених напівфабрикатів у тістовій оболонці присвячені праці Вайтаніса М.О., Іуніхіна В.С., Назарчука Т.М., Пешука Л.В, Топчій О.А., але всі ці дослідження не стосувалися удосконалення рецептурного складу м'ясних посічених виробів

шляхом додавання до рецептурного складу рослинних білків, а, саме, білків соняшникового насіння.

*Мета статті.* Дослідити функціонально-технологічні властивості ЗБЯСН, технологічні та органолептичні показники пельменів з використанням ЗБЯСН.

*Виклад основного матеріалу досліджень.* На першому етапі наших досліджень було визначено функціонально-технологічні властивості ЗБЯСН, а саме: вологоутримуючу здатність, жирутримуючу та жироемульгуючу здатність. Дослідження проводили з двома зразками знежиреного білка насіння соняшнику (ЗБЯСН). Зразок №1 мав масову частку вологи - 9,3 %, масову частку сирого жиру – 2,6 %. Зразок № 2 мав масову частку вологи - 6,6 %, масову частку сирого жиру – 10,1 %.

За результатами досліджень було зроблено висновок, що ЗБЯСН має досить високі функціонально-технологічні властивості. Після аналізу усіх показників нами було рекомендовано для подальшого застосування ЗБЯСН №2, так як він показав найкращі результати.

На другому етапі нами було досліджено вплив на функціонально-технологічні властивості фаршу для пельменів ЗБЯСН (заміна м'ясної сировини на ЗБЯСН склала 10% та 15%). У якості рецептури аналога було використано рецептуру пельменів «Іркутські».

Будо досліджено масову частку сухих речовин і вологозв'язуючу здатність фаршів. За результатами дослідження можна зробити висновок, що не залежно від кількості уведення 10 або 15% ЗБЯСН результати досліджень не відрізняються від контрольного зразка.

Для визначення раціональної концентрації уведення ЗБЯСН до складу пельменів було проведено органолептичну оцінку готової продукції – пельменів, технологічний процес яких передбачає основний спосіб теплової обробки – варення.

Для приготування пельменів в розроблений посічений напівфабрикат додавали компоненти, що передбачені рецептурою згідно збірника рецептур, масу добре перемішували, формували та варили.

При приготуванні пельменів готували тісто на основі напівфабрикату з додаванням рецептурних компонентів, сформовані вироби підвергали варенню.

У ході проведення технологічного процесу провели контролювання технологічних параметрів рецептури на всіх стадіях. Отримані дані представлені в таблиці 1.

Таблиця 1– Технологічні параметри відпрацювання рецептур

Маса сировини, г	Маса виробу до термообробки, г	Маса виробу після термообробки в гарячому стані, г	Маса готового виробу після охолодження, г	Втрати, %	Вихід, %
Контроль	13,6	16,4	16,1	18,4	118
ЗБЯСН №1 (15%)	13,8	16,3	16,1	16	116
ЗБЯСН №2 (20%)	13,6	16,5	16,4	20	120
ЗБЯСН №1(15%)	14	16,3	16,1	15	115
ЗБЯСН №2(20 %)	13,8	16,2	16	16	116

Органолептичною оцінкою було встановлено, що заміна м'ясної сировини на ЗБЯСН у кількості 15% має незначний вплив на якісні показники пельменів.

Досліджувані зразки практично не здобували сторонніх смаку та запаху, колір не змінювався.

Збільшення концентрації ЗБЯСН у напівфабрикаті понад 20% викликало появу характерно вираженого рослинного присмаку та запаху, зразки здобували темнішого кольору.

Консистенція досліджуваних зразків зі збільшенням концентрації ЗБЯСН у напівфабрикаті ставала більш м'якою порівняно з контрольним зразком.

З наведених досліджень можна зробити висновок, що заміна м'ясної сировини у складі пельменів на ЗБЯСН у кількості до 15% не буде мати значного впливу на якісні показники, тому раціональною концентрацією ЗБЯСН у напівфабрикаті було обрано 15%.

Також було досліджено хімічний склад та енергетичну цінність досліджуваних зразків.

Проаналізувавши хімічний склад та енергетичну цінність досліджуваних зразків, можна зробити наступні висновки:

- у досліджуваних зразків підвищився вміст білків, особливо можна відмітити, що змінився якісний склад білкового та жирового складу пельменів у бік поліпшення;



- підвищилася кількість мінеральних речовин, особливо Na, Fe, Ca, K, Mg;
- підвищилася кількість вітамінів, особливо вітаміну E, фолієвої кислоти;
- енергетична цінність підвищилася, але не дуже у великому розмірі.

*Висновки.* У результаті визначення функціонально-технологічних властивостей ЗБЯСН було виявлено, що він володіє хорошою вологоутримувальною здатністю. Результат дослідження показав, що зразок №1 має 27,7 % вологоутримувальної здатності, а зразок №2 має 29%. Було встановлено, що ЗБЯСН володіє жирутримувальною здатністю. Результат досліджень показав, що зразок №1 має жирутримувальну здатність 3,98%, а зразок №2 має 4,48%.

З результатів досліджень можна зробити висновок, що функціонально-технологічні властивості досить хороші.

Наступним кроком було дослідження функціонально-технологічних властивостей впливу ЗБЯСН на фарш. За результатами дослідження можна зробити висновок, що незалежно від кількості уведення 10, 15% ЗБЯСН №1 та ЗБЯСН №2 результати досліджень не відрізняються від контрольного зразка, але, аналізуючи енергетичну цінність досліджуваних зразків і органолептичні показники зразків, ми рекомендуємо ЗБЯСН №2 (10%). Отже, даний ЗБЯСН може бути представлений у складі м'ясних емульсій. Може бути рекомендований для використання у складі пельменів.

#### Література:

1. *Клименко М.М.* Технологія м'яса та м'ясних продуктів //Підручник. / М. М. Клименко [та ін.] ; за ред. М.М. Клименка. – К.:Вища освіта, 2006. – 640 с.
2. *Віннікова Л.Г.* Теорія і практика переробки м'яса / Л.Г. Віннікова. – Ізмаїл : СМІЛ, 2000. – 172 с.
3. *Жаринов А.И.* Короткий курс. Емульговані і грубо подрібнені мясопродукти./ А.И. Жаринов. – Москва, 1994. – 250 с.
4. *Смодлев Н.А.* Функціонально-технологічні властивості білків тваринного походження / Н.А. Смодлев // Мясная индустрия. – 2000. – № 1. – С. 18 – 20.

## **УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПЕЛЬМЕНЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСТИТЕЛЬНЫХ БЕЛКОВ**

Губаль Л. М., Камсулина Н. В.

*Аннотация* – в статье приведены результаты аналитических и практических исследований функционально-технологических свойств белков подсолнечника. Разработаны рекомендации по практическому применению белка семян подсолнечника, который получают путем гидратации обезжиренного белка семян подсолнечника, с последующим добавлением его в рецептуру в технологиях секущихся полуфабрикатов в тестовой оболочке.

## **IMPROVEMENT PRODUCTION TECHNOLOGIES RAVIOLI WITH USE VEGETABLE PROTEIN**

L. Gubal, N. Kamsulina

### *Summary*

The article presents the results of analytical and practical research functional and technological properties of proteins sunflower. The recommendations on the practical application of sunflower seed protein, which is produced by hydration of fat-free protein sunflower seeds, then add it to recipes in technology split semis dough shell.

УДК 637.5.032

## РОЗРОБКА ВИРОБНИЦТВА СИРОКОПЧЕНИХ КОВБАС ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СПРЯМУВАННЯ

Коляновська Л.М., к.т.н.

Вінницький національний аграрний університет

Тел. (0432) 68-01-65

**Анотація** – у роботі доводиться доцільність використання мікроорганізмів з пробіотичними властивостями, які покращують мікробіологічні та органолептичні показники сирокочених ковбас.

**Ключові слова** – технологія, сирокочені ковбаси, стартові культури, нітрит натрію, мікроорганізми, бактерії.

*Постановка проблеми.* Харчування сучасної людини є одним із найважливіших чинників, від якого залежить здоров'я і працездатність, що, врешті-решт, визначає тривалість життя.

Концепція державної політики України передбачає заходи, спрямовані на збереження здоров'я та працездатності населення, подовження тривалості й поліпшення якості життя громадян. На стан оздоровлення людей впливає багато чинників із навколишнього оточення — харчовий раціон, рівень фізичних і нервових навантажень та ін.

Процес кольороутворення у ковбасних виробках та збереження якості засновано на використанні нітриту натрію або калію (E250 та E249), у результаті чого утворюється стійке з'єднання рожево-червоного кольору. Також нітрити мають здатність інгібувати ріст деякої мікрофлори. Мінімальна доза нітриту, яка викликає зниження рівня кисню у крові людей, – 0,05–0,1 мг на 1 кг маси тіла, а тривалість виникаючої при цьому гіпоксії складає від 2–4 годин у здорових та до 4–6 годин у хворих людей.

Враховуючи те, що нітрити та нітрати відносяться до сильнодіючих речовин, за рішенням ВООЗ їхня максимальна добова доза для людини має складати не більш 5 мг на 1 кг маси тіла. На даний час у нашій державі допускається додавання нітриту натрію у варені ковбасні вироби до 750 мг/1 кг фаршу. Залишковий вміст нітриту в готовому виробі не повинен перевищувати 50 мг/кг.

У результаті розпадання амінокислот в організмі людини утворюються первинні та вторинні аміни. Саме вторинні аміни здатні

реагувати з нітритами та виявляються у залишку ковбас, утворюючи нітрозаміни. Нітрозаміни володіють широким спектром токсичної дії на організм людини. У першу чергу токсичність нітрозамінів націлена на печінку та нирки, в результаті чого відбувається порушення їх функцій та некрози. Однак найбільшу небезпеку для організму людини викликають високі мутагенні властивості, а також канцерогенна дія нітрозамінів, які можуть викликати утворення пухлин різних органів.

*Аналіз останніх досліджень.* Аналіз останніх публікацій показав, що проблемі виробництва сировинних ковбас в Україні присвячені праці Пасічного В.Н., Кремезної І.В., Кузнецова Л.С., Гуринович Г.В., Лисина К.В., Потіпаєва Н.Н. та інших [1-5]. Незважаючи на значну кількість праць, активним залишається питання забезпечення населення продуктами харчування, які б знизили токсичне навантаження на організм людини. Нещодавно в закордонних виданнях з'явилися роботи щодо виробництва біоковбас, які не містять нітритів [6-7].

*Формулювання цілей статті (постановка завдання).* Виникає необхідність розробки рецептур ковбасних виробів без нітриту натрія. Тому метою роботи стала розробка технології виробництва сировинних ковбас з використанням фаршмішалки МС8-150 та збагачення при цьому продукту пробіотичними властивостями.

*Основна частина.* Робота виконувалась на Літинському м'ясокомбінаті та на кафедрі харчових технологій та мікробіології Вінницького національного аграрного університету.

У роботі використовували чисті культури мікроорганізмів, які були в наявності колекції кафедри, а також бактеріальні закваски закордонного виробництва згідно інструкції (компанія «CHR Hansen», Данія). У якості сировинних джерел та матеріалів, які використовували відповідно до діючої нормативної документації, для проведення експериментів слугували м'ясо яловичини, свинини та інші рецептурні складові ковбасних виробів, у тому числі і нітрит натрію. Основні характеристики сировини та матеріалів наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Характеристика сировини та матеріалів

Найменування	Характеристика
1	2
Ковбаса сировинна	ТУ 10.64.06
Натрій азотнокислий (нітрит натрію)	ГОСТ 4197-74; СанПіН*
Аскорбінова кислота	СанПіН
Ізоаскорбат натрію	СанПіН

## Продовження таблиці 1

1	2
Сорбінова кислота	СанПіН
Цукор-пісок	ДСТУ 2316-93
Сіль харчова	ДСТУ 3583-97
Перець чорний	ОСТ 18 279-76
Перець духмянний	ОСТ 18 274-76
Кардамон	ОСТ 18 282-76
Горіх мускатний	ОСТ 18 277-76
Часник сушений	ДСТУ 16729-71

\* – санітарні правила і норми по застосуванню харчових добавок, затверджені наказом Міністерства охорони здоров'я України № 222 від 23.07.96.

У роботі використовували фаршмішалку МС8-150 (рис 1.).

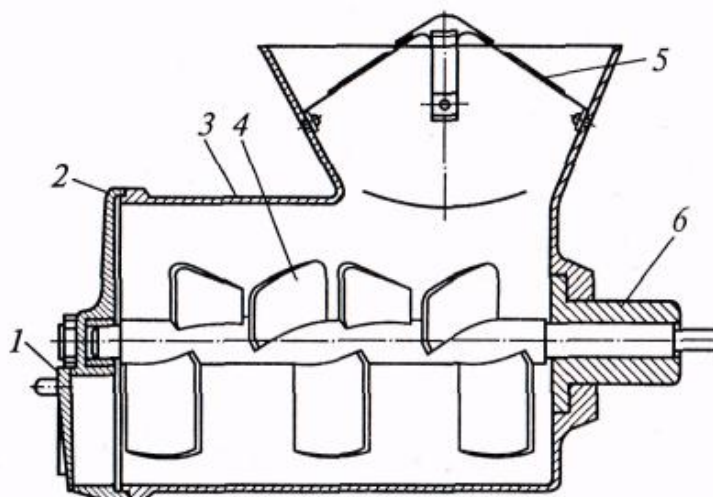


Рис. 1. Фаршмішалка МС8-150: 1 – заслінка; 2 – кришка; 3 – робоча камера; 4 – лопаті; 5 – запобіжна хрестовина; 6 - хвостовик

## Технічна характеристика

Потужність, кг/год	150
Одночасне завантаження, кг	7
Число обертів робочого вала, с <sup>-1</sup>	2,8
Час перемішування фаршу, с	40 - 60
Габарити, мм:	
довжина	450
ширина	300
висота	550
Маса, кг	35

Подрібнену яловичину, баранину і нежирну свинину перемішували в мішалці протягом 5-7 хв. з додаванням прянощів, часнику і нітриту натрію або нізину. Потім послідовно додавали в мішалку напівжирну та жирну свинину, грудинку, шпик і продовжували перемішувати 3 хв. Нітрит натрію застосовували у кількості 10 г у вигляді 5% розчину, рівномірно розподіляючи його в 100 кг фаршу. Рекомендована норма внесення нізину 0,2 г на 100 кг фаршу. Вноситься у вигляді водного розчину перед перемішуванням фаршу.

До фаршу також вносили культури *Lactobacillus sakei*, *Staphylococcus xylosus*, *Leuconostoc carnosum* у співвідношенні 1:1:1 враховували те, що масова частка нізину, знижена до 0,2 г на 100 кг фаршу, не вплине на життєдіяльність мікроорганізмів. Препарат низин (E234) входить до списку харчових добавок, що дозволені для використання у харчовій промисловості в Україні, який затверджений Постановою №12 КМУ від 04.01.1999р.. Препарат добре зарекомендував себе на українському ринку, він має високу якість, що підтверджується сертифікатом Укрметртестстандарта, висновком МОЗ України, відсутні ГМО (протокол випробувань Інст. екотокс.). Рекомендована норма внесення 0,2г на 100 кг фаршу. Вноситься у вигляді водного розчину перед перемішуванням фаршу. Це зумовило підсилення дії обраних бактеріальних культур, шляхом цілеспрямованого їх використання у необхідній кількості. В подальшому ми приступили до розрахунку компонентів для виробництва сиркопчених ковбас на Літинському м'ясокомбінаті (табл. 2).

Таблиця 2 – Рецептuru приготування фаршу при виробництві запропонованої сиркопченої ковбаси «Особлива»

Найменування рецептурного компоненту	Кількість сировини кг на 1 т	
	Московська сиркопчена ДСТУ (контроль)	Запропонована сиркопчена «Особлива» (дослід)
1	2	3
Яловичина 1 гатунку	400	400
Свинина н/ж	600	600
Сіль харчова	35	35
Нітрит натрію	0,10	-
Цукор-пісок	3,00	3,00
Перець чорний	1,00	1,00
Горіх мускатний	0,5	0,5

Продовження таблиці 2

1	2	3
Часник	2,00	2,00
Консорціум молочнокислих бактерій	-	0,75
Препарат Нізин	-	0,2
Вихід 60 %		

У розробках німецької фірми «Gewurz Muhle Nesse» йдеться про те, що інтенсивність кольору ковбасних виробів забезпечується впливом консорціума молочнокислих бактерій. Так, найкраще себе проявляють консорціум молочнокислих бактерій: *Lactobacillus sakei*, *Staphylococcus xylosum*, *Leuconostoc carnosum* у співвідношенні 1:1:1.

Однак, відомо, що пробіотичні штами чутливі до солі, тому використання їх у м'ясних продуктах має обмеження, особливо це стосується сирокочених ковбас, масова частка кухонної солі в яких становить 5...6 %. Для з'ясування цього питання нами були проведені дослідження чутливості пробіотичних біфідобактерій до солі. Результати дослідження солестійкості молочнокислих бактерій консорціума наведені в табл. 3.

Таблиця 3 – Солестійкість молочнокислих бактерій консорціума (n = 3, P ≥ 95)

Штам	Концентрація солі, %							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Lactobacillus sakei</i>	+	+	+	+	+	+	±	-
<i>Staphylococcus xylosum</i>	+	+	+	+	+	+	±	-
<i>Leuconostoc carnosum</i>	+	+	+	+	+	±	-	-

Примітка: «+» – добрий ріст; «±» – слабкий ріст; «-» – відсутність росту.

Проведені дослідження по солестійкості показали, що обрані пробіотичні біфідобактерії достатньо стійкі та задовольняють технологічні вимоги.

**Висновки.** При розробці технології сирокочених ковбас було замінено нітрит натрію на препарат нізин, що синтезується штамми молочнокислих бактерій *Streptococcus lactis i* використовується для попередження бактеріального псування продуктів. Досліджено та встановлено, що обрані пробіотичні біфідобактерії достатньо солестійкі та задовольняють технологічні вимоги. Наразі проводяться досліди із особливостей росту обраних культур; динаміки змін рівня рН фаршу; динаміки накопичення молочної кислоти; динаміки зміни

вмісту вологи; динаміки зміни водозв'язуючої здатності; динаміки накопичення ЛЖК.

Література:

1. *Пасичный В.Н.* Проблемы цветообразования комбинированных мясopодуктов и пути их решения / В.Н. Пасичный, И.В. Кремешная // Мяcное дело. — 2006. — № 3. — С.16 – 19.
2. *Кузнецова Л.С.* Перспективность использования пищевого консерванта в колбасном производстве // Мяcная индустрия. — 2001. — № 2. — С. 35 – 38.
3. *Гуринович Г.В.* Препарат для продления срока годности мясных полуфабрикатов / Г.В. Гуринович, К.В. Лисин, Н.Н. Потипаева // Мяcная индустрия. — 2005. — № 2. — С. 31 – 33.
4. *Елена Черняк.* Пищевые добавки «Мифы и реальность» // Мир продуктов. — 2004. — № 4. — С. 30 – 31.
5. *Кузнецова Л.С.* Перспективность использования пищевого консерванта в колбасном производстве // Мяcная индустрия. — 2001. — № 2. — С. 35 – 38.
6. Hamm Ulrich. Verbraucherakzeptanz von Öko-Fleischwaren ohne Nitritpökelsalz / Ulrich Hamm // Fleischwirtschaft. – 2007. – № 11. – P. 126–130.
7. Dogruer, Y. Effect of using sodium and potassium nitrate on degrading and residue level of nitrate and nitrite contents of pastirma during the storage period / Y. Dogruer, A. Guner // Acta alim. – 2005. – № 2. – P. 141–144.

## **РАЗРАБОТКА ПРОИЗВОДСТВА СЫРОКОПЧЕНЫХ КОЛБАС ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАПРАВЛЕНИЯ**

Коляновская Л.Н.

**Аннотация** – в работе приводится целесообразность использования микроорганизмов с пробиотическими свойствами, которые улучшают микробиологические и органолептические показатели сырокопченых колбас.

## **DEVELOPMENT PRODUCTION OF RAW SAUSAGES FUNCTIONAL ORIENTATION**

L. Kolyanovskaya

### **Summary**

The paper proves the feasibility of using microorganisms providing meat products characteristics that improve the microbiological and organoleptic characteristics of the finished product.



УДК 664.8.038:678.048[635.64]

## **ВПЛИВ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИМИ РЕЧОВИНАМИ НА ІНТЕНСИВНІСТЬ ДИХАННЯ ТОМАТІВ ВПРОДОВЖ ЗБЕРІГАННЯ**

Прісс О. П., к.с-г.н.,

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел.: +38 (050) 322-94-50

Бандуренко Г. М., к.т.н.

*Національний університет харчових технологій*

Тел.: +38 (067) 500-35-89

**Анотація** – досліджено вплив теплової обробки біологічно активними речовинами бактерицидно антиоксидантної дії на інтенсивність та субстрати дихання томатів впродовж зберігання. Встановлено, що сумісний вплив теплової обробки і біологічно активних речовин дозволяє відсунути настання клімактеричного підйому дихання томатів на 15 діб та знизити його рівень на 8...9% відносно контрольних варіантів, що дозволяє сповільнити темпи витрачання сухих речовин, розчинних сахаридів і титрованих кислот.

**Ключові слова** – томати, зберігання, тепла обробка біологічно активними речовинами, інтенсивність дихання.

*Постановка проблеми.* Плодоовочева продукція є одним з основних компонентів здорового харчування. Фрукти і, особливо, овочі є хорошим джерелом простих і складних вуглеводів, окремих мінералів, вітамінів та інших біологічно активних речовин, які є ефективними поглиначами радикалів і окислювачів. Науково доведено, що дієти на рослинній основі захищають від кардіоваскулярних, нейродегенеративних, ракових захворювань [1, 2]. Серед усіх груп овочів томати вирізняються стабільним споживчим попитом і високою харчовою цінністю [3]. У структурі обсягів виробництва овочів України томати займають 20 %, причому в Степовій зоні рівень виробництва томатів досягає 40 % [4]. Томати містять цукри, органічні кислоти, полісахариди, білки, ліпіди, відсоткове співвідношення яких залежить від селекційно-генетичних ознак, біотичних і абіотичних факторів. Однак, впродовж зберігання внаслідок дихання та інших метаболічних процесів запас поживних речовин швидко виснажується. Тож впродовж зберігання існує

необхідність обмежувати респіраторний метаболізм з метою збереження поживних речовин та якості продукції.

*Аналіз останніх досліджень.* Томати є беззаперечно клімактеричними овочами [5]. Найбільш ефективно подовжити термін зберігання томатів та стабілізувати зниження харчової цінності можна лише відсуванням клімактеричного підйому дихання та зниженням його амплітуди. Для скорочення дихальної активності розроблено цілий ряд заходів: зниження температури зберігання, попередні теплові обробки, застосування інгібіторів етилену та інших біологічно активних речовин [6, 7, 8]. Ефективність синергетичного впливу при поєднанні фізичних і хімічних методів продемонстрована на гарбузових овочах [9, 10]. Застосування такого підходу для зберігання томатів не досліджувалось. Тож дослідження респіраторного метаболізму впродовж зберігання томатів допоможе визначити ефективність комбінування післязбиральних обробок для збереження якості продукції, що і зумовлює актуальність досліджень у цьому напрямку.

*Формулювання цілей статті (постановка завдання).* Мета досліджень полягала у виявленні впливу теплової обробки розчинами біологічно активних речовин на інтенсивність дихання та використання дихальних субстратів у плодах томатів.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- простежити динаміку виділення вуглекислого газу, сухих речовин, сухих розчинних речовин, розчинних сахаридів та титрованих кислот впродовж зберігання томатів;
- встановити кореляційні зв'язки між інтенсивністю продукування CO<sub>2</sub> та субстратами дихання впродовж зберігання томатів.

*Основна частина.* Дослідження проводили на базі кафедри технології переробки та зберігання продукції сільського господарства Таврійського державного агротехнологічного університету, м. Мелітополь. У дослідженнях використовували томати сортів Новачок і Рио Гранде Оригінал (далі Рио Гранде), вирощені в агропідприємствах Мелітопольського району Запорізької області. Використовували комплексні антиоксидантні препарати на основі іонолу (І), лецитину (Л) та водного екстракту кореня хрону (Хр): Хр+І+Л [11].

Для зберігання томати відбирали з плодоніжкою, червоного ступеня стиглості. Перед закладанням на зберігання плоди томатів занурювали в розчини антиоксидантів з температурою 45 °С на 15 хв. Після висихання плоди вкладали в ящики, вистелені поліетиленовою плівкою. Температура зберігання томатів 2±1 °С, відносна вологість

повітря  $90\pm 3\%$ . За контроль приймали необроблені плоди та плоди з тепловою обробкою водою.

Інтенсивність дихання (ІД) визначали за кількістю виділеного вуглекислого газу, вмісту сухих речовин (СР) термогравіметричним методом за ДСТУ ISO 751, вміст сухих розчинних речовин (СРР) рефрактометричним методом за ДСТУ ISO 2173, загальний вміст розчинних сахаридів за ДСТУ 4954 феріціанідним способом, масову концентрацію титрованих кислот за ДСТУ 4957 з перерахунком на лимонну кислоту.

Інтенсивність дихання томатів сильно залежить від сорту, ступеня стиглості та температури зберігання [12]. За нашими дослідженнями, ІД томатів перед закладанням на зберігання у середньому становила близько  $10 \text{ мг CO}_2/\text{кг}\times\text{год}$ . Як видно з рис. 1, під час зберігання томатів спостерігались піки дихальної активності.

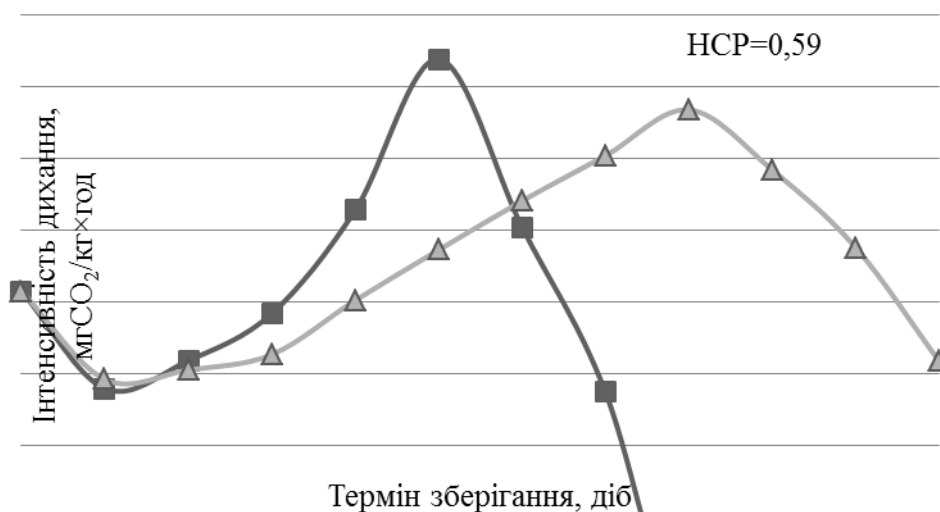


Рис. 1. Динаміка інтенсивності дихання томатів, середнє за 2008-2010: —■— — контроль; —▲— — теплова обробка Хр+І+Л.

Динаміка інтенсивності виділення  $\text{CO}_2$  аналогічна в обох сортах томатів. Після закладання на зберігання інтенсивність дихальних процесів сповільнюється, як реакція на охолодження. Від 5 доби зберігання контрольні плоди демонструють стрімке зростання ІД. Дихальний клімактерикс досягається на 20 добу зберігання, а потім відбувається згасання дихальної активності та домінують процеси перезрівання, про що свідчить погіршення товарної якості томатів.

Томати з попередньою тепловою обробкою демонструють типовий клімактеричний підйом дихання [13]. Обробка плодів антиоксидантами дозволяє не тільки віддалити настання дихального клімактериксу на 15 днів, але й знизити його рівень на 8...9 % відносно контрольних варіантів. Пригнічення ІД у дослідних томатах

викликане біохімічними та фізичними відгуками на теплову обробку антиоксидантами. Антиоксиданти сповільнюють поглинання кисню мітохондріями та інгібують потік електронів в цитохромному шляху дихання, що призводить до зменшення кількості виділеного  $\text{CO}_2$  [14]. Фізичний ефект використаних композицій полягає у тому, що покриття, утворене на поверхні плодів, сповільнює газообмінні процеси. Обмеження надходження кисню до плоду гальмує утворення етилену в плодах томата, оскільки етиленутворюючий фермент є виключно киснезалежним [15, с.121], що і знижує пік дихання.

Вміст сухих речовин у помідорах досліджуваних сортів, у середньому, становить 5,75 %, а коефіцієнт варіації знаходиться у межах 3%. Процеси післязбирального метаболізму зумовлюють стабільне зниження кількості СР та СРР під час зберігання томатів (рис. 2).

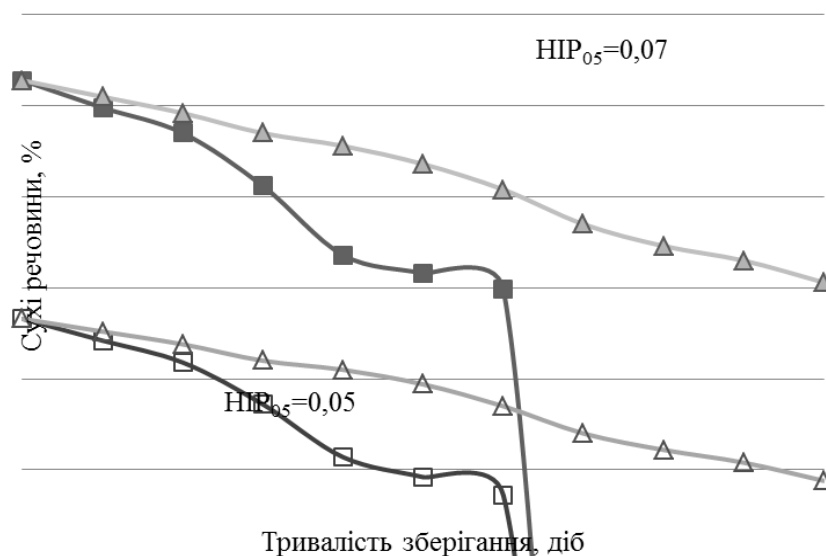


Рис. 2. Динаміка кількості сухих речовин під час зберігання томатів (середнє 2008-2010): —■— — СР контроль; —▲— — СР тепла обробка Хр+І+Л. —□— — СРР контроль; —△— — СРР тепла обробка Хр+І+Л.

За 30 днів зберігання вміст СР у контрольних плодах сорту Рио Гранде, в середньому, скорочується на 20 % по відношенню до початкового значення. Темпи витрат СР у сорту Новачок інтенсивніші: за 30 днів зберігання зниження концентрації СР становить 27 %.

Характер впливу теплової обробки антиоксидантними композиціями подібний для обох сортів і виявляється у сповільненні деградації СР і СРР. Достовірне гальмування розпаду СР помічено на 10 добу зберігання томатів сорту Новачок та на 20 добу сорту Рио

Гранде. Кращий ефект від обробки зафіксовано саме для Новачка (сорту з прискореним відносно Рио Гранде метаболізмом), що підтверджує вищу дієвість екзогенних антиоксидантів, там де є більша необхідність. Через 30 діб зберігання кількість СР в оброблених помідорах сорту Новачок вища на 20 %, а в Рио Гранде на 13 % порівняно з контрольними плодами, що дозволяє зберегти практично однакову кількість СР у помідорах з різною активністю метаболічних процесів. Така ж тенденція спостерігається у впливі обробки на рівень СРР помідорів.

За довшого на 20 діб терміну зберігання оброблені помідори обох сортів містили на 2...5 % більше СР, ніж контрольні на кінець зберігання.

За рахунок використання цукрів для підтримання нормального гомеостазу їх кількість впродовж зберігання поступово знижується. Помідори червоної стадії стиглості після охолодження втрачають здатність накопичувати леткі ароматичні сполуки та розчинні сахариди [16]. Це підтверджують і отримані результати (рис. 3).

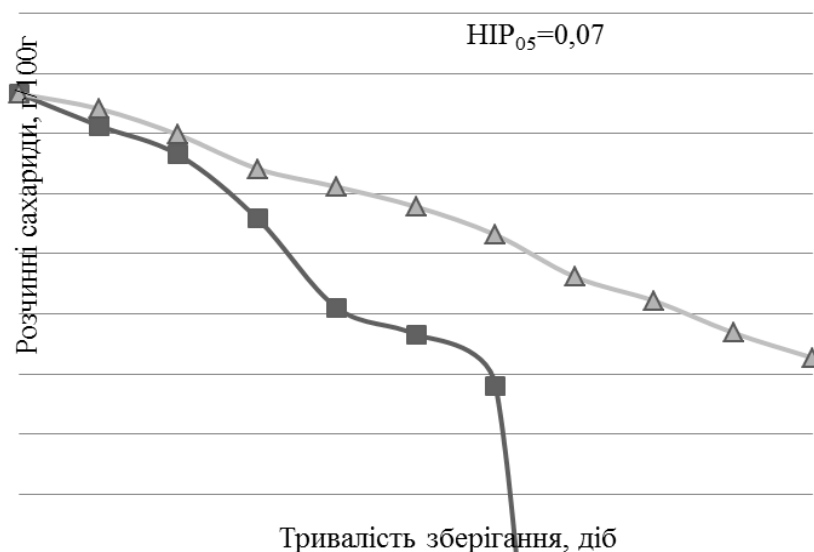


Рис. 3. Динаміка кількості цукрів у помідорах (середнє 2008-2010): —■— — контроль; —▲— — тепла обробка Хр+І+Л.

Вірогідне зниження вмісту цукрів у контрольних варіантах зафіксоване на 10 добу зберігання. Від 10 до 20 доби зберігання втрати цукрів посилюються у плодах обох гібридів, що співпадає з підйомом дихання. Через 30 діб зберігання сорт Рио Гранде втрачає 28 % цукрів від початкового вмісту, а сорт Новачок 31 %. Тож, незважаючи на вищий початковий вміст сахаридів у плодах сорту Новачок, на кінець зберігання їх рівень однаковий в обох сортах.

В оброблених поматах спостерігається поступове рівномірне зниження вмісту цукрів впродовж усього періоду зберігання. Теплова обробка антиоксидантами позитивно впливала на сповільнення швидкості розпаду сахаридів. Темпи дисиміляції цукрів у оброблених поматах у 2 рази нижчі, ніж у контрольних варіантах. Вміст простих цукрів у поматах з тепловою обробкою антиоксидантами через 30 діб зберігання становив 85...87 % від початкового вмісту. На кінець зберігання дослідних плодів (50 діб) вміст розчинних сахаридів був на 4...10 % вищий, ніж у контрольних плодах через 30 діб.

Аналіз кореляційних залежностей між сахаридами та ІД показав, що для плодів усіх груп у доклімактеричний період характерні сильні обернені зв'язки (табл. 1).

Таблиця 1 – Кореляційні залежності між інтенсивністю дихання та цукрами під час зберігання поматів

Варіант	Період зберігання	Ріо Гранде			Новачок		
		2008	2009	2010	2008	2009	2010
Контроль	За весь період	-0,28	-0,35	-0,15	-0,34	-0,37	-0,31
	до клімактериксу	-0,90	-0,91	-0,94	-0,89	-0,91	-0,92
	після клімактериксу	0,97	≈1,00	0,98	0,99	0,98	0,91
Теплова обробка Хр+І+Л	За весь період	-0,39	-0,01	-0,30	-0,26	-0,07	-0,19
	до клімактериксу	-0,90	-0,92	-0,93	-0,86	-0,94	-0,94
	після клімактериксу	≈1,00	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98

Тобто, з високою вірогідністю можна стверджувати, що до настання клімактеричного піку цукри є одним з основних субстратів дихання у контрольних та дослідних групах плодів.

З органічних кислот у поматах міститься лимонна, яблучна, щавелева і фумарова [17]. Виділяють дві основні органічні кислоти в поматах: лимонну і яблучну. Під час зберігання концентрація титрованих кислот у поматах поступово знижується. Такий патерн титрованої кислотності характерний для післязбирального періоду усіх клімактеричних плодів і є свідченням залучення їх у дихальні та метаболічні процеси. Аналогічна динаміка простежується в отриманих результатах для обох сортів помата (рис. 4).

Достовірне зниження титрованої кислотності спостерігається від 15 доби, коли починається посилення виділення CO<sub>2</sub>. У фазу клімактериксу залучення кислот у дихальні процеси інтенсифікується. Це пов'язане з тим, що клімактерична фаза характеризується

підвищенням проникності мембран, внаслідок чого швидкість надходження органічних кислот з вакуолі в цитоплазму зростає. Загалом, застосована обробка сповільнює темпи зниження титрованої кислотності відносно томатів контрольних груп. Через 30 діб зберігання рівень титрованих кислот у помідорах з тепловою обробкою антиоксидантами, в середньому, на 20 % був вищим, ніж в контролі.

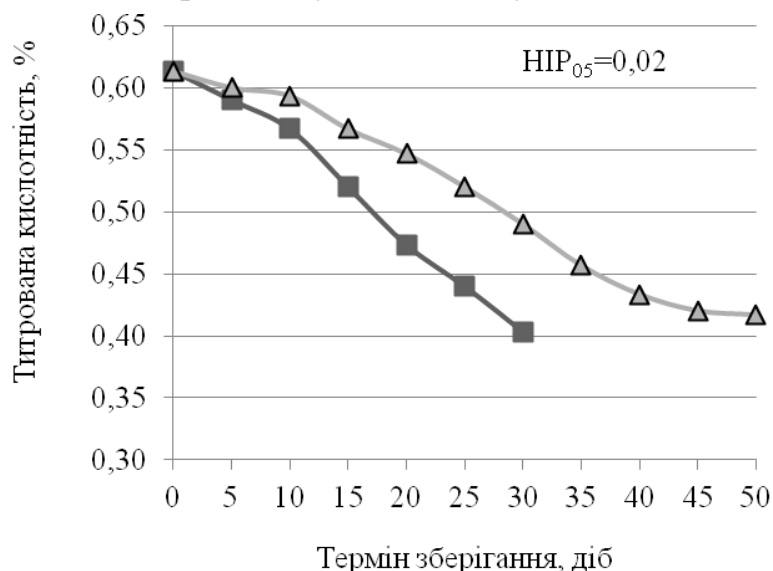


Рис. 4. Динаміка титрованої кислотності томатів (середнє 2008-2010): ■— – контроль; ▲— – теплова обробка Хр+І+Л.

Після зберігання дослідних партій плодів протягом 50 діб титрована кислотність знаходилась на тому ж рівні, що і в контрольних зразках. Участь кислот у дихальному процесі підтверджується встановленими кореляційними залежностями між цими показниками (табл. 2).

Таблиця 2 – Кореляційні залежності між інтенсивністю дихання та титрованими кислотами під час зберігання томатів

Варіант	Період зберігання	Ріо Гранде			Новачок		
		2008	2009	2010	2008	2009	2010
Контроль	За весь період	-0,28	-0,37	0,05	-0,21	-0,29	-0,31
	до клімактерису	-0,90	-0,92	-0,91	-0,87	-0,88	-0,93
	після клімактерису	0,97	0,99	0,99	0,97	0,98	0,99
Теплова обробка Хр+І+Л	За весь період	-0,39	-0,07	-0,26	-0,31	-0,09	-0,09
	до клімактерису	-0,90	-0,94	-0,93	-0,92	-0,96	-0,97
	після клімактерису	≈1,00	0,96	0,92	0,99	0,93	≈1,00

Як видно з табл. 2, між ІД та титрованими кислотами в доклімактеричний період – сильний зворотній зв'язок ( $r=-0,87\dots-0,97$ ), у післяклімактеричний – сильний прямий ( $r=0,92\dots\approx 1,00$ ). Такі тісні залежності є свідченням повного залучення кислот у дихальний метаболізм та підтвердженням їх важливості як основного дихального субстрату в доклімактеричний період зберігання томатів.

*Висновки.* Теплова обробка антиоксидантами дозволяє віддалити настання дихального клімактериксу на 15 діб, знизити його рівень дихання на 8...9 % відносно контрольних варіантів, що сприяє кращій збереженості субстратів дихання.

Використання теплової обробки антиоксидантами дозволяє сповільнити деградацію сухих та сухих розчинних речовин. Через 30 діб зберігання кількість сухих речовин в оброблених томатах сорту Новачок вища на 20 %, а в Рио Гранде на 13 % порівняно з контрольними плодами, що дозволяє зберегти практично однакову кількість сухих речовин у томатах з різною активністю метаболічних процесів.

Темпи дисиміляції цукрів у оброблених томатах у 2 рази нижчі, ніж у контрольних варіантах. Кореляційний аналіз підтверджує, що до настання клімактеричного піку цукри є одним з основних субстратів дихання у контрольних та дослідних групах томатів.

Застосована обробка сповільнює темпи зниження титрованої кислотності відносно томатів контрольних груп. Через 30 діб зберігання рівень титрованих кислот у томатах з тепловою обробкою антиоксидантами, в середньому, на 20 % був вищим, ніж у контролі. Між ІД та титрованими кислотами в доклімактеричний період – сильний зворотній зв'язок ( $r=-0,87\dots-0,97$ ), у післяклімактеричний – сильний прямий ( $r=0,92\dots\approx 1,00$ ). Такі тісні залежності є свідченням повного залучення кислот у дихальний метаболізм та підтвердженням їх важливості як основного дихального субстрату у доклімактеричний період зберігання томатів.

#### Література:

1. *Jadhav S.S.* Daily consumption of antioxidants: - prevention of disease is better than cure [Text] / S.S. Jadhav, V.R. Salunkhe, M.S. Chandrakant // Asian J. Pharm. Res. – 2013. – Vol. 3 (1). – P. 34-40.
2. Antiproliferative and antioxidant activities of common vegetables: A comparative study [Text] / D. Boivin, S. Lamy, S. Lord-Dufour [et al.] // Food Chemistry. – 2009. – Vol. 112(2). – P. 374-380.
3. *Liu R.H.* Dietary bioactive compounds and their health implications [Text] / R.H. Liu // J. Food Sci. – 2013. – Vol. 78(s1). – P. A18-A25.



4. Аграрний сектор економіки України (стан і перспективи розвитку) [Текст] / [Присяжнюк М. В., Зубець М.В., Саблук П.Т. та ін.]; за ред. М.В. Присяжнюка, М.В. Зубця, П.Т. Саблука, В.Я. Месель-Веселяка, М.М. Федорова. – К.: ННЦ ІАЕ, 2011. – 1008 с.

5. *Chalmers D.J.* The climacteric in ripening tomato fruit [Text] / D.J. Chalmers, K.S. Rowan // *Plant physiology*. – 1971. – Vol. 48, № 3. – P. 235-240.

6. Reduction of chilling injury and ultrastructural damage in cherry tomato fruits after hot water treatment [Text] / Y. Jing, M.R. Fu, Y.Y. Zhao, L.C. Mao // *Agricultural sciences in China*. – 2009. – Vol. 8, № 3. – P. 304-310.

7. *Saltveit M.E.* Respiratory metabolism [Electronic resource] / M.E. Saltveit // *Agricultural handbook number 66: The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks* / K.C. Gross, C.Y. Wang, M. Saltveit (eds.). – US Dept. Agr., Washington, DC. May 2007. – Available at: <http://www.ba.ars.usda.gov/hb66/respiratoryMetab.pdf>

8. *Dhall R.K.* Advances in edible coatings for fresh fruits and vegetables: a review [Text] / R. K. Dhall // *Critical reviews in food science and nutrition*. – 2013. – Vol. 53, № 5. – P. 435-450.

9. *Прісс О.П.* Вплив теплової обробки антиоксидантами на субстрати дихання огірків під час зберігання [Текст] / О.П. Прісс // *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. – 2015. – № 3 (10). – С. 19-25.

10. *Прісс О.П.* Скорочення втрат під час зберігання овочів, чутливих до низьких температур [Текст]: зб. наук. пр. / О.П. Прісс, В.В. Калитка // *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі*. – 2014. – Вип. 1 (19). – С. 209–221.

11. Пат. 59733 України, МПК А 23 В 7/14. Антиоксидантна композиція для обробки плодів овочів перед зберіганням [Текст] / О.П. Прісс, Т.Ф. Прокудіна, В.Ф. Жукова. – и 2010 13798; заявл. 19.11.10; опубл. 25.05.11, Бюл. №10.

12. *Sargent S.A.* Tomato [Electronic resource] / S.A. Sargent, C.L. Moretti // *Agricultural handbook number 66: The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks* / K.C. Gross, C.Y. Wang, M. Saltveit (eds.). – US Dept. Agr., Washington, DC. May 2007. – Available at: <http://www.ba.ars.usda.gov/hb66/tomato.pdf>

13. Reduction of chilling injury and ultrastructural damage in cherry tomato fruits after hot water treatment [Text] / Y. Jing, M.R. Fu, Y.Y. Zhao, L.C. Mao // *Agricultural sciences in China*. – 2009. – Vol. 8, № 3. – P. 304–310.

14. *Purvis A.C.* Diphenylamine inhibits respiration of green bell peppers [Text] / A.C. Purvis, J.W. Gegogaine // *J Amer Soc Hort Sci*. – 2003. – Vol. 128, № 6. – P. 924–929.

15. *Кретович В.Л.* Биохимия хранения картофеля, овощей и плодов / В.Л. Кретович, Е.Г. Салькова. – М. : Наука, 1990. – 182 с.

16. Effect of refrigerated storage on aroma and alcohol dehydrogenase activity in tomato fruit [Text] / F.D. de León-Sánchez, C. Pelayo-Zaldívar, F. Rivera-Cabrera [et al.] // *Postharvest Biol. Technol.* – 2009. – Vol. 54, № 2. – P. 93–100.

17. *Fernández-Ruiz V.* Internal quality characterization of fresh tomato fruits [Text] / V. Fernández-Ruiz, M.C. Sanchez-Mata, M. Camara // *HortSci.* – 2004. – Vol. 39, №2 – P. 339–345.

## **ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ДЫХАНИЯ ТОМАТОВ ВО ВРЕМЯ ХРАНЕНИЯ**

Присс О.П., Бандуренко Г.М.

**Аннотация** – исследовано влияние тепловой обработки биологически активными веществами бактерицидно антиоксидантного действия на интенсивность и субстраты дыхания томатов в течение хранения. Установлено, что совместное влияние тепловой обработки и биологически активных веществ позволяет отодвинуть наступление климактерического подъема дыхания томатов на 15 суток и снизить его уровень на 8 ... 9% относительно контрольных вариантов, позволяет замедлить темпы расходования сухих веществ, растворимых сахаридов и титруемых кислот.

## **EFFECTS OF HEAT TREATMENT BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES ON THE RESPIRATION RATE DURING STORAGE TOMATOES**

O. Priss, G. Bandurenko

### *Summary*

The effect from the heat treatment with biologically active substances, which possess bactericide and antioxidant potential, on the intensity of respiration and its substrates in tomatoes during storage was investigated. It was found, that combined effect from heat and antioxidant treatment allows postponing of climacteric raise of tomatoes' respiration for 15 days and lowering its level on 8...9 % in comparison with thus in the control group. This allows to slower consumption rate of dry matter, soluble saccharides and titratable acids.

УДК 637.333

## СКЛАД ТА ВИМОГИ ДО ІНДУСТРІАЛЬНОГО МОЛОКА ЯК СИРОВИНИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА СИРІВ

Семко Т.В., к.т.н.

*Вінницький Національний Аграрний Університет*

Тел. +38 (067) 962-54-68

**Анотація** – у статті викладено визначенні основні напрямки досліджень з проблеми індустриального молока: дослідження якості молока-сировини і його сиропридатності в залежності від пори року; дослідження впливу на сиропридатність молока і його фізико-хімічні властивості; дослідження біологічної цінності і безпечності молока-сировини Вінниччини.

**Ключові слова:** індустриальне молоко, молоко-сировина, сиропридатність, вимоги, молочний жир, молочний білок.

*Постановка проблеми.* Більшість молокопереробних підприємств, у тому числі і сировиробничих, сьогодні відчувають певні труднощі з забезпеченням виробництва достатньою кількістю молока-сировини, що відповідає певним вимогам, до яких відносяться безпека, харчова і біологічна цінність, технологічні властивості. Метою написання статті є необхідність вирішити дослідження сезонних змін індустриального молока-сировини та його сиропридатність.

*Аналіз останніх досліджень.* За рекомендаціями Київського науково-дослідного інституту гігієни харчування споживання молока та молочних продуктів (в перерахунку на молоко) на душу населення у рік повинно становити 390 кг, у тому числі: незбираного молока – 127 кг, знежиреного – 17, масла – 5,7, сиру кисломолочного – 9, сметани – 6,1 і сиру твердого – 5,4 кг [1,6], але на сьогодні кожний пересічний українець споживає тільки 120-130 кг молока на рік.

*Основна частина.* До найбільших виробників молока і молочної продукції в Україні відноситься Вінницька область. За кількістю молока, яке виробляється у регіоні, Вінницька область займає друге місце в Україні.

Таблиця 1– Основні вимоги до якості індустріального молока

Показники	Вимоги до молока, придатного для виробництва сирів	Вимоги до індустріального молока
1	2	3
Чистота за еталоном, група	не нижче 1	не нижче 1
Масова частка білка, %, у т.ч. казеїну	3,22 2,4...3,0(78-85% від загальної кількості)	2,9-5,0 (78-85% від загальної кількості)
Масова частка жиру, %	3,0...4,0	2,5-6,0
Макроелементи, мг/100 г: кальцій калій фосфор	110...140 148 92	140 150 92...100
Густина, кг/м <sup>3</sup>	не менше 1027	не менше 1027,6
Активна кислотність молока, од. рН	6,7	6,5-6,7
Титрована кислотність, °Т	16...18 (16...19)	16...18
Редуктазна проба, клас	не нижче II	Не нижче II
Сичужно-бродильна проба, клас	I і II	I
Згортання молока (за Діланяном), тип	I, II, III	I, II
Кількість соматичних клітин в 1 см <sup>3</sup> , тис.	не більше 500	не більше 300
Кількість спор мезофільних лактозброджуючих маслянокислих бактерій в 1 см <sup>3</sup> молока: для сирів з низькою температурою другого нагрівання для сирів з високою температурою другого нагрівання	1·10 <sup>2</sup>	1·10 <sup>6</sup>

Продовження таблиці 1.

1	2	3
КМАФАМнМ в 1 см <sup>3</sup> , млн. по редуцтазній пробі	Не більше 4,0 I і II	Не більше 4,0 I і II
Інгібітори росту заквашувальної мікрофлори	не допускаються	не допускаються

Аналіз надходження сировинних ресурсів на молокопереробні підприємства засвідчив, що протягом останніх років зросла кількість підприємств, на яких переробляється понад 70 % молока, яке надходить від населення з приватних господарств [1]. Тому в сучасних умовах постає необхідність переробки індустріального молока ( для сировиробництва).

При підборі індустріального молока для сировиробництва необхідно враховувати показники якості і безпечності молока, а також специфічні вимоги. Індустріально-сиропридатним вважається молоко, з якого за прийнятою технологією, при дотриманні правил санітарії можна отримати високий вихід продукту гарантованої якості. Молоко-сировина не повинна містити хімічних, мікробіологічних забруднювачів.

«Сиропридатність» – це комплексна характеристика молока: здатність швидко зсідатися з утворенням щільного згустку, який віддає сироватку і втримує жир; індустріальне молоко повинно бути гарним середовищем для розвитку мікрофлори, необхідної для формування органолептичних показників сиру [3, 4, 5] (табл.1.2).

Таблиця 2 – Показники індустріального молока-сировини в сировиробництві

Показники індустріального молока	Значення індустріального молока
Кількість спор лактозброджуючих маслянокислих мікроорганізмів у 1 куб.см, не більше	13
Сорт, не нижче	I
Клас по сичужно-бродильній пробі, не нижче	II
Клас по редуцтазній пробі, не нижче	II класу
КМАФАнМ, КУО в 1 куб. см	$1 \cdot 10^6$
Кількість соматичних клітин в 1 куб. см	300 тис.
Кислотність Т, не більше	18

Специфічними компонентами індустріального молока являються молочний жир, він знаходиться у межах від 2,5 до 6.0 % [2-5] у вигляді жирових шариків 0,5-10 мкм. Ступінь його переходу залежить від вмісту казеїну. Підвищення жиру в суміші знижує швидкість синерезису, тому що жир перекриває проходи для сироватки. Жир збільшує вихід сиру тільки за рахунок своєї власної ваги. Засвоюваність молочного жиру становить 97...99 %, у своєму складі містить близько 30 різних жирних кислот, у тому числі дефіцитну арахідонову, а також значну кількість фосфоліпідів і жиророзчинних вітамінів А і D [5]. Молочний жир є енергетично цінним компонентом молока, крім того він обумовлює певний смак і консистенцію сиру.

Найважливішою складовою частиною молока є білки, які за збалансованістю амінокислот і засвоюванню відносяться до найбільш цінних, і за цими показниками перевищують не тільки рослинні білки, але й білки м'яса і риби. Білки молока легко перетравлюються, засвоюваність їх становить 96...98 % [1, 6]. Основними групами білків молока є казеїн (75...85 % від загальної кількості білка) і сироваткові білки – глобуліни, альбуміни (15...22 %).

Молочний білок за складом незамінних амінокислот дуже близький до «ідеального або еталонного білка», запропонованого Всесвітньою організацією охорони здоров'я ФАО/ВООЗ. Порівняльна характеристика найбільш важливих незамінних амінокислот «еталонного білка», молока і сиру за даними А.В. Гудкова наведена у табл. 3.

Таблиця 3 – Порівняльна характеристика молока і сиру за складом незамінних амінокислот

Амінокислоти	Вміст амінокислот у білках, мг/100 г		
	Молока-сировини	Індустріального молока	М'якого сиру
Триптофан	1,0	1,0	1,4
Феніланін + Тирозин	6,0	6,0	10,5
Лейцин	7,0	7,0	10,4
Ізолейцин	4,0	4,0	5,8
Треонін	4,0	4,5	4,8
Метіонін + Цистин	3,5	4,5	3,2
Лізин	5,5	6,0	8,3
Валін	5,0	6,0	6,8
Разом	36,0	39,0	51,6

При підборі молока на сир повинні проводити постійний моніторинг сировини на інгібуючі речовини, антибіотики, вміст основних молочних компонентів, кількість соматичних клітин, регулярно перевіряти молочну сировину по бродильній пробі, контролювати кількість спор анаеробних лактозброджуючих маслянокислих бактерій.

При підборі молока для сировиробництва необхідно не забувати про сезонні зміни якісних показників молока. Склад і властивості молока значно змінюються на протязі року, найбільш оптимальне співвідношення молочних компонентів у молоці з травня по жовтень.

*Висновки.* У теперішній час в Україні нормативні вимоги, які висуваються до індустріального молока-сировини, для виготовлення сиру відсутні, тому нами сформовані основні показники індустріального молока для виробництва м'яких сирів. На основі попереднього аналізу визначені основні напрямки досліджень з проблеми індустріального молока: дослідження якості молока-сировини і його сиропридатності в залежності від пори року; дослідження впливу на сиропридатність молока і його фізико-хімічні властивості; дослідження біологічної цінності і безпечності молока-сировини Вінниччини.

#### Література:

1. *Перфильев Г.Д.* Сыропригодность молока. Научные и практические аспекты / Г.Д. Перфильев, Г.М. Свириденко, Ю.Я. Свириденко // Сб. научн. работ, посвящ. 60-летию ВНИИМС. – 2003. – с. 56-57.
2. *Ножечка Г.М.* Вимоги до якості молока в сировиробництві та рекомендації щодо поліпшення його сиропридатності / Г.М. Ножечка // Молочна пром-сть. – 2006. – № 8 (33). – с. 46-49.
3. *Скотт Р.* Производство сыра: научные основы и технологии / Скотт Р., Робинсон Р.К., Уилби Р.А.; под ред. К.К. Горбатовой. – Спб.: Профессия, 2005. – 464 с.
4. *Справочник технолога молочного производства. Технология и рецептуры. Т. 3. Сыры* / Кузнецов В.В., Шилер Г.Г.: – СПб: ГИОРД, 2003. – 512 с.
5. *Твердохлеб Г.В.* Химия и физика молока и молочных продуктов / Г.В. Твердохлеб, Р.И. Раманаускас. – М.: ДеЛипринт, 2006. – 360 с.
6. *Давидов Р.Б.* Влияние сезона года на химический состав молока. XVII Междунар. конгресс по молоч. делу / Р.Б. Давидов. – М.: Пищ. пром-сть, 1971. – С. 45-47.

## **СОСТАВ И ТРЕБОВАНИЯ К ИНДУСТРИАЛЬНОМУ МОЛОКУ КАК К СЫРЬЮ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СЫРОВ**

Семко Т.В.

*Аннотация* – в статье определены основные направления исследований по проблеме индустриального молока: исследование качества молока-сырья и его сыропригодности в зависимости от времени года; исследование влияния на сыропригодность молока и его физико-химические свойства; исследования биологической ценности и безопасности молока-сырья Винницкой области.

## **THE COMPOSITION AND REQUIREMENTS FOR INDUSTRIAL MILK AS RAW MATERIAL FOR THE PRODUCTION OF CHEESE**

T. Semko

### *Summary*

The article describes the definition of the basic directions of researches on the problem of industrial milk: a study of the quality of raw milk and its suitability wet depending on the time year; study of the effect on seroprevalance of milk and its physicochemical properties; study of biological value and safety of raw milk Vinnytsia region.



УДК 637.22.2

## ФУНКЦІОНАЛЬНІ ПРОДУКТИ ХАРЧУВАННЯ НА ОСНОВІ МОЛОЧНОЇ СИРОВАТКИ

Болгова Н.В., к.с.-г.н.

Сумський національний аграрний університет

Тел.(097) 291-88-71

**Анотація** – встановлено, що для виробництва пін доцільно використовувати харчові волокна «Citri-Fi» в концентраціях 0,7–1,0% для набуття ними необхідних структурно-механічних властивостей. Використання молочної сироватки, як основи і для отримання збитої піни, дозволяє отримати продукт функціонального призначення з високими харчовими характеристиками. Проведені дослідження дозволили розробити технологію пін з харчовими волокнами.

**Ключові слова** – молочна сироватка, харчові волокна, функціональні харчові продукти, пектин.

*Постановка проблеми.* Як відомо, в даний час для підприємств молочної промисловості актуальними є завдання більш повного і раціонального використання молочної сироватки, яка є основним видом вторинної молочної сировини. Молочна сироватка є побічним продуктом при виробництві традиційних білково-жирових продуктів. Залежно від виду основного продукту, отриманого за традиційною технологією, молочна сироватка є підсирна, сирна і казеїнова. Нетрадиційні методи обробки молока призводять до утворення аналогів молочної сироватки - фільтрат (мембранний поділ молока) і безказеїнова фаза (поділ молока біополімерами).

*Аналіз останніх досліджень.* У відповідності з діючими вимогами молочна сироватка це однорідна рідина зеленуватого кольору без сторонніх домішок, з чистим, властивим виду молочної сироватки смаком, без сторонніх присмаків і запахів. Специфіка смаку сироватки іноді використовується у термінології: підсирна сироватка називається солодкою, сирна - кислою. Ультрафільтрат і безказеїнова фаза представляють однорідну, прозору рідину зі слабкою опалесценцією.

Молочна сироватка містить 0,5-0,8% білкових речовин - сироваткові білки, які найбільше подібні до білків крові. Крім того, в сироватку переходять небілкові азотовмісні сполуки. Тому в

перерахунку на білок вміст азотовмісних сполук у сироватці становить близько 1%. Основні фракції сироваткових білків - лактоальбумінова (0,4-0,5%), лактоглобулінова (0,06-0,08%) і протеозопептонова (0,06-0,18%). У цілому, білки молочної сироватки належать до повноцінних білків, які можуть використовуватися для структурного обміну в організмі. Також у молочну сироватку практично переходять усі мінеральні солі і мікроелементи молока, а також солі, що вносяться під час виробництва основного продукту ( $\text{CaCl}_2$ , нітрати) і з'єднання з поверхні обладнання (Cu, Fe і ін). У сироватці міститься: калію до 0,19%; кальцію до 0,11%; натрію 0,05%; магнію 0,02%; фосфору 0,1% і хлору 0,11%. Мінеральні речовини в сироватці знаходяться у формі істинного і молекулярного розчинів у колоїдному стані, у вигляді солей органічних і неорганічних кислот [1, 7, 10].

Таким чином, молочна сироватка є цінним у біологічному відношенні продуктом харчування, на основі якого можна приготувати великий асортимент різноманітних продуктів.

Аналізуючи літературні джерела, дійшли висновку, що проблема повного і раціонального використання наявних ресурсів молочної сироватки існує в усіх країнах з розвинутою молочною промисловістю, незалежно від форм власності і системи економічних взаємовідносин. Так, до 50% молочної сироватки зливається у каналізацію. Проблема переробки молочної сироватки безпосередньо пов'язана з раціональним, економічно вигідним використанням отриманих з неї продуктів. Рішення проблеми повного і раціонального використання молочної сироватки в харчових цілях, як і будь-якого виду молочної сировини, можливе лише на основі її промислової обробки. Принципово новий методологічний підхід до оцінки сировинних ресурсів молочної промисловості дозволив приступити до вирішення наукової проблеми з розробки нового покоління технологій продуктів з молочної сироватки, частина якої до цього часу не використовується, що завдає не лише економічний, а й екологічний збиток [1, 6, 9].

Ми вважаємо, що на даний момент актуальним є розробка рецептур та створення нових видів продуктів з використанням нетрадиційного виду сировини, застосування якої дозволить надати продукту незвичайний смак, збагатити його корисними речовинами так само, змінюючи якісні показники, і при цьому розширити існуючий асортимент молочних продуктів на сучасному ринку [2-5, 8].

Розробка рецептур продуктів здорового харчування тісно пов'язана з їх вуглеводним складом. Особливе місце серед них займають харчові волокна (ХВ) – полісахариди, які стійкі до гідролізу

ферментами тонкої кишки людини [4]. Відповідно до норм, фізіологічна потреба людини в ХВ складає 20 г/добу. Однак рекомендованою нормою споживання ХВ вважається 25–5 г/добу, а лікувальна добова доза ХВ – не більше 40–5 г (максимальна –60 г).

До основних фізіологічних функцій ХВ відносять нормалізацію моторної функції шлунково-кишкового тракту. У результаті ферментації кишковою мікрофлорою розчинних і нерозчинних ХВ утворюються коротколанцюжкові жирні кислоти (в основному оцтова, пропіонова і масляна), які позитивно впливають на функцію товстої кишки, покращуючи всмоктування електролітів і рідини та підвищують м'язову активність кишечника. Багато ХВ характеризуються пребіотичним ефектом, оскільки ферментація волокон знижує кількість патогенних бактерій, що сприяє поліпшенню стану нормальної мікрофлори кишечника, її зростанню [1, 4].

*Формулювання цілей статті.* Метою роботи є розширення асортименту продуктів функціонального призначення на основі молочної сироватки, плодово-ягідних соків і харчових волокон.

*Основна частина.* Матеріалами дослідження були: сироватка сиру кисломолочного, натуральні соки і пюре та комплексна харчова добавка «Citri-Fi» (США). Комплексна харчова добавка «Citri-Fi» є натуральним апельсиновим волокном, отриманим з висушеної апельсинової м'якоті шляхом розкриття і розчинення структурного осередку апельсинового волокна з використанням механічної обробки без застосування хімічних реагентів.

Під час виконання роботи використані стандартні, загальноприйняті методи досліджень.

Відбір проб і підготовку їх до аналізу проводили відповідно до ДСТУ 4834:2007.

Вміст білка визначали калориметричним методом, масову частку жиру – кислотним методом, а масову частку вуглеводів – рефрактометричним.

Кратність пін визначали як співвідношення між кількістю дисперсійного середовища і дисперсною фазою.

Стабільність пін – це міцність і тривалість існування піни. Вона визначається часом, протягом якого піна не обпадає і залишається стійкою.

Отримані експериментальні дані оброблені методами математичної статистики.

Аналізуючи проведені фізико-хімічні дослідження зразків пін на основі молочної сироватки з ХВ «Citri-Fi» і плодово-ягідними соками та контрольним зразком на основі молока з желатином, отримали наступні результати (рис. 1).

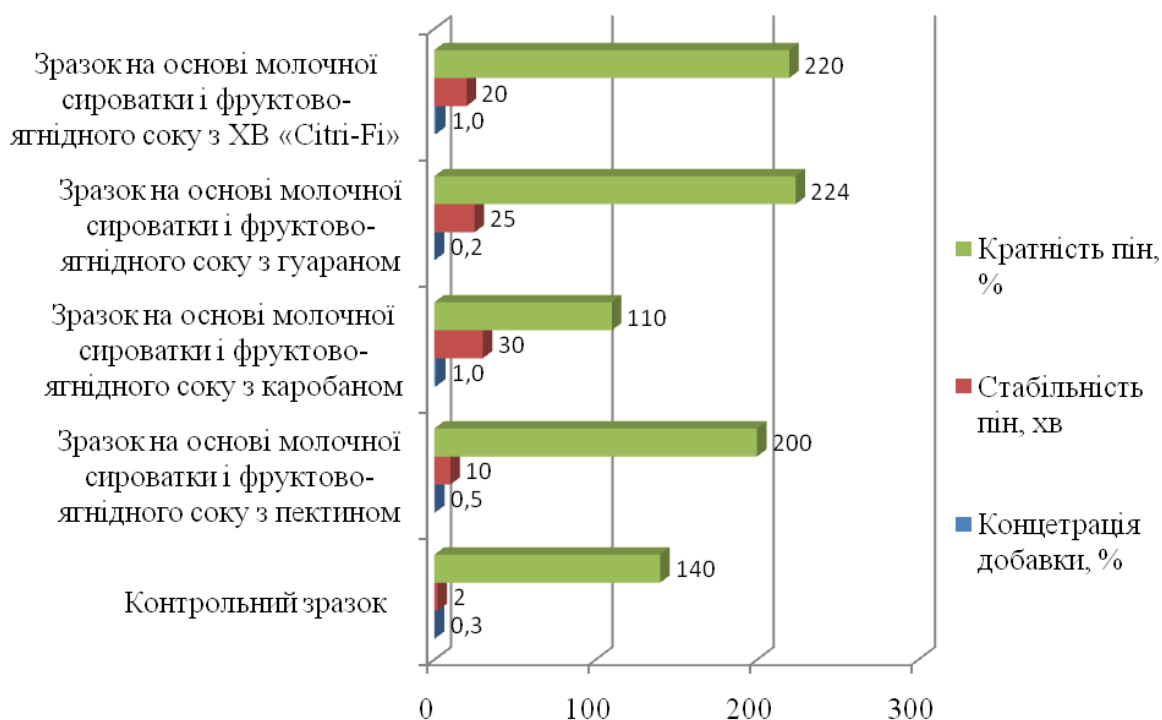


Рис. 1. Фізико-хімічні дослідження зразків пін.

Як видно з рис. 1, кратність розроблених пін достатньо висока в порівнянні з контрольним зразком. Вибір харчового волокна і концентрація залежать від властивостей основи розробленого продукту.

Дослідженнями встановлено, що завдяки властивостям загущення комплексна харчова добавка «Citri-Fi» сприяла збільшенню в'язкості, і, як наслідок, збільшенню стабільності пін. Окрім цього, використання харчової добавки для надання однорідної в'язкої структури продукту запобігало седиментації шматочків ягід у напої.

На підставі проведених досліджень розроблена технологія пін з харчовими волокнами. Технологічна схема складається з наступних операцій: підготовка харчової добавки «Citri-Fi» шляхом внесення її у молочну сироватку при температурі 20-25<sup>0</sup>С на 20-30 хв.; складання фруктово-ягідної основи; складання основи пін; пастеризація суміші при температурі 75±1<sup>0</sup>С протягом 10 с.; охолодження до температури 19±1<sup>0</sup>С; збивання основи; реалізація.

Згідно з проведеними дослідженнями, в рецептуру для виробництва пін з харчовими волокнами ми пропонуємо внести наступні компоненти: сироватку сиру кисломолочного (0,5г), сік фруктово-ягідний (0,24г), ягідне пюре (0,25г), харчову добавку «Citri-Fi» (0,02г).

На рис. 2 представлено порівняльний аналіз складу розробленого продукту в порівнянні з традиційним.

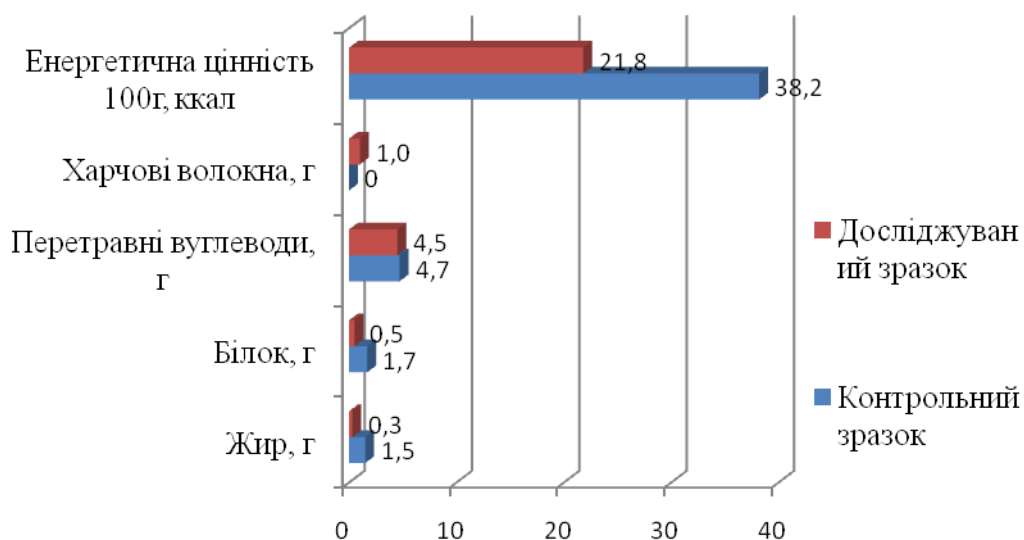


Рис. 2. Порівняльний склад продуктів.

Аналізуючи представлені результати, слід відмітити, що калорійність дослідного зразка на основі сирної сироватки з ХВ, порівняно з контрольним зразком на основі молока з желатином, зменшується у середньому в 1,6 рази. Готовий продукт збагачується комплексом нерозчинних харчових волокон.

*Висновки.* Встановлено, що для виробництва пін доцільно використовувати харчові волокна «Citri-Fi» в концентраціях 0,7–1,0% для набуття ними необхідних структурно-механічних властивостей. Використання молочної сироватки, як основи і для отримання збитої піни, дозволяє отримати продукт функціонального призначення з високими харчовими характеристиками. Проведені дослідження дозволили розробити технологію пін з харчовими волокнами.

#### Література:

1. Анацкая А.Г. Создание новых молочных продуктов / А.Г. Анацкая // Молочная промышленность. – 2010. – № 2. – С. 29-32.
2. Болгова Н.В. Підходи до створення функціональних молочних продуктів / Болгова Н.В. // Технологии XXI века: Сборник тезисов по материалам 21й международной научной конференции (8-10 сентября 2015 г.). Ч.1. – Глухов, 2015. - С. 27-28.
3. Болгова Н.В. Продукти харчування нової генерації / Болгова Н.В.// Міжнародна науково-практична конференція «Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність» (14 травня 2015 р.). – Харків : ХДУХТ, 2015. – Ч. 1. – С. 56-58.
4. Взаимодействие пищевых волокон с различными функциональными ингредиентами пищи [Текст] / В.В. Бессонов [и

др.] // Вопросы питания : науч.-практич. журнал. – 2012. – Т. 81, № 3. – С. 41 - 44.

5. *Генералова Н.А.* Напиток «Биогран» из молочной сыворотки / Н.А. Генералова, С.В. Лихацкая // Молочная промышленность. – 2008. - № 2. - С. 39-40.

6. *Гриньова Д. В.* Вплив якості молока на якість продуктів, виготовлених з нього [Електронний ресурс] / Д.В. Гриньова // Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва : Вісник БНАУ : збірник наукових праць. - Біла Церква, 2014. - Вип. 2 (112). - С.136-138.–Режим доступу: [138.http://repo.sau.sumy.ua/handle/123456789/2089](http://repo.sau.sumy.ua/handle/123456789/2089)

7. *Остроумов Л.А.* О составе и свойствах молочной сыворотки / Остроумов Л.А., Гаврилов Г.Б. // Хранение и переработка сельхозсырья. –2006. –№ 8. –С. 47–8.

8. *Переверзева А.В.* Комплексные решения для производства молочных напитков. / Переверзева А.В. // Молочная индустрия. – 2011. – №2. - с. 38.

9. *Ткаченко Н. А.* Харчова, біологічна, енергетична цінність напоїв кисломолочних для дитячого харчування «Біолакт» [Електронний ресурс] /Н. А. Ткаченко, А. С. Авершина,

10. *Назаренко Ю.В.* // Харчова наука і технологія. – Одеса: ОНАХТ, 2014. – Вип. № 1. - С 18 - 24. – Режим доступа: <http://repo.sau.sumy.ua/handle/123456789/1937>

11. *Храмцов А.Г.* Феномен молочной сыворотки. /Храмцов А.Г. - СПб.: Профессия, 2011. - 804с.

## ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОДУКТЫ ПИТАНИЯ НА ОСНОВЕ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ

Болгова Н.В.

**Аннотация** - установлено, что для производства пен целесообразно использовать пищевые волокна «Citri-Fi» в концентрациях 0,7-1,0% для приобретения ими необходимых структурно-механических свойств. Использование молочной сыворотки, как основы и для получения сбитой пены, позволяет получить продукт функционального назначения с высокими пищевыми характеристиками. Проведенные исследования позволили разработать технологию пен с пищевыми волокнами.

**FUNCTIONAL FOODS BASED ON MILK WHEY**

N. Bolhova

*Summary*

**It found that for the production of foams, it is advisable to use a dietary fiber «Citri-Fi» in concentrations of 0.7-1.0% for the acquisition of the necessary structural and mechanical properties. The use of whey as the basis for obtaining knocked foam allows to obtain a product with high functionality nutritional characteristics. The research allowed to develop technology foams dietary fiber.**

УДК 664.002.5

## РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРОГНОЗНОГО РАСЧЕТА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ТЕПЛОЙ ОБРАБОТКИ КУЛИНАРНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Смагин Д.А., к.т.н.,

Смоляк А.А., к. т. н.

*Могилевский государственный университет продовольствия*

Тел. +375295443263

**Аннотация** – в статье приведены результаты исследований по разработке методики прогнозного расчета продолжительности тепловой обработки кулинарных изделий в среде нагретого воздуха и перегретого водяного пара.

**Ключевые слова** – прогнозный расчет, тепловая обработка, продолжительность, жарочный шкаф, парожарочный шкаф, нестационарная теплопроводность, нагревание.

Повышение эффективности тепловой обработки пищевых продуктов в жарочных и парожарочных шкафах может реализоваться путем разработки методики, позволяющей прогнозировать продолжительность их тепловой обработки. Подобная методика обеспечит возможность повышения потребительских характеристик готовой продукции, совершенствования оперативного производственного планирования, обеспечит ритмичность производства, позволит составить рациональные графики выпуска продукции и эффективно использовать рабочую силу.

С позиций учения о теплопроводности, тепловая обработка пищевых продуктов в жарочных и пароконвекционных шкафах классифицируется как переходный процесс нестационарной теплопроводности: продукт с одинаковой температурой во всех точках в начальный момент времени погружается в рабочую камеру аппарата с неизменной температурой греющей среды. Представление о наличии нестационарной теплопроводности при тепловых процессах пищевых продуктов нашли применение в вопросах, относящихся к технологии консервирования мяса [1, 2]. На основе данного представления Бол С. и Ольсон Ф. [3] предложили методы контроля процессов пастеризации и стерилизации консервов. Были также изучены вопросы теплообмена при охлаждении тел [2, 4].



Однако, не рассматривались вопросы применения закономерностей нестационарной теплопроводности по отношению к тепловой обработке кулинарных изделий. На условия нагревания кулинарной продукции влияет большое количество переменных величин, связанных со свойствами обрабатываемых изделий, — внутренняя макроскопическая неоднородность, сложность стереометрической формы, наличие физико-химических и массообменных процессов, изменение теплофизических свойств, испарение влаги с поверхности, образование корки.

Исходя из результатов литературного поиска, принято решение о разработке методики прогнозного расчета процесса тепловой обработки пищевых продуктов. В основу методики положены известные математические зависимости, описывающие нагревание тел при нестационарной теплопроводности.

В качестве объектов теоретических исследований взяты картофель и мясные котлеты.

При разработке методики принимаем ряд допущений:

- объекты исследований условно рассматриваем как однородные тела;
- теплотой, поступающей от поверхности противня (функциональной емкости), пренебрегаем;
- за модель тела принимаем бесконечный цилиндр, за определяющий размер принимаем диаметр;
- физико-химическими и массообменными процессами, протекающими в исследуемых изделиях, пренебрегаем.

Продолжительность тепловой обработки кулинарных изделий определяется количеством времени, необходимого для нагревания всего объема заготовки до достижения температуры, определяющей кулинарную готовность. Как правило, за критерий кулинарной готовности принимается температура в центре изделия, равная 85°C, что обусловлено технологическими и санитарно-гигиеническими требованиями, предъявляемыми к готовой продукции [5].

Процесс нагревания однородных тел характеризуется безразмерной температурой тела [6]

$$\Theta = \frac{t_{ж} - t}{t_{ж} - t_0}, \quad (1)$$

где  $t$  — температура тела в момент времени  $\tau > \tau_0$ , °C;

$t_{ж}$  — некоторая фиксированная температура °C;

$t_0$  — начальная температура тела, °C.

Безразмерная температура тела определяется безразмерной координатой, числом Био и числом Фурье /6/.

Безразмерная координата  $\xi$  определяется по формул [6]

$$\bar{\xi} = \frac{\xi}{l}, \quad (2)$$

где  $\xi$  – координата;

$l$  – характерный линейный размер, м.

Число Био определяется по формуле [6]

$$Bi = \frac{\alpha \cdot l}{\lambda}, \quad (3)$$

где  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности материала тела, Вт/(м·°С);

$\alpha$  – коэффициент теплоотдачи от греющей среды к нагреваемому телу, Вт/(м<sup>2</sup>·°С).

Число Фурье определяется по формуле [6]

$$Fo = \frac{a \cdot \tau}{l^2}, \quad (4)$$

где  $a$  – коэффициент температуропроводности материала тела, м<sup>2</sup>/с.

Уравнение, описывающее нестационарное температурное поле в теле, имеет следующий вид [6]

$$\Theta = \sum_{n=1}^{\infty} A(\mu_n) U(\mu_n \bar{\xi}) e^{-\mu_n^2 Fo}, \quad (5)$$

где  $A, U$  – табличные функции;

$\mu_n$  – корни характеристического уравнения  $\mu = \mu(Bi)$ .

Уравнение (5) описывает температурное поле тела при неупорядоченном режиме теплопроводности, характеризующимся большим влиянием начального распределения температуры.

При  $Fo \geq 0,3$  ряд (5) становится настолько быстро сходящимся, что для практических расчетов достаточно ограничиться первым членом. В этом случае изменение во времени безразмерной температуры  $\Theta_0$  на оси цилиндра  $r = 0$  описывается уравнением [6]

$$\Theta_0 = N(Bi) \exp(-\mu_1^2 Fo), \quad (6)$$

Уравнение (6) описывает температурные изменения при регулярном режиме теплопроводности. На данной стадии процесс полностью определяется условиями нагревания на границе тела и

среды, физическими свойствами тела, его геометрической формой и размерами.

Проверяем возможность расчета процесса нагревания исследуемых изделий для регулярного режима. Средний радиус натуральных рубленых изделий типа котлет и шницелей составляет 10...15 мм [5], средний радиус картофеля – 15...20 мм. Для расчетов принимаем величину определяющего линейного размера, равную  $r = 15$  мм. Продолжительность запекания картофеля в жарочном шкафу согласно технологии приготовления блюд составляет 20...25 мин [6], жарки мясных котлет без предварительного обжаривания на плите – 12...15 мин [5]. Расчет ведем для  $\tau = 10$  мин.

Для картофеля расчетное значение числа Фурье составит

$$Fo = \frac{14,4 \cdot 10^{-8} \cdot 600}{0,015^2} = 0,384.$$

Для мясной котлеты расчетное значение числа Фурье составит

$$Fo = \frac{13,0 \cdot 10^{-8} \cdot 600}{0,015^2} = 0,346.$$

Для обоих продуктов  $Fo > 0,3$ , что свидетельствует о достижении регулярного режима нестационарной теплопроводности и позволяет использовать в расчетах уравнение (6).

При тепловой обработке с поверхности кулинарных изделий происходит испарение влаги. Так как греющей средой является водяной пар, то подсушивание поверхности изделий значительно снизится. Температура на поверхности изделий в течение длительного времени не будет превышать температуру насыщения водяного пара при данном давлении в связи с наличием конденсатной пленки [8]. Поэтому при расчете продолжительности тепловой обработки картофеля и мясных котлет в среде перегретого водяного пара температуру на поверхности принимаем постоянной и равной температуре насыщения конденсирующегося пара.

Таким образом, фиксированная температура  $t_{ж}$  будет равной температуре насыщения  $t_{н}$ . Отсюда

$$\Theta = \frac{t_{н} - t}{t_{н} - t_0}. \quad (7)$$

Постоянная температура на поверхности тела соответствует  $Bi \rightarrow \infty$ .

Для бесконечного цилиндра при  $Bi \rightarrow \infty$   $N(Bi) = 1,606$ ,  $\mu_1 = -5,787$ , что позволяет в расчетах использовать следующее уравнение [8]

$$\Theta_0 = 1,606 \exp(-5,787 Fo). \quad (8)$$

При тепловой обработке в среде нагретого воздуха поверхность изделий быстро подсушивается с образованием корки, температура которой переменная и выше температуры насыщения.

Для характеристики изменения теплопередачи от нагретого воздуха к внутренним слоям изделий в связи с ранним подсушиванием внешней оболочки дополнительно введен эквивалентный коэффициент изменения теплоотдачи  $\alpha_{\text{ЭКВ}}$ .

Объектом моделирования принимаем изделие без корки. Внешняя оболочка (корка) отнесена к окружающей (греющей) среде. Термическое сопротивление запеченной корки отнесено, таким образом, к граничным условиям. Температуру подкоркового слоя принимаем равной температуре насыщения, что обусловлено вскипанием свободной влаги вблизи нагретой корки. Плотность теплового потока от воздуха к поверхности кулинарных изделий принимаем равной плотности теплового потока, передаваемого через корку к внутренним слоям изделий. Фиксированную температуру  $t_{\text{ж}}$  принимаем равной температуре греющей среды (200°C). Таким образом

$$\alpha_{\text{ЭКВ}} = \frac{l}{\alpha} + \frac{\delta_R}{\lambda_R}, \quad (9)$$

$$q = \alpha_{\text{ЭКВ}}(t_B - t_H) = \alpha(t_B - t_{\text{ПОВ}}). \quad (10)$$

Отсюда

$$\alpha_{\text{ЭКВ}} = \alpha \times \frac{t_B - t_K}{t_K - t_H}, \quad (11)$$

где  $q$  – плотность теплового потока, Вт/м<sup>2</sup>;  
 $\alpha$  – коэффициент теплоотдачи от нагретого воздуха, Вт/(м<sup>2</sup>°C);

$t_B$  – температура нагретого воздуха, °C;

$t_{\text{ПОВ}}$  – температура корки, °C;

$t_H$  – температура подкоркового слоя, °C;

$\lambda$  – коэффициент теплопроводности корки, Вт/(м °C);

$\delta$  – толщина корки, м.

Для расчета продолжительности тепловой обработки картофеля и мясных котлет в среде нагретого воздуха введено эквивалентное число Био

$$Bi_{\text{ЭКВ}} = \frac{\alpha_{\text{ЭКВ}} \cdot r}{\lambda}. \quad (12)$$

Согласно литературным данным, поверхность изделий при тепловой обработке в воздушной среде прогревается до температуры 125...130°C [5]. Получается ряд графических зависимостей (кривых), характеризующих изменение температуры в центре исследуемых изделий при постоянной температуре на поверхности.

Для проверки разработанной методики прогнозного расчета были проведены теоретические и экспериментальные исследования.

При проведении теоретических и экспериментальных исследований использовались котлеты из натурального говяжьего фарша толщиной 25 мм и картофель толщиной 45 мм.

Расчетные данные, приведенные согласно предлагаемой методики, свидетельствуют о прогнозируемом достижении кулинарной готовности картофеля и мясных рубленых изделий исследованных размеров при тепловой обработке в среде перегретого водяного пара в пределах 10...11 мин (рис. 1, 2).

Кривая изменения температуры в центре изделий при тепловой обработке в среде нагретого воздуха в реальном технологическом процессе будет переходить с одной расчетной кривой на другую. Результаты расчетов позволяют прогнозировать наступление кулинарной готовности картофеля и мясных рубленых изделий при тепловой обработке в среде нагретого воздуха в пределах 13...24 мин (рис. 1, 2).

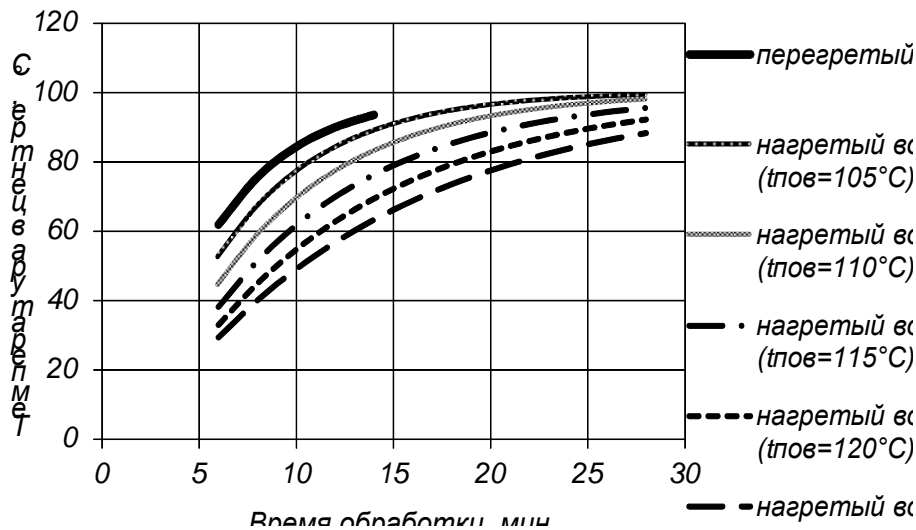


Рис. 1. Результаты прогнозного расчета нагревания центра картофеля

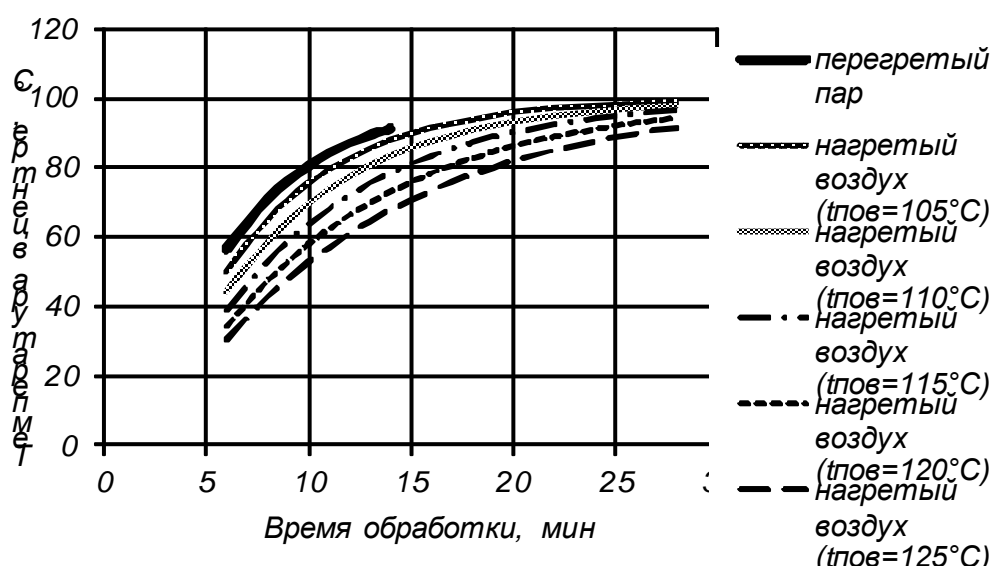


Рис. 2. Результати прогнозного розрахунку нагрівання центра м'ясних рублених котлет

Результати експериментальних досліджень приведені в таблиці 1.

Таблиця 1. – Вплив теплоносітелей на продовжителюсть теплової обробки картофеля і м'ясних рублених изделий

Исследуемые продукты	Продолжительность тепловой обработки, мин	
	теплоноситель – перегретый водяной пар	теплоноситель – нагретый воздух
Котлета мясная из натурального фарша	9,5...10,5	13,0...14,5
Картофель очищенный	15,5...16,5	19,0...21,0

Полученные экспериментальные данные, в целом, соответствуют результатам прогнозного расчета, что позволяет использовать прогнозный расчет для проведения теоретических исследований продолжительности нагрівання кулинарных изделий в жарочных и парожарочных шкафах.

Следует обратить внимание на высокую точность результатов прогнозного расчета с экспериментальными данными для м'ясних изделий при теплової обробці в перегретом паре (10...11 мин согласно теоретических исследований и 9,5...10,5 мин согласно экспериментальных исследований). Более значительное различие в результатах исследований для картофеля, очевидно, обусловлено

связыванием свободной влаги при клейстеризации крахмала, что оказывает влияние на теплообменные процессы.

Литература:

1. *Тышкевич С.* Исследование физических свойств мяса [Текст] / С. Тышкевич. – Москва, Пищевая промышленность. – 1992. – 96 с.
2. *Данилов А.М.* Холодильная технология пищевых продуктов [Текст] / А.М. Данилов – Киев, Вища школа. – 1974. – 256 с.
3. *Ball, C.O.* Sterilization in food technology / C.O. Ball, F.C. Olson. – Mc Graw-Hill Book Comp. Inc. New York, Toronto. – 1977. – 144 l.
4. *Ионов А.Г.* Определение конечной температуры в замороженных пищевых продуктах [Текст] / А.Г. Ионов, С.Я. Мекеницкий // Холодильная техника. – Москва. – 1971. - № 11. – С. 28-34.
5. *Баранов В.С.* Технология производства продукции общественного питания: Учебник для студентов, обуч. по спец. 1011 «Технология и орг. общественного питания» [Текст] / В.С. Баранов, А.И. Мглинец, Л.М. Алешина. – Москва, Экономика. – 1986. – 400 с.
6. Тепло- и массообмен. Теплотехнический эксперимент: Справочник [Текст] / Е.В. Аметистов, В.А. Григорьев, Б.Т. Емцев. – Москва, Энергоиздат. – 1982. – 512 с.

## **РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ПРОГНОЗОВАНОГО РОЗРАХУНКУ ТРИВАЛОСТІ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ КУЛІНАРНИХ ВИРОБІВ**

Смагін Д.А., Смоляк А.А.

*Анотація* - у статті приведені результати досліджень по розробці методики прогнозованого розрахунку тривалості теплової обробки кулінарних виробів у середовищі нагрітого повітря й перегрітого повітря та перегрітої водяної пари.

## **DEVELOPMENT OF THE TECHNIQUE OF EXPECTED CALCULATION OF DURATION OF THERMAL TREATMENT OF CULINARY PRODUCTS**

D. Smagin, A. Smolyak

### *Summary*

**Results of researches on development of a technique of expected calculation of duration of thermal treatment of culinary products in the environment of heated air and superheated water vapor are given in article.**

УДК 637.513.48

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА КУТТЕРОВАНИЯ

Акуленко С.В., к.т.н.,

Желудков А.Л., к.т.н.

Могилевский государственный университет продовольствия

Тел (0222) 48-57-61

**Аннотация** – работа посвящена повышению эффективности процесса куттерования при производстве колбасных изделий из мясного сырья.

**Ключевые слова** – куттер, куттерный нож, измельчение.

*Постановка проблемы.* Основная цель процесса резания заключается в том, что каждый первоначальный кусок продукта должен быть разделен без остатка и отходов на более мелкие части с определенными, заранее заданными формой, размерами и качеством поверхности среза. Важнейшим элементом машин для тонкого измельчения сырья является рабочий орган (нож), от качества которого (конфигурация, заточка, жесткость, прочность и др.) зависит и качество выполнения технологической операции.

Для повышения эффективности процесса куттерования важно рационально выбрать оптимальные конструктивные параметры рабочих органов и режимы проведения процесса, обеспечивающие получение продукта с заданной степенью измельчения, сохраняя его пищевую и биологическую ценность.

*Анализ предыдущих исследований.* Основные направления интенсификации процесса куттерования мясного сырья в последнее время направлены на использование систем автоматизации процесса, оптимизацию режимов резания и конструкций режущих органов.

Тенденция развития современного оборудования для тонкого измельчения мясного сырья направлена на автоматизацию процесса с использованием программного управления, а также на использование вычислительных устройств, которые управляют дозировкой сырья, временем и порядком его загрузки. Окончание процесса контролируется по косвенным параметрам, например, по температурной кривой нагрева фарша или по заданному времени по каждому виду колбасных изделий.



Среди известных систем автоматизации процесса тонкого измельчения необходимо отметить систему фирмы «*Laska*» для куттера *K-130* и систему управления куттера *K-330* фирмы «*Kramer Grebe*». Эти системы позволяют контролировать температуру фарша в процессе куттерования, а их автоматический цикл задается максимально допустимой температурой или временем измельчения. Получение готовых колбас с заданными структурно-механическими свойствами при помощи этих систем возможно лишь при использовании сырья со стабильным составом и структурой.

Более точное определение оптимального времени куттерования можно осуществлять с помощью специальных приспособлений и приборов, реагирующих на изменение структурно-механических характеристик фарша в процессе его изготовления [1]. Для сокращения продолжительности оценки качества продукта по его консистенции В.Д.Косым разработан вискозиметр для контроля структурно-механических свойств фарша. Применение данного прибора в процессе измельчения позволяет определять изменения структурно-механических характеристик фарша в потоке.

Таким образом, с помощью предложенного вискозиметра можно автоматизировать процесс тонкого измельчения мясного сырья на различных моделях куттера с различными геометрическими и кинематическими параметрами.

Особое место при интенсификации процесса куттерования мясного сырья является использование вакуумного куттерования. Во время измельчения на куттере образуется фаршевая система, насыщенная воздухом. Чем выше скорость резания, чем больше частота вращения ножей, тем больше воздуха вводится в фарш. Этот воздух разрыхляет систему, образует малые и большие пузырьки воздуха на разрезе колбасных батонов. Кислород этого воздуха приводит к окислению белка и жира и сокращению срока годности готовой продукции. Для ликвидации этого явления применяют куттеры с герметично закрытой чашей, в которой создают пониженное давление – вакуум. Рекомендуемая глубина вакуума 60 %...85 % [2].

Широкое распространение вакуумных куттеров в первую очередь обусловлено рядом их преимуществ [2, 3]:

– удаление воздуха и его активной составляющей – кислорода – повышает водосвязывающую способность белка. Установлено, что при вакуумном куттеровании 85 %...90 % белка становится свободным и готовым к соединению. В связи с этим получают более стойкую и менее разделяющуюся эмульсию, что уменьшает отеки бульона после варки;

- конечный фарш получается более плотным. Объем фарша уменьшается на 8 %, что позволяет экономить колбасную оболочку;
- удаление воздуха подавляет развитие аэробных микроорганизмов. В результате готовая продукция имеет более интенсивный, устойчивый цвет, увеличивается срок ее годности.

Конструкционные параметры рабочих органов наряду с использованием систем автоматизации процесса также оказывают влияние на интенсификацию процесса куттерования. Материалы, из которых они изготавливаются, выбираются с учетом условий их эксплуатации, свойств и физического состояния разрезаемого продукта, кинематики режущего органа и других факторов.

Основным требованием к любому режущему инструменту является сохранение остроты режущей части и геометрических форм рабочего органа в течение наиболее длительного времени, то есть инструмент должен обладать достаточной жесткостью и высокой износостойкостью.

Способами повышения износостойкости режущих органов являются выбор материалов для изготовления режущих элементов и способа обработки, определение оптимальных условий работы и геометрических параметров рабочих органов.

В настоящее время при изготовлении куттерных ножей наиболее часто используют углеродистые, низколегированные и высоколегированные инструментальные стали [4]. Эти стали имеют высокую износостойкость и твердость после термической обработки (54...58 HRC). При производстве куттерных ножей наиболее распространены стали:

- углеродистые: У7А, У8А;
- низколегированные: 9ХС, ХВГ, Х12М, 3Х13, 4Х13, 12Х13, 30Х13, 12Х17, 40ХГ, 40ХГР, 35ХГ2;
- высоколегированные: 14Х17Н2, 20Х17Н2.

Ножи из низколегированных и высоколегированных сталей имеют по сравнению с ножами из углеродистых сталей более высокую износостойкость. Вместе с тем, применение высоколегированных сталей нежелательно, так как продукты износа ножей, попадающие в фарш, содержат вредные для здоровья химические элементы (особенно, никель).

В целях повышения износостойкости ножей применяются различные варианты поверхностного упрочнения материалов, из которых они изготовлены. При этом можно выделить следующие способы упрочнения:

- способы термической обработки и глубинного упрочнения структуры материала: закалка с последующим отпусканием,

нормализация, химико-термическая обработка, низкотемпературная обработка и др.;

– способы обработки, обеспечивающие поверхностное упрочнение материалов (3...200 мкм): электроискровое легирование, лазерная упрочняющая обработка, ультразвуковая поверхностная обработка, плазменный нагрев и др.

Оценивая эффективность вариантов упрочнения, необходимо иметь в виду следующее: поверхностные методы обработки не позволяют сохранить прочностные характеристики ножей при их перезаточке в процессе эксплуатации.

В зависимости от материалов, из которых изготовлены ножи, и вида применяемой упрочняющей технологии достигается увеличение износостойкости ножей в 1,1...3 раза, а прочность при ударном напряжении в 1,2...1,8 раза.

*Формулировка целей статьи.* Целью представленной работы является определение влияния режимных параметров куттерования на основные технологические показатели процесса.

*Основная часть.* При проведении экспериментальных исследований использовались ножи, выполненные по патентам Республики Беларусь [5, 6].

На рис. 1 представлена зависимость удельной энергоемкости  $N_{уд}$  и прироста температуры  $\Delta t$  в процессе куттерования от скорости резания при коэффициенте скольжения ножа  $K_c=2,38$  и линейной скорости чаши  $v_q=0,43$  м/с.

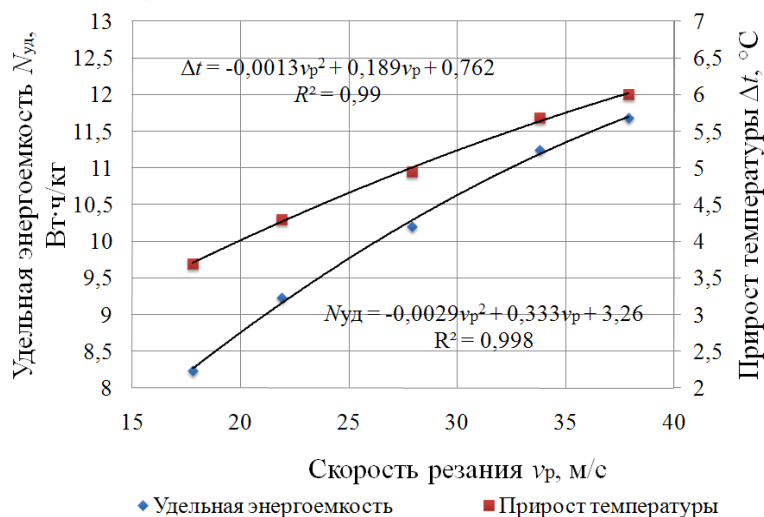


Рис. 1. Зависимость  $N_{уд}$  и  $\Delta t$  от  $v_p$  при  $K_c=2,38$  и  $v_q=0,43$  м/с

Из графика видно, что при изменении скорости резания  $v_p$  от 17,8 до 37,9 м/с температура куттеруемого сырья постоянно возрастает и экстремума функции не наблюдается. Такая закономерность изменения прироста температуры связана с тем, что при увеличении скорости резания увеличивается интенсивность

взаимодействия боковой поверхности ножа с измельчаемым продуктом, что вызывает переход энергии, идущей на трение, в тепло и, как следствие, ведет к увеличению температуры куттеруемого сырья.

При увеличении скорости резания также наблюдается повышение удельной энергоемкости. Это повышение связано с увеличением усилия резания за счет повышения интенсивности сил трения. Усилия, деформирующие продукт, направлены нормально к поверхности трения и способствуют увеличению сил трения с повышением скорости резания. При этом повышается расход энергии на деформирование контактного слоя продукта и на преодоление сил зацепления продукта с микронеровностями ножа.

На рис. 2 представлена зависимость удельной энергоемкости  $N_{уд}$  и прироста температуры  $\Delta t$  в процессе куттерования от линейной скорости чаши при  $K_c=2,38$  и скорости резания  $v_p=27,9$  м/с.

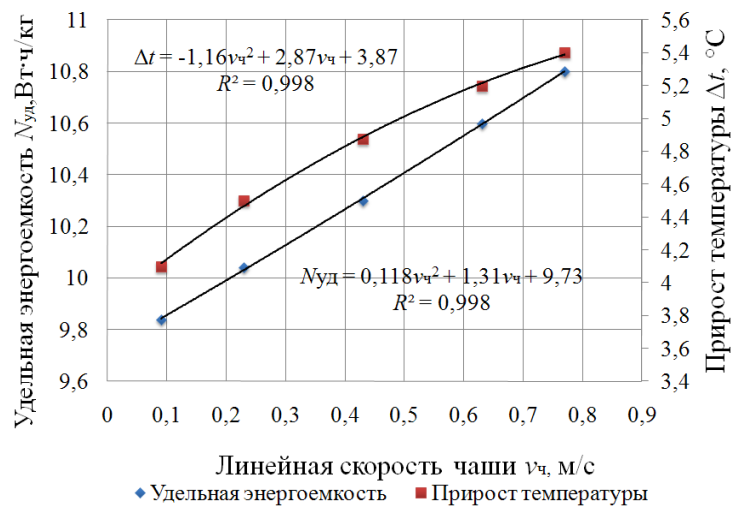


Рис. 2. Зависимость  $N_{уд}$  и  $\Delta t$  от  $v_ч$  при  $K_c=2,38$  и  $v_p=27,9$  м/с

При увеличении линейной скорости чаши функции прироста температуры и удельной энергоемкости процесса постоянно возрастают, не образуя экстремумов. Это вызвано тем, что при увеличении линейной скорости чаши увеличивается величина внешнего давления продукта на боковую поверхность ножа.

*Выводы.* На эффективность работы куттера влияют не конкретные численные значения режимно-конструктивных параметров, а их сочетание. Интенсификация процесса (увеличение скорости резания и линейной скорости чаши) ведет к увеличению таких показателей, как удельная энергоемкость процесса и прирост температуры сырья. Поэтому для определения оптимальных режимов работы куттера необходимо проведение более углубленного анализа, учитывающего качественные показатели измельчаемого сырья.

## Литература:

1. *Косой В.Д.* Методология определения консистенции фарша сырокопченых колбас по структурно-механическим характеристикам / В.Д. Косой, А.Д. Малышев, В.П. Дорохов // Мясная индустрия. – 2001. – №5. – С. 37-39.
2. *Жаринов А.И.* Техничо - технологические аспекты приготовления мясных эмульсий / А.И. Жаринов, С.Г. Юрков // Мясная индустрия. – 2006. – №2. – С. 22-25.
3. *Ивашов В.И.* Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности: учебное пособие для студентов вузов, В 2 ч. Ч.2. Оборудование для переработки мяса / В.И. Ивашов.– СПб.: ГИОРД, 2007.– 458 с.
4. *Василевский О.М.* Машины периодического действия для приготовления фарша / О.М. Василевский, О.В. Соловьев, Д.О. Трифонова // Мясные технологии. – 2007. – № 5. – С. 42-47.
5. Нож куттера серповидный: пат. № 11597 Респ. Беларусь, МПК (2006) В 02С 18/20 / *В.Я. Груданов, А.А. Бренч, А.Л. Желудков*; заявитель Могилевский гос. ун-т продовольствия. – № а20061055; заявл. 27.10.06; опубл. 30.04.07 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – №1. – С. 62.
6. Нож куттера: пат. № 11793 Респ. Беларусь, МПК (2006) В 02С 18/20, В 02С 18/20 / *В.Я. Груданов, А.А. Бренч, А.Л. Желудков*; заявитель Могилевский гос. ун-т продовольствия. – № а20070507; заявл. 04.05.07; опубл. 30.10.07 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – №2. – С. 59-60.

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ КУТЕРУВАННЯ**

Акуленко С.В., Желудков А.Л.

**Анотація** – робота присв'ячена підвищенню ефективності процесу куттерування при виробництві ковбасних виробів із м'ясної сировини.

**IMPROVE THE PROCESS OF CUTTING**

S. Akulenko, A. Zheludkov

*Summary*

**This work is dedicated to increasing the effectiveness of the process of cutting the production of sausages of meat raw materials.**

УДК 664.032.1

## **КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ АППАРАТОВ ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ХРУПКИХ И ВЯЗКОПЛАСТИЧНЫХ ПИЩЕВЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Харкевич В.Г., к.т.н.

*Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия»*

Тел. (0222) 45-35-78

**Аннотация** – в данной работе рассмотрены различные конструктивные решения дробилок ударного действия с вертикальным расположением вала, проведен их сравнительный анализ, выявлен наиболее предпочтительный тип измельчителей для переработки хрупких пищевых материалов.

**Ключевые слова** – дробилка, дробильные установки, измельчитель, мельница, удар, устройство измельчения, хрупкие пищевые материалы.

*Постановка проблемы.* Для измельчения хрупких и вязкопластичных материалов создано много типов измельчителей различных размеров, однако поиски более совершенных конструкций машин продолжаются по причинам:

- громоздкости существующих измельчителей и низкого их коэффициента полезного действия;
- сложности конструкции и обеспечения удобства монтажа, безопасной эксплуатации, обслуживания и ремонта;
- соответствия санитарно-гигиеническим требованиям к процессу измельчения пищевых материалов;
- повышения требований к чистоте продуктов измельчения;
- стремления уменьшить расход энергии и металла на единицу измельченного материала.

В связи с тем, что измельчаемый материал обладает различными характеристиками, а также учитывая различные технологические требования к готовому продукту, используются дробильные установки определенной конструкции. При этом подбор того или иного оборудования является одним из важных этапов и представляет собой своеобразный компромисс между эффективностью дробления и эксплуатационными качествами машины.

*Анализ последних достижений.* Сегодня разработано достаточное количество и продолжают разрабатываться совершенно новые конструкции измельчителей с вертикальным расположением вала, область применения которых довольно широка, о чем свидетельствуют многочисленные изобретения и авторские патенты. Многообразие технологических задач, решаемых с помощью молотковых дробилок, породили различные конструктивные решения, связанные, например, с особенностями конструкции и крепления ротора, привода, ударных и отбойных элементов, загрузочных и разгрузочных устройств и т.п. Принцип и механизм работы измельчителей схож, поэтому рассмотрим только наиболее интересные с точки зрения конструкции решения и область их предпочтительного применения.

*Основная часть.* Вертикальная бесситовая дробилка для зерна [1] предназначена для измельчения сыпучих материалов и, главным образом, для измельчения зерна в комбикормовой промышленности. На рис. 1 схематично изображена вертикальная бесситовая дробилка для зерна. Данная конструкция позволяет повысить эффективность измельчения и надежность работы дробилки.

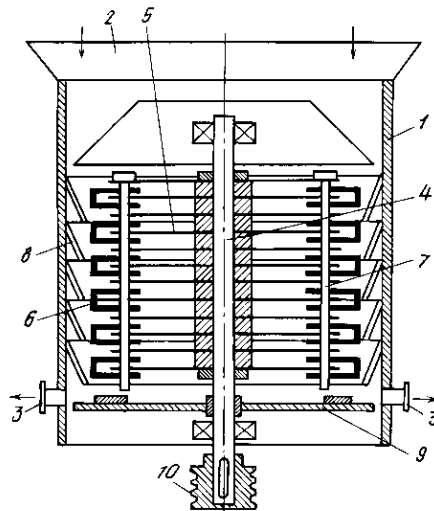
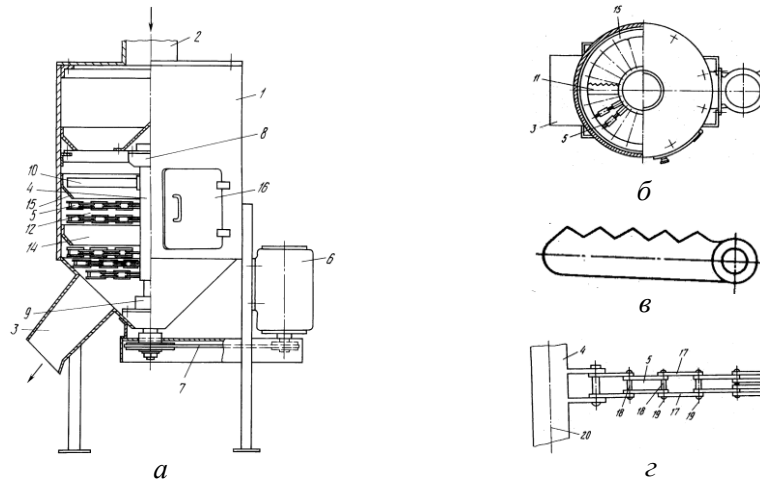


Рис. 1. Вертикальная бесситовая дробилка для зерна.

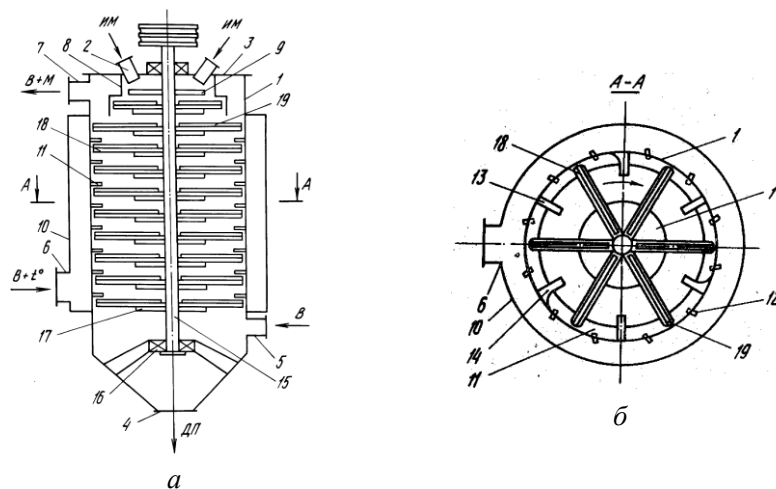
Измельчитель [2] (см. рис. 2) используется для измельчения сыпучих материалов в сельском хозяйстве, в промышленности строительных материалов, химической, металлургической, горнорудной, пищевой и других отраслях народного хозяйства. Аналогичную область применения и рассмотренное выше конструктивное решение имеют дробилка [3] и измельчитель [4]. Основным отличием от [2] у них является измененная конструкция ударных и отбойных элементов.



*a* – вид прямо; *б* – вид сверху; *в* – конструкция молотка-пластины;  
*г* – ударный элемент

Рис. 2. Измельчитель.

Центробежная многоступенчатая дробилка [5] предназначена для измельчения в промышленности строительных материалов, в горнорудной, угольной, химической и лакокрасочной промышленности для дробления и термообработки зернистых и сыпучих материалов. На рис. 3 показан общий вид и разрез дробилки.



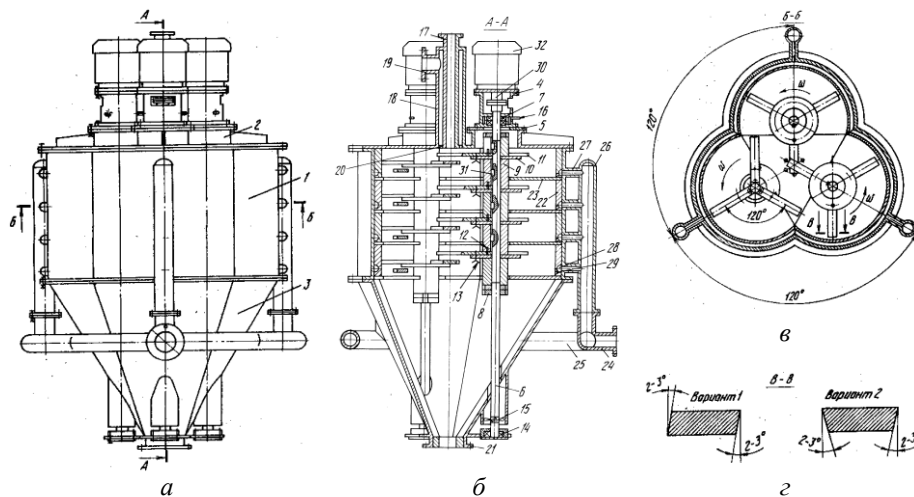
*a* – общий вид; *б* – разрез по сечению А-А

Рис. 3. Центробежная многоступенчатая дробилка.

Новым в аппарате является установка разгонных лопаток по всей длине бил, наличие вогнутой поверхности у части отбойных пластин, дополнительные цилиндры различных диаметров, охватывающие первые сверху разгонные диски, наличие кольцевого газораспределительного коллектора и сопловых элементов.



Ударная мельница [6] (см. рис. 4) используется в химической, строительной, горной, теплоэнергетической, пищевой и других отраслях промышленности для тонкого измельчения различных материалов с одновременной их сушкой.



*a* – вид прямо; *б* – разрез по сечению А-А; *в* – разрез по сечению Б-Б; *г* – варианты исполнения бил

Рис. 4. Ударная мельница.

Данная конструкция обеспечивает более высокую эффективность тонкого измельчения с одновременной сушкой материала за счет полного использования кинетической энергии бил трех роторов при их встречных ударах с материалом, принудительно направляемым в центральную зону корпуса мельницы при помощи пересыпных полок.

Многоступенчатая дробилка [7] относится к устройствам для измельчения сыпучих материалов и может быть использована преимущественно для измельчения зерна. На рис. 5 изображена схема многоступенчатой дробилки.

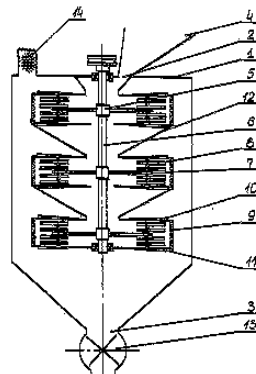
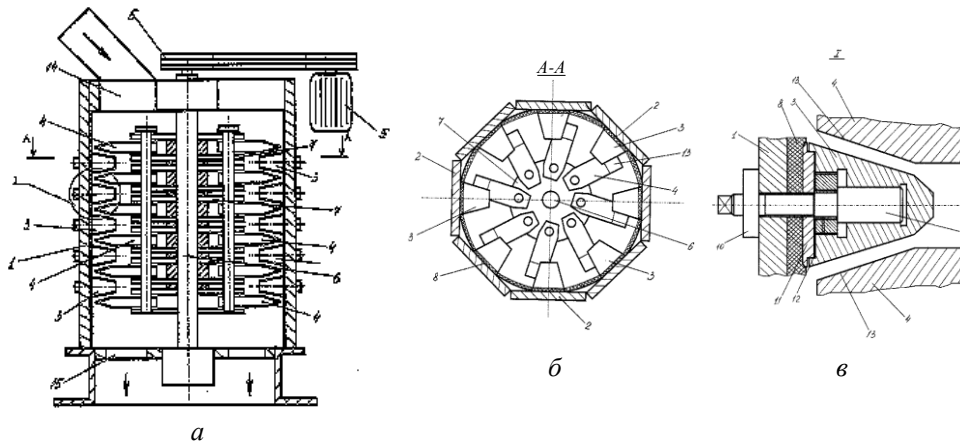


Рис. 5. Многоступенчатая дробилка.

Применение такой конструкции позволяет получать качественный помол зерна с минимальными энергозатратами.

Устройство измельчения [8] (см. рис. 6) предназначено для измельчения налипающих материалов, в частности, полусухой глины, и может быть использовано в промышленности строительных материалов.

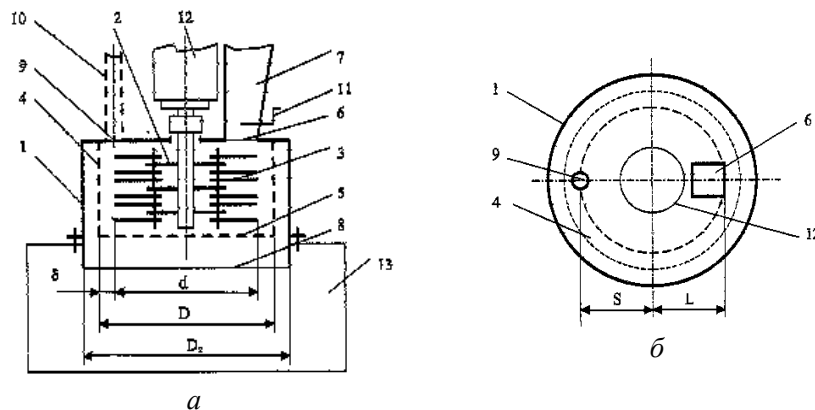


*a* – продольный разрез; *б* – разрез по сечению А-А; *в* – вид I (увеличено)

Рис. 6. Устройство измельчения

Благодаря тому, что устройство работает в режиме, исключающем налипание вязкопластичного материала, измельчение осуществляется воздействием на материал как молотков ротора, так и корпусных бил, устройство характеризуется высокой эффективностью дробления материала, в том числе и материала с повышенной твердостью поверхности, в котором внутренний объем не просушен и представляет собой пластичную массу.

Дробилка для фуражного зерна [9] относится к области сельского хозяйства и может быть использована при производстве комбикормов. На рис. 7 изображен общий вид дробилки.



*a* – вид прямо; *б* – вид сверху (без приемного бункера и разрядного фильтра)

Рис. 7. Общий вид дробилки для фуражного зерна

Данная конструкция позволяет реализовать наиболее эффективный процесс измельчения зерна ударом, обеспечить равномерный помол за счет отбора частиц по мере их образования и исключения воздушно-продуктового слоя на ситовой обечайке, что, в свою очередь, повышает надежность работы дробилки и снижает удельные затраты энергии.

Молотковая дробилка вертикальная [10] (см. рис. 8) применяется для переработки зернового материала и может быть использована, например, в комбикормовой промышленности.

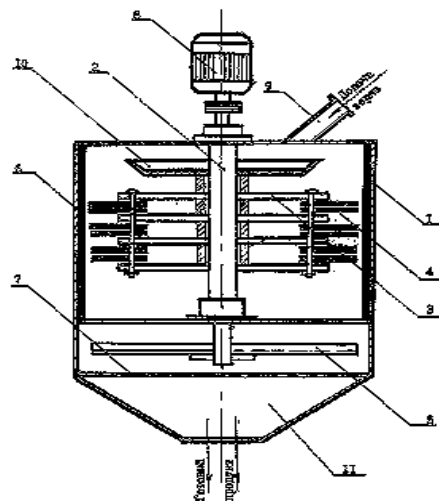


Рис. 8. Молотковая дробилка вертикальная.

Данная конструкция дробилки достаточно проста. Но в то же время качественное измельчение зернового материала гарантируется благодаря применению износостойких материалов при изготовлении рабочих органов дробилки и установлению дополнительного измельчителя (била), который осуществляет интенсивное просеивание через решето готового продукта вследствие рыхления билом его слоя над решетом.

*Выводы.* Из приведенного обзора видно, что дробильные установки ударного действия применяют преимущественно для дробления материалов средней твердости и мягких, имеющих небольшую влажность и вязкость. В сельском хозяйстве они используются для измельчения фуражного зерна, кукурузных початков, жмыха, соломы при приготовлении комбикормов. На таких материалах дробильные установки ударного действия позволяют достигать большой степени измельчения, а простота конструкции, низкая металлоемкость, возможность изготовления машин большой производительности и удобство обслуживания делают их применение эффективным.

## Литература:

1. Вертикальная бесситовая дробилка для зерна: пат. 2021854 РФ, МПК<sup>7</sup> В 02 С 13/16 / А.А. Хитов, Н.В. Хитова; заявитель Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – № а 4939275/13; заявл. 24.05.91; опубл. 30.10.94.
2. Измельчитель: пат. 2052291 РФ, МПК<sup>7</sup> В 02 С 13/16 / Л.А. Сиваченко, Н.Г. Селезнев, В.А. Шуляк, М.В. Лещева, В.Н. Башаримова; заявитель Научно-технический кооператив "Млын". – № а 5047857/33; заявл. 15.06.92; опубл. 20.01.96 // Бюл. изобретений – 1996. – № 6.
3. Дробилка: пат. 2057584 РФ, МПК<sup>7</sup> В 02 С 13/02 / Н.Г. Селезнев, В.А. Шуляк, Л.А. Сиваченко, В.Н. Башаримова; заявитель Научно-технический кооператив "Млын". – № а 5014181/33; заявл. 02.12.91; опубл. 10.04.96.
4. Измельчитель: пат. 2072262 РФ, МПК<sup>7</sup> В 02 С 13/14 / Л.А. Сиваченко, Н.Г. Селезнев, В.А. Шуляк, М.В. Лещева, В.Н. Башаримова; заявитель Научно-технический кооператив "Млын". – № а 92013763/33; заявл. 23.12.92; опубл. 27.01.97.
5. Центробежная многоступенчатая дробилка: пат. 2053021 РФ, МПК<sup>7</sup> В 02 С 13/14 / О.Л. Черных, С.В. Суханов, В.В. Давыдов; заявитель Малая инновационная фирма "Реал-ВОИР". – № а 93041405/33; заявл. 18.08.93; опубл. 27.01.96.
6. Ударная мельница: пат. 2058822 РФ, МПК<sup>7</sup> В 02 С 13/14 / А.С. Журавлев; заявитель Журавлев Александр Сергеевич. – № а 93036164/33; заявл. 13.07.93; опубл. 27.04.96.
7. Многоступенчатая дробилка: пат. 2166368 РФ, МПК<sup>7</sup> В 02 С 13/14 / В.Р. Алешкин, Н.Ф. Баранов, М.С. Поярков, В.Н. Шулятьев; заявитель Вятская государственная сельскохозяйственная академия. – № а 99109165/13; заявл. 26.04.99; опубл. 20.03.01.
8. Устройство измельчения: пат. 2178340 РФ, МПК<sup>7</sup> В 02 С 13/16 / И.Ф. Шлегель; заявитель Шлегель Игорь Феликсович. – № а 2000120480/03; заявл. 31.07.00; опубл. 20.01.02.
9. Дробилка для фуражного зерна: пат. 2209119 РФ, МПК<sup>7</sup> В 02 С 13/14 / В.И. Сыроватка, А.С. Комарчук; заявитель Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский и проектно-технологический институт механизации животноводства. – № а 2001112717/13; заявл. 08.05.01; опубл. 27.07.03.
10. Молотковая дробилка вертикальная: пат. 53688 Украины, МПК<sup>7</sup> В 02 С 13/16 / В.Я. Рубан; заявитель Рубан Владимир Яковлевич. – № а 99084689; заявл. 17.08.99; опубл. 15.02.03 //

Официальный бюллетень "Промислова власність" / Книга 1 – 2003. – № 2.

**КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ І ГАЛУЗЬ ЗАСТОСУВАННЯ  
АПАРАТІВ ДЛЯ ПОДРІБНЕННЯ КРИХКИХ ТА  
В'ЯЗКОПЛАСТИЧНИХ ХАРЧОВИХ МАТЕРІАЛІВ**

Харкевич В.Г.

*Анотація* – у роботі розглянуті різні конструктивні рішення дробарок ударної дії з вертикальним розташуванням вала, наведено їхній порівнювальний аналіз, виявлено найбільш переважний тип подрібнювачів для переробки крихких харчових матеріалів.

**CONSTRUCTIVE DECISIONS AND FIELD OF APPLICATION OF  
DEVICES FOR CRUSHING BRITTLE AND VISCOPLASTIC  
FOOD MATERIALS**

V. Kharkevich

*Summary*

**In this work various constructive decisions of impact crushers with a vertical shaft are considered, their comparative analysis is carried out; the most preferable type of grinders for processing of brittle food materials is revealed.**

УДК 641.12:641.52

## ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ ОВОЧІВ БЕЗ ВОДИ ТА ЖИРІВ

Шофул І.І., к.т.н.

*Одеська національна академія харчових технологій*

Тел. (048)712-40-35

**Анотація** – дану роботу присвячено розробці нового обладнання для теплової обробки овочів без води та жирів.

**Ключові слова** – тепла обробка, металева ємність, тепло і вологообмін, збереження вітаміну С.

Процеси теплової обробки харчових продуктів у металевих ємностях охоплюють практично весь технологічний цикл для різноманітних овочів і становлять у загальному обсязі виробництва близько 60...70 %. Для виготовлення металевих конструкцій у харчовій галузі застосовуються, в основному, матеріали: нержавіюча сталь, харчові алюмінієві сплави, сірі чавуни, що володіють високою плинністю і пластичністю для отримання тонкостінних виробів. Основні металеві конструкції ємностей для обробки овочів методом теплової обробки класифікують за такими ознаками: призначенням (з використанням рідини, жирів, обробки парою); матеріалом і обсягом ємності [1].

Ємності, виготовлені з нержавіючої сталі марки X18H9 (або X18H9T), мають товщину стінки від 1,0 до 0,5 мм. Чим тонше стінка ємності зі сталі, тим менше строк її експлуатації і нижче надійність у роботі внаслідок схильності нержавіючої сталі до викривлення при нагріванні.

Найбільш перспективними матеріалами на період 2007 - 2010 рр., як зазначається у роботі [2], вважається нержавіюча сталь - для виготовлення металевих ємностей із шаруватим теплорозподільним дном, а також емальований сірий чавун. У даний час ємності з нержавіючої сталі від вітчизняного виробника випускають з товщиною стінки 1,0 мм, що збільшує їх довговічність і стійкість при експлуатації. Фланці кришки і ємності контактували з кільцевою площиною шириною ~ 0,5 мм, однак фланці кришки не були заглиблена всередину ємності. Ця конструкція володіє тим недоліком, що в процесі обробки продуктів у воді при 100 °С усередині металевої ємності накопичується пара, яка за відсутності щільного контакту,

випаровується у навколишню атмосферу. Наприклад, у дослідах по моделюванню роботи ємності об'ємом у 3 л тривалість кипіння м'ясоовочевої водної суміші становила 1,5...2,0 години. В результаті перетворення води в пару з подальшою його витокком з ємності теплові втрати ( $Q_{п}$ ) досягали 1698 кДж [2].

Металеві ємності для теплової обробки овочів фірми "Цептер" випускаються у декількох варіантах: 1,8 л, 2 л і 4 л, у яких теплова обробка продуктів відбувається за рахунок переходу в пару частини вологи, що виділяється з натуральних продуктів. Ці ємності забезпечені спеціальною кришкою, що дозволяє готувати їжу під тиском 1 ат, при температурі 120 °С і з доливом води в кількості 0,2...0,4 л [3]. Термоконтролер фіксує температуру кришки. Час теплової обробки залежить від виду продукту і вказаний у інструкції, що додається до металевої ємності.

При надходженні перших партій комплектів посуду "Zepter" на ринок Росії та України в період 1996 - 1997 рр. ціна комплекту складала 1319...2900 дол. США [3, 4]. Застосування металевих конструкцій фірми "Цептер" для теплової обробки продуктів під тиском 1 ат, температурі 120 °С і з доливом води є розвитком конструкції "Скороварки", освоєної у СРСР ще в 1973 р. Відмінність посуду "Zepter" (торговий бренд "Синкро - Клік") від вказаного технологічного аналога полягає у застосуванні для корпусу і кришки нержавіючої сталі, а також нової конструкції кришки, забезпеченої запірним пристроєм (замком) з німецьким патентом, опублікованим у 1991 р. [5].

Зазначений замок забезпечує фіксацію кришки на ємності з відкритого (не герметичного) у закрите (герметичне) положення. Однак у цьому випадку кришка стає досить складною. Застосування тиску 1 ат, температури 120 °С і значної кількості води дозволяє скоротити період приготування, наприклад, неочищеної картоплі з 35 хв до 10...15 хв.

Слід очікувати, що використання складної конструкції кришки додатково збільшить вартість базової конструкції ємності "Zepter" на 25...30 %.

У чавунних ємностях зі стінками товщиною 4,5 мм з-за більш високого теплового опору в порівнянні з вищевказаними матеріалами явище пригара і перегріву масла спостерігається рідше.

Одним з варіантів підвищення теплового опору дна ємностей з алюмінієвого сплаву, формуюмого методом пресування, є виконання стінок ємності диференційованими. У ємностях з нержавіючої сталі дно може товщати виконанням його з двох шарів сталі, наприклад, товщиною 1 мм кожен, або напрусуванням на сталеве дно шару з алюмінію завтовшки 3 мм. Більшість закордонних фірм - виробників

металевих конструкцій для теплової обробки овочів ("Бохман", "Тефаль", "Ритцер", "Прем'єр" та ін.) [6] застосовують двошарове сталеве або напресоване алюмінієве дно з метою зниження можливості пригара і підвищення жорсткості металевої ємності при експлуатації. Українські виробники посуду продовжують його виробництво з одношаровим дном і з метою зниження ціни зменшують товщину стінки ємностей до 0,5 мм, що викликає не тільки погіршення якості обробки овочів, але і знижує термін його служби [7, 8].

Крім двошарового дна і більш високого рівня дизайну, імпортовані металеві ємності, призначені для теплової обробки різноманітних продуктів, зазвичай забезпечені кришками, фланці яких заходять всередину металевої ємності, а сама кришка виконується з теплостійкого скла [9, 10, 11].

Для матеріалів металевих ємностей, що застосовуються у процесах обробки харчових продуктів, основні вимоги полягають, у першу чергу, в забезпеченні заданих технічних і санітарно-екологічних характеристик. Матеріал не повинен вступати у взаємодію з харчовими продуктами та утворювати будь-яких сполук, шкідливих для здоров'я людини. Незалежно від методу, що застосовується при виготовленні металевих ємностей, особливу увагу необхідно приділяти таким експлуатаційним властивостям, як корозійна стійкість, деформаційні характеристики при зміні температури, теплофізичні властивості, що визначають тепловий режим обробки у цих ємностях харчових продуктів [12, 13, 14, 15].

Обладнання складається з 3-х основних елементів: металевої ємності з товщиною стінки  $\delta_1$ ; донної частини, що представляє дно металевої конструкції товщиною  $\delta_2$ , до якого щільно прилягає елемент завтовшки  $\delta_3$ , створює тепловий ефект теплоакумулюючого дна. Виникає температурний перепад  $\Delta T$ , розрахунковий температурний градієнт визначається як різниця початкової і поточної температури контактуючих середовищ.

Порівняння показників –  $\alpha_1$ ; санітарно - хімічні та гігієнічні –  $\alpha_2$ ; технологічні –  $\alpha_3$ ; економічні –  $\alpha_4$  і естетичні –  $\alpha_5$ , для поширених конструкцій (емалеві, тефлонові та інші покриття металевих ємностей) та розробленого нами способу обробки овочів приймаємо  $\alpha_2 = 0,15$ . [16] Показник технологічності безпосередньо пов'язаний з показником призначення. Порівняння [2] різних конструкцій металевих ємностей для харчових продуктів вітчизняних виробників і іноземних фірм «Цептер», «Тефаль», «Бергофф» та інших дозволили вибрати і обґрунтувати значення  $\alpha_3 = 0,25$ .

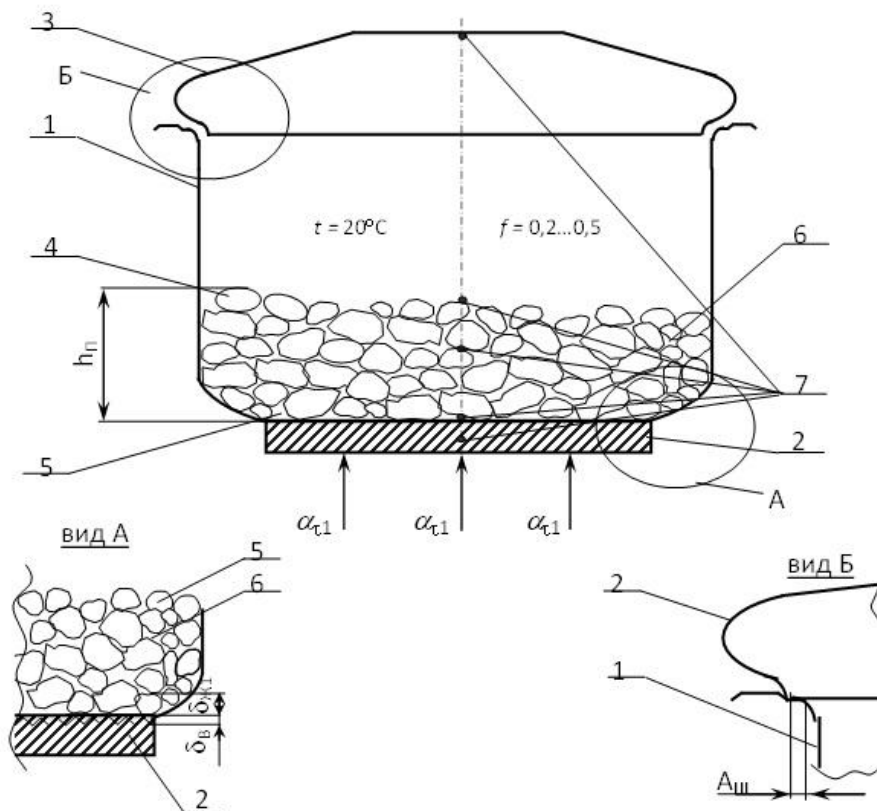
Економічні показники розробленої конструкції визначаються витратами теплової енергії на процес обробки овочів і терміну



служби, протягом якого гарантується експлуатація без руйнування й утворення наскрізного пригара, втрати естетичності і технологічних властивостей.

Тепло-і вологообмін у ємності в період  $\tau_1$  всередині ємності відповідно до рис. 1 регулюється у певній послідовності.

У період  $\tau_1$  починає прогріватися і металева ємність за рахунок теплопередачі через систему "теплоакумулююче дно - шар повітря між ТАД і дном металевої ємності - дно металевої ємності". Товщина шару повітря приблизно дорівнює висоті мікронерівностей ( $Rz$ ) на контактуючих поверхнях.



1 - металева ємність; 2 - теплоакумулююче дно; 3 - кришка; 4 - порізаний продукт (картопля); 5 - волога, що виділилася з продукту при його подрібненні; 6 - канали між частинками порізаних продуктів; 7 - кінці (спай) термопар;  $\delta_{в1}$  - повітряний прошарок між знімним ТАД і зовнішньою частиною дна металевої ємності;  $\delta_{ж1}$  - товщина рідини, що зібралася на внутрішній частині дна металевої ємності за період  $\tau_1$ ;  $A_{ш}$  - ширина стрічки контакту по кільцевій поверхні змикання між фланцями металевої ємності і кришки;  $\alpha_{\tau_1}$  - коефіцієнт теплопередачі від джерела нагрівання до ТАД у період середньої інтенсивності нагріву ( $\tau_1$ ).

Рис. 1. Схема теплопередачі і вологообміну в ємності при тепловій обробці овочів без води в період  $\tau_1$ .

Низькі втрати тепла із-за витоку пари між фланцями металевої ємності і кришки відповідно до рис. 2 забезпечуються не стільки шириною ( $A_{ш}$ ) стрічки змикання, а виникненням водної плівки між контактуючими поверхнями по всьому периметру кільця стрічки. Плівка виникає від конденсату вологи, джерелом якої є пара, проникаюча по западинах шорсткості на поверхнях змикання фланців.

Причому, чим вище обробка контактуючих поверхонь і тонше водяна плівка, тим вище не тільки герметичність змикання, але та сила, що утримує кришку на поверхні металевої ємності.

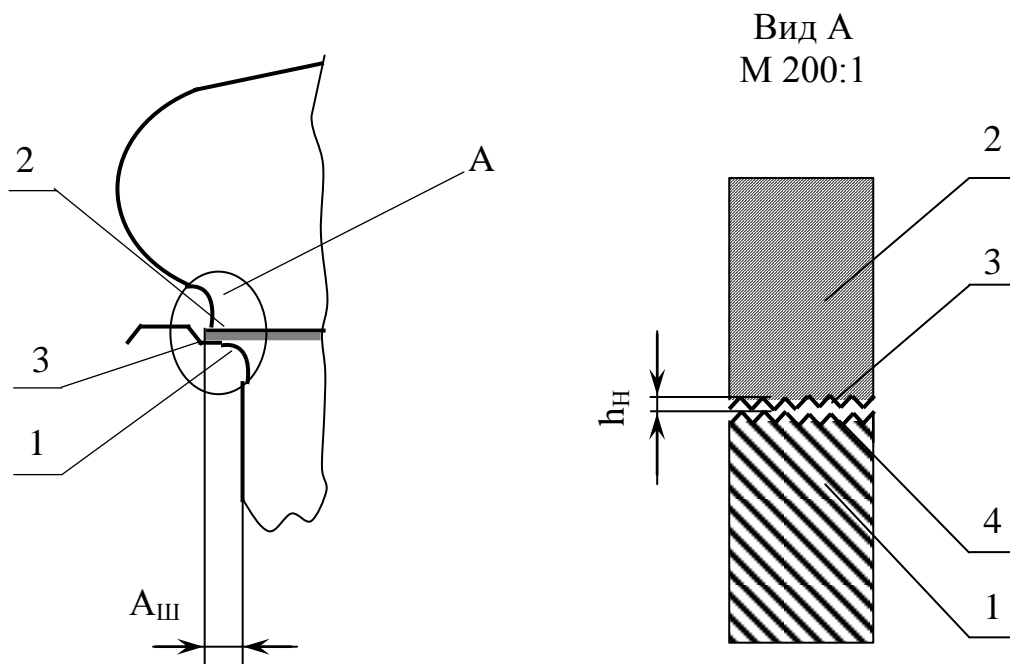


Рис. 2. Схема контакту шорстких поверхонь кришки і ємності через водяну плівку: 1 - фланець металевої ємності; 2 - фланець кришки; 3 - водяна плівка; 4 - шорстка поверхня з висотою нерівностей  $h_n$ .

Таблиця 1 - Схеми теплоакумуючих елементів

Число шарів	Матеріал шару	Метод формоутворення
Одношаровий	Алюмінієво-кремнієвий сплав АК - 12	Штампування, лиття, механічна обробка
Двошаровий	Металокераміка	Шлікерна технологія з гідрофільним оснащенням
Тришаровий	Пориста кераміка з просоченням алюмінієвим сплавом	Лиття

Конструкція обладнання для теплової обробки овочів без води і жирів включає металеву ємність з легованої нержавіючої сталі (X18H9) з товщиною стінки 0,8...1,0 мм і кришку.

Встановлено, що для теплової обробки овочів без води і жирів, виготовили металеві ємності з легованої сталі X18H9 з товщиною стінки 0,8...1,0 мм і застосували знімний теплоакумуючий елемент, товщина елемента 12...15 мм.



Рис. 3. Дослідний зразок з нержавіючої сталі X18H9 ємністю 2,0 л з товщиною стінки 1,0 мм і знімним ТАЕ з алюмінієвого ливарного сплаву АК12.

Для отримання теплоакумуючого селективного елемента застосовували ливарний метод формоутворення на основі багаторазово використовуваної металевої форми - кокіля.

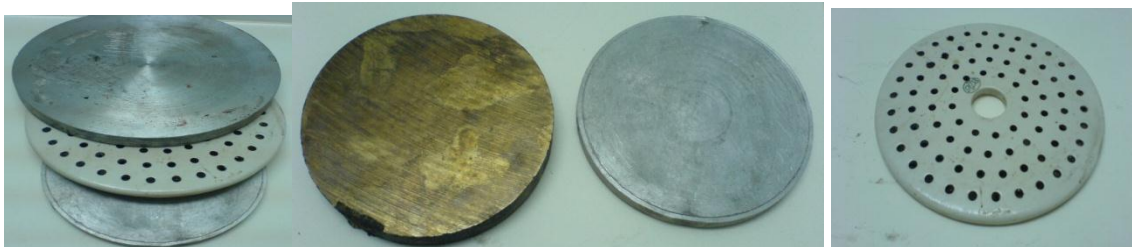
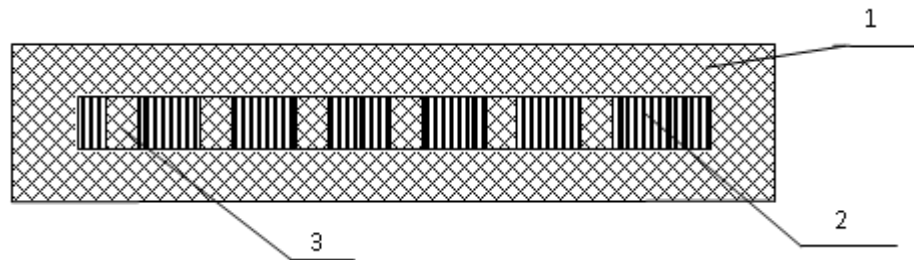


Рис. 4. Зразки теплоакумуючих елементів:  
1 - шар харчового алюмінію АК 12; 2 - шлікерний керамічний елемент; 3-шар харчового алюмінію АК 12.

Для забезпечення змикання фланців кришки і металевої ємності без зазору ширина кільцевого елемента зімкнення фланцем повинна бути не менше 2 мм. Теплоакумуючий елемент виконується змінним із селективною конструкцією відповідно до табл. 1.

Розроблені дві нові економічні конструкції металевих ємностей для теплової обробки овочів при максимальному збереженні вітаміну С на основі запропонованого селективного теплоакумуючого елемента зі сплаву АК 12 і шлікерної кераміки.

Забезпечити змикання фланців кришки і металевої ємності без зазору, ширина кільцевої поверхні змикання фланців повинна бути не менше 2 мм, краї фланців кришки повинні бути загнуті і входити у внутрішню частину ємності не менше, ніж на 5...8 мм для забезпечення умов режиму теплової обробки без втрат.

#### Література:

1. Справочник по товарам и услугам в Украине. «Резерв - сервис», Днепропетровск, 1995. С. 12.
2. *Малых С.В.* Рыночная оценка инноваций в машиностроении. Друк, Одесса, 2004. – 258 с.
3. «Zepter» - Посуда. Медицинские аспекты. Новости цептера. Киев., 1997. - №2. – С. 5.
4. *Сандлер В.* Новое русское слово. Нью-Йорк., 2002. – С. 11.
5. Патент №P4017.0675, Германия. 1991.
6. *Heinrich Kuhn Metallwarinfabrik Aktiengesellschaft* (ФРГ). Патент на изобретение под названием «Варочный сосуд» ЕП №0222699 по заявке №86810482.9 от 87.05.13.
7. *Heinrich Kuhn Metallwarinfabrik Aktiengesellschaft* (ФРГ). Патент на изобретение под названием «Варочный сосуд» ЕР №0221848 по заявке №86810479.5 от 86.10.27.
8. *Heinrich Kuhn Metallwarinfabrik Aktiengesellschaft* (ФРГ). Патент на изобретение под названием «Варочный сосуд» ЕР №0321745 по заявке №4015442 от 91.11.21.
9. *Hasui Morigano.* Япония. «Устройство для варки пищи» Патент №61 – 98222 опубл. 91.03.15.
10. *Hasui Morigano.* Япония. «Устройство для варки пищи под давлением» Патент №60 – 153822 опубл. 91.03.15.
11. *Hasui Morigano.* Япония. «Устройство для варки пищи» Патент №61 – 8017 опубл. 91.03.27.
12. *Томашов Н.Д., Чернова Г.П.* Теория коррозии и коррозионной стойкости.// Металлургия//М. 1993. – 180 с.
13. *Бражников А.М.* Теория термической обработки мясопродуктов. – М.:Агропромиздат, 1987. – 680 с.

14. Новые материалы в литейном производстве. Giesserii, №1, С. 31 – 36.

15. *Krohn B.* SPC raises Level of Confidence in casting quality. // Modern casting, 1986. - №9. С. 25 – 29.

16. Инструкция по санитарно – химическому исследованию новых видов пищевой посуды, тары и других изделий, изготовленных с применением синтетических лаков, эмалей, клея, резины, шпатлёвки и пластмассы. Госсанинспекция. М.: Медицина. 1964. – С. 32 – 36.

## **ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ТЕПЛОЙ ОБРАБОТКИ ОВОЩЕЙ И ЖИРОВ**

Шофул И.И.

***Аннотация*** – данная работа посвящена разработке нового оборудования для тепловой обработки овощей без воды и жиров.

## **EQUIPMENT FOR HEAT TREATMENT OF VEGETABLES AND FATS**

I. Shoful

### **Summary**

**This work deals with the development of new equipment for heat treatment of vegetables without water and fat.**

УДК 637.344:635.1

## **ТЕХНОЛОГІЧНІ ПАРАМЕТРИ І РЕЖИМИ ОДЕРЖАННЯ ПЮРЕ З КАБАЧКІВ ІЗ ЗАДАНИМИ ФУНКЦІОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ**

Юдіна Т.І., к.т.н.,

*Київський національний торговельно-економічний університет*

Назаренко І.А., к.т.н.

*Донецький національний університет економіки і торгівлі імені  
Михайла Туган-Барановського*

Тел. +38 (098) 042-25-11

**Анотація** – у роботі обґрунтовано доцільність використання у технології комбінованих фаршів кабачків сорту Золотинка, визначено технологічні параметри і режими та розроблено технологічну схему одержання пюре з кабачків із заданими функціонально-технологічними властивостями.

**Ключові слова** – комбіновані фарші, молочно-білковий концентрат зі сколотин, пюре з кабачків, розчинний пектин.

*Постановка проблеми.* В умовах існуючого дефіциту білкових речовин, вітамінів, мінеральних речовин та харчових волокон у харчуванні важливого значення набувають інноваційні технології комплексної переробки сировини, впровадження яких дозволить забезпечити більш раціональне використання сировинних ресурсів, розширити асортимент та підвищити харчову цінність кінцевої продукції за одночасного підвищення ефективності її виробництва [1].

У загальному обсязі продукції власного виробництва закладів ресторанного господарства значну питому вагу складають страви, для приготування яких використовуються фаршеві маси [2]. Широкого використання набули комбіновані фарші – продукція складного сировинного складу, для виробництва якої використовують поєднання різних видів сировини. Зростання попиту на дану продукцію обумовлено її універсальністю, високими споживними властивостями.

*Аналіз останніх досліджень.* Аналіз літературних джерел свідчить про раціональність комбінування молочної та рослинної сировини, що дозволить знизити калорійність продуктів, збагатити їх вітамінами, більшість з яких є потужними антиоксидантами, харчовими волокнами, мінеральними речовинами, органічними кислотами та іншими функціональними інгредієнтами, присутність

яких життєво необхідна для нормального функціонування організму людини з погляду теорії раціонального харчування [1]. Крім того, слід відзначити дуже важливий фізіологічний феномен, вперше відкритий О.О. Покровським: при поєднанні різнорідних за походженням білків у складі харчових раціонів їхня перетравлюваність майже завжди поліпшується, що згодом підтвердили багато дослідників на прикладі м'ясо-рибних, м'ясо-молочних, а також м'ясо- і рибо-рослинних систем [3].

У технології комбінованої продукції, зокрема, фаршів, доцільно застосовувати молочний білок у концентрованому вигляді. Тому науковий і практичний інтерес становить молочно-білковий концентрат зі сколотин – джерело унікальної білкової системи, яка представлена білками високої харчової цінності [4].

З огляду на теоретичні положення утворення комбінованих продуктів, рослинна сировина повинна розглядатися у технології фаршів з позиції стабілізаційних властивостей, що зумовлено хімічним складом, а саме – вмістом пектинових речовин. Зважаючи на вищесказане, інтерес викликає використання овочевої сировини, що є джерелом пектинових речовин.

Серед овочевої сировини найбільш високим вмістом пектинових речовин відрізняються коренеплоди – від 6,4 до 30,0% пектинових речовин на суху речовину та гарбузові – від 1,7 до 23,6%. Із гарбузових максимальним вмістом пектинових речовин характеризуються кабачки (16,5...17,6%) [5].

Використання кабачків у технології комбінованих фаршевих мас обумовлено також економічною доцільністю внаслідок доступності та простоти отримання означеної сировини. До того ж, використання місцевих сировинних ресурсів регіонів сприятиме підвищенню економічної ефективності харчових виробництв та зниженню собівартості продукції.

*Формулювання цілей статті (постановка завдання).* Метою роботи є визначення технологічних параметрів і режимів одержання пюре з кабачків із заданими функціонально-технологічними властивостями для його подальшого використання у технології молочно-кабачкового фаршу (МКФ).

*Основна частина.* Найбільш поширені ранньостиглі сорти кабачків в Україні: Грибовський 37 і Одеський 52. На основі кабачків цукіні створено ряд сортів і гібридів з зеленими і золотистими плодами: Аеронавт (Агронавт), Цукеша, Золотинка, Скворушка, Чаклун та ін [6].

Хімічний склад районуваних у Лісостеповій зоні України сортів кабачків наведено в табл.1.

Таблиця 1 – Хімічний склад районованих у Лісостеповій зоні України сортів кабачків

Речовина/ Сорт кабачків	Аеро-навт	Грибов-ський 37	Довго-плідний	Золо-тинка	Соряя	Цуке-ша
1	2	3	4	5	6	7
Вода, %	92,0	91,92	91,77	91,6	96,0	91,77
Білки, %	0,55	0,55	0,5	0,55	0,55	0,5
Жири, %	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
Вуглеводи, %						
моно- і дисахариди, %	4,82	4,9	5,1	5,3	5,7	5,1
крохмаль, %	-	-	-	-	-	-
Клітковина, %	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Пектинові речовини, %	1,7	1,8	1,7	2,0	1,7	1,7
Органічні кислоти, %	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Зола, %	0,4	0,4	0,4	0,32	0,4	0,4
Мінеральні речовини; мг/100г						
Na	2	2	2	2	2	2
K	170	195	200	238	230	230
Ca	15	15	15	20	28	28
Mg	7	7	7	7	7	7
P	12	17	17	17	12	12
Fe	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Вітаміни; мг/100г						
β-каротин	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
B <sub>1</sub>	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
B <sub>2</sub>	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03
B <sub>6</sub>	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,11
PP	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
C	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3
E	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Відповідно до табл. 1., у складі кабачків спостерігається раціональне співвідношення мінеральних солей калію і натрію. Вони є цінним джерелом кальцію 15...40 мг/100г, фосфору – 12...25 мг/100г, феруму – 0,4...0,8 мг/100г, купруму, кобальту, магнію. У плодах кабачків міститься 1,7...2% пектинових речовин. Цей показник перевищує у декілька разів наявність пектинових речовин у таких широко поширених овочах, як капуста білокачанна і морква.

Таким чином, дані табл. 1 доводять, що у технології комбінованого фаршу доцільно використовувати кабачки сорту Золотинка, враховуючи більш високий вміст у них пектинових та мінеральних речовин.



Використання кабачків у технології комбінованого фаршу необхідно розглядати з позиції реалізації властивостей пектинових речовин, а, саме, можливості підвищувати в'язкість дисперсійного середовища і виступати в ролі стабілізатора структури. Це може бути досягнуто шляхом теплової обробки (ТО) овочів та їх механічного подрібнення, у результаті чого відбувається перехід протопектину в розчинний пектин (РП).

Обґрунтування технологічних параметрів і режимів одержання пюре з кабачків проводили у декілька етапів. На першому етапі досліджень визначали вплив тривалості теплової обробки паром без застосування додаткових інтенсифікуючих чинників на вміст РП.

Кабачки сорту Золотинка інспектували, промивали, очищували, подрібнювали кубиками з розміром ребра  $l=(0,8...1) \cdot 10^{-2}$  м та здійснювали теплову обробку паром за температури  $110 \pm 2^\circ\text{C}$ . Відомо, що бланшування (короткотривала теплова обробка водою або паром) приводить до зменшення втрат вітаміну С у порівнянні з традиційною тепловою обробкою. Результати дослідження впливу тривалості ТО кабачків на вміст у них РП представлено на рис. 1.

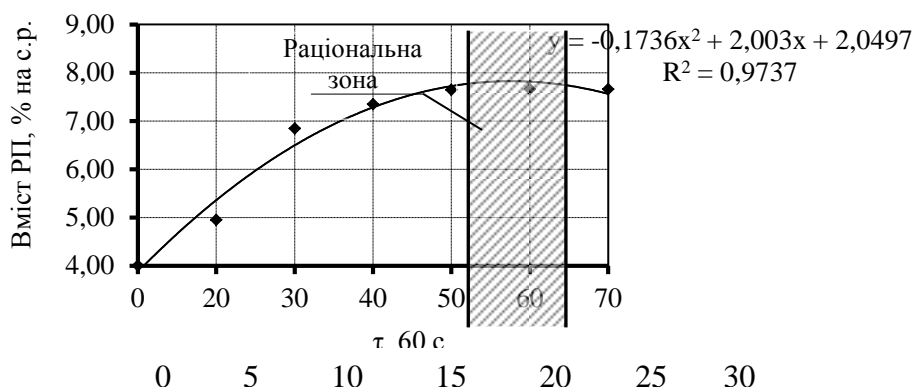


Рис. 1. Вплив тривалості ТО кабачків на вміст у них РП

Отримані дані (рис.1) свідчать, що максимальна кількість РП спостерігається через  $(15...20) \cdot 60$ с. Вміст РП за таких умов ТО складає 7,65% на с.р. проти 4,00 % на с.р. у свіжих кабачках. Імовірно, що за цих умов для підвищення темпів накопичення РП необхідні додаткові чинники інтенсифікації.

Процес накопичення РП можна інтенсифікувати за умов подрібнення кабачків після проведення ТО. Відомо, що для отримання пюреподібних продуктів передбачається подрібнення овочів після бланшування на машині для тонкого подрібнення відварених овочів до розмірів  $(2...8) \cdot 10^{-3}$ м з подальшою їх гомогенізацією до розмірів  $(5...7) \cdot 10^{-4}$ м та менше [7]. Результати досліджень впливу температури подрібнення кабачків на вміст у них РП наведено на рис. 2.

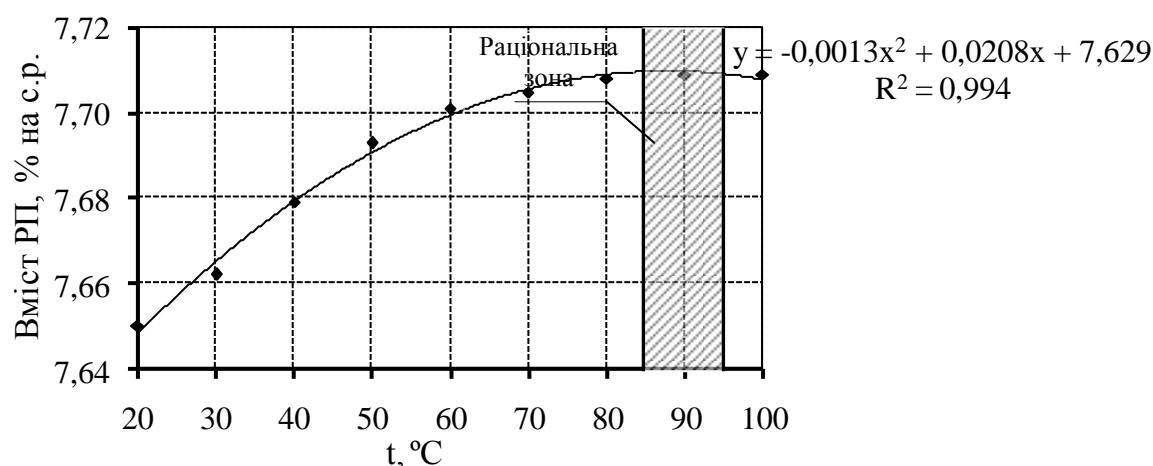


Рис. 2. Вплив температури подрібнення кабачків на вміст у них РП.

Встановлено (рис. 2), що вміст РП набуває максимальних значень за температури подрібнення кабачків  $80 \pm 5^\circ\text{C}$ , за якої відбувається руйнування зв'язків між пектиновими речовинами та іншими речовинами клітинних стінок.

Інтенсифікувати темп накопичення пектинів можна також шляхом вторинної термообробки подрібнених кабачків. Відомо, що температурний режим понад  $80^\circ\text{C}$  призводить до деструкції біологічно-активних речовин пюре та негативно впливає на їх харчову цінність, а за температури нижче  $70^\circ\text{C}$  не повною мірою проходить коагуляція білків та руйнування полімерів клітинної стінки, що обмежує проникнення гідролітичного чинника. Тому, на наступному етапі дослідження визначали вплив тривалості нагрівання пюре з кабачків на вміст розчинного пектину за температури  $70 \dots 80^\circ\text{C}$ . Результати дослідження наведено на рис. 3.

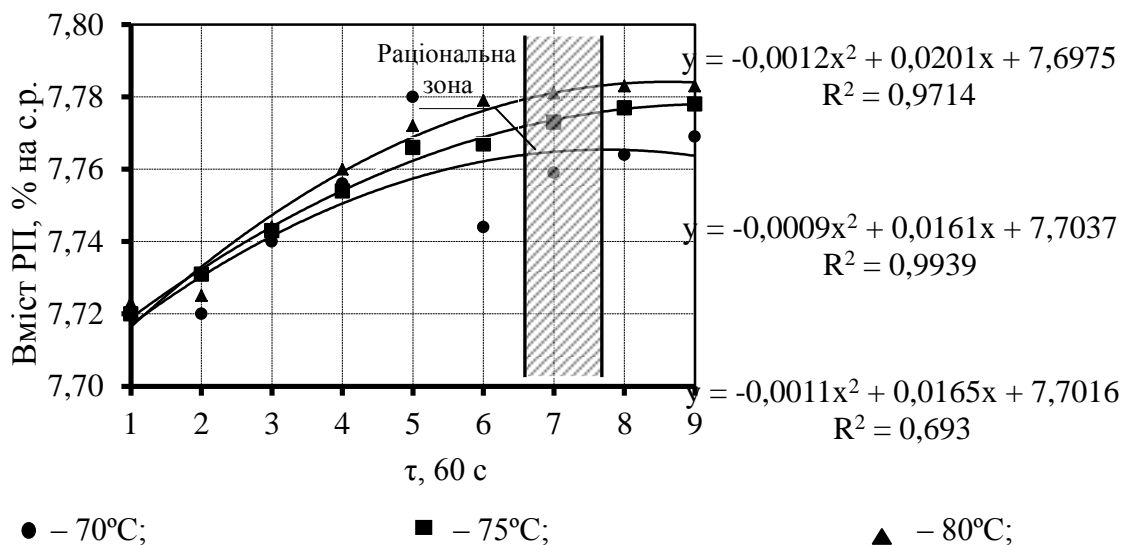


Рис. 3. Вплив температури та тривалості ТО пюре кабачків на вміст РП.

Встановлено (рис. 3), що повторна ТО пюре з кабачків призводить до підвищення вмісту РП у них. Однак, тривалість ТО пюре з кабачків понад 7·60 с супроводжується значним зниженням вологовмісту пюре. Тому, за вищевказаних умов раціональною тривалістю ТО, що забезпечує максимальне зростання вмісту РП у пюре при збереженні його якісних показників, є (6...7)·60с.

На підставі проведеного аналізу літературних джерел встановлено, що гідроліз протопектину найбільш інтенсивно відбувається у кислому середовищі, а можливість регулювання рН в обраній зоні доцільно здійснювати уведенням лимонної кислоти. Результати дослідження впливу рН середовища на вміст РП у пюре з овочів наведено на рис. 4.

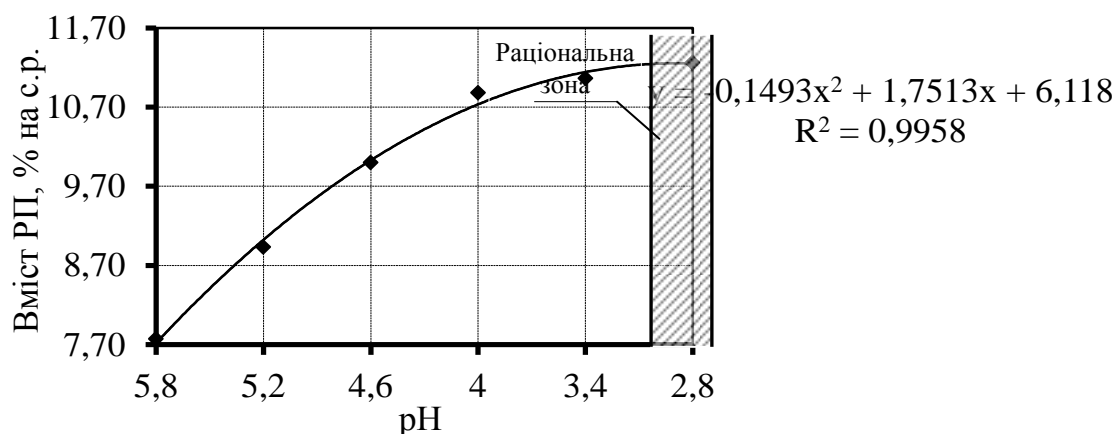


Рис. 4. Вплив рН середовища на вміст РП у пюре з кабачків

Отримані результати (рис. 4) свідчать, що зміна рН суттєво впливає на вміст РП у пюре з кабачків. Визначено, що раціональним значенням рН для переведення протопектину в РП та збереження якісних показників пюре є 3,0...3,4. Вміст розчинного пектину за таких умов складає 11,06...11,13% на с.р.. Подальше зниження рН призводить до незначних змін вмісту РП та підвищенню кислотності пюре, що погіршує їх органолептичні показники та якість.

Таким чином, на підставі проведених досліджень визначено технологічні параметри та режими одержання пюре з кабачків: температура ТО кабачків –  $110 \pm 2^\circ\text{C}$ , тривалість ТО – (15...20)·60 с, температура подрібнення кабачків –  $80 \pm 5^\circ\text{C}$ , температура ТО пюре –  $75 \pm 5^\circ\text{C}$ , тривалість ТО – (6...7)·60 с та рН – 3,0...3,4. Технологічну схему одержання пюре з кабачків подано на рис. 5.

Отримане за запропонованими способами пюре з кабачків має консистенцію, що маститься і не розшаровується при зберіганні та подальшому використанні.

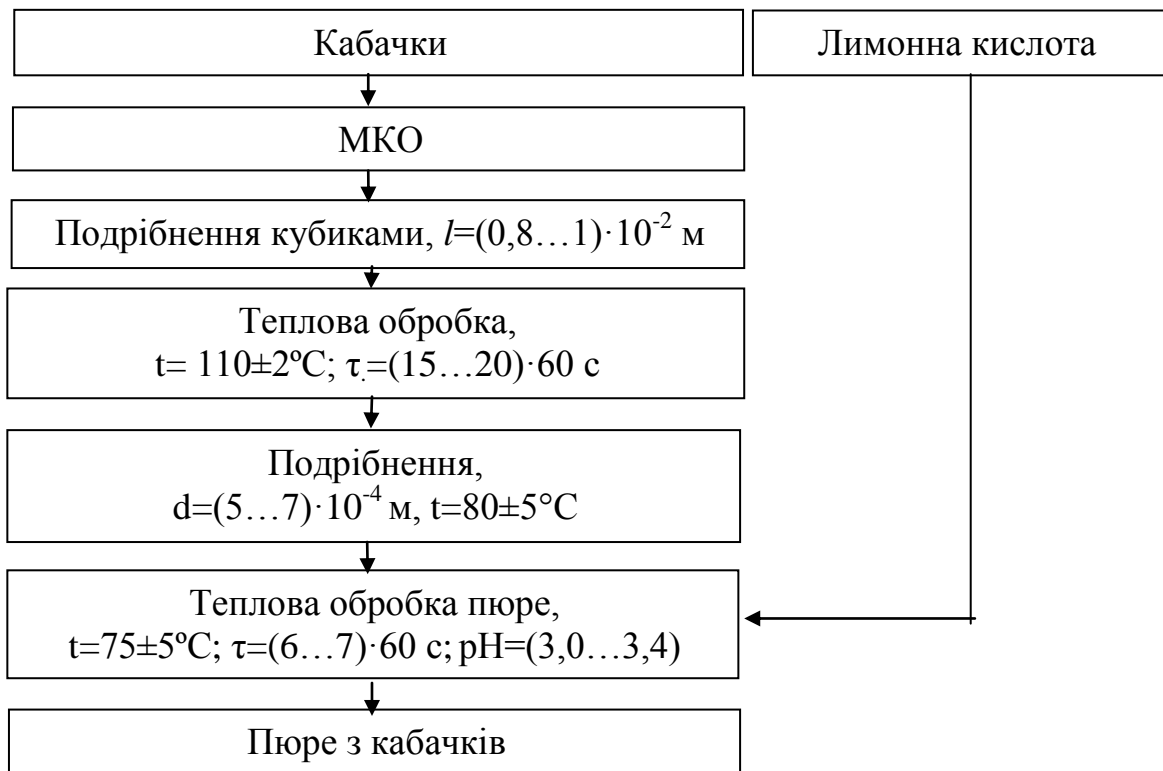


Рис. 5. Технологічна схема одержання пюре з кабачків

Накопичення РП, що проявляє властивості стабілізатора структури та сприяє підвищенню в'язкості пюре з кабачків, обумовлює доцільність його використання у технології МКФ.

*Висновки.* На підставі аналізу хімічного складу поширених сортів кабачків обґрунтовано доцільність використання у технології комбінованого фаршу кабачків сорту Золотинка. Визначено технологічні параметри та режими одержання пюре з кабачків для їх подальшого використання у технології МКФ: температура ТО кабачків –  $110\pm 2^\circ\text{C}$ , тривалість ТО кабачків –  $(15\text{...}20)\cdot 60$  с, температура подрібнення кабачків –  $80\pm 5^\circ\text{C}$ , температура ТО пюре –  $75^\circ\text{C}$ , тривалість ТО –  $(6\text{...}7)\cdot 60$  с та рН середовища –  $3,0\text{...}3,4$ . Розроблено технологічну схему одержання пюре з кабачків.

#### Література:

1. *Липатов Н.Н.* Совокупное качество технологических процессов молочной промышленности и количественные критерии его оценки [Текст] / Н.Н. Липатов, С.Ю. Сажинов, О.И. Башкиров // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2001. – № 4. – С. 33–34.

2. *Шалимінов О.В.* Збірник рецептур національних страв та кулінарних виробів: Для підприємств громад. харчування всіх форм

власності [Текст] / О.В. Шалимінов, Т.П.Дятченко, Л.О. Кравченко та ін. – К.: Видавництво А.С.К., 2003. – 848 с.

3. *Назаренко Т.А.* Исследование влияния растительных компонентов на биотехнологические параметры производства молочно-растительного ферментированного десертного продукта [Текст] / Т.А. Назаренко, Н.Б. Гаврилова // Вестник Инновационного Евразийского университета. – 2007. – № 2. – С. 193–200.

4. *Юдіна Т.І.* Розробка молочно-білкового концентрату зі сколотин та його використання в технологіях продуктів харчування [Текст]: дис. ... канд. техн. наук / Т.І. Юдіна. – Х., 2001. – 158 с.

5. *Тележенко Л.Н.* Биологически активные вещества фруктов и овощей и их сохранение при переработке [Текст] / Л.Н. Тележенко, А.Т. Безусов. – Одесса : «Optimum», 2004. – 268 с.

6. Сорта кабачка [Електронний ресурс] // Южная государственная сельскохозяйственная опытная станция – Электрон. текст. дані. – Режим доступу: <http://ipob.org.ua/kabachki.html>

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ И РЕЖИМЫ ПОЛУЧЕНИЯ ПЮРЕ ИЗ КАБАЧКОВ С ЗАДАНЫМИ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ**

Юдина Т.И., Назаренко И.А.

*Анотація* – в работе обоснована целесообразность использования в технологии комбинированного фарша кабачков сорта Золотинка, определены технологические параметры и режимы получения пюре из кабачков и разработана технологическая схема его получения.

## **TECHNOLOGICAL PARAMETERS AND MODES OF GETTING MASHED ZUCCHINI WITH SPECIFIED FUNCTIONAL AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES**

T. Yudina, I. Nazarenko

### *Summary*

**In the article the expediency of the use in technology combined minced zucchini varieties Zolotinka defined technological parameters and modes of getting mashed zucchini and technological scheme of its receipt.**

УДК 641.521:641.8-035.575

## ТЕХНОЛОГІЯ ПРИГОТУВАННЯ М'ЯСНИХ СТРАВ З ЗАСТОСУВАННЯМ СУЧАСНИХ СПОСОБІВ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ

Марцин Т.О., к.т.н.

*Київський національний торговельно-економічний університет*

Тел. (044)531-48-45

**Анотація** – у даній статті розглянуто оптимальні параметри технологічного процесу приготування м'ясних страв у пароконвектоматі.

**Ключові слова** – пароконвектомат, кулінарна продукція, якість м'ясних страв, способи теплової обробки.

*Постановка проблеми.* На сучасному етапі головним завданням кожного закладу ресторанного господарства є швидке і якісне обслуговування відвідувачів продуктами здорового харчування [1]. Теплова обробка спричинює хімічні зміни в продуктах і підвищує засвоюваність їжі. Так, під час теплової обробки тваринні і рослинні білки денатуруються, крохмаль клейстеризується, продукти розм'якшуються, утворюються нові смакові речовини, які впливають на виділення травних соків і, отже, на підвищення засвоюваності їжі. Теплова обробка також знезаражує продукти, оскільки при високій температурі гинуть мікроорганізми і їх спори, руйнуються токсини. Але одночасно з позитивною дією вона спричинює й негативні зміни: руйнуються окремі поживні речовини, мінеральні солі, розчинні у воді вітаміни, звітрюються ароматичні речовини, втрачається природний колір продуктів (зелень, буряк, м'ясо). У наш час споживання продуктів з достатнім вмістом поживних макро- і мікро-нутрієнтів є однією з найголовніших задач. Харчування повинно бути раціональним і збалансованим. Особливий вплив на біологічну цінність продуктів і сировини має тепла кулінарна обробка.

*Аналіз останніх досліджень.* В останні роки на вітчизняному ринку з'явилися пароконвектомати - універсальне теплове обладнання з високим ступенем автоматизації та можливістю програмування технологічного процесу [2]. Пароконвектомати дозволяють підняти технологічний процес приготування їжі на новий рівень, стабілізувати якість продукції та забезпечити її безпеку.

Практика показує, що технологічний процес приготування кулінарної продукції у пароконвектоматі дещо відрізняється від традиційного. Крім того, на вибір технологічних параметрів виробництва кулінарної продукції впливають також техніко-експлуатаційні характеристики апаратів. Рекомендації фірм-виробників обладнання носять обмежений характер. Розроблені програми далеко не завжди підходять для вітчизняної сировини, для приготування страв вітчизняної кухні.

Для ефективного управління технологічним процесом приготування продукції з використанням пароконвектомата необхідно накопичувати «банк» даних оптимальних режимів теплової обробки різних видів сировини й напівфабрикатів.

*Формулювання цілей статті.* У зв'язку з викладеним, метою є дослідження процесу теплової обробки, зокрема, смаження у пароконвектоматі; наукове обґрунтування переваг його використання для теплової обробки та визначення економічної ефективності використання.

Об'єкт дослідження – процес приготування страв з використанням різних видів теплової обробки.

Предмет дослідження – м'ясні страви, пароконвектомати фірми «Convotherm», «Rational», «Bourgeois», «Convoterm», «Abat».

Для досягнення поставленої мети вирішувалися наступні завдання: вивчити вітчизняний ринок пароконвектоматів і встановити їх класифікаційні ознаки; дослідити техніко-експлуатаційні та технологічні параметри найбільш популярних на вітчизняному ринку пароконвектоматів з вологістю, що регулюється, та з фіксованою вологістю; дослідити залежність параметрів технологічного процесу від виду сировини, інтенсивності завантаження апарату і його техніко-експлуатаційних характеристик; дослідити вплив теплових режимів пароконвектомату на харчову цінність м'яса курей; дослідити економічний ефект від використання пароконвектомату; розробити рекомендації з приготування кулінарної продукції у пароконвектоматі.

Для дослідження техніко-експлуатаційних і технологічних параметрів відібрані десятирівневі пароконвектомати зарубіжних і вітчизняних виробників Rational (Німеччина), Bourgeois (Франція), Convoterm (Німеччина), Abat (м. Чебоксари). Для технологічних проробок були обрані м'ясні страви.

*Основна частина.* Пароконвектомат - це універсальний тепловий агрегат, що поєднує у собі відразу два види обладнання: це пароварочний апарат і конвекційну духовку. Основна мета пароконвектомату - доведення результату роботи кухаря до досконалості при мінімальній затраті часу, енергії та продуктів при

приготуванні одної або декількох страв одночасно. Використання в одній робочій камері пари і циркулюючого гарячого повітря (конвекції) окремо і одночасно дозволяє в одному пароконвектоматі застосовувати самі різні способи приготування продуктів: тушкувати, випікати, розігрівати, обсмажувати, а також готувати на пару. Основні переваги пароконвектомату:

- поєднання заданої температури і вологості в робочій камері, що дозволяє прискорити процес приготування;
- при одночасному приготуванні різних страв кожна з них має свій смак, виглядає дуже апетитною і свіжою, зберігає більшість вітамінів і мінеральних речовин;
- рівномірне приготування продуктів;
- обробка відразу декількох різномірних продуктів одночасно без змішування запахів;
- відсутність необхідності перевертати продукти; зменшення трудовитрат, економія електроенергії.

Під час теплової обробки будь-яким способом відбувається втрата поживних речовин (табл. 1). Пароконвектомат зводить ці втрати до мінімуму.

Таблиця 1 - Втрата харчових речовин при тепловій обробці, %

Продукти	Вид кулінарної обробки	Білки	Жири	Вуглеводи	Вітаміни	Мінеральні речовини
Рослинні	Варіння					
	- без зливу	2	2	2-5	10-60	1-7
	- зі зливом	5	5	10-20	15-80	10-20
	Смаження	5	10	10-20	10-45	20
	Припускання	2	10	5	15-65	2-5
	Пасерування	2	10	2-6	8-60	2-3
М'ясні	Варіння	10	25	-	20-70	20-45
	Смаження					
	- куском	10	30	-	15-60	10-25
	- січені н/ф	2	25	10	10-80	5-15
	Тушкування	5	5	-	15-70	5
Рибні	Варіння	10	10	-	30-90	25-60
	Смаження					
	- без подрібнення	10	20	-	20-35	15-35
	- з подрібненням	5	15	20	10-60	5-15
	Припускання	10	10	-	20-85	25-50
Кисло-молочні	Запікання	5	5	5	5-50	10-15

На підставі рекомендацій виробників устаткування та проведених досліджень обрані два варіанти комбінованої теплової



обробки м'яса птиці у пароконвектоматі фірми Convotherm. Перший складається з трьох етапів: на початку напівфабрикат протягом 3 хвилин обробляють парою (вологість 98%, температура 100°C), потім обсмажують при температурі 160°C, вологості 40%, за 5 хвилин до готовності температуру збільшують до 200°C (вологість 0%) і смажать до утворення золотистої скоринки. У другому варіанті, навпаки, на початку напівфабрикат смажать протягом 5 хвилин при високій температурі (250°C) без зволоження для отримання скоринки, а потім доводять до готовності при температурі 150°C, вологості 40%. У ході досліджень перший і другий варіанти обробки в пароконвектоматі порівнювалися між собою і з традиційним способом смаження на плиті. У всіх випадках теплова обробка зразків велася до температури 85°C у центрі потовщеної частини стегенця.

Визначено тривалість теплової обробки, величина втрат маси та органолептичні показники готової продукції (табл. 2).

Таблиця 2 - Характеристика способів і режимів обробки м'яса птиці

Режим теплової обробки	Час теплової обробки		Втрати маси, %		Органолептична оцінка, бали
	Окорока	Тушки	Окорока	Тушки	
У пароконвектоматі: перший варіант	23	35	24,1±1,2	20,6±1,1	4,81±0,10
другий варіант	25	45	28,3±1,4	23,5±1,4	4,75±0,12
традиційне смаження	30	50	30,4±1,1	28,0±0,9	4,55±0,11

З таблиці 2 видно, що застосування досліджуваних режимів теплової обробки в пароконвектоматі дозволяє, у порівнянні з контрольним методом, скоротити тривалість теплової обробки: при смаженні невеликих порційних шматків м'яса - на 10-18%, при смаженні великих шматків м'яса - на 10-30%.

Установлено, що при обробці у пароконвектоматі втрати маси значно менші, ніж при традиційній обробці.

Порівняння органолептичних показників зразків, приготованих у пароконвектоматі в комбінованих режимах, виявило переваги першого варіанта (табл. 2). У цьому випадку вироби виходять з рівномірним кольором, мають ніжну консистенцію, більш соковиті, з добрим смаком і ароматом. У другому варіанті готове м'ясо також досить ніжне і соковите, але відзначено ознаки відмокання скоринки.

Установлено, що в зразках, оброблених у пароконвектоматі за першим варіантом, масова частка сухих речовин становить, у середньому, 30,4%, що дещо вище, ніж при традиційному смаженні

(різниця 2,8%), імовірно внаслідок більш щадного термічного впливу. Навпаки, в зразках, відпрацьованих за другим варіантом, вміст сухих речовин зменшується на 4% в порівнянні з традиційним способом (табл. 3).

Таблиця 3 – Зміна масової частки сухих речовин, білка і жиру при смаженні птиці (з урахуванням втрат при тепловій обробці)

Способи теплової обробки	Втрати маси, %	Масова доля сухих речовин, %	Масова доля, %	
			білка	жиру
Напівфабрикат	-	31,0±1,2	18,7±0,8	14,0±0,7
Традиційний спосіб	30,4±1,3	29,5±0,9	15,6±0,7	13,2±0,6
У пароконвектоматі				
перший варіант	24,1±1,2	30,4±1,1	16,6±0,7	12,2±0,6
другий варіант	28,3±1,4	28,34±1,4	15,9±0,5	12,1±0,5

В експериментальних зразках, порівняно з контрольними, не відбувається зниження концентрації загального білка (табл. 4). Вміст жиру в зразках, смажених у пароконвектоматі, трохи нижче (на 8-9%), ніж у виробках, приготовлених за традиційної технології. Це пов'язане з тим, що при обробці виробів у пароконвектоматі відбувається менше вбирання жиру.

Для оцінки біологічної цінності м'яса курей після різних методів теплової обробки розрахунковим шляхом визначено наступні показники: коефіцієнт відмінності амінокислотного скору (КВАС,%), біологічна цінність (БЦ,%), коефіцієнт утилізації білка ( $K_{уб}$ ) (табл. 4).

Таблиця 4 - Показники біологічної цінності білків смаженого м'яса птиці

Показник біологічної цінності	У сирому м'ясі	У зразку, що піддавався тепловій обробці		
		У пароконвектоматі		Традиційним способом
		Перший варіант	Другий варіант	
КВАС, %	14,7	14,2	14,8	16,8
БЦ, %	85,3	85,8	85,2	83,2
$K_{уб}$ , %	-	91,8	91,7	91,1

З даних таблиці 4 видно, що при тепловій обробці м'яса птиці, незалежно від способу ведення технологічного процесу, відбувається деяке зниження його біологічної цінності як за рахунок незначного руйнування амінокислот, так і за рахунок погіршення їхньої збалансованості. Білки м'яса птиці, приготованого у пароконвектоматі, мають більш високі значення біологічної цінності і коефіцієнта утилізації; мінімальні значення коефіцієнта відмінності амінокислотного скору. Це свідчить про кращу збалансованість незамінних амінокислот по відношенню до еталона.

*Висновки.* Смаження м'яса на звичайних та перекидних сковородах потребує великої уваги. Температура повинна точно відповідати нормам, не можна допускати зниження температури, щоб продукт, який готується, не почав варитися, а добре підсмажився. Потрібний постійний нагляд за процесом теплової обробки продукту.

Пароконвектомат контролює процес смаження самостійно. Що дає змогу скоротити затрати робочої сили.

Смак усіх досліджуваних страв став більш насиченим, що пов'язано з тим, що продукт увібрав у себе всі аромати продуктів, що були інгредієнтами. Відсутність сторонніх смакових і ароматичних домішок пов'язана з можливістю приладу самоочищатися без сторонньої допомоги, що попереджує змішування смаків. У готових стравах наявна хрумка скоринка і більш насичений колір. Консистенція м'яка, добре і рівномірно пропечена (просмажена). Висока соковитість пов'язана зі швидким процесом утворення скоринки. Відсутнє пригорання жиру (на якому відбувається смаження) та пригорання продукту.

Спостерігається покращення таких показників: втрати маси значно зменшуються, підвищується рівень органолептичних показників, збільшується показник вмісту білка і сухих речовин, зменшується кількість жиру, підвищуються показники біологічної цінності білків та покращуються показники зміни жиру, такі, як перекисне і кислотне числа.

Враховуючи, що втрати маси значно зменшилися, робимо висновок, що сировини для приготування страв необхідно брати менше на відсоток зміни втрат, що значно економить витрати сировини на приготування страв.

Пароконвектомат дасть змогу значно зменшити площі виробничих приміщень, замінивши собою частину теплового обладнання. А також зменшить затрату трудових ресурсів на приготування м'ясних страв.

Соціальний ефект використання пароконвектомату полягає у забезпеченні населення України харчовими продуктами здорового харчування з підвищеною біологічною цінністю; розширенні асортименту конкурентопридатних м'ясних страв; використанні пароконвектомату для приготування страв дієтичного спрямування, що дасть змогу покращити здоров'я та життєвий рівень населення; задоволення попиту споживачів на м'ясні страви у закладах ресторанного господарства.

#### Література:

1. Технологія продуктів харчування функціонального призначення монографія / А.А. Мазаракі, М.Ф. Кравченко, Т.О.

*Марцин* [та ін.]; за ред. М.І. Пересічного. – 2-ге вид., переробл. та допов. – К. : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2012. – 1116 с.

2. Пароконвектоматы – Режим доступа:

<https://np.com.ua/teplovoe-oborudovanie/parokonvektomaty.html>

## **ТЕХНОЛОГИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ МЯСНЫХ БЛЮД С ПРИМЕНЕНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ СПОСОБОВ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ**

Марцин Т.О.

***Аннотация*** – в данной статье рассмотрены оптимальные параметры технологического процесса приготовления мясных блюд в пароконвектомате.

## **TECHNOLOGY MEAT DISHES WITH THE USE OF MODERN METHODS OF HEAT TREATMENT**

T. Martsyn

### ***Summary***

**This article describes the optimal parameters of the process of preparation of meat dishes in the appliance.**

УДК 641.85

## ІННОВАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ДЕСЕРТІВ СОРБЕТ З ВИКОРИСТАННЯМ РІДКОГО АЗОТУ

Медведєва А.О., к.т.н.,

Андрухова О.С., студентка \*

*Київський національний торговельно-економічний університет*

Тел. (044)531-48-44

**Анотація** – у даній статті розглянуто доцільність використання та розробку сорбетів за допомогою кріотехнології. Проаналізовано вміст вітамінів, макро- та мікроелементів у заморожених десертах з природними антиоксидантами.

**Ключові слова** – заморожені десерти, рідкий азот, кріотехнологія, сорбет, антиоксиданти.

*Постановка проблеми.* Насичення ринку традиційними, а також новими видами заморожених десертів обумовлює неминуче виникнення серед закладів ресторанного господарства на споживчому ринку конкуренції, що постійно росте. У цей період посилюється вагомість закладів, які здатні забезпечити свою конкурентоздатність на ринку за рахунок створення максимально сприятливих умов споживачам: низька ціна та стабільно висока якість.

*Аналіз останніх досліджень.* З появою молекулярної кухні відомі шеф-кухарі стали використовувати незвичайні охолоджувальні властивості рідкого азоту в приготуванні страв і напоїв. Він використовується для того, щоб вмить заморозити будь-які субстанції. Оскільки рідкий азот так само швидко випаровується, не залишаючи ніяких слідів (його велика перевага, що він не має запаху, кольору і смаку), його можна з успіхом використовувати для приготування страв, у тому числі тих, які готують безпосередньо у тарілці споживачів.

У рідкому стані азот (температура кипіння – 195,8°C) – безбарвна, рухлива, як вода, рідина. При контакті з повітрям поглинає з нього кисень. При температурі 209,86 °C азот переходить у твердий стан у вигляді снігоподібної маси або великих білосніжних кристалів. При нормальному атмосферному тиску рідкий азот закипає при температурі 196°C і є кріогенною рідиною, яка викликає миттєве охолодження їжі або свіжих фруктів і овочів при контакті з ним.

---

© Медведєва А.О., к.т.н., доцент, Андрухова О.С., студентка

\* Науковий керівник - к.т.н., доцент Медведєва А.О.

Традиційно, рідкий азот використовується у харчовій промисловості на ринку замороженої продукції.

Приготування страв з використанням рідкого азоту має на меті швидке заморожування продукту для збереження його текстури. Найдрібніші кристали льоду утворюються на поверхні рідких і пастоподібних продуктів, забезпечуючи отримання практично ідеальної геометрії поверхні. При цьому тканини і клітини продукту проморозуються настільки, що при контакті з киснем набувають надзвичайної крихкості. Це відбувається внаслідок того, що при заморожуванні азот витісняє атмосферне повітря, заповнюючи собою міжклітинний простір. Повністю заморожені вироби в рідкому азоті розпадутся на найдрібніші пластівці - частки після 20-30 хв.

Щорічно збільшується асортимент та кількість заморожених десертів на споживчому ринку України. Покращується їх якість, враховуються потреби споживачів у випуску нових видів продуктів спеціального призначення. Заморожені десерти для кейтерінгового обслуговування доцільно вважати перспективними на ринку продуктів харчування. Розробка сорбетів з оптимальним співвідношенням ціни, дозування та технологічних характеристик дозволить кількісно та якісно змінювати набір сировини, випускати низькокалорійні вироби з підвищеним вмістом вітамінів, мікро- та макроелементів, спростити технологічний процес виробництва в цілому і отримувати заморожені десерти високої якості з природними антиоксидантами, що на сьогоднішній день є досить актуальним.

*Формулювання цілей статті (постановка завдання).* Одним із завдань наукової статті є розробка кріотехнологій нових видів заморожених десертів сорбетів з метою задоволення споживчого попиту. Розроблені технології відрізняються від традиційних використанням функціонально-технологічних властивостей нової сировини.

Об'єкт дослідження: кріотехнологія десертів сорбет.

Предмет дослідження: заморожені десерти сорбет: морквяно-обліпиховий «SunnyGarden», малиново-чорничний «PinkDream» та лимонний з ківі «GreenOasis».

Методи дослідження: органолептичні, емпірична база дослідження, аналіз, методи планування експерименту і математичної обробки експериментальних даних на основі комп'ютерних технологій.

*Основна частина.* У результаті експериментальних досліджень розроблено рецептури трьох видів сорбетів за допомогою кріотехнологій з використанням рідкого азоту в якості охолоджувача та обґрунтовано деякі технологічні параметри процесу виробництва.

Технологія охолодження морозива за допомогою рідкого азоту багато в чому перевершує традиційні методи охолодження, оскільки морозиво охолоджується додаванням рідкого азоту безпосередньо в суміш інгредієнтів. Це дозволяє охолодити морозиво протягом 1-2 хв. Завдяки цьому розмір кристалів льоду в морозиві мінімальний, а його текстура - найніжніша. Звичайне морозиво охолоджується при температурі - 25°-30°С впродовж декількох годин. Але слід звернути увагу, чим довше процес заморожування і вища температура заморожування, тим більші в морозиві кристали льоду. І, відповідно, навпаки, чим швидше і при нижчій температурі охолоджується морозиво, тим менші виходять кристали льоду.

Необхідність аналізу функціональних властивостей сировини призвело до пошуку та дослідження нових речовин, які можливо використовувати в якості альтернативи і були б добре відомими. Незважаючи на те, що заморожені десерти - досить відома харчова продукція, питання підбору та використання корисних природних заміників є досить актуальним та потребує більш детального вивчення.

Сорбет (від тюркського «пити») – ніжний, терпкий заморожений десерт, м'який, знежирений аналог фруктового морозива. Сорбет – низькокалорійний продукт, що містить лише натуральні соки та пюре, в ньому повністю відсутні тваринні жири, а кількість цукру зведена до мінімуму. Цей десерт легкий за своєю текстурою, містить багато вітамінів, чудово охолоджує та надає відчуття свіжості, тому він здається надзвичайно повітряним.

Заморожені десерти подають на льоду, у бокалах, фруктах, вазах з льоду з десертними наборами; до чи після основних страв, при температурі -18°С.

Заморожені десерти також містять важливі мікро- та макроелементи, такі, як Na, K, Ca, Mg, Cu, Fe, S, P та ін., які дуже важливі для нормального розвитку організму. Мінеральні речовини суттєво підвищують харчову цінність заморожених десертів.

Таким чином, харчова, біологічна і енергетична цінність сорбету визначається видом використаної сировини та вмістом у ній основних харчових речовин, а також умовами проведення технологічного процесу його виробництва, тобто, такими його параметрами, які забезпечать максимальне збереження цих речовин (табл. 1).

Таблиця 1 – Біологічна цінність розроблених сорбетів

Показник	Контроль	"Sunny Garden"	"Pink Dream"	"Green Oasis"	Добова потреба	Відсоток від добової потреби, %
Білки, г	0,80	1,66	0,74	1,15	73,00	4,87
Жири, г в т. ч.,	0,40	5,60	0,48	0,73	74,00	4,95
Ненасичені ЖК, г	0,43	10,30	0,15	0,20	0,35	3042,86
Насичені ЖК, г	0,05	2,20	0,10	0,19	0,15	166,70
Вуглеводи, г в т. ч.,	74,30	6,40	7,95	7,56	424,00	22,10
Моно- і дисахариди, г	68,00	1,0	6,55	7,30	100,00	15,00
Органічні кислоти, г	15,00	2,60	2,70	0,10	0,20	2700,00
Вода, г	87,40	171,00	172,40	85,55	2200,00	19,50
Харчові волокна, г	2,20	7,50	6,80	6,80	25,00	18,70
Зола (мінеральні речовини), г	0,40	1,70	0,90	2,03	35,00	13,23
Енергетична цінність, кКал	422,00	117,00	90,00	44,00	2650,00	9,50

Заморожені десерти сорбет не задовольняють добову потребу у білках та незбалансовані за амінокислотним складом, бо сировина, з якої вони виготовлені, містить незначну кількість білка. Також не задовольняють добову потребу у жирах, жирних кислотах та вуглеводах, бо сировина містить незначну кількість жирів, білків і вуглеводів. Адже при їх виготовленні не використовувався цукор, а лише натуральне фруктове пюре. Тому даний продукт не має високої енергетичної цінності і є некалорійним.

Цілеспрямоване збагачення заморожених десертів (фортифікація) ще не набуло широкого застосування на вітчизняному ринку, але деякі види цих продуктів вже можна віднести до заморожених десертів з підвищеною біологічною цінністю. Проаналізувавши процес виробництва заморожених десертів та рецептурний склад сировини, завдяки параметричній схемі виробництва морозива можна побачити, що крім зазначених параметрів, які впливають на якість заморожених десертів, до них слід віднести ще й такі, як вид та технічні характеристики обладнання, якість та вид сировини, професіоналізм та кваліфікованість персоналу,



асортимент, умови виготовлення та зберігання готової продукції, а також основні фізико-хімічні показники, які дозволяють визначити якість самого морозива – збитість та опір таненню. Таким чином, у процесі виробництва суміш, а потім і морозиво піддаються складній технологічній обробці. У результаті цього відбувається не тільки зміна розмірів часток дисперсної фази, а й формування її нових компонентів – повітряних бульбашок, кристалів льоду і лактози, жирових кульок, частинок наповнювачів, які у сумішах і морозиві за розмірами в основному, перевищують 1 мкм. Такі включення не можуть не впливати на процес утворення кристалів льоду в морозиві, а від розмірів і форми кристалів льоду значною мірою залежать структура, консистенція морозива, а також його смакові якості.

Розроблені технології відрізняються від традиційних тим, що в них використано функціонально-технологічні можливості нової сировини. Технологія охолодження морозива за допомогою рідкого азоту багато в чому перевершує традиційні методи охолодження, оскільки морозиво охолоджується додаванням рідкого азоту безпосередньо в суміш інгредієнтів. Це дозволяє охолодити морозиво протягом 1-2 хв. Завдяки цьому розмір кристалів льоду в морозиві мінімальний, а його текстура – ніжніша. На основі вищенаведеного розроблено технологію та технологічну схему нового морквяно-обліпихового кріосорбету «SunnyGarden» (рис. 1). Подаються сорбети у льодових чашечках «IceFloralFantasy».

Одним з етапів оцінки якості розроблених технологій сорбетів є визначення їх органолептичних показників (табл. 2).

Таблиця 2 - Органолептична оцінка якості кріодесертів сорбет

Назва показника	«SunnyGarden»	«PinkDream»	«GreenOasis»
Зовнішній вигляд	Поверхня гладенька, без вкраплень і забруднень, морозиво тримає задану форму, гарно оформлене.	Поверхня гладенька, без вкраплень і забруднень, морозиво місцями дещо розтале,	Поверхня не рівна, є деякі вкраплення і забруднення, морозиво нерозтале, оформлене.
Смак і запах	У міру солодкий, чистий, характерний для даного виду сировини, без сторонніх присмаків і запаху.	У міру солодкий, чистий, характерний для даного виду сировини, без сторонніх присмаків і запаху.	У міру кислуватий, чистий, характерний для даного виду сировини, без сторонніх присмаків і запаху.
Структура	Однорідна, дрібнокристалічна, без відчутних кристалів льоду.	Однорідна, дрібнокристалічна, без відчутних кристалів льоду.	Однорідна, дрібнокристалічна, без відчутних кристалів льоду.
Консистенція	У міру щільна, однорідна.	У міру щільна, однорідна.	У міру щільна, однорідна.

## Продовження таблиці 2

Колір	Морквяно-оранжевий, характерний для даного виду сировини.	Малиново-фіолетовий, характерний для даного виду сировини.	Світло зелений, характерний для даного виду сировини.
-------	---	--	---

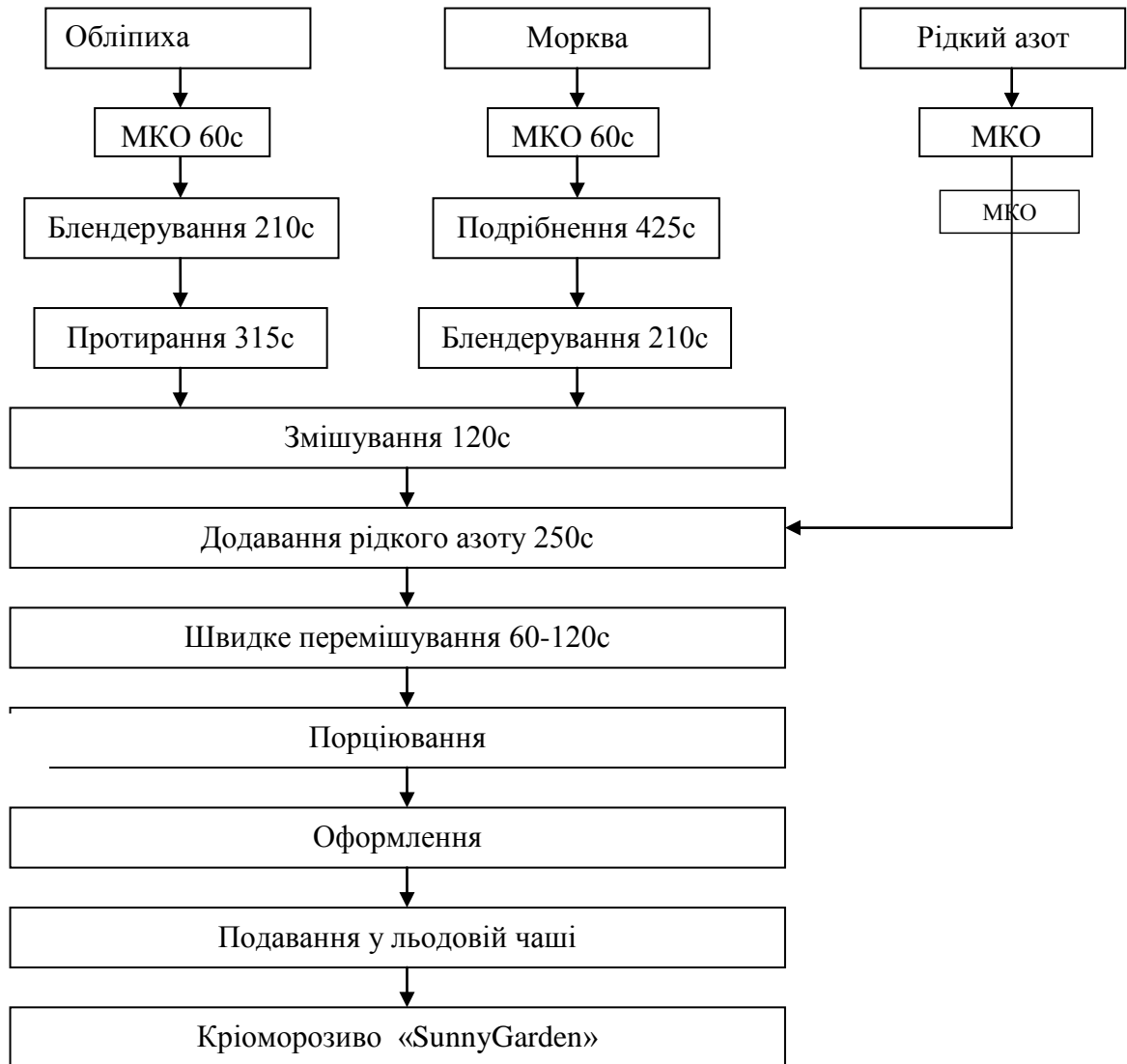


Рис. 1. Технологічна схема приготування кріоморозива сорбет «SunnyGarden»

Для оцінки якості за органолептичними показниками зразків морозива розроблена 20 - бальна шкала і визначена значущість (вагомість) показників оцінки рівня якості, що в сумі дорівнюють 1. На перший план висунуто показник, який має найбільшу значущість для споживача, а саме, зовнішній вигляд сорбета – надаємо максимальний бал 7; далі йдуть такі показники, як смак і запах – 5 балів, колір – 3 бали, структура – 3 бали та консистенція – 2 бали. Для

оцінки якості зразків кріосорбетів розроблено систему оцінки якості та розраховано коефіцієнт вагомості для обраних показників (табл. 3).

Таблиця 3 – Визначення коефіцієнту вагомості зразків сорбетів

Назва показника	Бали			Коефіцієнт вагомості	Бали з урахуванням коефіцієнта вагомості
	«SunnyGarden»	«PinkDream»	«GreenOasis»		
Зовнішній вигляд	7	7	7	0,35	2,45
Смак і запах	5	5	5	0,25	1,25
Колір	3	3	3	0,15	0,45
Структура	3	3	3	0,15	0,45
Консистенція	2	2	2	0,10	0,20
Разом	20	20	20	1,00	4,80

Згідно проведеної органолептичної оцінки якості кріодесерту сорбети отримали найвищі показники якості (по 20 балів) та, відповідно, бали з урахуванням коефіцієнта вагомості – 4,8.

*Висновки.* Розроблені сорбети відповідають вимогам теперішньої тенденції харчування, тобто включають у свій склад натуральні компоненти, характеризуються стабільністю органолептичних і фізико-хімічних показників під час зберігання, відрізняються високими поживними властивостями та харчовою цінністю. Розроблені кріотехнології, завдяки доступності рецептурних компонентів і нескладному процесу приготування, дозволяють здійснювати виробництво заморожених десертів сорбетів не тільки у закладах ресторанного господарства, але й у кейтерінговому обслуговуванні, що на сьогоднішній день є модним та актуальним. Адже для кейтерінгового обслуговування головною перевагою розроблених десертів є їх низька калорійність, високий вміст вітамінів з антиоксидантними властивостями та можливість швидкого приготування і миттєва подача безпосередньо на місці події, що скорочує затрати на зберігання, транспортування та створення відповідних умов.

#### Література:

1. Бейл К. Вкусовые качества сорбетов.// Food Technologies & Equipment. - №3 03/2013. – С. 75-77.
2. Робер Ф. Большая кулинарная книга Алена Дюкасса. Десерты и кондитерские изделия./ Ф. Робер. – К.: Нора-принт, 2014. – 326 с.

3. ДСТУ 4735:2007 Морозиво з комбінованим складом сировини. Загальні технічні умови. (Чинний від 04.09.07).

4. Зумбо А. Экзотические десерты от Адриано Зумбо./ А. Зумбо – М.: Святос, – 2014. – 115с.

5. Косой В.Д. Инженерная реология в производстве мороженого./ В.Д. Косой, Н.И. Дунченко, А.В. Егоров – М.: ДеЛи принт, 2014. – 196 с.

6. Шпилей А. Лечебно-профилактические виды замороженных десертов//Food&drinks. - №2 02/2014. – С. 55-69.

7. Заморожені продукти: сорбети і парфе. Режим доступу: [www.prodinform.com.ua](http://www.prodinform.com.ua).

8. Морозиво з наноазотом на святкові події. Ice Cream Bar. Режим доступу: <http://icecreambar.ru/s-azotom-morozhenoe/>

## **ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ДЕСЕРТОВ СОРБЕТ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЖИДКОГО АЗОТА**

Медведева А.О., Андрухова О.С.

**Аннотация** – в данной статье рассмотрена целесообразность использования и разработка сорбетов с помощью криотехнологии. Проанализированы содержание витаминов, макро- и микроэлементов в замороженных десертах с природными антиоксидантами.

## **INNOVATIVE TECHNOLOGY DESSERT SORBET USING LIQUID NITROGEN**

A. Medvedeva, O. Andrukhova

### ***Summary***

**The article shows the expediency of sorbets application and development using cryotechnology. It analyses vitamins, macro- and microelements concentration in frozen desserts with natural antioxidants.**

УДК 631.361.43

## ТЕНДЕНЦІЇ У РОЗВИТКУ КОНСТРУКЦІЙ ПОДРІБНЮВАЧІВ КОРМІВ

Ялпачик Ф.Ю., к.т.н.,

Буденко С.Ф., к.т.н.,

Ялпачик О.В., інженер

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел.(0619) 42-13-06

**Анотація** – робота присвячена аналізу конструктивних особливостей подрібнювачів рослинних кормів. Намічені напрямки вдосконалення подрібнюючих машин.

**Ключові слова** – подрібнення, дробарка, матеріалоємність, енергоємність, робочі елементи.

*Постановка проблеми.* У сфері переробної галузі агропромислового комплексу формується до 70 % загального товарообігу країни.

Розробці та модернізації техніки будь-якого призначення повинен передувати аналіз тенденцій розвитку конструкцій машин. Основні тенденції в удосконалюванні конструкцій подрібнювачів кормів характеризуються підвищенням якості подрібнення, продуктивності, технологічності, зносостійкості і ремонтпридатності машин, зменшенням енергоємності подрібнювання і витрат праці, поєднанням процесів подрібнювання, змішування компонентів корму і його навантаження.

*Аналіз останніх досліджень.* Як засвідчує практика розвинених країн і вітчизняний досвід останнього десятиліття, різке піднесення аграрного виробництва в часі повністю збігається з активізацією процесів наукового пошуку, технічного прогресу, оптимізацією ресурсного забезпечення виробництва, широким впровадженням переробних виробництв безпосередньо на місці виробництва сировини.

Відповідно до наукових концепцій розвитку приготування кормів в Україні потужність комбикормової промисловості необхідно збільшити до 30 млн. т на рік, і це, на думку вчених, треба здійснити за рахунок уведення в експлуатацію сучасних комбикормових агрегатів як на спеціалізованих заводах, так і в господарствах. [1].

*Постановка завдання.* Метою даної роботи є проведення аналізу досягнень по створенню устаткування для подрібнення кормів та визначенню перспективних концепцій розробки технологічного обладнання переробних виробництв АПК.

*Основна частина.* Підвищення якості подрібнювання, тобто, повне дотримання нормативів зоотехнічних вимог до складу і стану подрібненої маси, є важливим для підвищення ефективності корму та зменшення витрат енергії на подрібнювання. У зв'язку із цим конструкції молоткових подрібнювачів звичайно забезпечуються комплектом решіт, що сприяють одержанню необхідного для кожного виду тварин гранулометричного складу часток. Досить ефективним є також використання регуляторів зазорів між роторами та протирізами в ножових подрібнюючих апаратах. Перспективні також для молоткових апаратів спеціальні регулятори зазорів між декою та ротором, такі, як у дробарки ДМБ-5.

Збільшення поголів'я худоби вимагає підвищення продуктивності подрібнювачів кормів. Продуктивність подрібнювачів вітчизняного виробництва складає на даний час від 6 до 30...32 т/год. Підвищення продуктивності супроводжується істотним зниженням загальних витрат на подрібнювання. Тому застосування високопродуктивних подрібнювачів, комплексних технологічних ліній подрібнювання кормів може бути рентабельним при централізованому готуванні кормів для кількох порівняно невеликих ферм, а для окремих таких ферм можливе застосування малопродуктивних легких і дешевих моделей подрібнювачів.

Технологічність конструкції подрібнювача визначається як пристосованість машини до виготовлення у заданих виробничих умовах з найменшими витратами. Технологічність обумовлюється багатьма факторами: ступенем стандартизації, уніфікації деталей і вузлів конструкції, що розробляється, з раніше виготовленими, доступністю необхідних матеріалів, їх якістю, масою деталей, видами їх обробки, відповідністю наявного устаткування вимогам технології, матеріалоемністю машини.

Матеріалоемність у великій мері визначає ціну виробу. За методикою попередніх розрахунків ціну машини визначають шляхом множення її маси на питому ціну (вартість) одиниці маси даного виду машин. Зі збільшенням маси машини її ціна, як правило, зростає. Зниження маси досягають рядом прийомів, як-то, удосконалюванням конструкції, зменшенням розмірів деталей, застосуванням тонкостінних деталей і прокату, заміною матеріалів. За останній час досягнуте значне зниження питомої матеріалоемності подрібнювачів. Так, якщо в колишніх конструкціях машин питома матеріалоемність перевищувала 1500 кг·год./т, то в сучасних вона знижена до 300 кг·год./т і нижче.

З поліпшенням технологічності конструкцій знижується вартість подрібнювачів і, відповідно, витрати на подрібнювання корму.

Витрати на електроенергію становлять істотну частку витрат, тому питома енергоемність процесу повинна бути можливо меншою.

Залежить енергоємність подрібнювання від конструкції апарата, виду подрібнювання і його ступеня.

Як відомо, процес подрібнювання може здійснюватися зрізом, раздавлюванням, перетиранням, скручуванням, згином. Найменші витрати енергії при зрізі, тому ножові подрібнювальні апарати мають найменшу питому енергоємність. Цим пояснюється тенденція до застосування роторів з молотками і нерухомими ножами (ДКУ-М, ДКУ-1,0), молотків з ріжучими кромками (ИРМА-14, ИРМ-50) і сегментами (модернізовані конструкції [2]). Застосування стандартних насічених сегментів ріжучих апаратів жнивних машин для молотків подрібнювачів сприяє підвищенню ступеня уніфікації і, як наслідок, зниженню вартості виготовлення обладнання.

Надлишкове подрібнювання кормів вимагає додаткових витрат енергії, які можуть досягати більших розмірів (50% і вище). Тому всі способи попередження надлишкового подрібнювання (наприклад, видалення з камери часток з оптимальними розмірами і виключення їх повторного подрібнювання) є одним з прийомів зниження енерговитрат.

Питома енергоємність процесів, розрахована з урахуванням ступеня подрібнювання, у сучасних машин нижча, ніж у перших, приблизно в 4 рази.

Питомі витрати праці залежать від числа робітників, що обслуговують обладнання, і від продуктивності останнього. Число робітників залежить від способів подачі і відведення матеріалу, що подрібнюється, тобто від ступеня механізації та автоматизації робіт. Найбільші питомі витрати ручної праці виникають при використанні моделі ИГК-30Б (0,67...5 люд·год./т), набагато менші для ИРТ-165 (0,125...0,317) і ИРМ-15 (0,031...0,033 люд·год./т).

Сполученням процесів подрібнювання або ж доподрібнення з перемішуванням компонентів досягається скорочення загальних втрат на готування розсипних кормів. Цим пояснюється широке застосування подрібнювачів-змішувачів. Найбільш ефективним є поєднання процесів подрібнювання і завантаження кормів.

Підвищенням зносостійкості, надійності та довговічності машин досягаються підвищення їх продуктивності, зниження відрахувань на амортизацію, ремонт, а, в підсумку, зменшення витрат на процес. Разом з тим, висока зносостійкість робочих органів (ножів, протиризів, молотків) обумовлює стабільність якості продукту і витрат енергії на одиницю якісно подрібненого корму.

Відомо багато різних способів підвищення зносостійкості робочих органів подрібнювачів, але найбільший ефект може бути досягнутий при використанні комплексу способів (таблиця 1).

Ефективність використання кожного із прийомів, їх різних комбінацій або всього комплексу в цілому залежить від численних факторів і може бути точно визначена тільки дослідним шляхом.

Найбільше поширення в існуючих конструкціях кормодробарок одержали прості у виготовленні молотки у формі прямокутної призми.

Таблиця 1 – Комплекс способів підвищення зносостійкості і довговічності робочих органів подрібнювачів

Вибір експлуатаційних режимів і операцій ТО				Вибір раціональних режимів роботи			Вибір матеріалів і термообробки			Вибір раціональних конструктивних параметрів					
Захист робочих органів від сторонніх тіл	Своєчасна перестановка і заміна молотків	Раціональний порядок перестановки молотків	Своєчасне заточування ножових пристроїв	Товщина шару матеріалу, що подрібнюється	Ступінь попередньої сепарації матеріалу	Раціональна швидкість робочих органів	Матеріал робочих органів (ножів, молотків та ін.)	Термообробка робочих поверхонь органів	Матеріал для наплавки робочих поверхонь	Конфігурація робочих органів дробарки	Розстановка робочих органів по камері	Гострота робочих лез і протиризів	Раціональний кут заточки кромки і протиризів	Додаткова фаска заточки лека	Кут ковзання ножового пристрою

Є дані [1], що при заміні в дробарках КДУ-2 і КДУ-2,0 призматичних молотків молотками кільцевої форми із зубами по зовнішній поверхні ресурс молотків збільшується приблизно в 3 рази: призматичні молотки через зношування доводиться переставляти або замінити після переробки 900 т фуражу, а кільцеві після 2500. Однак молотки кільцевої форми у зв'язку зі складністю їх виготовлення поки поширення не одержали.

При звичайному, приблизно рівномірному розміщенні молотків по довжині ротора матеріал, що подрібнюється, розподіляється у камері нерівномірно і тому зноси молотків не однакові: молотки, розташовані біля боковин камери, зношуються більш інтенсивно. І. І. Ревенко (цит. по [3]) запропонував розміщати молотки на роторі за схемою збіжних гвинтових ліній. При такому розміщенні робочих органів розподіл матеріалу по довжині камери подрібнювання поліпшується і термін служби молотків збільшується на 20%, а продуктивність дробарки – на 10 %.



Гострота лез ножів подрібнювачів (визначається діаметром кола, вписаного в контур поперечного перерізу кромки леза) впливає на енергоємність подрібнювання і зносостійкість леза: ножі з гострими лезами сприяють меншим витратам енергії, але швидше зношуються. Оптимальна гострота лез для дробарок 0,02...0,04 мм, допускається затуплення до 0,1 мм. З метою зменшення енергоємності різання кут заточення лез роблять можливо меншим. Однак, при цьому, міцність і зносостійкість лез зменшуються, тому доцільно зберігати оптимальну величину кута, яка перебуває у межах 12...30 °.

Довговічність лез може бути багаторазово збільшена за рахунок використання ефекту самозагострювання, для досягнення якого в сучасних конструкціях застосовуються леза із двома фасками. Відомо, наприклад, що сегменти косарок з додатковою нижньою фаскою мали в 15...25 раз більшу довговічність у порівнянні зі звичайними стандартними сегментами з однією верхньою фаскою.

Енергоємність різання і зносостійкість леза залежить також від кута між нормаллю до леза та напрямком руху ножа, (т.з. кута нахилу або кута ковзання ножа). Зі збільшенням кута ковзання до деякої межі через наявність похилого, а потім ковзного різання енергоємність процесу знижується. При подальшому збільшенні цього кута зростаючі сили тертя матеріалу об лезо ножа нейтралізують переваги від ковзного різання, приводять до росту енергоємності процесів і до збільшення зношування лез. Крім того, процес різання погіршується через порушення защемлення матеріалу між ножем і протиризом. Тому ножі сучасних апаратів встановлюють під кутом у межах 20...30 °.

Молотки виготовляють з вуглецевої сталі з наплавкою робочих кромок сормайтом або марганцевистою сталлю 65Г. Їх термін служби, залежно від застосованих матеріалу і термообробки, становить від 72 до 280 годин (С. В. Мельников, 1978). За даними випробувань молотки, виготовлені зі сталі 20 із цементуванням робочих граней на глибину 0,5...0,7 мм і наступним загартуванням до твердості HRC 58...62, мають в 1, 7 рази більший ресурс у порівнянні з молотками зі сталі 65Г с гранями, загартованими до твердості HRC 48...54.

Є дані, що збільшення довговічності граней прямокутних молотків дробарки було досягнуте в 4 рази після наплавки електродом Т-59 діаметром 5 мм. Хімічний склад наплавленого шару: хрому 24...27 %, бору 1,5...2, кремнію 2...2,5, вуглецю 3...3,5, марганцю 1...5, сірки 0,3...0,35%, решта – залізо, твердість HRC 57...67.

Ножі ріжучих апаратів подрібнювачів кормів виготовляють із сталі Р9 або марганцевистих сталей 65Г, 70Г з твердістю у зоні загартування HRC 50...65, а для деяких моделей із двошарової сталі або з напаяними пластинами зі швидкорізальних сталей Р9 або Р18.

Ефективним способом підвищення зносостійкості ножів є наплавка лез надтвердими сплавами. Завдяки ефекту самозагострювання термін служби ножів збільшується.

Леза таких ножів зношуються у 2...2,4 рази повільніше, ніж стандартні. Також застосовують метод індукційної наплавки, що дозволяє одержувати двошарові самогостривальні леза.

При абразивному впливі зносостійкість наплавлювальних матеріалів, у першу чергу, визначається кількістю й природою твердих складових у їхній мікроструктурі. Застосовуються два способи регулювання вмісту твердих складових: змінення хімічного складу наплавочного сплаву і уведення домішок, що утворюють у результаті взаємодії з легкоплавким зв'язуванням структуру псевдосплаву.

Можна значно зменшити зношування деталей, але усунути його повністю неможливо. Тому при розробці нових конструкцій дробарок слід передбачати таку якість, як ремонтпридатність, тобто можливість проведення ремонтних операцій з мінімальними витратами часу, праці і матеріалів. Ремонт подрібнювачів проводиться у більшості випадків шляхом заміни зношених деталей новими, тому ремонтпридатність тут визначається трудомісткістю і витратами часу на зняття зношених і установку нових деталей і агрегатів (в основному, робочих деталей апарата подрібнення), а також, у рідких випадках, витратами на відновлення працездатності зношених деталей, таких, як ножі і молотки.

Для заточення лез ножів з мінімальними витратами часу застосовують спеціалізоване заточувальне обладнання. Працездатність молотків у початковий період відновлюють поворотом їх на осях підвісу барабана для того, щоб послідовно використовувати усі 4 робочих ділянки граней (на кожній із двох граней нижні і верхні ділянки). Лише після повного зношування молотки замінюються новими. Поворот молотків, розташованих біля бічних стінок камер, які найбільш швидко зношуються, повинен здійснюватися частіше.

При розробці нових конструкцій подрібнювачів необхідно забезпечувати зручність перестановки молотків.

Своєчасне проведення цієї операції, як показали спостереження, сприяє істотному збільшенню терміну служби й стабільності якості здрібнювання молоткових апаратів.

Зниження витрат енергії на подрібнювання спостерігається також при збільшенні швидкості різання. Це пояснюється локалізацією і концентрацією енергії біля кромки леза, збільшенням інерційного підпору матеріалу, а також зниженням коефіцієнта тертя матеріалу об лезо.

Оптимальна швидкість руху ножа перебуває у межах 30...40 м/с. Подальше збільшення швидкості супроводжується несуттєвим зниженням енергоємності процесу і може бути використане лише для підвищення продуктивності апарата без збільшення його розмірів.

Подрібнювання молотковими апаратами відбувається за рахунок зламу складових часток сировини.

Швидкість руху молотків, необхідна для руйнування ударом, збільшується з підвищенням вологості маси, що подрібнюється. При руйнуванні ударом з підпором: необхідна швидкість менша, ніж при вільному ударі (на зліт). У сучасних конструкціях дробарок кормів окружна швидкість молотків перебуває у межах 40...80 м/с, а в деяких досягає 100...117 м/с. Для забезпечення можливості вибору оптимальної швидкості молотків залежно від вологості корму і необхідної продуктивності доцільно обладнувати дробарки пристроями, що дозволяють у процесі експлуатації змінювати швидкість обертання молоткових барабанів.

*Висновки.* Як показала практика і проведені дослідження, витрати на підвищення зносостійкості робочих органів подрібнюючих апаратів окупаються підвищенням стабільності якості подрібнювання кормів, зниженням енергоємності, підвищенням надійності і довговічності машин, скороченням простоїв, збільшенням продуктивності, зменшенням витрат на ремонт і амортизацію.

#### Література:

1. Технологічне обладнання зернопереробних та олійних виробництв/[Дацишин О.В., Ткачук А.І., Гвоздев О.В. та ін.]; за ред. О.В. Дацишина. – Вінниця: Нова книга, 2008. – 488 с.
2. Ялпачик Ф.Е. Кормодробилки: Конструкция, расчет / Ф.Е. Ялпачик, Г.С. Ялпачик, Н.Л. Крыжачковский, В.Н. Кюрчев. Под ред. к.т.н. Г.С. Ялпачика. - Запорожье: Коммунар, 1992,- 290 с.
3. Палкин А.В. Повышение эффективности функционирования молотковой безрешетной дробилки кормов. Автореф. дис. ...канд. техн. наук. / А.В. Палкин. - Киров – 2000. 20 с.

### **ТЕНДЕНЦИИ В РАЗВИТИИ КОНСТРУКЦИЙ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЕЙ КОРМОВ**

Ялпачик Ф.Е., Буденко С.Ф., Ялпачик А.В.

**Аннотация** – работа посвящена анализу конструктивных особенностей измельчителей растительных кормов. Намечены направления усовершенствования измельчающих машин.

### **DEVELOPMENT TRENDS IN THE FODDER SHREDDERS DESIGNS**

F. Yalpachik, S. Budenko, O. Yalpachyk

#### *Summary*

**The work concerns the analyses of design features of vegetable feed shredders. Improvement trends of the shredders are suggested.**

УДК 664.87:641.543

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВИСОКОГО ТИСКУ НА МІКРОБІОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ПАСТИ З АЙВИ

Васильєва О.О., к.т.н.

*Київський національний торговельно-економічний університет*

Тел.(050-473-70-05)

**Анотація** – дану роботу присвячено аналізу процесу використання високого тиску при виробництві пасти з айви. Виявлено переваги та недоліки існуючих методів стерилізації продукції. Обґрунтовані параметри використання високого тиску як методу стерилізації плодово-ягідної сировини, який є результативним і надає продукту достатнього антимікробного ефекту.

**Ключові слова** - паста, високий тиск, мікрофлора, зразок, айва, якість.

*Постановка проблеми.* Вплив негативних факторів зовнішнього середовища на організм людини, таких, як іонізуюче опромінення, забруднення токсичними елементами, призводить до зниження імунітету та виникнення різного роду патологій.

У даний час економічний потенціал сучасного суспільства, в значній мірі, залежить від екологічного стану навколишнього середовища. Тому в останній час біологічній оцінці якості харчових продуктів приділяють велику увагу. Мікробіологічний контроль якості має велике значення у загальній важливій проблемі охорони здоров'я людини.

Під час виробництва продуктів переробки плодово-ягідної сировини необхідно, щоб практичні дії були екологічно обґрунтованими та безпечними для людини. Доброякісні за всіма показниками продукти харчування – одне із актуальних вимог суспільства. У зв'язку з цим, паралельно з визначенням функціонально технологічних показників якості пасти з айви було визначено вплив високого тиску на мікробіологічні показники напівфабрикатів з айви та продуктів переробки.

При виборі оптимальної величини часу обробки виходили із розрахунку витрат енергії та оптимізації самої технології обробки. При цьому враховували наступні чинники: обробка високим тиском повинна бути достатньою, щоб забезпечити пригнічуючі дії на

мікроорганізми, нешкідливою для людини і не позначалась на якості сировини і продуктів її переробки.

*Аналіз останніх досліджень.* Багатьма дослідженнями останніх років встановлено, що використання високого тиску дозволяє отримати необхідні ефекти без погіршення харчової якості сировини, особливо в порівнянні з традиційними термічними методами [1,2].

Основними стримуючими чинниками використання цих методів є:

- недостатнє вивчення технологічних характеристик більшості харчових продуктів;
- відсутність наукового обґрунтування впливу високого тиску на фізико-хімічні, структурно-механічні, мікробіологічні, органолептичні показники якості напівфабрикатів з плодово-ягідної сировини;
- складність оцінки якісних змін, які виникають у продуктах під впливом технологічних факторів.

Все це ускладнюється значним різноманіттям асортименту напівфабрикатів з плодово-ягідної сировини як за хімічним складом, так і за фізичною структурою.

Багатьма дослідженнями останніх років встановлено дію параметрів високого тиску, температури та терміну обробки вишневого соку і сиропу на концентрацію вітаміну С та деяких мікроорганізмів. У межах кінетичної моделі запропоновано механізм дії цих факторів, визначені параметри моделі та обґрунтовано оптимізацію факторів обробки.

Відмічено, що під час обробки харчових систем в інтервалі 300...500МПа, температурі 25...30<sup>0</sup>С, спостерігали зменшення мікроорганізмів на 15...25% незалежно від тривалості експозиції [3,4]. Таким чином, аналіз літературних джерел свідчить, що використання високого тиску сприяє зниженню мікрофлори продуктів. При цьому ефект впливу на чутливість мікробних клітин залежить від параметрів високого тиску, тривалості обробки та інших чинників [5,6].

*Формулювання мети статті (постановка завдання).* Основною метою статті є наукове обґрунтування використання високого тиску у технології виробництва паст з плодово-ягідної сировини.

У роботі поставлені наступні завдання:

- вивчити вплив високого тиску на антимікробні властивості пасти з плодів айви і продуктів їх переробки;
- обґрунтувати параметри обробки високим тиском пасти з айви із метою надання антимікробного ефекту.

*Основна частина.* З метою встановлення впливу високого тиску на мікрофлору продуктів переробки кизилу та айви було

проведено серію експериментів із визначення мікробіологічних показників на відповідність нормативним документам.

З метою встановлення впливу високого тиску на мікробіологічні показники якості пасти з айви були досліджені модельні зразки:

- контрольний зразок (паста без обробки);

- зразок, оброблений високим тиском (інтервал встановлено на основі опрацювання функціональних властивостей пасти).

Зразки пасти, оброблені тиском, і зразки пасти без обробки кодували, зберігали у холодильній шафі за температури  $+4\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ .

Контрольним зразком служили капсули без обробки. У досліджених зразках визначали мікробіологічні показники за стандартною методикою. Отримані дані визначали кількість колонієутворювальних одиниць (КОЕ) у 1 мл продукту.

Параметри обробки продукту високим тиском наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 - Параметри обробки зразків високим тиском

№ зразка	Температура, $^{\circ}\text{C}$	Тиск, МПа	Тривалість обробки, хв
1	25	300	15
2	25	400	15
3	25	500	15

Результати досліджень на мікробіологічну стійкість пасти за різних параметрів обробки наведено в таблиці 2.

Таблиця 2 – Мікробіологічні показники якості з айви, одержані при різних способах обробки

Зразки	Чисельність мікроорганізмів (тис/1 г)				Вміст переважаючих мікроорганізмів, %	
	гриби	бактерії	дріжджі	разом	гриби	дріжджі
Контрольний зразок	960,0	30,0	211,0	1201,0	82,8	17,2
Пюре оброблено тиском, МПа						
300	260,0	7,5	136,0	403,5	65,6	34,4
400	70,0	2,0	40,0	224,0	63,6	36,4
500	28,0	1,5	27,0	56,5	51,0	49,0

Наведені у таблиці 2 дані свідчать, що обробка плодово-ягідної пасти високим тиском при встановлених інтервалах зменшує кількість мікроорганізмів. Кількість мікроорганізмів залежить від величини тиску, по мірі збільшення тиску відмічається подальше зниження мікрофлори. Так, у контрольному зразку виявлено 1201 тис/г, при обробці зразка тиском у 300 МПа – 403,5 тис/г, 400 МПа – 224,0 тис/г, 500 МПа – 56,5 тис/г.

З метою дослідження змін мікробіологічних показників якості в процесі збереження були досліджені зразки пасти, оброблені тиском, які кодували і поміщали в холодильну шафу для збереження при температурі  $+4\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ . Зразки досліджувались за стандартною методикою протягом 15 діб. Визначали кількість колонієутворювальних одиниць (КОЕ) у  $1\text{см}^3$  продукту. Дані експериментів наведено в таблиці 3.

Таблиця 3 – Мікробіологічна оцінка якості пюре при різних інтервалах обробки

Показники	Допустимі норми	Контроль	Пюре, оброблене високим тиском, МПа		
			300	400	500
МАФAM (КОЕ/см <sup>3</sup> )	$5 \cdot 10^4$	$2,2 \cdot 10^4$	$1,8 \cdot 10^4$	$0,5 \cdot 10^4$	$0,4 \cdot 10^4$
БГКП, в 0,1 г	Не допускається	–	–	–	–
Плісняві гриби, в 1 г	$1 \cdot 10^3$	$0,7 \cdot 10^3$	$7,6 \cdot 10^2$	$4,1 \cdot 10^2$	$3,9 \cdot 10^2$
Дріжджі, в 1г	$5 \cdot 10^3$	$4,1 \cdot 10^3$	$3,8 \cdot 10^3$	$2,7 \cdot 10^3$	$2,1 \cdot 10^3$
Патогенні мікроорганізми	Не допускається	–	–	–	–

Досліджені мікробіологічні показники зразків з наступними параметрами: тиск - 300, 400 та 500 МПа, час обробки - 15 хв., температура -  $25^{\circ}\text{C}$ . Аналіз отриманих даних свідчить про різке зниження МАФAM (КОЕ/см<sup>3</sup>) під час обробки пюре високим тиском, при цьому активність знижується за збільшенням параметрів тиску. Так, при контролі виявлено 2200 МАФAM (КОЕ/см<sup>3</sup>), при обробці 300 МПа – 1800, 400 МПа – 500 і 500 МПа – 400.

За якісними тестами медикобіологічної оцінки плісняві гриби і дріжджі виявлено в межах допустимих норм, а патогенні мікроорганізми, в тому числі, бактерії роду *Salmonella*, відсутні.

Аналіз отриманих даних свідчить, що зразок без теплової обробки зберігається не більш 3 діб за температурою  $4 \pm 0,5$  °С; тепла обробка протягом 20 хв. при температурі 100°С підвищує термін зберігання до 20 діб, обробка тиском 400 МПа збільшує термін зберігання до 30 діб.

Таким чином, обробка пасти з айви тиском 400 МПа протягом 15 хв. при температурі 25°С може бути рекомендована у технологічному процесі.

*Висновки.* Узагальнюючи вищевикладене, можливо зробити наступні висновки: обробка пюреподібної сировини високим тиском знижує активність мікрофлори. Використання високого тиску, як методу стерилізації плодово-ягідної сировини, є результативним і надає продукту достатнього антимікробного ефекту.

Перспективами подальших досліджень у даному напрямі є вивчення зміни величини антимікробного ефекту в процесі зберігання солодких страв, які виготовлятимуться з пасти айви, та дослідження можливості використання високого тиску на відповідність медико-біологічним вимогам і санітарним нормам якості харчових продуктів.

#### Література:

1. *Пронина Г.М., Васильева Т.И., Бибилашвили М.А.* Технология сладких блюд из плодовых паст и пюре //Проблемы индустриализации общественного питания страны: Тезисы докл. 2-й Всесоюз. науч.конф.- Харьков, 2013.- С.142-143.

2. Биологически активные вещества пищевых продуктов. Справочник /*В.В. Петрушевский, А.Л.Казакова, В.А. Бандюкова* – Киев: Техника, 2005.- 127 с.

3. *Малюк Л.П.* Теоретическое и экспериментальное обоснование технологии полуфабрикатов многофункционального назначения из растительного сырья: Дис...докт.техн.наук:05.18.16.- Харьков, 1995.-316 с.

4. *Шаталов В.М., Нога И.В., Сукманов В.А.* Кинетическая модель деградации биомолекул под воздействием высокого давления и температуры//ФТВД.– Донецк:ДонФТИ НАНУ, 2004.

5. *Гнищевич В.А., Васильева О.О.* Нова технологія виробництва плодово-овочевого пюре з використанням топінамбура – Х.: ХДУХТ. – 2009. – С.47-50.

6. *Вайсбергер А.* Установление структуры органических соединений физическими и химическими методами. – М.: Химия, 1998. – 112с.



## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ НА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ПАСТЫ ИЗ АЙВЫ**

Васильева Е.А.

*Аннотация* – В статье представлены исследования использования высокого давления при производстве пасты из плодово-ягодного сырья. Выявлены достоинства и недостатки существующих методов стерилизации продукции. Обоснованы параметры использования высокого давления, как метода стерилизации плодово-ягодного сырья, при использовании, которого достигается антимикробный эффект.

## **STUDY OF THE INFLUENCE OF HIGH PRESSURE ON THE MICROBIOLOGICAL QUALITY OF THE QUINCE PASTE**

O. Vasileva

### *Summary*

In the article the analysis of process of the use is presented high-pressure at the production of paste from raw material. Exposure of a dignity and lacks of existent methods of sterilization of products. The parameters of the use are grounded high-pressure as a method of canning of raw material at the use which an antimicrobial effect is achieved.

УДК 631.361.8

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НАСІННЯ БАШТАННИХ КУЛЬТУР

Горбенко О.А., к.т.н.,

Доценко Н.А., к.т.н.,

Кім Н.І., асистент

*Миколаївський національний аграрний університет*

Тел. (0512) 34-01-91

**Анотація** – у статті наведено результати досліджень механіко-технологічних властивостей насіння баштанних культур (кавун, диня), досліджено стійкість насіння до статичних і динамічних навантажень.

**Ключові слова** – баштанні культури, насінництво, кавун, диня, насіння, механіко-технологічні властивості, розмірно-масові характеристики.

*Постановка проблеми.* Природно-кліматичні умови Півдня України є максимально придатними для вирощування великої кількості різноманітних овочевих і баштанних культур.

Для забезпечення інтенсифікації і гарантованого виробництва такої продукції велике значення має добре налагоджене насінництво овоче-баштанних культур.

Одним з найважливіших напрямків розвитку насінництва є впровадження сучасних технологій, механізація і автоматизація виробництва, створення принципово нових робочих процесів, машин і технологічних ліній, що забезпечуватимуть значне скорочення витрат праці.

Вирішення таких задач можливе при наявності спеціалізованих господарств, які зможуть застосовувати інтенсивні технології, розраховані на комплексну механізацію і автоматизацію процесів.

*Аналіз останніх досліджень.* Насінництво овоче-баштанних культур з усіх галузей агропромислового комплексу є найменш механізованим і не відповідає вимогам сучасного виробництва, але, не зважаючи на це, ряд науковців зробили помітний внесок у вирішенні цієї проблеми. Над розробкою технологічних ліній для виділення, промивки і сушіння насіння томатів ЛСТ-10; лінії для виділення, промивки і сушіння насіння огірків і баштанних культур ЛСБ-20, конструкцій окремих машин для виділення насіння баштанних

культур працювали науковці Миколаївського філіалу головного спеціалізованого конструкторського бюро по машинах для овочівництва, а також Київського спеціалізованого проектного конструкторського бюро. Провідним науковцем, що на той час узагальнив результати теоретичних і експериментальних досліджень машин і поточкових ліній для виділення насіння овоче-баштанних культур, вважається Анісімов І.Ф.

Відомі конструкції спеціальних машин для виділення і доробки насіння овоче-баштанних культур МПД-1.5; ВСТ-1.5; НБК-5М; МОС-300, розроблені в 80-ті роки ХХ ст., є малопродуктивними і допускають великі втрати насіння, а лінії характеризуються недосконалістю технологічного процесу.

*Постановка завдання.* Нині проблемам насінництва овоче-баштанних культур не приділяється достатньо уваги. На зміну районуваному насінню прийшли гібридні, які закупаються за кордоном.

Відсутність спеціалізованих господарств по виробництву насіння овоче-баштанних культур, які могли б реалізувати його для вітчизняних виробників, ускладнює процес виробництва.

Одним з основних напрямків подальшого підвищення рівня насінництва можна вважати застосування поточних технологічних ліній для виділення і доробки насіння овоче-баштанних культур.

Для розробки та обґрунтування конструктивних і режимних параметрів машин і робочих органів необхідно здійснити вивчення такого об'єкту, як технологічна маса баштанних культур (кавун, диня), що отримується у процесі подрібнення насінників і складається з шкірки, соку і насіння [1].

Від якості отриманого насіння залежить майбутній урожай, тому втрати і вплив робочих органів на насіння повинні бути мінімальними. Це, в свою чергу, робить необхідним дослідження механіко-технологічних властивостей насіння.

Метою досліджень механіко-технологічних якостей насіння є: вивчення розмірно-масових, фізико-механічних та міцностних характеристик.

*Основна частина.* На процес сепарації впливають такі фізико-механічні властивості насіння, як форма, розміри, абсолютна і об'ємна маса, опір оболонки до проколу.

Насіння кавуна «Вогник» плоскі, овальні з довгим носиком, забарвлення чорне. Насіння дині «Колгоспниця» за зовнішнім виглядом нагадують огіркові. За формою - плоскі, овальні. Забарвлення - кремове, носик насіння - витягнутий.

При дослідженні розмірно-масових характеристик проводилися виміри довжини, ширини і товщини насіння кавуна і

дині за допомогою штангенциркуля ШЦ-1 з ціною поділки 0.05 мм. Узагальнені статистичні показники експериментальних даних зведені в табл. 1.

У процесі одержання насіння на стадії виділення важливо мати дані значень абсолютної маси свіжовиділеного насіння [2]. Посівні якості насіння і їх продуктивні властивості знаходяться у прямій залежності від абсолютної маси насіння [3; 4]. Нами визначалася абсолютна маса 100 насінин у грамах при стандартній вологості після їх обезводнення і природної сушки протягом 0,5 годин. Зважування виконувалося на вагах ВНЦ-10. Узагальнені статистичні показники експериментальних даних по дослідженню абсолютної маси насіння кавуна «Вогник», дині «Колгоспниця» зведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Розмірно - масові характеристики насіння баштанних культур

Культура	Значення досліджуваного параметра											
	Довжина, мм			Ширина, мм			Товщина, мм			Абс. маса		
	min	max	cp	min	max	cp	min	max	cp	mi n	ma x	cp
Кавун	6,10	7,95	6,89	5,82	6,75	6,24	0,82	1,75	1,28	5,4	8,8	6,7
Диня	10,4	12,4	11,35	4,56	6,45	5,23	1,10	2,05	1,56	4,2	6,8	5,5

Тертя ковзання свіжовиділеного насіння вивчалася й раніше [4]. Проте останнім часом у сільськогосподарському машинобудуванні з'явилися нові матеріали, а в сільськогосподарському виробництві з'явилися нові сорти баштанних культур. Дослідження коефіцієнта тертя проводилося таким чином: попередньо визначався кут тертя ковзання, який потім перераховувався у коефіцієнт тертя. У якості поверхонь тертя також були обрані гумова пластина, оцинковане залізо і решето сепаратора. Для підвищення точності експерименту насіння скріплювалися голкою по 4-5 штук. Такий прийом повністю виключає ймовірність кочення насіння. Узагальнені дані після статистичної обробки зведені в табл. 2.

При виконанні технологічного процесу сепарації насіння може відбуватися удар об елементи конструкції. Для дослідження даного процесу проведені досліди з визначення коефіцієнтів відновлення насіння кавуна сорту «Вогник» і дині сорту «Колгоспниця» при ударі об металеву і гумову поверхні за відомою методикою [5]. Для вивчення досліджуваної ознаки розроблений і виготовлений прилад маятникового типу (рис.1), що представляє собою сталевий стрижень 2 із затискачем 3 на одному кінці, який вільно обертається у вертикальній площині на осі 1. Кут відхилення стрижня від вертикалі визначається за шкалою транспортера 4. Всі деталі приладу змонтовані на штативі 5.

Таблиця 2 – Кути і коефіцієнти тертя ковзання насіння

Матеріал поверхні тертя	Досліджуванні культури			
	Кавун		Диня	
	Кут тертя	Коефіцієнт тертя	Кут тертя	Коефіцієнт тертя
Металева пластина	10° 30'	0,18	9°	0,16
Гумова пластина	17° 30'	0,31	17°	0,30
Решітне полотно	14°30'	0,26	14°	0,25

Аналізуючи отримані дані, можна зробити висновок про значний вплив матеріалу поверхні на коефіцієнт тертя ковзання насіння. При ковзанні насіння досліджуваних культур по металевій поверхні коефіцієнт тертя ковзання знаходиться у межах від 0,16 до 0,18; по гумовій пластині - від 0,30 до 0,31; по решітному полотну - від 0,25 до 0,26.

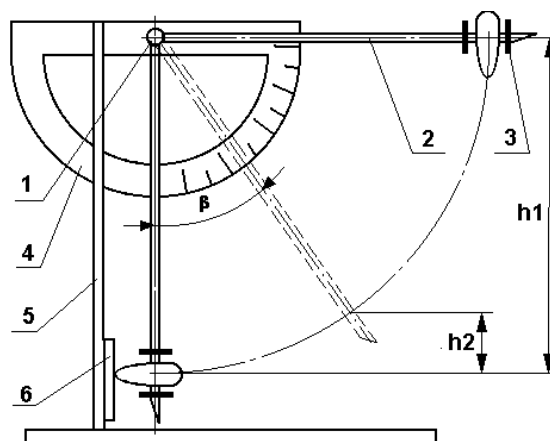


Рис. 1. Схема приладу для визначення коефіцієнта відновлення

У процесі експерименту до вільного кінця стрижня 2 кріпилося насіння досліджуваного зразка і фіксувалося затискачем 3. У місці удару по матеріалу, тобто в крайній нижній точці траєкторії руху насіння на стійці штатива 5 встановлювалася відбиваюча поверхня 6. Стрижень з насінням відводився від поверхні, що відбиває, на кут 90°, відпускався, насіння ударялося по відбивній поверхні і відскакувало від неї.

При цьому фіксувався кут відбиття  $\beta$  і визначався коефіцієнт відновлення  $R$ . З літератури по дослідженню сільськогосподарських матеріалів і техніки відомо, що коефіцієнт відновлення експериментально визначається як [6]

$$R = \sqrt{h_2 / h_1}, \quad (1)$$

де  $h_1$ ;  $h_2$  – відповідно, висоти падіння і відбиття насіння.

Перетворивши формулу (1), отримаємо

$$R = \sqrt{h_2 / h_1} = \sqrt{h_1 - h_1 \cdot \cos \beta / h_1} = \sqrt{1 - \cos \beta}, \quad (2)$$

де  $\beta$  – кут відбиття насіння при ударі по досліджуваному матеріалу.

Результати експериментів після їх статистичної обробки зведені в табл.3.

Таблиця 3 – Кути відображення і коефіцієнти відновлення насіння

Найменування культури	Поверхня зіткнення							
	Гумова пластина				Оцинковане залізо			
	Кут відбиття			К-т відновлення	Кут відбиття			К-т відновлення
	min	max	ср		min	max	ср	
Кавун	36°	46°	41°55'	0,502	20°	30°	24°44'	0,300
Диня	43°	53°	48°21'	0,578	43°	53°	33°83'	0,413

У ході дослідження фізико-механічних і технологічних властивостей насіння нами вивчалася міцність оболонки свіжовиділеного насіння на прокол і залежність деформації насіння від прикладеного зусилля, які є характеристиками міцності насіння. Для проведення експериментів використовувався прилад, аналогічний приладу Знаменського [7], конструктивна схема якого наведена на рис. 2. Зміна навантаження, що впливає на насіння, здійснювалось збільшенням числа важків, встановлених на тарілці, або її переміщенням по довжині коромисла. Балансири служили для врівноваження коромисла при установці нульового значення стискаючого зусилля на початку навантаження. Фактично діюче на насіння стискаюче навантаження розраховувалося за виразом

$$F_{сж} = g \cdot m \cdot \frac{L_1}{L_2}, \quad (3)$$

де  $m$  - маса важків, встановлених на тарілці;

$L_1$  - відстань від тарілки з важками до осі гойдання коромисла;

$L_2$  - відстань від встановленого на платформі насіння до осі гойдання коромисла.

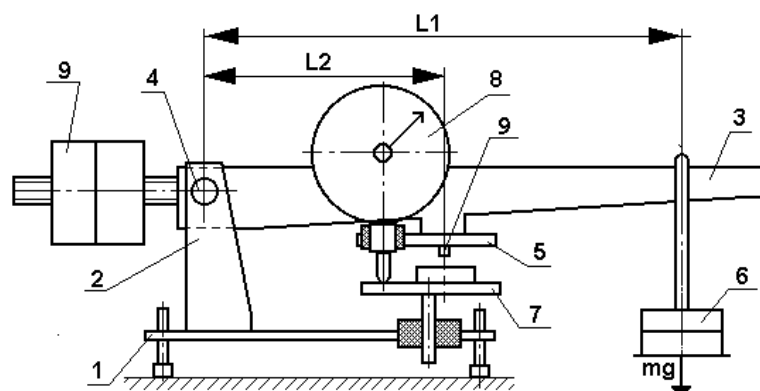


Рис. 2. Схема приладу для визначення характеристик міцності насіння.

При проведенні експериментів з визначення величини проколюючого зусилля, на стискаючу пластину 5 закріплювалася циліндрична голка 9 діаметром 2 мм. Насіння поміщалося між платформою і голкою після чого проводилося його навантаження шляхом переміщення тарілки з важками уздовж коромисла. При переході від одного рівня навантаження до подальшого проводився візуальний огляд насіння на наявність у ньому пошкоджень оболонки. Після визначення середнього значення проколюючого зусилля розраховувалася питома сила проколювання за формулою

$$P_{уд} = 4 \cdot F_{ст} / \pi \cdot d_{гол}^2, \quad (4)$$

де  $d_{гол}$  - діаметр голки, яка встановлена на стискаючій пластинці.

Середні значення проколюючого зусилля і сили проколювання наведено в табл. 4.

Таблиця 4 – Значення проколюючого зусилля і питомої сили проколювання

Найменування культури	Значення показників			Питома сила
	Зусилля проколювання (Н)			
	min	max	ср	
Кавун «Вогник»	36	60	46,95	14,95
Диня «Колгоспниця»	26	46	36,48	11,40

При вивченні залежності деформації від величини прикладеного зусилля, навантаження насіння проводилося шляхом стиснення його між платформою 7 і пластиною 5 без установки голок. У процесі

навантаження об'єкта по індикатору 8 замірялася величина його деформації відповідно прикладеному стискаючому зусиллю. Навантаження уводилося с кроком 2,5 Н у шести точках з п'ятикратною послідовністю, причому нульовому стискаючому зусиллю відповідала нульова деформація.

Опір насіння ударному навантаженню визначався за відомою методикою [8] при падінні на відбивну поверхню. У якості критеріїв травмування приймалися тріщини, розриви в оболонці насіння, проколи поверхні завдовжки більше 1,5 мм, тобто пошкодження, неприпустимі вихідним вимогам на розробку технологічного обладнання для отримання одержання насіння.

У якості матеріалів для відбиваючої поверхні були обрані решітне полотно і сталева пластина. Критична швидкість зіткнення, при якій виникало травмування об'єкта досліджень, розраховувалася з урахуванням опору повітря за формулою

$$v_{кр} = \sqrt{\frac{g \cdot m_c}{\alpha}} \cdot \left( 1 - e^{-\frac{2 \cdot \alpha \cdot h}{m_c}} \right), \quad (7)$$

де  $m_c$  - маса насіння;

$\alpha$  - коефіцієнт пропорційності;

$h$  - висота падіння, при якій виникло травмування насіння.

Проте в ході проведення дослідів діапазон висот, при падінні з яких спостерігалось травмування насіння, встановити не вдалось. Так, наприклад, при падінні з висоти 5м пошкодження насіння не спостерігалось. Це свідчить про високу стійкість насіння до ударних навантажень і про значну парусність насіння, через яку швидкість падіння, не досягаючи критичної величини, стабілізується на рівні швидкості витання [9; 10; 11].

*Висновки.* Дослідження механіко-технологічних властивостей насіння баштанних культур дає можливість зробити наступні висновки:

1. Вивчення розмірно-масових характеристик насіння свідчить про можливість виділення їх з технологічної маси за принципом диференціювання по довжині насінини.

2. У процесі досліджень визначені величини коефіцієнтів відновлення насіння: при ударі по гумовій пластині вони мають величину 0,502 ... 0,639, при взаємодії з оцинкованим залізом 0,300 ... 0,472. Величини коефіцієнтів можна використовувати при подальших уточнюючих розрахунках конструктивних параметрів і кінематичних режимів технологічного обладнання.

3. Визначено, що свіжовиділене насіння має високу стійкість до статичних і динамічних (ударних) навантажень. Стійкість до



сприйняття статичних навантажень зростає у міру висихання насіння. Величина проколюючого статичного зусилля у досліджуваних культурах (кавун, диня) коливається у межах 22,0 ... 60,0 Н. Визначити критичну швидкість співудару насіння з металевою поверхнею у процесі досліджень не вдалося. Це дозволяє зробити висновок про некритичність кінематичних параметрів сепаратора до травмування насіння.

Література:

1. *Бабенко Д.В.* Methodика и результаты исследований размерно-массовых характеристик семенных плодов бахчевых культур (арбуз, дыня) / Е.А. Горбенко, Н.А. Горбенко, Н.И. Ким. // Motrol. Commission of motorization and energetics in agriculture. – 2015. – Vol. 17, No. 2. – 49 с.
2. *Нетьюсов В.П.* Експериментальні дослідження фізико-механічних властивостей насіння баштанних культур / В.П. Нетьюсов, О.А. Гольдшмідт // Вісник аграрної науки Причорномор'я. – Миколаїв, 1998. – вип. 5. – С 99-103.
3. *Лудилов В.А.* Семеноводство овощных и бахчевых культур / В.А. Лудилов. – М. : Агропромиздат, 1987. – 222 с.
4. *Анисимов И.Ф.* Машины и поточные линии для производства семян овощебахчевых культур / И.Ф. Анисимов. – Кишинев : Штиинца, 1987. – 292 с.
5. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів / Г.А. Хайлис, А.Ю. Горбовський, З.О. Гошко, М.М. Ковальов; під ред. Г.А. Хайліса. – Луцьк, 1998. – 267 с.
6. *Нетьюсов В.П.* Дослідження міцностних властивостей насіння баштанних культур / В.П. Нетьюсов, С.І. Пастушенко, О.А. Гольдшмідт // Вісник аграрної науки Причорномор'я. – Миколаїв, 1999. – вип.6. – С. 98-103.
7. *Храпач Е.И.* Приборы для изучения физико-механических свойств сельскохозяйственных материалов / Е.И. Храпач // Измерительная техника в сельском хозяйстве. М. : ОНТИПрибор, 1967. – С. 209-217.
8. Опытное дело в полеводстве / под ред. Г.Ф. Никитенко. - М. : Россельхозиздат, 1982. – 190с.
9. *Кленин Н.А.* Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / Н. Кленин, В. Скакун. – М. : Колос, 1980, – 670 с.
10. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / Г.Е. Листопад, Г.К. Демидов, Б.Д. Зонов [и др.] ; под ред. Г.Е. Листопада. – М. : Агропромиздат, 1986. – 561 с.
11. *Кукта Г.М.* Испытания сельскохозяйственных машин / Г.М. Кукта. – М. : Машиностроение, 1964. – 277 с.

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ  
МЕХАНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СЕМЯН  
БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР**

Горбенко Е.А., Доценко Н.А., Ким Н.И.

*Аннотация* - в статье приведены результаты исследований механико-технологических свойств семян бахчевых культур (арбуз, дыня), исследована устойчивость семян к статическим и динамическим нагрузкам.

**RESULTS MECHANICAL-TECHNOLOGICAL PROPERTIES  
SEEDS MELONS AND GOURDS**

E. Gorbenko, N. Dotsenko, N. Kim

*Summary*

The article presents the results of research and technological mechanical properties of seeds of melons (watermelon, melon) seeds investigated resistance to static and dynamic loads.

УДК 658.62.018.012

## **ОРГАНІЗАЦІЙНІ ПАРАМЕТРИ СИСТЕМИ МЕНЕДЖМЕНТУ ЯКОСТІ ПІДПРИЄМСТВА**

Доценко Н. А., к.т.н.

*Миколаївський національний аграрний університет*

Тел.(0512) 34-01-91

**Анотація** – дана стаття присвячена розробці заходів, спрямованих на підвищення ефективності системи менеджменту якості (СМЯ). У розрізі даного дослідження пропонується розглядати СМЯ як велику складну систему, яку необхідно періодично оцінювати. Оцінку системи пропонується проводити на етапі її проектування, використовуючи теорію відношень. Пропонується оцінювати СМЯ за такими системними параметрами: зв'язність системи; ранг процесу; живучість системи.

**Ключові слова** – система управління якістю, процес, граф.

*Постановка проблеми.* При розробці і введенні систем управління якістю (СУЯ) на відповідність вимогам міжнародних стандартів серії ISO 9000:2008 [1-3] виникає ряд складностей, так як сам стандарт розроблений для усіх існуючих підприємств незалежно від їх роду діяльності, форми власності, продукції, що випускається, кількості персоналу і т.д. При цьому не існує єдиних методик виконання вимог, що призводить до більшого ступеня невизначеності, так як кожна організація по-своєму їх розуміє і реалізує. Це часто призводить до того, що за формальними ознаками система управління відповідає вимогам стандарту, але не приносить позитивних результатів.

Для розробки ефективної СУЯ пропонується розглядати її як велику складну систему і застосовувати відповідні методи аналізу. Як будь-яка система, СУЯ має свої етапи створення і функціонування, а саме: проектування, розробка, введення, поліпшення. Кожен з етапів відповідальний і необхідний, але найбільш дорогим і важливим є етап проектування, так як на цьому етапі закладається модель системи і помилки, допущені на даному етапі, дорого коштують і важко виправляються. Тому зміст даного дослідження відноситься до моделювання СУЯ на етапі проектування.

Характерною особливістю етапу проектування є обмеженість інформації про майбутню систему. Вихідні дані, які можна використовувати в процесі дослідження, звичайно містять загальні

вимоги до характеристик системи і основи структурно-функціональної схеми системи з досить загальним описом принципу її дії.

Мала кількість вихідної інформації на ранніх етапах проектування змушує шукати такі моделі, які були б забезпечені вихідними даними і «працювали» б при мінімумі вхідної інформації. Такою моделлю являється організаційна структура системи із сукупністю відношень у ній. Проведення структурного аналізу дозволяє отримати інформацію про ступінь «завантаженості» і значущості елементів системи, порівняти системи з різними структурами, отримати інформацію про «слабкі місця» системи, що дає змогу своєчасно провести доробку, скорегувати програму забезпечення необхідних характеристик і якості системи [2].

*Аналіз останніх досліджень.* Аналіз літературних джерел [3-10] показав, що існують методи аналізу великих і складних систем, але методично вони забезпечені тільки для технічних об'єктів. Нами пропонується дослідити СУЯ на етапі проектування, використовуючи теорію відношень. В основу теорії відношень покладені структурні дослідження, які, в свою чергу, базуються на теорії графів. Аналіз на цьому етапі дозволяє:

- розробити правила символічного зображення елементів СУЯ;
- визначити значимість елементів СУЯ і зв'язків між ними;
- оцінити якість структурної схеми СУЯ і сформулювати рекомендації по її покращенню.

*Постановка завдання.* Метою дослідження є запропонувати інструментарій і математичний апарат для оцінки СУЯ підприємств на етапі проектування.

*Основна частина.* Стосовно моделі СУЯ, то для її оцінки запропоновано побудувати вершинний граф. Тобто, вершинами будуть являтися процеси, а ребрами - зв'язки між ними. Ця ідея є головною у даному дослідженні і повністю відповідає принципам і вимогам міжнародного стандарту[1].

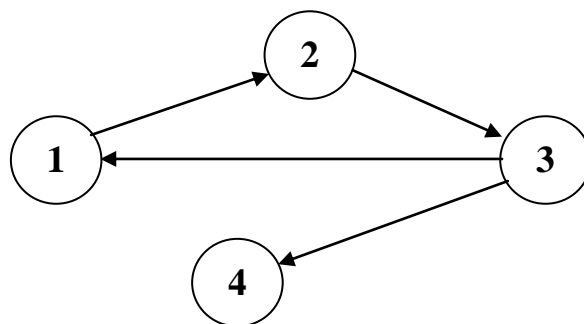


Рис. 1. Орієнтований граф.

На рис.1 представлений граф, на якому вершини 1 і 2 з'єднані безпосереднім шляхом, а вершини 1 і 4 – транзитним.

Для даного графа матриця безпосередніх зв'язків має вигляд

$$A = |a_{ij}| = \begin{vmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix}. \quad (1)$$

Оскільки граф орієнтований, то матриця безпосередніх зв'язків несиметрична.

Одним з структурно-організаційних параметрів, що оцінює якість СУЯ при представленні її графом, являється зв'язність графа. Зв'язність графа пропонується оцінювати по її структурній зв'язаності, так як цей показник є однією з найважливіших структурних характеристик і визначає мінімальне допустиме число зв'язків у системі. Очевидно, що для того, щоб система була зв'язана, то повинен бути хоча б один зв'язок між елементами. Тобто, мінімальне допустиме число зв'язків у системі повинно бути

$$A_{\min} = N - 1,$$

де  $N$  – кількість елементів у системі.

Загальне число безпосередніх зв'язків визначається як

$$A_c = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N a_{ij}}{2}. \quad (2)$$

Очевидно, що система зв'язна та існує як система, якщо виконується умова  $A \geq A_{\min}$ , тобто

$$\frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N a_{ij}}{2} \geq N - 1, \quad (3)$$

Звідси коефіцієнт структурної зв'язаності

$$R = \frac{A_c}{A_{\min}} - 1 = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N a_{ij}}{2(N - 1)} - 1. \quad (4)$$

Якщо  $R > 0$ , то система має структурну зв'язаність. Якщо  $R = 0$ , то система має мінімальну структурну зв'язаність. Якщо  $R < 0$ , то система не зв'язана. Даний структурно-організаційний параметр системи може використовуватись для непрямой оцінки економічності, надійності та живучості СУЯ.

Наступним параметром структурно-організаційної схеми являється ранг процесу (елемента). Дана характеристика дозволяє розподілити процеси за порядком їх значущості. Вважається, що чим більше значимий елемент, тим більше зв'язків він має з іншими

елементами. У загальному вигляді для визначення рангу елемента необхідно використовувати матрицю безпосередніх зв'язків

$$r_i = \frac{\sum_{j=1}^N a_{ij}}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N a_{ij}} . \quad (5)$$

Аналізуючи формулу (5) видно, що ранг елемента – це ні що інше, ніж відношення зв'язків одного елемента до загальної кількості зв'язків усієї системи.

Ще одним важливим параметром структурно-організаційної схеми є живучість системи. Під живучістю розуміють спроможність системи забезпечувати передачу інформації між елементами при впливі факторів, що заважають. Показник живучості – це середня доля зв'язків, які продовжують працювати при втраті працездатності інших зв'язків

$$W_g = 1 - \frac{gg!(A-g)!}{AA!} \quad 0 \leq W_g \leq 1 , \quad (6)$$

де  $g$  – кількість втрачених зв'язків,  $A$  – загальна кількість зв'язків.

*Висновки.* Систему управління якістю підприємств пропонується розглядати як велику складну систему, оцінку якої необхідно проводити на етапі проектування, при цьому методи оцінки повинні будуватися на теорії відношень. У якості основних параметрів системи пропонується використовувати: зв'язність системи; ранг процесу; живучість системи.

#### Література:

1. *ДСТУ ISO 9000:2007.* Системи управління якістю. Основні положення та словник [Текст]. – К.: Держстандарт України, 2007. – 72 с.
2. *ДСТУ ISO 9000:2009.* Системи управління якістю. Вимоги [Текст]. – К.: Держстандарт України, 2009. – 72 с.
3. *ISO 9004:2009.* Managing for the sustained success of an organization – A quality management approach (Управління з метою сталого успіху організації – Підхід з позиції управління якістю) [Electronic resource]. – ISO, 2009. – 46 p. – Available at: [www/URL:http://www.cnis.gov.cn/wzgg/201111/P020111121513843279516.pdf](http://www.cnis.gov.cn/wzgg/201111/P020111121513843279516.pdf)
4. *Нечипоренко В.И.* Структурный анализ и методы построения надежных систем [Текст] / В.И. Нечипоренко – Изд-во «Советское радио», 1968. – 256 с.
5. *Трапезников В.А.* Автоматическое управление и экономика [Текст] / В.А. Трапезников // Автоматика и телемеханика. – 1966. – №1.

6. *Поваров Г.Н.* Проблемы передачи информации [Текст] / Г. Н. Поваров. – Изд. АН СССР, 1959. – Вып.1.
7. *Конти Т.* Самооценка в организациях [Текст] / Т. Конти. – М.: СМЦ «Приоритет», 1999. – 337 с.
8. *Маслов Д.В.* Самооценка организаций на базе функциональной модели [Текст] / Д.В. Маслов, Э.А. Белокоровин, П. Ватсон, Н. Чилиши. – Методы менеджмента качества. – 2005. – №4. – С.21–26.
9. *Волкова В.Н.* Теория систем и методы системного анализа в управлении и связи [Текст] / В.Н. Волкова, В.А. Воронков, А.А. Денисов и др. – М.: Радио и связь, 1983. – 248 с.
10. *Краснобаев В.А.* Методологія системного аналізу технічних систем: підручник для студентів ВНЗ [Текст] / В.А. Краснобаев, І.О. Фурман, В.П. Поляков та ін.; за заг. ред. Д.І. Мазоренка. – Х.: Факт, 2009. – 297 с.

## ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ПАРАМЕТРЫ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРЕДПРИЯТИЯ

Доценко Н.А.

*Аннотация* – данная работа посвящена разработке мероприятий, направленных на повышение эффективности системы менеджмента качества. В разрезе данного исследования предлагается рассматривать СМК как большую сложную систему, которую необходимо периодически оценивать. Оценку системы предлагается проводить на этапе ее проектирования, используя теорию относительности. Предлагается оценивать СМК за такими системными параметрами: связанность системы; ранг процесса; живучесть системы.

## THE QUALITY MANAGEMENT SYSTEM ORGANIZATIONAL PARAMETERS

N. Dotsenko

### *Summary*

This work is devoted to development of measures aimed at quality management system efficiency increasing. In the context of this research it is required to regard the quality management system as a big compound system which have to be periodically assessed. The estimation of system is proposed to conduct on the designing stage and use for that the theory of relativity. It is required to evaluate the quality management system according to the following parameters: system relatedness; process class; system survivorship.

УДК 664.8.037.1:634.11

## **ВПЛИВ АБІОТИЧНИХ ФАКТОРІВ НА РОЗВИТОК ФІЗІОЛОГІЧНИХ РОЗЛАДІВ ТА МІКРОБІОЛОГІЧНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ ПІД ЧАС ХОЛОДИЛЬНОГО ЗБЕРІГАННЯ ПЛОДІВ ЯБЛУНІ**

Сердюк М.Є., к.с.-г.н.,

Байберова С.С., к.с.-г.н.,

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел.(067) 163 33 71

*Анотація* – роботу присвячено дослідженню впливу погодних чинників на рівень втрат плодів яблуні від фізіологічних розладів та мікробіологічних захворювань під час холодильного зберігання. Встановлено, що основним погодним чинником, який має найбільш істотний вплив на рівень розвитку як фізіологічних розладів, так і мікробіологічних захворювань при зберіганні плодів яблуні, вирощених в умовах Південної степової підзони України, є мінімальні температури останнього місяця формування плодів. При цьому, аномально високі значення даного показника стимулюють розвиток фізіологічних розладів та зменшують ризик поширення мікробіологічних захворювань.

*Ключові слова:* плоди яблуні, прогнозування, модель, кореляція, сорт, температура, опади, вологість, цукри, фенольні речовини.

*Постановка проблеми.* Тривале холодильне зберігання плодів пов'язане зі значними втратами, які викликані хворобами грибного та фізіологічного походження. Щорічні втрати плодової продукції у період зберігання та транспортування оцінюють кількома мільярдами доларів.

З огляду на це, питання завчасного прогнозування рівня розвитку фізіологічних розладів та грибних гнилей під час зберігання плодів яблуні є актуальним для галузі консервування. Вирішення його дозволить розробити систему заходів, спрямовану на захист плодів від даного виду втрат.

*Аналіз останніх досліджень.* Основною причиною зниження якості плодів при холодильному зберіганні є фізіологічні розлади та мікробіологічні захворювання.



Серед фізіологічних розладів найбільш розповсюдженими та небезпечними є загар та підшкірна плямистість.

Розвитку загару при зберіганні сприяють стресові погодні умови періоду вегетації, такі, як суха та спекотна погода, або, навпаки, надмірно низькі температури та висока кількість опадів. Значний вплив має і фізіологічний стан плодів. Так, наприклад, передчасно зібрані плоди, у яких ще повністю не сформовані якісні показники, мають меншу стійкість до фізіологічних розладів під час зберігання [1].

Підшкірна плямистість може з'являтися у саду, але у великих кількостях розвивається при зберіганні і обумовлена незбалансованим мінеральним складом, більшою мірою – недостатнім вмістом кальцію у плодах [2].

В'янення плодів також вважається фізіологічним розладом. В'яненню сприяє дефіцит вологи в сховищі, а також морфологічні і фізико-хімічні особливості плоду. Наявність товстої шкірки з восковим нальотом, цілісність її, високий вміст колоїдних речовин та хімічно зв'язаної води в плоді сприяють зменшенню в'янення. Недостиглі плоди в'януть особливо швидко [3].

Контамінація плодів фітопатогенними мікроорганізмами в процесі їх вирощування, збору і подальшого зберігання – це серйозна проблема виробників і переробників сільськогосподарської сировини [4].

Маючи значне поширення у природі: в ґрунті, повітрі, на стінах приміщень, мікроорганізми без проблем потрапляють на плоди в саду і в плодосховищах. На соковитих плодах вони знаходять оптимальні умови для росту і розвитку – достатня кількість поживних речовин, кисле середовище. Великий набір ферментів дає збуднику можливість легко руйнувати тканини плода та проникати в середину. Крім того, температура і вологість повітря при зберіганні сприяють проростанню спор, зараженню і подальшому розвитку хвороб. Проявляються такі хвороби, головним чином, у формі різних гнилей. Найбільш поширеними і небезпечними є антракноз, моніліоз пеніцильоз, альтернаріоз та інші. Швидкість розвитку гнилі залежить від умов вологості і температури в камерах зберігання яблук [5].

Втрати плодів яблуні від грибних гнилей під час зберігання коливаються у межах 6...23 %, а в деякі роки можуть досягати і 50% [6].

На жаль, у сучасних технологіях зберігання для зменшення кількості втрат плодової продукції від мікробіологічних захворювань та фізіологічних розладів застосовують тільки профілактичні заходи, до яких відносять: підтримання у камерах відносної вологості повітря на рівні 90-95%, а також стабільного температурного режиму;

закладка на зберігання плодів у знімальній стиглості та більш стійких сортів. Нові способи захисту плодів від хвороб, які розробляються протягом останніх років, не знайшли широкого застосування у промисловості, що пов'язано з великою низкою недоліків. Це пояснюється тим, що не повністю вивчені механізми функціонування їх системи імунної стійкості. Крім того, в літературних джерелах відсутні дані про вплив погодних чинників на рівень розвитку хвороб при зберіганні плодів яблуні, вирощених в умовах південно-степової підзони України. У зв'язку з цим, для завчасного прогнозування роботи переробних підприємств та плодосховищ очевидна актуальність виявлення взаємозв'язку між зазначеними показниками.

*Формулювання цілей статті (постановка завдання).* З огляду на вищесказане, метою наших досліджень було наукове обґрунтування впливу погодних чинників на функціонування системи імунної стійкості та розвиток фізіологічних розладів і мікробіологічних захворювань при зберіганні плодів яблуні в умовах південно-степової підзони України.

Для реалізації поставленої мети було необхідним вирішити наступні завдання: проаналізувати погодні умови вегетаційного періоду; визначити вміст основних компонентів хімічного складу плодів яблуні і рівень розвитку захворювань при зберіганні; встановити взаємозв'язок між інтенсивністю розвитку захворювань та погодними чинниками, розробити математичні моделі для прогнозування даного процесу.

*Основна частина.* Дослідження проводилися у 2003-2012 роках. З метою вивчення впливу погодних чинників на рівень розвитку фізіологічних розладів та мікробіологічних захворювань при зберіганні плодів яблуні використано щоденні метеорологічні дані за період з 2003 по 2012 рр., зібрані на Мелітопольській метеостанції.

Для дослідження були обрані плоди яблуні чотирьох сортів, які внесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні: Айдаред, Голден Делішес, Ренет Симиренка, Флоріна. Сад дослідної ділянки закладений за схемою 4x1,5. Плоди збирали з дерев, типових для сорту, та одного віку. Агрофон на дослідній ділянці задовольняв вимогам агротехніки.

Розрахунок моделей прогнозування втрат маси проводили за наступною схемою [7]:

1. Визначення рівня розвитку фізіологічних розладів та мікробіологічних захворювань при зберіганні плодів яблуні і створення бази даних. Визначення виконували шляхом огляду плодів, що знизили товарну якість, та угруповання їх за родом ураження [8].

2. Створення бази погодних умов у роки досліджень. При цьому відбиралися такі показники: мінімальна, середня і максимальна

температури, сума опадів, кількість днів з опадами більше одного міліметра, середня та мінімальна відносна вологість повітря. На їх основі були розраховані гідрометричні коефіцієнти, перепади температури за певні періоди, суми активних і ефективних температур, інші показники.

3. Визначення вмісту основних компонентів хімічного складу плодів яблуні: сухих речовин, загального цукру, вільних кислот, фенольних речовин, аскорбінової кислоти, маленового діальдегіду МДА. Визначення виконували за стандартними методиками [8].

4. Визначення на основі парних кореляційних залежностей погодних чинників та компонентів хімічного складу, які максимально впливають на рівень розвитку захворювань. Для розрахунків відбирали дані за 10 років, щоб забезпечити 95-відсотковий рівень вірогідності отриманих результатів.

5. Розрахунок регресійної моделі для прогнозування втрат плодів яблуні при зберіганні в зв'язку з погодними умовами, або вмістом компонентів хімічного складу. При формуванні багатофакторної моделі використовували лінійну функцію

$$Y = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + \dots + a_nX_n.$$

При аналізі та обробці експериментальних даних і прогнозуванні кінцевого результату використовували методи варіаційної статистики: проводили математичну обробку, парний і множинний кореляційний і регресивний аналізи - за Б. А. Доспеховим [9], використовуючи комп'ютерні програми "MS office Excel 2007", пакет "Statistica 6" і персональний комп'ютер.

Середні втрати плодів яблуні від фізіологічних розладів становлять 5,4%. Розвиток фізіологічних розладів починається після 90 доби зберігання. Максимальна кількість плодів з фізіологічними розладами зафіксована у сортів Ренет Симиренка та Голден Делішес урожаю 2008 року. Натомість серед плодів яблуні даних сортів урожаю 2006 року взагалі не виявлені екземпляри з фізіологічними розладами. Крім того, високою стійкістю відзначалися плоди яблуні сорту Голден Делішес урожаю 2009 року, і Флоріни 2007 року.

Видовим моніторингом фізіологічних розладів встановлено, що на плодах яблуні, вирощених в умовах південної степової підзони України, найчастіше зустрічаються такі фізіологічні розлади, як загар, побуріння м'якуша та серцевини, підшкірна плямистість (гірка ямчастість) та в'янення.

Слід також відзначити сортову специфічність виявлених фізіологічних розладів. Так, основним фізіологічним розладом плодів яблуні сортів Ренет Симиренка та Флоріна є гірка ямчастість,

натомість серед плодів яблуні сортів Голден Делішес та Айдаред взагалі не виявлені екземпляри з даним фізіологічним розладом. Наші результати узгоджуються з результатами, отриманими російськими вченими [2]. Вони пов'язують таку сортову специфічність з анатомічною будовою плодів яблуні і констатують, що «сорт яблук, які мають максимальну товщину кутикули та щільно укладені клітини гіподерми зі значним восковим нальотом, більш схильні до розвитку гіркої ямчастості».

У той же час, основні втрати товарних якостей яблук сорту Голден Делішес були викликані в'яненням, що також пов'язано з анатомічною будовою плодів.

Розвиток загару спостерігався серед плодів усіх досліджених сортів. Найбільша кількість плодів з ознаками даного розладу зафіксована в партіях сортів Айдаред і Ренет Смиренка.

Двофакторним дисперсійним аналізом встановлено домінуючий вплив погодних чинників (фактор А) на кількість плодів яблуні з фізіологічними розладами з часткою впливу 63,1%. Частка впливу інших факторів є значно нижчою і становить: фактора сорту (фактор В) – 8,4 %, взаємодії факторів А і В – 28,1%, і випадкових та інших факторів – 0,5% (рис. 1).

Таким чином, фактор сорту не має істотного впливу на рівень фізіологічних розладів плодів яблуні, а, отже, і прогнозувати даний показник будемо за середньосортним значенням.

Результатами кореляційного аналізу встановлено 5 погодних чинників, які мають сильний позитивний зв'язок з аналізованим показником. До них належать: середньорічна сума активних температур ( $r=0,73\pm 0,24$ ) і сума активних температур за вегетаційний період ( $r=0,71\pm 0,25$ ), суми ефективних температур вище 10 та 15 °С ( $r=0,68\pm 0,26$ ,  $r=0,67\pm 0,26$ , відповідно) та абсолютні мінімальні температури останнього місяця формування плодів ( $r=0,82\pm 0,20$ ).

За результатами множинного кореляційного та регресійного аналізів отримане остаточне рівняння залежності розвитку фізіологічних розладів від погодних чинників (з вірогідністю 95%)

$$Y = 0,998X - 1,574,$$

де  $Y$  – кількість плодів з фізіологічними розладами, %;

$X$  – абсолютні мінімальні температури останнього місяця формування плодів, °С, (у межах від 2,4 до 12 °С).

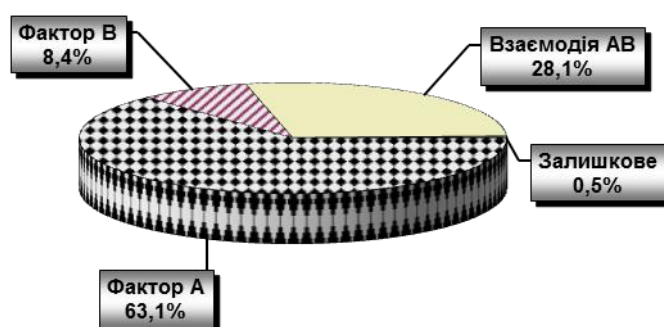


Рис. 1. Частка впливу факторів на кількість плодів яблуні, пошкоджених фізіологічними розладами, %: фактор А – погодні умови у роки досліджень, фактор В – сорт, АВ – взаємодія факторів А і В, решта- випадкові та інші фактори.

При цьому, коефіцієнт множинної кореляції ( $R$ ) дорівнював 0,95, коефіцієнт детермінації ( $R^2$ ) – 0,72, скорегований коефіцієнт детермінації – 0,68, критерій  $F(1,8)$  – 20,062, рівень значущості – 0,00206, при стандартній помилці оцінки – 1,821.

Отже, основним погодним чинником, який має найбільш істотний вплив на рівень розвитку фізіологічних розладів при зберіганні плодів яблуні, вирощених в умовах Південної степової підзони України є аномально високі мінімальні температури останнього місяця формування плодів. Їх зростання супроводжується збільшенням кількості плодів з фізіологічними розладами при тривалому зберіганні.

Середня кількість епіфітної мікрофлори на поверхні плодів яблуні становила  $13,7 \cdot 10^3$  КУО/г та істотно змінювалася за роками досліджень, про що свідчить коефіцієнт варіації 23,4%. У той же час сортова мінливість аналізованого показника в межах одного року досліджень знаходилась на низькому рівні з середнім коефіцієнтом варіації 9,8%. Найвища мікробна забрудненість плодів яблуні з перевищенням середнього значення в 1,4 рази зафіксована у 2004 році. Низька кількість епіфітної мікрофлори (майже в 1,4 рази нижче за середній рівень) зафіксована на поверхні плодів яблуні врожаїв 2007 та 2012 років. У сортовому розрізі дещо вищою забрудненістю характеризувалися плоди яблуні сорту Флоріна.

Результатами кореляційного аналізу підтверджено істотний вплив багатьох погодних чинників на кількісний склад епіфітної мікрофлори плодів яблуні. Серед досліджених 24 погодних чинників з 15 встановлений сильний кореляційний зв'язок і з 5 – середній. Причому, з показниками зволоження зв'язок є прямим, а температури – зворотнім.

Отже, вологі умови вегетаційного періоду з помірними температурними показниками є сприятливими для розвитку епіфітної мікрофлори на поверхні плодів.

Підсумкове рівняння для прогнозування кількісного складу епіфітної мікрофлори плодів яблуні від погодних чинників (з вірогідністю 95%) має вигляд

$$Y=8,588802 - 0,005372X_1+0,092486X_2+0,295348X_3,$$

де  $Y$  – кількісний склад епіфітної мікрофлори яблук, тис. КОУ/г;

$X_1$  – середньорічна САТ, °С (у межах від 3430 до 4281°С);

$X_2$  - кількість днів з опадами більше 1 мм, днів, (у межах від 54 до 94 днів);

$X_3$  – середня ВВП останнього місяця формування плодів, %, (у межах від 564 до 762°С).

При цьому, коефіцієнт множинної кореляції ( $R$ ) дорівнював 0,98, коефіцієнт детермінації ( $R^2$ ) – 0,95, скорегований коефіцієнт детермінації – 0,93, критерій  $F(3,6)$  – 41,578, рівень значущості – 0,00021, при стандартній помилці оцінки – 0,931.

Приватний коефіцієнт еластичності фактору  $X_2$  (кількість днів з опадами більше 1 мм, днів) менше 1, а факторів  $X_1$  (середньорічна САТ ) та  $X_3$  (середня ВВП останнього місяця формування плодів) більше 1, що свідчить про їх істотний вплив на кількісний склад епіфітної мікрофлори плодів яблуні, вирощених в умовах південної степової підзони України.

Отже, зростання температурних показників та зниження відносної вологості повітря супроводжуються зниженням кількості мікробіоти на поверхні плодів.

Високі температурні показники супроводжуються зростанням рівня малонового діальдегіду, який вважається біологічним маркером окисного стресу у рослин. Отже, несприятливі абіотичні чинники викликають порушення в окисно-відновній системі плодів, у результаті чого в рослинних тканинах відбувається накопичення продуктів окислення, які інактивують різні ферменти та роз'єднують процеси дихання і фосфорилування у мікробній клітині, що призводить до її загибелі. Отже, розбалансування окисно-відновної системи, тобто, окисний стрес можна одночасно вважати захисною реакцією плоду на вплив патогену.

Поряд з цим, у механізмі захисту плодів провідне місце належить фенольним речовинам. Результатами наших досліджень встановлено існування тісного зворотного кореляційного зв'язку між вмістом фенольних речовин та кількісним складом поверхневої

мікрофлори з коефіцієнтом кореляції  $r=-0,86\pm 0,18$ . Таким чином, збільшення вмісту фенольних речовин сприяє зниженню кількості мікробіоти на поверхні плодів (рис.2).

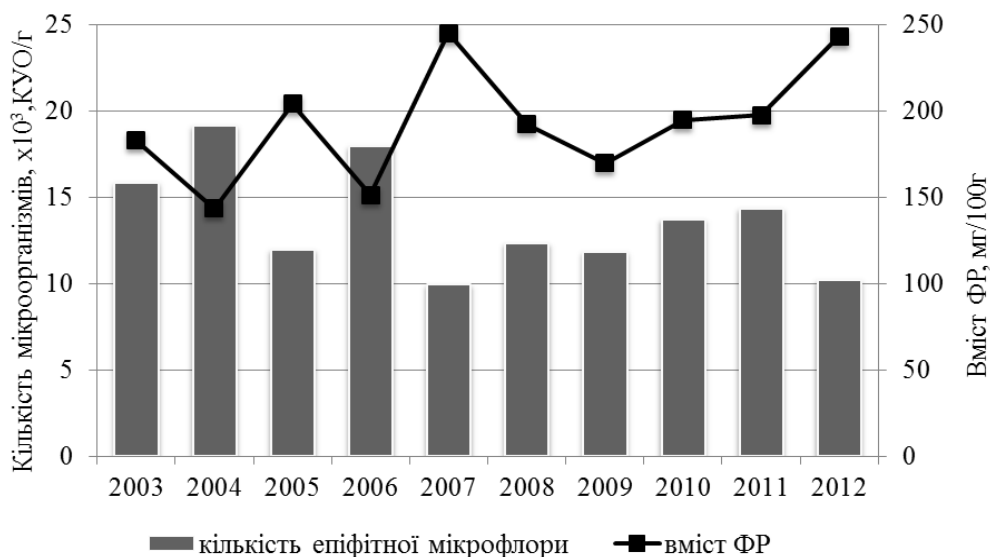


Рис. 2. Вміст фенольних речовин і кількісний склад епіфітної мікрофлори плодів яблуні, (2003 – 2012 рр.).

Бактерицидна дія фенольних речовин може пояснюватись їх здатністю ініціювати агрегацію клітин і пошкодження мембран мікроорганізмів. Агрегація клітин може призводити до пригнічення їхнього росту і, навіть, загибелі внаслідок зниження доступу поживних речовин і накопичення продуктів життєдіяльності.

Моніторингом якості плодів, проведеним після тривалого зберігання, були виявлені мікробіологічні захворювання плодів, більшість яких викликані грибною флорою родів *Penicillium*, *Gloeosporium*, *Alternaria*. У деякі роки були виявлені плоди гнилі, збудниками яких були мікроорганізми *Botrytis cinerea Pers.*, *Monila fructigena*, *Cladosporium cucumerinum*, *Sphaeropsis malorum*.

Середній рівень мікробіологічних захворювань плодів яблуні знаходився на рівні 2,6% та значно коливався за роками досліджень ( $V=71\%$ ). Максимальні втрати від мікробіологічних захворювань зафіксовані серед плодів сорту Голден Делішес урожаю 2009 року та сорту Ренет Симиренка урожаю 2006 року. У той же час ознак мікробіологічних захворювань взагалі не було виявлено на плодах сорту Айдаред урожаїв 2007, 2009 та 2012 років, сорту Голден Делішес – 2006, 2008 та 2010 років, Ренет Симиренка – 2005, 2007, 2010 та 2012 років, Флоріна – 2005, 2007, 2008, 2010 та 2012 років. Серед досліджених сортів максимальною кількістю хворих плодів характеризувався сорт Голден Делішес, а мінімальною – сорт Флоріна.

Слід зазначити, що між кількісним складом епіфітної мікрофлори плодів яблуні та рівнем мікробіологічних захворювань протягом зберігання встановлений тісний прямий кореляційний зв'язок ( $r=0,97\pm 0,16$ ). Отже, чим більше мікробіоти знаходиться на поверхні плодів під час закладки, тим вище ризик виникнення мікробіологічних захворювань під час зберігання. Виключення становлять плоди яблуні сорту Голден Делішес, для яких тісного кореляційного зв'язку між зазначеними показниками не встановлено.

Двофакторним дисперсійним аналізом встановлено домінуючий вплив взаємодії факторів АВ (погодних умов та сорту) на кількість плодів яблуні, пошкоджених мікробіологічними хворобами, з часткою впливу 59,4%. Достатньо істотним є і вплив погодних умов вегетаційного періоду (фактор А) з часткою впливу 36,6%. Натомість частка впливу сортових особливостей є незначною і становить всього 3,6% (рис. 3). Отже, прогнозувати рівень мікробіологічних захворювань плодів яблуні будемо за середньосортним значенням.

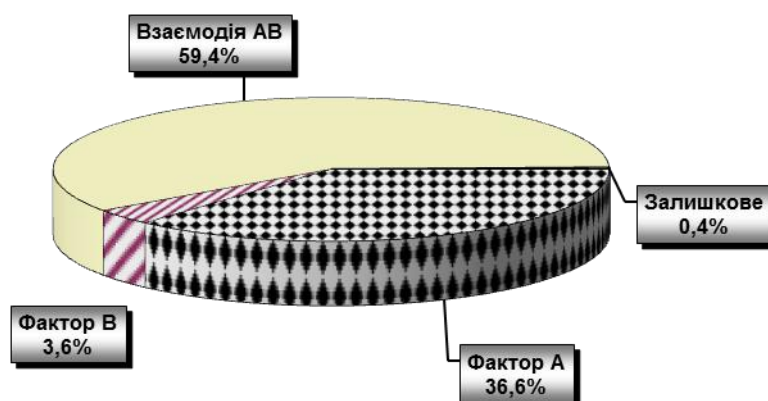


Рис. 3. Частка впливу факторів на рівень мікробіологічних захворювань плодів яблуні, %: фактор А – погодні умови у роки досліджень, фактор В – сорт, АВ – взаємодія факторів А і В, решта-випадкові та інші фактори.

Результатами кореляційного аналізу встановлено 6 погодних чинників, які мають сильний зв'язок з аналізованим показником. До них належать: середньорічна сума активних температур ( $r=-0,77\pm 0,23$ ) і сума активних температур за вегетаційний період ( $r=-0,80\pm 0,21$ ), суми ефективних температур вище 10 та 15 °С ( $r=-0,78\pm 0,22$ ,  $r=-0,80\pm 0,21$ , відповідно), ГТК за вегетаційний період ( $r=0,68\pm 0,26$ ) та абсолютні мінімальні температури останнього місяця формування плодів ( $r=-0,83\pm 0,20$ ). При цьому слід зазначити, що з ГТК зв'язок є прямим, а з температурними показниками - зворотнім. Отже, зі зростанням зволоженості зростає і кількість плодів з ознаками



мікробіологічних захворювань, а зростання температури супроводжується зниженням їх кількості.

За результатами множинного кореляційного та регресійного аналізів отримане підсумкове рівняння залежності розвитку мікробіологічних захворювань від погодних чинників (з вірогідністю 95%)

$$Y = 10,10053 - 0,00501X_1 - 0,37146X_2,$$

де  $Y$  – кількість плодів, пошкоджених мікробіологічними хворобами, %;

$X_1$  – СЕТ вище 15°C, °C, (у межах від 670 до 1294 °C);

$X_2$  – абсолютні мінімальні температури останнього місяця формування плодів, °C, (у межах від 2,4 до 12 °C).

При цьому, коефіцієнт множинної кореляції ( $R$ ) дорівнював 0,94, коефіцієнт детермінації ( $R^2$ ) – 0,88, скорегований коефіцієнт детермінації – 0,85, критерій  $F(2,7)$  – 25,534, рівень значущості – 0,00061, при стандартній помилці оцінки –0,719.

Приватний коефіцієнт еластичності фактору  $X_1$  (СЕТ вище 15°C) більше 1, що свідчить про його істотний вплив на розвиток мікробіологічних захворювань на плодах яблуні, вирощених в умовах південної степової підзони України.

Отже, зростання температурних показників супроводжуються зниженням кількості плодів з ознаками мікробіологічних захворювань при тривалому зберіганні.

До показників хімічного складу плодів яблуні, які сильно і обернено корелюють з рівнем мікробіологічних захворювань, відносять цукри та фенольні речовини з коефіцієнтами кореляції  $r = -0,67$  та  $r = -0,66$ , відповідно. А це означає, що зростання температурних показників та зниження відносної вологості повітря супроводжуються зниженням кількості мікробіоти на поверхні плодів.

*Висновки.* Основним погодним чинником, який має найбільш істотний вплив на рівень розвитку як фізіологічних розладів, так і мікробіологічних захворювань при зберіганні плодів яблуні, вирощених в умовах Південної степової підзони України, є мінімальні температури останнього місяця формування плодів. При цьому, аномально високі значення даного показника стимулюють розвиток фізіологічних розладів та зменшують ризик поширення мікробіологічних захворювань.

У роки, коли плоди яблуні протягом вегетаційного періоду накопичують більшу кількість цукрів та фенольних речовин, зростає і їх стійкість до дії мікроорганізмів.

За допомогою методів варіаційної статистики були розроблені регресійні моделі, які дають можливість завчасно прогнозувати рівень

втрат плодів яблуні від мікробіологічних хвороб та фізіологічних розладів.

Література:

1. *Кладь А.А.* Эффективные способы предупреждения развития загара плодов яблони сорта Гренни Смит / А.А. Кладь, В.А. Гудковский, Е.А. Олефир // Инновационные технологии производства, хранения и переработки плодов и ягод: Мат. науч.-практ. конф. 5-6 сентября 2009 года в г. Мичуринске Тамбовской области, 2009 – С. 119-122.

2. *Причко Т.Г.* Влияние особенностей анатомического строения яблок на устойчивость к развитию заболевания горькой ямчатости / Т.Г. Причко, Л.Д. Чалая, Т.Л. Смелик // Новые технологии. - №1. – 2015. – 9 с.

3. *Гудковский В.А.* Совершенствование комплексной системы качества плодов - основа повышения эффективности садоводства / В.А. Гудковский, А.А. Кладь, Л.В. Кожина // Достижения науки и техники АПК. - № 11. – 2010. – с. 28 – 31.

4. *Кудряшова К.В.* Методика выделения фитопатогенных бактерий / К.В. Кудряшова, Н.А. Феоктистова, Д.А. Васильев // Материалы V Международной студенческой электронной научной конференции «Студенческий научный форум» - 2014. - №6. – Т. 66. – С. 2963. Режим доступа: <http://www.scienceforum.ru/2014/666/2963/>.

5. *Гудковский В.А.* Стресс плодовых растений / В.А. Гудковский, Н.Я. Каширская, Е.М. Цуканова // ВНИИС им. Мичурина. – Воронеж «Кварта», 2005. – 128 с.

6. *Якуба Г.В.* Новые симптомы антракноза яблони на северном кавказе и меры борьбы с заболеванием / Г.В. Якуба // Плодоводство и виноградарство Юга России. – Тематический сетевой электронный научный журнал СКЗНИИС и В. – 2012. - №17(5). – 9 С. – Режим доступа к журн.: <http://journal.kubansad.ru>

7. *Бублик М.О.* Методологічні та технологічні основи підвищення продуктивності сучасного садівництва / М.О. Бублик. – К.: Нора-прінт, 2005. – 286 с.

8. *Найченко В.М.* Технологія зберігання і переробки плодів та овочів / В.М. Найченко, І.Л. Заморська. – Умань.: видавець «Сочінський», 2010. – 328 с.

9. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

## **ВЛИЯНИЕ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА РАЗВИТИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ РАССТРОЙСТВ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ВО ВРЕМЯ ХОЛОДИЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ ПЛОДОВ ЯБЛОНИ**

Сердюк М.Е., Байберова С.С.

*Аннотация* – работа посвящена исследованию влияния погодных факторов на величину потерь плодов яблони от физиологических расстройств и микробиологических заболеваний во время холодильного хранения. Установлено, что основным погодным фактором, который оказывает наиболее существенное влияние на уровень развития как физиологических расстройств, так и микробиологических заболеваний при хранении плодов яблони, выращенных в условиях Южной степной зоны Украины, являются минимальные температуры последнего месяца формирования плодов. При этом, аномально высокие значения данного показателя стимулируют развитие физиологических расстройств и уменьшают риск распространения микробиологических заболеваний.

## **EFFECT OF ABIOTIC ON DEVELOPMENT OF PHYSIOLOGICAL DISORDERS AND MICROBIOLOGICAL DISEASES DURING COLD STORAGE OF APPLE FRUITS**

M. Serdyuk, S. Baiberova

### *Summary*

The work is devoted to investigation of influence of weather factors on the mass loss of apple fruits, physiological disorders and microbial diseases during cold storage. It was established that the main weather factor that has the most significant impact on the level of physiological disorders as well as microbiological diseases during cold storage of apple fruits, grown in the conditions of south subzone steppe in Ukraine, is minimal temperature at last month of the fruit formation. However, abnormally high level of this indicator stimulate the development of physiological disorders and reduce the risk of microbial diseases.

УДК 664.681-027.38

## УДОСКОНАЛЕННЯ РЕЦЕПТУРНОГО СКЛАДУ БІСКВІТНОГО НАПІВФАБРИКАТУ

Кочерга В.І., к.т.н.

*Київський національний торговельно-економічний університет*

Тел.(044)531-44-48

**Анотація** – встановлено вплив овочевих пюре, а саме: гарбузового, морквяного та бурякового, та метилцелюлози МЦ - 100 на технологічні параметри процесу піноутворення у моделях системи яєчно-цукрової суміші, на властивості бісквітного тіста та якість випечених напівфабрикатів. Обґрунтовано доцільність використання овочевих пюре під час приготування бісквітних напівфабрикатів. Розроблено технологію та рецепти бісквітних напівфабрикатів з використанням овочевих пюре, надано органолептичну оцінку їх якості.

**Ключові слова** – борошняні кондитерські вироби, бісквітний напівфабрикат, овочеві пюре, органолептичні, фізико-хімічні, структурно-механічні показники.

Одна з найважливіших проблем сьогодення – поліпшення структури харчування з метою посилення його оздоровчих властивостей, підвищення харчової і технологічної цінності традиційних продуктів.

Збільшення обсягу виробництва та споживання борошняних кондитерських виробів за останні роки свідчать про те, що ця група виробів займає важливе місце в структурі харчування України.

Несприятливе навколишнє екологічне та економічне середовище, стресовий рівень життя призвели до посилення і збільшення різної кількості захворювань населення і, насамперед, ожиріння. Близько 40% українців страждають на надлишкову масу тіла. Тому продукція харчування, в тому числі кондитерські борошняні вироби призначені не тільки задовольняти фізіологічні потреби організму людини в харчових речовинах: вітамінах, мінеральних речовинах, харчових волокнах і інших, але й користуються значним попитом серед різних верств населення.

Рецептурний склад борошняних кондитерських виробів піддається регулюванню, що дозволяє на їх основі створювати

продукти харчування, які відповідають традиційним вимогам до споживчих властивостей і сучасним вимогам науки про харчування.

Під час створення борошняних кондитерських виробів оздоровчого призначення основна увага приділяється збільшенню вмісту в них функціонально необхідних компонентів(харчових волокон, білків, вітамінів, макро- і мікроелементів, тощо), а також корегуванню їх енергетичної цінності.

Серед борошняної кондитерської продукції вагоме місце посідають вироби із бісквітного тіста, привабливі споживні властивості яких зумовлюють постійний попит на них населення. Підвищення рівня конкурентоспроможності цієї продукції можливо за рахунок створення вискоєфективних технологій, які б покращували не тільки смакові властивості продукції, а й збагачували вироби макро- і мікроелементами, вітамінами, харчовими волокнами, сприяли підвищенню захисної функції організму людини, при цьому забезпечували високу якість виробів без підвищення їх собівартості. Основними технологічними чинниками, які ускладнюють формування належної структури бісквітного напівфабрикату, є специфічні властивості основної сировини, тривалість та умови процесу збивання та їх вплив на формування структури тіста і якість готових виробів з нього.

У літературі досить багато інформації про дослідження, спрямовані на удосконалення рецептур і технологій бісквітного тіста і кондитерських виробів із нього.

Одним із цікавих напрямів у технологіях бісквітних виробів є розроблення і впровадження нового покоління продукції із бісквітного тіста із використанням різних нетрадиційних продуктів із місцевої рослинної сировини, а саме: пюре із листяних овочів –селери, різних видів салату, поряд з використанням пюре із яблук, гарбуза, моркви, буряка та інших овочів і фруктів.

Уведення у рецептуру бісквітного тіста пюре із гарбуза, моркви, листяних і інших овочів сприятиме збагаченню виробів пектиновими речовинами, харчовими волокнами, вітамінами, макро–і мікроелементами та органічними кислотами, які приймають активну участь в олужнюванні внутрішнього середовища та нейтралізації кислих продуктів, які утворюються у процесі метаболізму в організмі людини.

Використання овочевих пюре, в першу чергу, із гарбуза, моркви, листяних овочів у рецептурі напівфабрикату із бісквітного тіста є досить актуальним, оскільки ці компоненти позитивно впливають на структуроутворення бісквітного тіста, напівфабрикатів і готових виробів із нього, сприяють підвищенню споживної цінності

готових виробів та не потребують великих витрат на виробництво, зважаючи на можливість отримання сировини в усіх регіонах України. Додавання овочевих пюре дозволяє зменшити масу цукру на 20% та жирового продукту на 10%. При цьому стійкість тіста значно підвищується за рахунок утворення адсорбційного шару із молекул пектинових речовин. Тістова маса краще насичується пухирцями повітря, а за рахунок стабілізуючої дії компонентів овочевих пюре утворюється більш-менш дрібнодисперсна структура, в якій пухирці повітря розподіляються і утримуються досить тонкими прошарками рідини, що являє собою розчин пектинових речовин, цукрів, тощо.

Технологія бісквітного тіста базується на перетворенні в'язкої емульсійної системи шляхом механічного перемішування у піноподібну, в якій невеликі пухирці газу займають більшу частину об'єму. Структура тіста практично являє собою систему, яка складається із пористої повітряної та суцільної напіврідкої фаз, що підтримує піноподібну структуру продукту. Консистенція та формостійкість структури бісквітного напівфабрикату і виробів із нього залежить від однорідності розмірів повітряних пухирців невеликих розмірів, форми пухирців та товщини їх стінок. Механічну міцність піноподібної структури в бісквіті за традиційною рецептурою, в певній мірі, підтримує утворення білково-вуглеводного комплексу, який володіє поверхнево-активними властивостями. Однак, створення такої системи в бісквіті значною мірою залежить від якості сировини, що використовується.

Тому для посилення механічної міцності стінок піноподібної структури бісквіту та значного зниження його енергетичної цінності нами запропоновано використання у якості піноутворювача та стабілізатора прості ефіри целюлози, а саме метилцелюлозу марки МЦ-100.

Прості ефіри целюлози (натрійкарбоксиметилцелюлозу) вже довгий час використовують у виробництві фруктових видів морозива. Метилцелюлоза марки МЦ-100 некалорійна, добре розчиняється у воді, утворюючи прозорі розчини різної концентрації, які витримують заморожування і дозволяють отримувати стійку піну.

На основі проведених теоретичних та експериментальних досліджень було встановлено, що раціональним дозуванням метилцелюлози (марки МЦ-100), за якого спостерігається збільшення піноутворювальної здатності яєчно-цукрової суміші й досягнення максимального значення її піностійкості, а також скорочення тривалості збивання цієї маси практично в 2 рази, є (1,0...2,0)% до маси яєць. У цьому діапазоні концентрацій підвищується в'язкість яєчно-цукрової маси для тіста в 2,5...3,0 рази, що сприяє збільшенню

міцності пінних стінок і отриманню більш стійкої піни під час збивання.

Уведення ефіру целюлози у вигляді 1% розчину та овочевих пюре в ячно-цукрову суміш для бісквітного тіста у певній кількості сприяє отриманню піни з більш рівномірною дрібнопористою високодисперсною структурою, яка не руйнується протягом тривалого часу, зменшенню густини бісквітного тіста майже на 20%, збільшенню його в'язкості на 39,3%, підвищенню збитості та об'ємної маси в межах 55%, що сприяє підвищенню стійкості структури тіста під час його замішування і формування.

Під час випікання відбувається процес затвердіння піни за рахунок денатурації білкового компонента та частково шляхом зміцнення суцільної фази, яка є еластичною завдяки присутності в системі молекул метилцелюлози. При цьому відбувається зниження рухливості молекул та збільшення кількості зв'язаної води і зменшення енергії активації вологи в процесі її випаровування під час випікання напівфабрикату. Проведені дослідження структури готового бісквітного напівфабрикату в процесі зберігання підтвердили подовження термінів на 15%.

У результаті проведених досліджень з використання овочевих пюре та піноутворювача метилцелюлози марки МЦ-100 розроблені рецептури і технологія бісквітного напівфабрикату, який відрізняється підвищеною масовою часткою важливих для організму людини поживних речовин та зниженою енергетичною цінністю із подовженим терміном зберігання готового бісквіту.

#### Література:

1. *Джабоева А.С.* и др. Влияние растительных добавок на качество бисквитных полуфабрикатов - Известия Вузов. Пищевая технология, - 2007, № 5-6, с. 46-47.
2. *Матц С.А.* Структура и консистенция пищевых продуктов.- 1972, уч. пос.- М. Изд. «Пищевая промышленность».
3. *Снежкин Ю., Петрова Ж.* У кондитерській виробі можна додавати 5-10% порошка з моркви і гарбуза, - Хлібопекарна і кондитерська промисловість України, - 2007, № 9, с.21-22.
4. *Калакура М.М., Данкевич Л.А. Ніколіна В.В.* Вплив рецептурних компонентів бісквітного напівфабрикату на терміни їх зберігання,- Хлібобулочна і кондитерська промисловість України – 2009, №5, с.30-32.

## **УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РЕЦЕПТУРНОГО СОСТАВА БИСКВИТНОГО ПОЛУФАБРИКАТА**

Кочерга В.И.

*Аннотация* - установлено влияние овощных пюре, а именно: тыквенного, морковного и свекольного и метилцеллюлозы МЦ-100 на технологические параметры процесса пенообразования в моделях системы яично-сахарной смеси, на свойства бисквитного теста и качество выпеченных полуфабрикатов. Обоснована целесообразность использования овощных пюре при приготовлении бисквитных полуфабрикатов. Разработана технология и рецепты бисквитных полуфабрикатов с использованием овощных пюре.

### **IMPROVEMENT OF THE PRESCRIPTION OF SEMI-FINISHED BISCUIT**

V. Kocherga

#### *Summary*

The influence of vegetable purees, namely: pumpkin, carrot and beet-go, Mtz-100 the technological parameters of foam in patterns of egg-sugar mixture on the properties of biscuit dough and quality of baked foods. Substantiation Vano feasibility of using vegetable sauce during cooking biscuit napivfa-kicking. The technology of semi-finished biscuit recipes and using a vegetable puree, given the organoleptic assessment of their quality.



УДК 674.031.632.2 – 029:6 (497.2)

## **ВЛИЯНИЕ ВИДА ДУБА И РАЙОНА ЕГО ПРОИЗРАСТАНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БОЛГАРИЯ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКУЮ ХАРАКТЕРИСТИКУ ДРЕВЕСИНЫ**

Силвия Тагарева, аспирант, \*

Николай Стоянов, д.т.н.,

Панко Митев, д.т.н.,

Стефчо Кемилев, д.т.н.,

Мирослав Гинев, аспирант \*\*

*Университет пищевых технологий, Пловдив, Болгария*

Тел. 032-603708

Ирина Мельник, к.т.н.

*Одесская национальная академия пищевых технологий, Одесса*

Тел. (048)712-11-04

**Аннотация** – образцы дубовой древесины из рода *Quercus sessiliflora* Salisb, *Quercus petraea* – Дуб сидячецветный, *Quercus conferta* Kit, *Quercus frainetto* – дуб Фрайнетто, *Quercus robur* Ehrh., *Quercus pedunculata* – Черешчатый дуб, *Quercus cerris* L., *Quercus pubescens* Willd – Пушистый дуб, *Quercus armeniaca var. stranjensis* – дуб Гартвиса, *Quercus coccifera* L. селекционированы из 16 районов на территории Республики Болгария. Из предварительно селекционированных видов древесины подобраны образцы, имеющие относительно одинаковый возраст. Образцы древесины были подвержены естественной сушке. Были получены водноспиртовые экстракты, которые анализировались по содержанию некоторых экстрактивных и ароматических веществ.

**Ключевые слова** – дуб, водно-спиртовой экстракт, род Фрайнетто, дуб сидячецветный, экстрактивные вещества.

**Постановка проблемы.** Основным этапом производства большей части высококачественных спиртных напитков является процесс их выдержки в контакте с дубовой древесиной. Физико-химический состав используемой древесины, а, соответственно, и потенциальное количество экстрагированных веществ зависит, в

---

© Силвия Тагарева, аспирант, Николай Стоянов, доц., доктор, Панко Митев, доц., доктор, Стефчо Кемилев, доц., доктор, Мирослав Гинев, аспирант, Ирина Мельник, к.т.н., доц.

\* Научовий керівник – Николай Стоянов, доц., доктор

\*\* Научовий керівник – Стефчо Кемилев, доц., доктор

основном, от вида древесины, района, где она добывается, от сушки и вида использованной термической обработки [1-7].

*Анализ последних исследований.* В лесоводных средах Болгарии естественное распространение получили 7 видов дуба [8, 9]. Самым распространенным видом является дуб Фрайнетто, вслед за ним – Дуб сидячецветный и *Quercuscerris*L, менее распространены Черешчатый дуб и Пушистый дуб. Встречаются еще и дуб Гартвиса и *Quercuscoccifera*L [10]. Наибольшее значение для производства бочек имеет древесина, добываемая из видов Фрайнетто (*Quercusfrainetto*), дуба сидячецветного (*Quercuspetraea* s.l.), дуба Гартвиса (*Quercusarmeniaca*v. *Stranjensis*) и Черешчатого дуба (*Quercusrobur*).

Дубовые леса в Болгарии формируются в условиях континентального климата с умеренным количеством осадков, длительным и засушливым летом и продолжительным вегетационным периодом. В Страндже и Восточных Родопах климат более мягкий, с ярко выраженным средиземноморским влиянием, а в Восточной части горы Стара планина под влиянием Черного моря – с повышенной воздушной влажностью.

Дубовые леса широко распространены в Болгарии – занимают 34,6 % общей лесной площади и 45,2 % от площади лиственных лесов. Они занимают нижний лесорастительный пояс – пояс дуба и черной сосны – и, отчасти, средний лесорастительный пояс. Они распространены, в основном, на сухих равнинах и на сухих свежих горных склонах до 750-800 метров высоты над уровнем моря, но некоторые виды (*Quercussessiliflora*) встречаются на горе Рила до 1600 м над уровнем моря. По происхождению 86,3 % дубовых лесов являются побеговыми и 13,7 % – семенными.

Чаще всего в Болгарии преобладают чистые дубовые насаждения из одного, двух или более видов, как дуб Фрайнетто, Дуб сидячецветный и дуб Фрайнетто, дуб Фрайнетто и *Quercuscerris* и др. Смешанные с другими видами насаждений посадки составляют лишь 23,5 % от общей засаженной лесом площади дубовых лесов.

Самое высокое распространение высокостебельных лесов наблюдается в Страндже (45 % от их общей площади в стране), в Восточной части горы Стара планина и в Восточных Родопах, и меньшее – в остальной части страны. Южная часть горы Стара планина является относительно главным источником *Quercuspetraea*.

Характеристики различных видов дуба из разных лесов и районов существенно различаются. В, основном, это связано с различиями климатических условий, а, именно, с влажностью в почве и ее минеральным составом. Влажность в почве определяет скорость роста дерева, а, отсюда, и его структуру. Медленно растущие леса являются источником древесины с более тонкой структурой. Это, со

своей стороны, влияет на содержание танинов, некоторых ароматических активных веществ, как ванилин, и имеет решающую роль в процессе экстракции во время контакта с соответствующим напитком. С точки зрения содержания ароматических веществ, возраст и высота дерева также имеют существенное значение. Черешчатый дуб, как более быстро растущий вид, характеризуется наличием более широких годовых колец по сравнению с древесиной медленно растущего вида Дуба сидячецветного [11].

*Цель и задачи.* Целью данной работы является получение сравнительной характеристики состава и количества экстрактивных веществ различных видов дуба, добываемых из разных районов на территории Республики Болгария.

*Материалы и методы.* Образцы дубовой древесины селекционированы из 16 районов на территории Республики Болгария. Образцы из вида *Q. Petraea* – Дуб сидячецветный получены из районов Велинград, Видин, Гоце Делчев, Кости, Кресна, Мыглиж, Сандански, Тополовград, Царево, Шерба, Якоруда, София и Благоевград. Образцы из вида *Q. Frainetto* – дуб Фрайнетто – из районов Видин, Дулово, Кости, Мыглиж, Разград, Сандански, Тополовград, Царево, Шерба, София. Образцы из вида *Quercus robur* – Черешчатый дуб – из районов Добрича, *Quercus pubescens* Willd – Пушистый дуб – из районов Кресны и Санданского. Из перечисленных районов подбирались индивиды относительно одинакового возраста. Из предварительно селекционированных деревьев было подобрано по пять из каждого вида, из ствола которых были взяты образцы древесины. Образцы древесины были подвержены искусственной сушке в лабораторных условиях. После сушки образцы были раздроблены и выровнены по размерам. Из этих частей были оформлены средние образцы каждого вида, которые были обработаны термически при 200 °С на протяжении 20 минут. Для сравнимости результатов в качестве контрольного образца был использован коммерциальный дубовый чипс средней степени выпечки. Из средних образцов древесины были проготовлены водноспиртовые экстракты – 10 г древесины, экстрагированной 200 мл водноспиртовой смеси с концентрацией этанола 50 об.%. Экстракция проводилась в закрытом объеме и при наличии инертного газа над экстрактом при ежедневном перемешивании. После тридцатидневного настоя с древесиной экстракты были отделены от древесины и подвержены анализу по содержанию сухих веществ (применялся весовой метод), общих фенольных веществ по методу Singleton&Rossi [12] и адсорбции при 280 нм, содержанию танинов – по методу Adams, путем выпадания осадка при помощи BSA и калориметрическому определению в осадке [13].

*Результаты и комментарии.* Содержание сухих веществ в водноспиртовых экстрактах было перерасчитано на грамм древесины и отражено на рисунке 1.

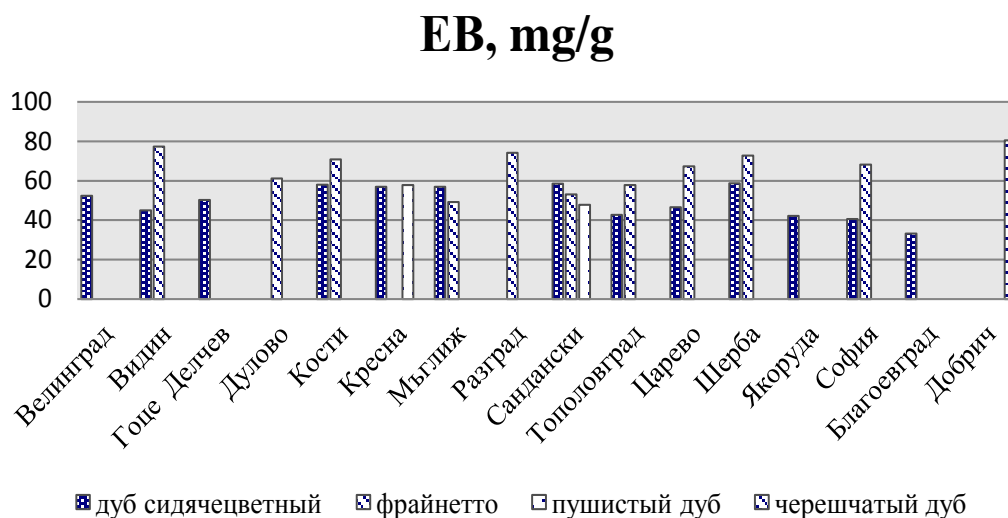


Рис. 1. Содержание экстрактивных веществ

Во время сушки возможно протекание множества процессов, таких, как гидролизные, окислительные [14] и ферментативные [15]. В зависимости от условий протекания этих процессов в разной степени осуществляется чисто физическое вымывание части экстрактивных веществ. Длительность процесса и физико-химические реакции, которые протекают на разных этапах процесса, влияют на содержание экстрактивных веществ в древесине. Образцы древесины были апробированы в одинаковых условиях и это дает нам основание сравнивать содержание экстрактивных веществ разных видов древесины. Из полученных данных видно, что экстракты из вида Фрайнетто имеют более высокое содержание сухих веществ по сравнению с остальными видами. Это подтверждает высокое качество данного вида, что объясняет его популярность как самого использованного в прошлом вида древесины для производства бочек и его преимущественное влияние в винопроизводстве.

Самое высокое экстрактивное содержание, по сравнению с остальными видами, наблюдается в образце вида древесины Черешчатого дуба, полученного из района Добрича. Содержание экстрактивных веществ в образцах Пушистого дуба приближается к значениям древесины из Дуба сидячецветного.

Из представленных данных видно, что содержание экстрактивных веществ в одном и том же виде древесины из разных районов отличается. При использовании дуба Фрайнетто самое высокое содержание этих веществ наблюдается в районе Разград, Кости и Шерба, и, соответственно, наименьшее – в районе Мьглиж,

Сандански и Тополовград. Для Скального дуба высокие концентрации наблюдаются в районе Шерба, Сандански, Кости и Мыглиж. Самые низкие концентрации обнаружены в образцах из района Багоевград.

Ароматические альдегиды – это вещества, которые получают, в основном, во время сушки и выпечки образцов древесины. Это вещества, которые напрямую ответственны за формирование аромата выдержанных в дубовой древесине напитков. Их содержание в значительной степени определяет качество используемой древесины. Представители этих веществ – это ванилин, кониферилловый альдегид, горчичный альдегид, сиреневый альдегид и альдегид корицы. Это вещества с низким порогом осязаемости и влияют напрямую на органолептический профиль напитка.

Из полученных результатов (рис. 2) видно, что содержание ароматических альдегидов снова выше в образце из Черешчатого дуба по сравнению с другими видами. В образцах из сидячецветного дуба и дуба Фрайнетто наблюдается, что, в зависимости от района, их содержание разное для обоих видов. Для них снова наблюдаются более высокие концентрации в районах Шерба, Царево, Видин, Дулово и Кости.

Рассматривая эти три вида вместе в одном и том же районе – Сандански – самое высокое содержание наблюдается в образцах из Пушистого дуба, следом за ним – в образцах из Сидячецветного дуба и дуба Фрайнетто.

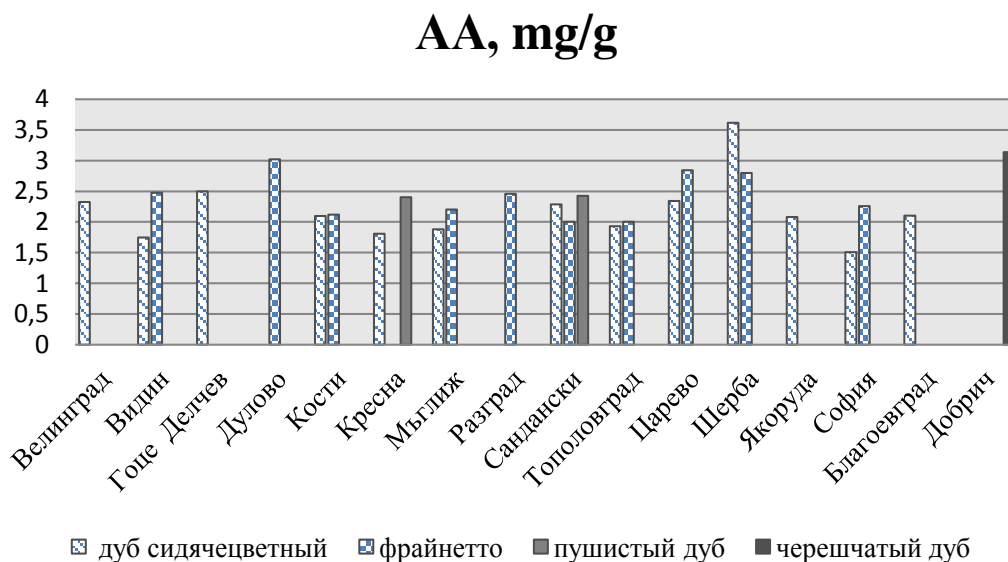


Рис. 2. Содержание ароматических альдегидов

Содержание танинов в образцах древесины показано на рисунке 3, из которого видно, что в разных районах их содержание существенно отличается как между различными видами дуба, так и при использовании одного и того же вида. Дуб Фрайнетто, как

представитель с высоким содержанием танинов, в некоторых районах имеет концентрацию танинов, превышающую 100 % по сравнению с концентрацией в другом районе. Эта тенденция наблюдается и для древесины из Дуба сидячецветного.

Самые высокие концентрации танинов в дубе Фрайнетто в районе Разград, Видин, Шерба и София. Такими районами для Дуба сидячецветного являются Кости и Кресна. В целом содержание танинов в двух видах дуба, полученных в одном районе, значительно отличается.

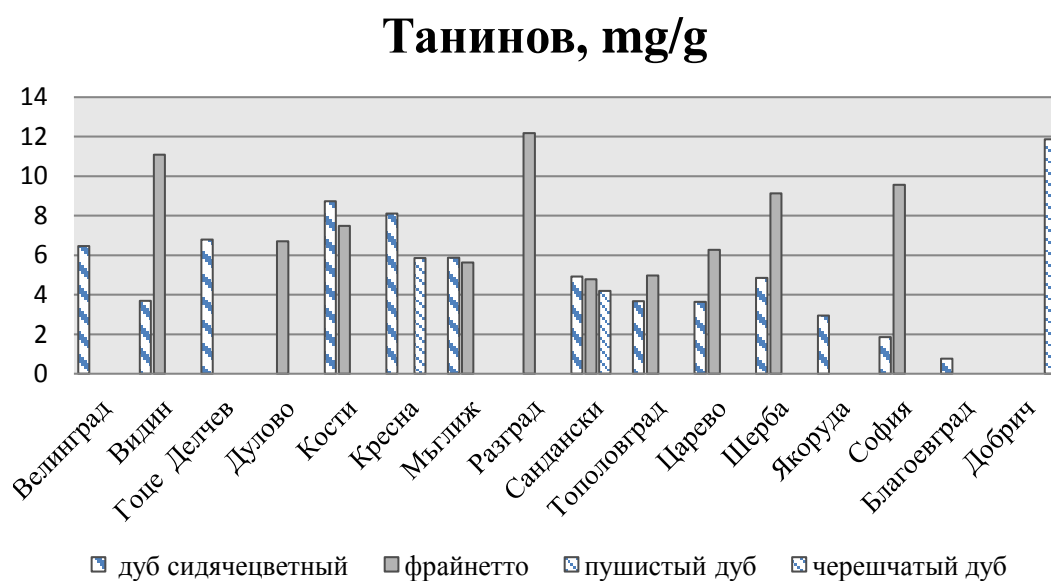


Рис. 3. Содержание танинов

Содержание общих фенольных соединений, как видно из рисунка 4, самое высокое в образцах из вида Черешчатый дуб и дуб Фрайнетто из районов Шерба и Кости. В целом, из полученных данных видно, что содержание общих фенольных соединений в дубе Фрайнетто более высокое. В районах Шерба, Царево, Кости и Видин образцы дуба Фрайнетто показывают высокое содержание фенольных соединений. В большинстве районов, из которых получены образцы двух представителей – дуба Фрайнетто и Дуба сидячецветного – в образцах из дуба Фрайнетто наблюдается превосходство в содержании общих фенольных соединений. В отношении Дуба сидячецветного самые высокие показатели фенольных соединений обнаруживаются в образцах из районов Кости и Шерба.

ІРТ – это показатель, который дает информацию об общем содержании полифенолов, чьи бензольные ядра абсорбируют при определенной длине волны. Из полученных данных по этому показателю снова видна идентичная тенденция, как и при содержании общих фенольных соединений в образцах из различных районов.

Самый высокий показатель ИРТ также наблюдается в образце из Черешчатого дуба из района Добрич.

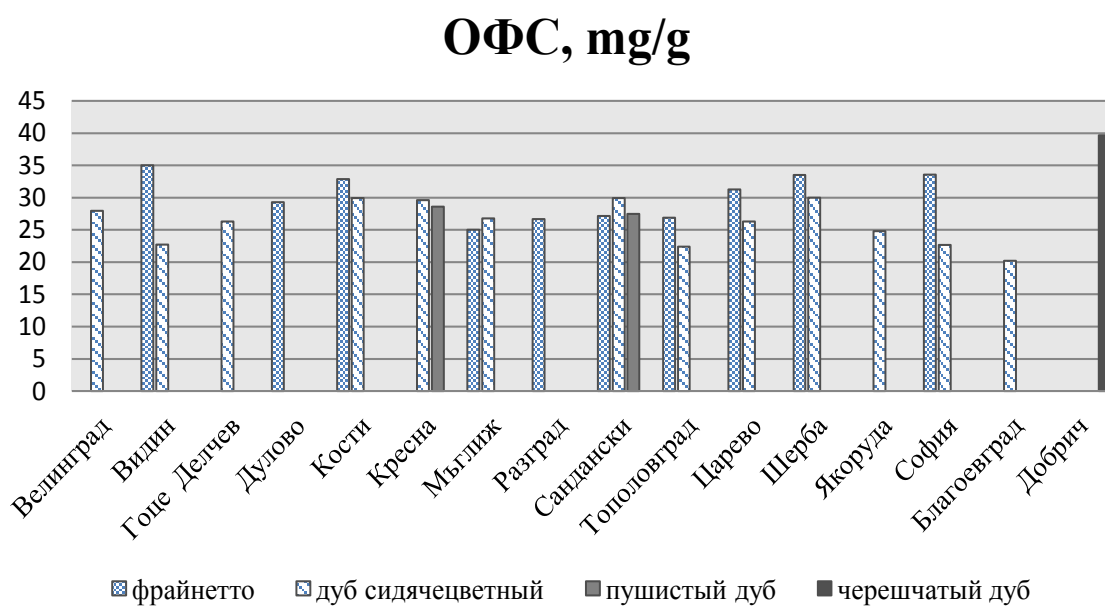


Рис. 4. Содержание общих фенольных соединений

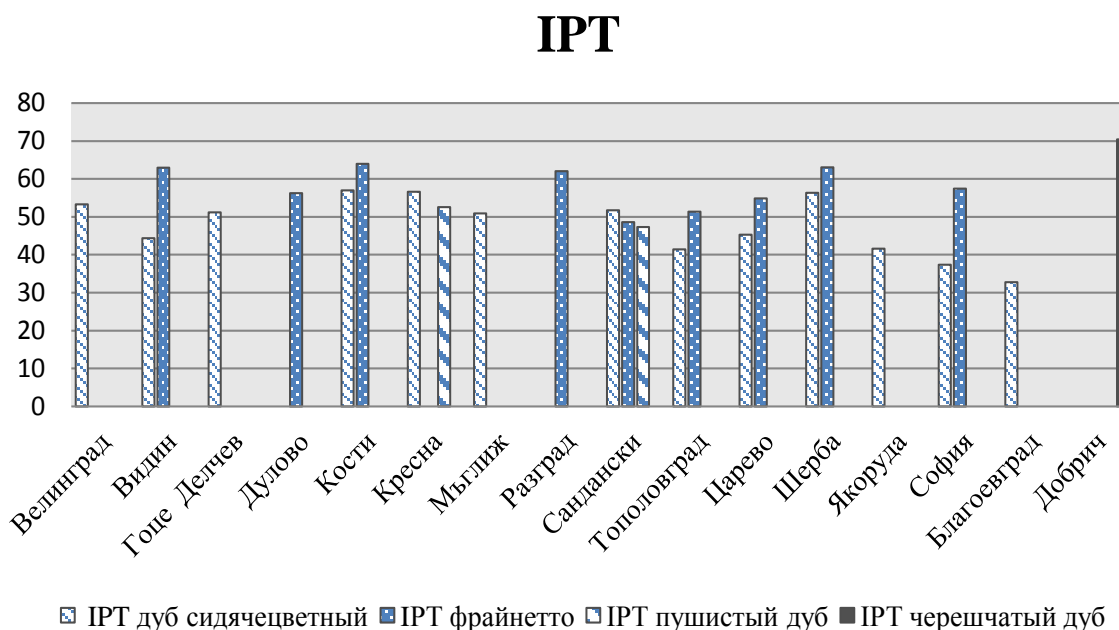


Рис. 5. Значения показателя ИРТ

В районах Кости и Шерба получают лучшие по технологическим характеристикам образцы как из Дуба сидячецветного, так и из дуба Фрайнетто по сравнению с образцами из других районов.

*Выводы.* Полученные данные из исследованных образцов показывают, что кроме вида дуба, значение для качественного состава древесины имеет и район, в котором она добывается.

Образцы экстрактов из Черешчатого дуба характеризуются самыми высокими концентрациями в грамме древесины общих фенольных соединений, танинов, экстрактивных веществ, ароматических альдегидов и показателем ИРТ.

Данные, полученные из образцов Дуба сидячецветного, показывают, что в районах Шерба, Кости, Кресна содержание общих фенольных соединений, танинов, экстрактивных веществ, ароматических альдегидов и показателя ИРТ – значительно более высокие по сравнению с остальными районами.

Анализы экстрактов из вида Дуба Фрайнетто показывают, что он имеет более высокие концентрации экстрактивных веществ по сравнению с образцами из Дуба сидячецветного. Районы, в которых произрастают виды дуба, отличающиеся значительно более высокими концентрациями по исследуемым показателям – это Шерба и Кости.

Экстракты из вида Пушистый дуб получены из двух районов – Кресна и Сандански. Данные показывают, что образцы из Кресны имеют более высокие показатели экстрактивных веществ.

#### Литература:

1. *Singleton V.*, 1995. Maturation of wines and spirits: Comparisons, facts and hypotheses., *Am. J. Enol. Vitic.*, 1995, 46: 98 – 115.
2. *Chatonnet P.*, 1992. Origin and processing of oak used in cooperage. Influence of the origin and the seasoning on the composition and on the quality of the oak., *J. Int. Sci. Vigne Vin*, 1992, 39-49
3. *Guichard E., Fournier N., Masson G., Puech J.L.*, 1995. Sterioisomers of  $\beta$ -methyl- $\gamma$ -octalactone, I. Quantification in brandies as a function of wood origin and treatment of the barrels., *Am. J. Enol. Vitic.*, 1995, 46: 419-423.
4. *Cadahia E., Muuñoz L., Fernandez De Simon, B., Garcia-Vallejo M.C.*, 2001. Changes in low molecular weight phenolic compounds in Spanish, French and American oak woods during natural seasoning and toasting., *J. Agric. Food Chem.*, 2001, 49: 1790-1798.
5. *Chatonnet P, Dubourdieu D.*, 1998. Comparative study of the characteristics of American white oak (*Q. alba*) and European oak (*Q. petraea* and *Q. robur*) for production of barrels used in barrel aging in wines., *Am. J. Enol. Vitic.*, 1998, 49: 79-85.
6. *Chatonnet P., Cutzach I., Pons M., Dubourdieu D.*, 1999. Monitoring toasting intensity of barrels by chromatographic analysis of volatile compounds from toasted oak wood., 1999, *J. Agric. Food Chem.* 47: 4310-4318.
7. *Koussissi E., Dourtoglou V.G., Ageloussis G., Paraskevopoulos Y., Dourtoglou T., Paterson A., Chatzilazarou A.*, 2009. Influence of



toasting of oak chips on red wine maturation from sensory and gas chromatographic headspace analysis., *Food Chem*, 2009, 114: 1503-1509.

8. *Делков, Н.*, 1988. Дендрология, Земиздат, Софія.

9. *Желев П.*, 2000. Отново за нашите дъбове. Гора, 8: 10-11.

10. *Калинков, В.* 1968. Анатомия на дървото с дендрология. Земиздат, Софія.

11. *Fernandez de Simon B., Cadahia E., M. del Alamo, Navares I.*, 2010. Effect of size, seasoning and toasting in the volatile compounds in toasted oak wood and in red wine treated with them., *Analytica Chimica Acta*, 2010, 660: 211 – 220.

12. *Singleton V., Rossi J.*, 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolibdic-phosphotungstic acid reagent. 1965, *Am. J. Enol. Vitic.*, 1965, 50, 3828 – 3834.

13. *Herbertson J., Kennedy J., Adams D.*, 2002. Tannin in skins and seeds of Cabernet sauvignone, Syrah and Pinot noir berries during ripening. 2002, *Am. J. Enol. Vitic.*, 53(1), 54 – 59.

14. *Fernandez de Simon B., Cadahia E., Conde M., Garcia-Vallejo C.*, 1999. Evolution of phenolic compounds in Spanish oak wood during natural seasoning. First results., *J. Agric. Food Chem.*, 1999, 47, 1687 – 1694.

15. *Chatonnet P., Boidron J.N., Dubourdieu D.*, 1994. Nature and evolution of microflora of oak wood during seasoning and aging at open air., *J. Int. Sci. Vigne Vin*, 1994, 28, 185 – 201.

### **ВПЛИВ ВИДУ ДУБА ТА ЙОГО РАЙОНУ ЗРОСТАННЯ У РЕСПУБЛІЦІ БОЛГАРІЯ НА ТЕХНОЛОГІЧНУ ХАРАКТЕРИСТИКУ ДЕРЕВИНИ.**

Тагарева С., Стоянов Н., Митев П., Кемилев С., Гинев М.,  
Мельник И.

**Анотація** – зразки дубової деревини з роду *Quercus sessiliflora* Salisb, *Quercus petraea* – Дуб сидячецвітний, *Quercus conferta* Kit, *Quercus frainetto* – дуб Фрайнетто, *Quercus robur* Ehrh., *Quercus pedunculata* – дуб Черешчатий, *Quercus cerris* L., *Quercus pubescens* Willd – Пухнастий дуб, *Quercus armeniaca* var. *stranjensis* – дуб Гартвіца, *Quercus coccifera* L. селекціоновані 16 районів на території Республіки Болгарія. З попередньо селекціонованих видів деревини підібрані зразки, що мають відносно однаковий вік. Зразки деревини були висушені природним шляхом. Отримані водноспиртові екстракти, які аналізувалися за вмістом деяких екстрактивних та ароматичних речовин.

**IMPACT OF A KIND OF OAK AND GROWTH DISTRICT IN THE  
REPUBLIC OF BULGARIA FOR TECHNOLOGICAL  
CHARACTERISTICS OF WOOD**

S. Tagareva, N. Stoyanov, P. Mitev, S. Kemilev, M. Ginev,  
I. Melnik

*Summary*

**Samples of oak wood from the genus *Quercus sessiliflora* Salisb, *Quercus petraea* – Oak sedyachy color, *Quercus conferta* Kit, *Quercus frainetto* – Oak Fraynetto, *Quercus robur* Ehrh., *Quercus pedunculata* – English oak, *Quercus cerris* L., *Quercus pubescens* Willd – Fluffy oak, *Quercus armeniaca* var *stranjensis* – Oak Gartvisa, *Quercus coccifera* L, were selected from 16 districts on the territory of Bulgaria Republic. From preselected types of wood samples were chose samples with relatively same age. Wood samples were exposed to natural drying. Water-alcohol extracts were obtained after analyze for content of the extract and some aromatic substances.**

УДК 637.134

## КОНСТРУКЦІЇ СТРУМИННИХ ДИСПЕРГАТОРІВ ЖИРОВОЇ ФАЗИ МОЛОКА

Дейниченко Г.В., д.т.н.,

Самойчук К.О., к.т.н.\*,

Ковальов О.О., інженер

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел.(06192) 42-13-06

**Анотація** – у статті розглянуті можливі варіанти конструкцій струминного гомогенізатора молока з роздільним подаванням жирової фази та із зіткненням струменів. Проаналізовані переваги та недоліки запропонованих конструкцій гомогенізаторів.

**Ключові слова** – диспергування, аналіз, нормалізація, жирова кулька, струминний гомогенізатор.

*Постановка проблеми.* Незважаючи на більш ніж сторічну історію використання гомогенізації у технологічних процесах виробництва молочної продукції, невирішеними залишається багато питань. Зокрема, такі питання, як зниження енергетичних витрат процесу, оскільки найбільш використовувані на практиці клапанні гомогенізатори мають енерговитрати близько 8 кВт/т продукту; підвищення якості продукту та, як наслідок, підвищення конкурентоздатності товару. До невирішених питань також слід віднести відсутність єдиної теорії процесу гомогенізації. Широкому колу науковців відомі близько 5 – 7 гіпотез гомогенізації, які претендують на роль теорії процесу[1].

Відсутність єдиної теорії обумовлена складністю спостереження диспергованих часток жиру з огляду на їх дрібні розміри та високими швидкостями протікання процесу гомогенізації. Однак, той факт, що гомогенізація використовується у більшості нормативних процесів виробництва молочної продукції змушує науковців продовжувати пошук шляхів підвищення ефективності здійснення процесу.

*Аналіз останніх досліджень.* Авторами при аналізі гіпотез гомогенізації доведено, що визначальну роль у процесі диспергування жиру в молоці має різниця швидкостей між знежиреним молоком та

---

© Дейниченко Г.В., д.т.н., проф., Самойчук К.О., к.т.н., доц., Ковальов О.О., інженер

\* Науковий консультант – д.т.н., проф. Дейниченко Г.В.

жировою кулькою. На підставі цього висновку авторами була запропонована та виготовлена конструкція лабораторного зразка струминного гомогенізатора молока з роздільним подаванням жирової фази [2].

У ньому знежирене після проходження сепаратора молоко подається крізь патрубок до центрального каналу камери гомогенізатора, де в місці найбільшого звуження (тобто найменшого значення тиску та найбільшої швидкості) до нього патрубком подачі жирової фази крізь вузький канал подаються вершки. Готовий продукт відводиться крізь патрубок.

Зниження енергоємності процесу гомогенізації досягається, зокрема, шляхом використання роздільної гомогенізації. Перевагами роздільної гомогенізації є зниження витрат енергії на 50 – 70% за рахунок зменшення кількості гомогенізуємого продукту, підвищення стабільності жирової фази та білків та обмеження небажаного механічного впливу на молочний білок при виробництві питного молока. Додатковою перевагою проведення роздільної гомогенізації є можливість регулювання жирності вихідного продукту шляхом зміни швидкості подавання вершків або швидкості подавання знежиреного молока в умовах підсмоктування вершків. Варіюванням діаметрів та кількістю каналів для ежектування вершків змінюється кількість вершків, що подається до пристрою, за допомогою чого досягається необхідна концентрація жиру отриманого продукту, тобто, здійснюється нормалізація молока [3].

Визначальною у процесі подрібнення жирової кульки умовою є створення режиму для досягнення критичного значення числа Вебера. В усіх розглянутих конструкціях руйнування відбувається шляхом витягання кульки в куполоподібне тіло з подальшим проривом під дією динамічних напружень середовища та поділом первинної краплі на велику кількість вторинних[4].

#### *Формулювання цілей статті (постановка завдання)*

Враховуючи для ефективного проведення гомогенізації створення максимальної різниці швидкостей дисперсійної та дисперсної фаз продукту необхідно розглянути можливі конструктивні рішення струминних гомогенізаторів молока для отримання продукту високої якості при зниженні енергетичних витрат процесу. Деякі з конструкцій, що розглядаються, мають можливість поєднання операцій гомогенізації та нормалізації, чим, крім конструктивних особливостей, пояснюється зниження витрат енергії. Отже, метою статті є можливість шляхом варіювання формою каналів подавання вершків, тиском подавання вершків, діаметром каналів подавання вершків розглянути можливі конструктивні рішення камери струминного гомогенізатора та виявити їх переваги та недоліки.

*Основна частина.* Можлива реалізація трьох типів конструкцій для реалізації принципу роздільної гомогенізації, та, отже, отримання енергозберігаючого ефекту. Перший тип являє собою конструкцію, показану на рисунку 1, у якій до швидкісного потоку знежиреного молока в місці найбільшого звуження потоку подаються тонким струменем вершки. Другим типом конструктивного рішення є розташування патрубків подавання знежиреного молока та вершків одне проти одного в плазмі молока камери гомогенізації. Останній тип являє собою щілинну камеру, з якої вершки надходять до камери гомогенізації у певному відношенні. Отже, метою статті є аналіз переваг та недоліків кожного з можливих варіантів роздільної гомогенізації у струминних гомогенізаторах молока з роздільним подаванням жирової фази.

Розглянемо конструкцію, принцип дії та ефективність струминного гомогенізатора молока з роздільним подаванням вершків (рис.1).

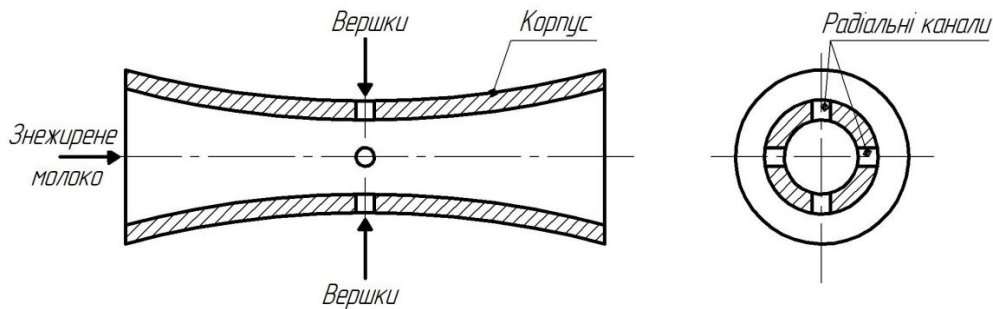


Рис. 1. Схема струминного гомогенізатора молока з роздільним подаванням жирової фази

Жирова фаза в ньому подається перпендикулярно до швидкісного потоку знежиреного молока. З теоретичної механіки відомо, що в цьому випадку швидкість жирової фази в точці зіткнення буде дорівнювати нулю. При цьому швидкість знежиреного молока в той же точці буде приймати максимальне значення. Під дією тангенційних напружень буде досягатись режим з критичними значеннями числа Вебера 80 - 120, що буде обумовлювати деформацію та подрібнення жирової кульки за описаним вище механізмом [5].

З точки зору енерговитрат спосіб є вигідним, оскільки має можливість створення режиму подавання знежиреного молока, при якому відбувається підсмоктування вершків до камери, і, отже, економія електричної енергії. За теоретичними оцінками енерговитрати даного типу гомогенізаторів складуть близько 3 – 4кВт/т продукту.

Діаметр жирових часток буде залежати від швидкості знежиреного молока, як функції надлишкового тиску; діаметра каналу подавання вершків, який має прагнути до мінімально можливих значень та діаметра камери гомогенізатора в місці найбільшого звуження центрального каналу гомогенізатора. Згідно отриманих теоретичних даних при моделюванні гомогенізації у програмному комплексі ANSYS  $\Delta p = 3,5 - 4 \text{ МПа}$ ; діаметр центрального каналу в місці найбільшого звуження  $d_c = 1 \text{ мм}$ ; діаметр каналу подавання вершків  $d_v = 1 \text{ мм}$ , діаметр жирових кульок після гомогенізації  $d = 1,0 - 1,1 \text{ мкм}$ .

До недоліків конструкції можна віднести можливість облітерації каналу або каналів подавання вершків, які мають бути для забезпечення високої якості продукту якомога менших значень.

Іншою конструкцією струминного гомогенізатора з роздільним подаванням вершків є струминний гомогенізатор з зустрічною подачею вершків до плазми молока (рис. 2).

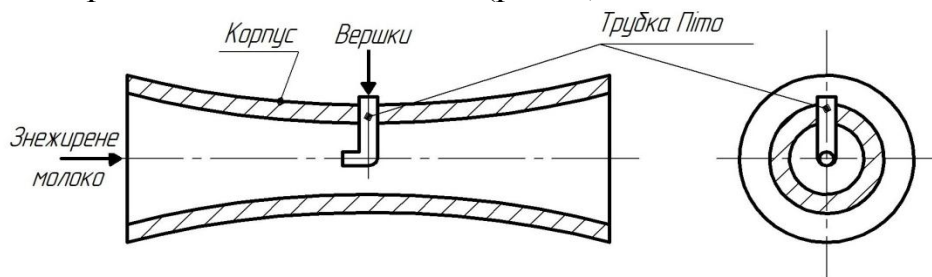


Рис. 2. Схема струминного гомогенізатора з зустрічною подачею вершків до плазми молока.

Жирову фазу можливо подавати в повітряному середовищі, або в плазмі молока. Принциповою різницею між способами подавання буде характер руху жирової кульки в середовищі. Різниця характеру руху буде пов'язана з різною в'язкістю повітря та плазми молока, які взаємодіють з жировою кулькою, яка буде різнитись у десятки разів. У повітряному середовищі кулька буде обтікаться потоком повітря з в'язкістю, що в рази різниться від в'язкості кульки, відтак, різницю швидкостей ковзання фаз створити не буде складати труднощів. У випадку подавання жирової фази в зустрічному напрямку до плазми молока жирова кулька, що рухається, втягує до свого руху сусідні шари рідини, тобто, створити різницю швидкостей фаз буде складніше.

Конструкція з зустрічним напрямком подавання вершків до плазми молока матиме прогнозуємо високу якість за рахунок використання кумулятивного ефекту при зіткненні струменю вершків та потоку знежиреного молока, та, як наслідок, посилення подрібнюючого ефекту.

До недоліків конструкції буде відноситись необхідність додаткових витрат енергії на створення надлишкового тиску, що буде попереджати виштовхування трубки з форсункою, що в даному випадку буде діяти як трубка Піто[6].

Останнім типом конструктивного рішення камери гомогенізатора з подавання жирової фази до потоку знежиреного молока є щілинний струминний гомогенізатор молока (рис. 3).

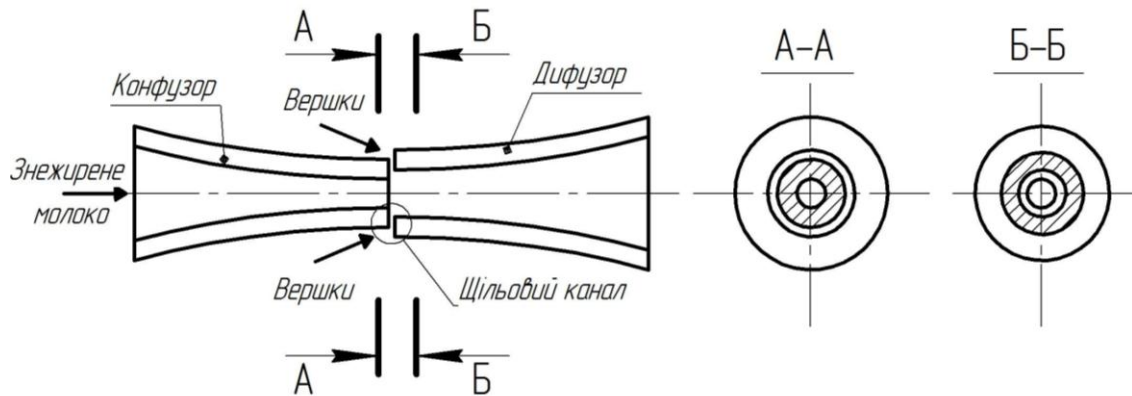


Рис. 3. Схема щілинного струминного гомогенізатора молока.

Конструкція щілинного гомогенізатора молока може мати можливість регулювати величину щілини для підвищення якості продукту. Виконання каналів подачі вершків щілинної форми дозволяє:

- подавати жирову фазу до швидкісного потоку знежиреного молока у вигляді тонкого шару, що забезпечує більш дрібний розмір жирових кульок,
- змінювати площу щілинних каналів, що збільшить об'єм вершків, що надходять до гомогенізатора, і, отже, підвищить його продуктивність.

Знежирене молоко під тиском подається до малого діаметра конфузора, при проходженні через який його швидкість збільшується. У місці виходу з конфузора потік знежиреного молока підсмоктує до камери вершки крізь патрубок. Цей ефект досягається за рахунок створення зони зниженого тиску. У точці входження тонкого шару дисперсної фази до потоку дисперсійного середовища спостерігається висока різниця швидкостей між жировою кулькою та плазмою молока. Отже, в даному конструктивному рішенні забезпечується необхідне критичне значення критерію Вебера, необхідне для подрібнення жирової фази молока.

Даний тип гомогенізатора забезпечує високу якість диспергування часток жиру, має можливість регулювання жирності продукту. Існує теоретична можливість зробити дану конструкцію за принципом клапанної щілини, що підвищить якість кінцевого

продукту. До недоліків конструкції слід віднести необхідність попереднього сепарування вершків.

Окремо необхідно відзначити конструкцію протитечійно – струминного гомогенізатора молока, в якому гомогенізація відбувається при зіткненні двох струменів молока (рис. 4).

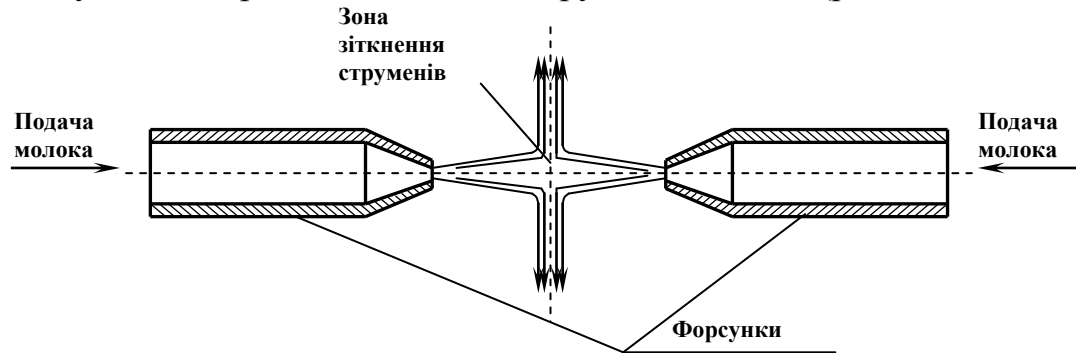


Рис. 4. Схема протитечійно – струминного гомогенізатора молока.

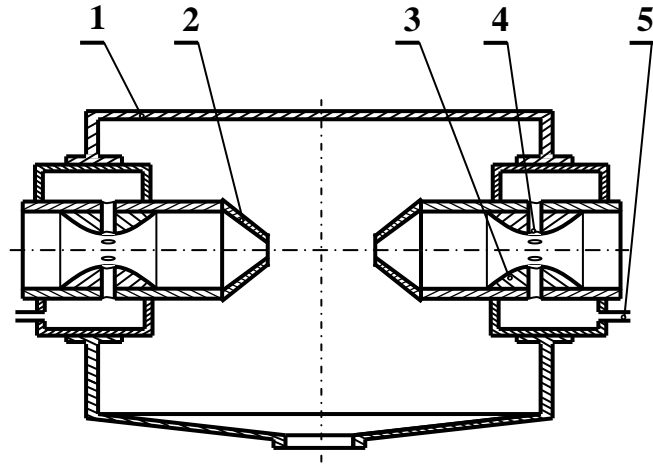
Працює даний гомогенізатор наступним чином. При зіткненні двох струменів молока доведено, що дисперсна фаза має більшу швидкість відносно дисперсійного середовища плазми молока. Отже, при зіткненні струменів молока за рахунок кумулятивного ефекту та реалізації необхідної різниці швидкостей молока та вершків забезпечуються необхідні для подрібнення значення критерію Вебера.

Протитечійно – струменевий гомогенізатор був запропонований та вивчався К.О. Самойчуком [7], ним для даного типу гомогенізатора були отримані наступні дані (при проведенні гомогенізації у повітрі). При надлишковому тиску 4 – 6 МПа досягається ступінь гомогенізації 3,5 – 4. Витрати енергії цього типу гомогенізатора дорівнюють в означеному діапазоні якості продукту 5 – 6 кВт/т продукту. Згідно отриманих розрахунків, при числах Вебера 500 – 600 та швидкості знежиреного молока 150 – 200 м/с розміри часток складуть приблизно 1 мкм.

Оскільки жирова фаза не відокремлюється від плазми молока, різниця швидкостей фаз продукту буде невеликою, що можна віднести до недоліків конструкції. Інші конструкції струминних гомогенізаторів молока з роздільним подаванням жирової фази будуть мати перевагу над протитечійно струменевим зразком у тому, що в них не буде відбуватись дестабілізації білкової фази продукту, що приводить до утворення піни в продукті. Однак у даному гомогенізаторі є можливість проведення гомогенізації без попередньої сепарації продукту, що приведе до економії енергії та відрізняє дану конструкцію від інших розглянутих у статті.



Ще одним можливим технічним рішенням з диспергування жирової фази може стати струминний гомогенізатор молока з роздільним подаванням жирової фази форсунками (рис. 5).



1 – корпус гомогенізатора; 2 – форсунки; 3 – кільцеве звуження форсунок; 4 – канали для ежектування вершків; 5 – отвори каналів для подачі вершків.

Рис. 5. Схема струминного гомогенізатора молока з роздільним подаванням жирової фази форсунками.

Як показано на рис.5, пристрій складається з корпусу 1 та співвісно встановлених форсунок 2, по центру яких виконано кільцеве звуження 3. У місці найбільшого звуження потоку під прямим кутом до вісі форсунок 2 крізь канали 4 ежектуються вершки, що подаються крізь отвори 5. Використання форсунок такої конструкції робить можливим отримувати розрідження потоку дисперсійної фази для подальшого ежектування дисперсної фази до потоку знежиреного молока. При цьому різниця швидкостей молока та вершків досягає необхідних для диспергування значень [8].

До переваг конструкції слід віднести можливість проведення гомогенізації разом з нормалізацією та можливість регулювання жирності продукту. До недоліків відносяться високі енергетичні витрати для створення високої швидкості потоку знежиреного молока.

*Висновки.* У статті розглянуто 5 можливих конструктивних рішень подавання жирової фази, заснованих на принципі забезпечення різниці швидкостей дисперсійної та дисперсної фаз продукту. За результатами аналізу слід відзначити, що конструкція з зіткненням струменів у плазмі молока характеризуються дещо більшими витратами енергії відносно інших конструкцій, заснованих на ефекті ежекції. При цьому якість продукту в цих типах конструкцій, зокрема, в конструкції із зіткненням струменів, може досягати якості

клапанних гомогенізаторів. Конструкції струминного гомогенізатора з роздільним подаванням жирової фази, щілинного гомогенізатора та гомогенізатора з роздільним подаванням жирової фази форсунками дозволяють регулювати жирність продукту. Енергетичні витрати цих конструкцій нижче як за рахунок поєднання гомогенізації з нормалізацією, так і за рахунок використання ефекту ежекції. Однак, в усіх конструкціях необхідна попередня сепарація вершків. Якість продукту в цих конструкціях, зокрема, в струминному гомогенізаторі з роздільним подаванням жирової фази буде незначно нижчою у конструкції з зіткненням струменів у плазмі та складатиме при надлишковому тиску знежиреного молока 3 – 4 МПа  $d=1,0 - 1,1\text{мкм}$ .

#### Література:

1. *Фиалкова Е.А.* Гомогенизация. Новый взгляд: Монография–справочник / Е.А. Фиалкова – Спб.: ГИОРД, 2006. – 392с
2. *Самойчук К.О.* Розробка лабораторного зразка струминного гомогенізатора з роздільною подачею вершків/ К.О. Самойчук, О.О. Ковальов. Праці ТДАТУ – Мелітополь: 2011 – 77-84с.
3. *Самойчук К.О.* Використання нормалізації у струминному гомогенізаторі молока з роздільною подачею вершків / К.О. Самойчук, О.О. Ковальов// Праці ТДАТУ.: Мелітополь – 2014. – Вип.14, Т.1. – С. 37-45.
4. *Самойчук К.О.* Механізм руйнування жирових кульок у струминному гомогенізаторі з роздільним подаванням вершків /К.О.Самойчук, О.О.Ковальов// – Донецьк: ДонНУЕТ. – 2013. – Вип. 30. – С.148 – 155.
5. *Самойчук К.О.* Обоснование основных параметров струйного гомогенизатора молока /К.О. Самойчук, А.А. Ковалев, Н.А. Палянычка // Международный научный институт «Educatio»: Новосибирск – 2015 №9, Ч1. С114 – 118.
6. *Пажи Д.Г.* Основы техники распыливания жидкости / Д.Г. Пажи, В.С. Галустов. – М.: Химия, 1984. – 256 с.
7. *Самойчук К.О.* Обґрунтування параметрів та режимів роботи протитечійно-струменевого гомогенізатора молока: автореферат канд. техн. наук, спец.: 05.18.12 - процеси та обладнання харчових, мікробіологічних та фармацевтичних виробництв/ К.О. Самойчук.–Донецьк: МОН Укр. Донецький нац. ун-т економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського, 2008. — 20 с.
8. Пат. 7777, Україна, МКИ5 А 01 J 11/16. Спосіб гомогенізації молока / К.О. Самойчук, О.В. Гвоздєв, Ф.Ю. Ялпачик ; заявитель и патентообладатель Таврійська державна агротехнічна академія. – № 20041008860 ; заявл. 29.10.2004; опубл. 15.07. 2005. Бюл. № 7.

## **КОНСТРУКЦИИ СТРУЙНЫХ ДИСПЕРГАТОРОВ ЖИРОВОЙ ФАЗЫ МОЛОКА**

Дейниченко Г.В., Самойчук К.О., Ковалев А.А.

*Аннотация* – в статье рассмотрены возможные варианты конструкций струйных гомогенизаторов молока с отдельной подачей сливок и со столкновением струй. Выполнен анализ преимуществ и недостатков предложенных конструкций гомогенизаторов.

## **CONSTRUCTIONS OF JET MIXING DISPERGATORS OF MILK FAT PHASE**

G. Deinychenko, K. Samoichuk, O. Kovalyov

### *Summary*

**In article is showing possible ways of designing construction jet-mixing homogenizers of milk with the separated giving of creams and the construction with the jet crushing are considered. The advantages and disadvantages construction of milk homogenizers are analysed.**

УДК 664.29.002.2

## ТЕХНІЧНЕ ОСНАЩЕННЯ ПРОЦЕСІВ ВИРОБНИЦТВА ПЕКТИНОВИХ КОНЦЕНТРАТІВ

Дейниченко Г. В., д.т.н.,

Гузенко В. В., с.н.с.

*Харківський державний університет харчування та торгівлі*

Тел. (057) 349-45-56

Мельник О.Е., к.т.н.,

Перекрест В.В., асистент

*Донецький національний університет економіки і торгівлі ім.  
Михайла Туган-Барановського*

**Анотація** – у роботі висвітлено питання щодо технічного оснащення процесів виробництва пектинових концентратів. Розроблено принципову схему технологічної лінії з безвідходного виробництва сухих пектинових концентратів. Надано опис розробленої лінії та принцип її роботи.

**Ключові слова** – пектин, концентрат, процес, виробництво, лінія, обладнання.

*Постановка проблеми.* У останні роки потреба нашої країни в пектинопродуктах (пектинових концентратах) значно перевищує обсяги їх закупівель за кордоном. В Україні на сьогоднішній день виробництво пектинопродуктів відсутнє. Це можна пояснити недосконалістю та неефективністю існуючих процесів виробництва пектинових концентратів та обладнання для їх реалізації, відсутністю науково обґрунтованих ресурсозберігаючих процесів та технологій пектинового виробництва [1; 2].

Сьогодні удосконалення процесів для одержання пектинових концентратів шляхом комплексного використання кислотного екстрагування пектинових речовин та мембранних методів концентрування і очищення пектинових екстрактів є задачею актуальною і своєчасною, вирішення якої дозволить не тільки створити енергозберігаючий процес виробництва пектинових концентратів, але й розробити економічно високоефективне технічне оснащення для його реалізації.

*Аналіз останніх досліджень.* Одержання високоякісних пектинових концентратів з низькою собівартістю потребує створення не тільки сучасних технологічних процесів і рецептури, але й сучасного апаратурного оснащення процесу виробництва, які б

відповідали усім технологічним вимогам щодо економічності, зручності в обслуговуванні, надійності та екологічності [3].

Обладнання є найбільш важливим для здійснення того, або іншого процесу в загальній технології виробництва пектину. Найкращим вирішенням цього питання є створення нового обладнання, або модернізація старого, якщо це є можливим. Проблему такого рівня потрібно вирішувати, беручи до уваги обсяги виробництва. Адже якщо досліди велися у лабораторних умовах, це не дає можливості вважати, що дане обладнання здатне витримати навантаження в умовах промисловості. У такому випадку можна встановити технологічну лінію з комбінуванням нового, існуючого та модернізованого (з інших виробництв) обладнання [4].

*Постановка завдання.* Метою роботи є розробка технологічної лінії з виробництва пектинових концентратів із застосуванням розробленого обладнання для процесів екстрагування рослинної сировини та мембранної обробки пектинових екстрактів.

*Основна частина.* Відповідно до обраної пектиновмісної рослинної сировини та комбінації різних способів вилучення пектинових речовин нами розроблялася універсальна схема технологічного процесу.

З метою підбору та створення нового обладнання для технологічної лінії з виробництва пектину нами було проведено аналіз існуючого обладнання, яке застосовується у сучасних умовах одержання пектину. Результати занесені до табл. 1 [5].

З таблиці 1 видно, що на сьогодні існує широкий спектр обладнання, яке застосовується у різних стадіях виробництва пектину. Поряд з цим, ефективність та екологічність технологій одержання різноманітних видів пектинопродуктів значно залежить від технічного стану та інженерного вирішення конкретного технологічного завдання, що потребує розглянуте обладнання. Крім того, сучасні машини і апарати для одержання пектину повинні бути автоматизовані з використанням комп'ютерної і мікропроцесорної техніки і забезпечувати усі технологічні процеси в оптимальному режимі.

Важливим питанням у розробці технологічної лінії з виробництва пектинових концентратів, що розробляється є застосування нової конструкції пристрою для ультрафільтрації біологічних рідин з метою усунення утворення на поверхні напівпроникних мембран поляризаційного шару високомолекулярних речовин і збільшення внаслідок цього проникнення (продуктивності) мембран та швидкості процесу ультрафільтрації [6].

При цьому, розроблене нами промислове обладнання для екстрагування рослинної сировини [7] та ультрафільтраційний модуль

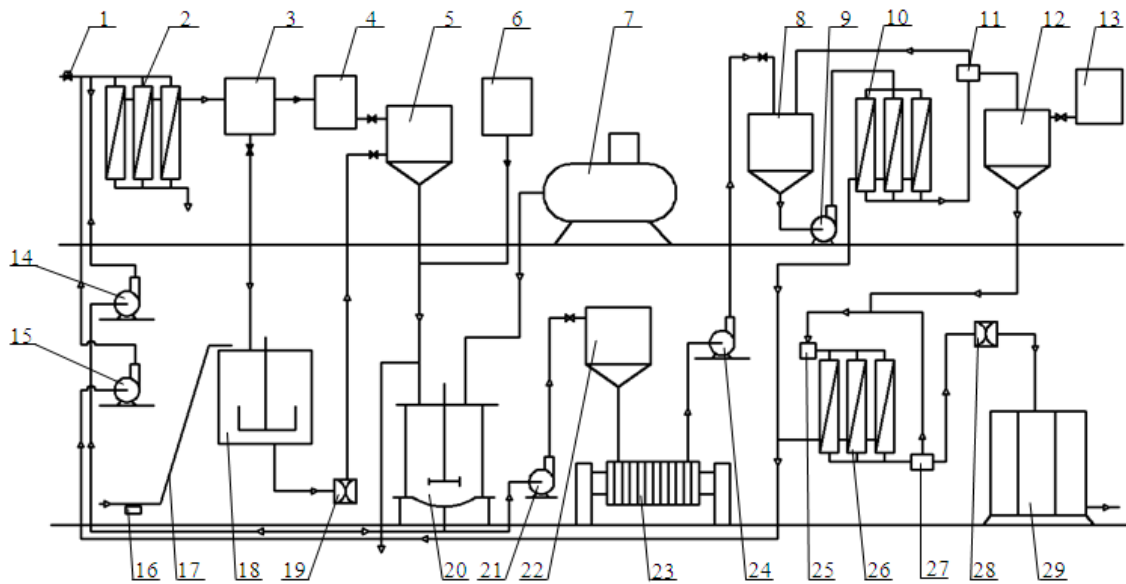
для концентрування і очищення пектинових екстрактів [8] можуть використовуватись у харчовій, фармацевтичній та мікробіологічній промисловостях як окремо для отримання пектинопродуктів з рослинної сировини, так і в складі технологічних ліній з виробництва різних видів пектинопродуктів (рідких або сухих пектинових концентратів, пектину, модифікованого пектину, тощо).

Таблиця 1 – Технологічне обладнання для виробництва пектинопродуктів з різноманітної пектиновмісної сировини

№ п/п	Технологічні стадії (процеси)	Найменування обладнання
1	Підготовка пектиновмісної сировини	– подрібнювачі; – апарати для сульфитації; – сушарки;
2	Набрякання пектиновмісної сировини	– апарати для набрякання; – гідролізатори
3	Подача вихідної сировини на різних стадіях обробки	– елеватори; – конвеєри; – насоси; – тельфери
4	Екстрагування пектинових речовин	– екстрактори; – теплообмінники; – генератори;
5	Розподіл на рідку та тверду фракції	– центрифуги; – прес-фільтри; – осаджувачі
5	Концентрування пектинового екстракту	– випарні апарати; – плівково-роторні апарати; – баромембранне обладнання
6	Очищення пектинового концентрату	– реактори; – нуч-фільтри; – баромембранне обладнання
7	Консервування пектинових екстрактів та концентратів	– автоклави, пастеризатори; – автомат для розливу; – автомат закаточний
8	Сушіння пектинових концентратів	– подрібнювачі; – сушарки

На кафедрі устаткування підприємств харчової і готельної індустрії ім. М.І. Беляєва Харківського державного університету харчування та торгівлі була розроблена принципова схема технологічної лінії з безвідходного виробництва сухих пектинових концентратів на основі пектинового екстракту, отриманих із

використанням розробленого екстракційного обладнання, яку наведено на рис. 1.



1 – вентиль; 2 – зворотноосмотична установка; 3, 13 – збірник очищеної води; 4 – бак з розчином кислоти; 5, 8, 12, 22 – збірник; 6 – ємність з нейтралізатором; 7 – компресор; 9, 14, 15, 21, 24 – насос відцентровий; 10 – ультрафільтраційна установка; 11, 27 – рефрактометр; 16 – ваги; 17 – транспортер; 18 – ємність для змішування; 19, 28 – насос мембранний; 20 – екстрактор; 23 – фільтрпрес; 25 – насос із префільтром; 26 – діафільтраційна установка; 29 – розпилювальна сушарка

Рис. 1. Принципова схема технологічної лінії з виробництва сухих пектинових концентратів (пектину).

Відповідно до схеми (рис. 1), свіжий або сушений буряковий жом подається транспортером (17) через поточні ваги (16) до ємності (18), де змішується з підготовленою на зворотноосмотичній установці (2) водою, що подається через вентиль (1) до збірника (3). Далі одержана суміш за допомогою мембранного насоса (19) через збірник (5) надходить до екстрактора (20), де піддається промиванню-набряканню за температури 40...50°C впродовж 35...50 хвилин. У процесі набрякання з бурякового жому видаляються баластні речовини (залишок цукру, мінеральні елементи, барвники, частинки пилу та димових газів, тощо), які значно погіршують органолептичні та фізико-хімічні показники готового продукту. Промитий жом, що набряк, відділяється від рідкої фази стисненим повітрям від компресора (7),

перегородкою в основі екстрактора (20) і повертається до зворотноосматичної установки (2) на повторну очистку.

Далі в робочу ємність екстрактора (20) подається кислотний розчин з бака (4) в потрібному співвідношенні (1:10). Після чого суміш екстрагується. Після закінчення процесу екстрагування до робочої зони екстрактора з ємності (6) надходить нейтралізуюча речовина для нейтралізації пектинового екстракту. Нейтралізований екстракт стисненим повітрям видаляється через фільтрувальну перегородку екстрактора і за допомогою відцентрового насоса (21) подається до збірника (22). Жом, що залишився у робочій камері екстрактора, вивантажується через вхідний патрубок струменем води, що надходить у комбінований патрубок екстрактора, і транспортується для подальшого використання.

Екстракт бурякового пектину – прозора рідина яскраво-сірого кольору; вміст пектинових речовин у ній складає 0,5...0,9%; густина екстракту – 1,01...1,02 кг/м<sup>3</sup>; рН – 1,6...1,7 [9].

Із збірника (22) екстракт через фільтрпрес (23), де попередньо очищається на фільтрувальному полотні, подається відцентровим насосом (24) до збірника (8). Далі пектиновий екстракт відцентровим насосом (9) подається до ультрафільтраційної установки (10), де проходить процес ультрафільтраційного концентрування до вмісту пектинових речовин 3,6...5,1%. При цьому вміст сухих речовин у концентраті, що визначається за допомогою автоматичного поточного рефрактометра (11), складає 7,1...8,2%.

Після ультрафільтраційного концентрування пектиновий концентрат подається до збірника (12), в якому відбувається процес розбавлення. Далі пектиновий концентрат насосом із префільтром (25) подається у діафільтраційну установку (26), де відбувається процес діафільтраційного очищення. Кислотність очищеного пектинового концентрату складає рН = 3,7, а вміст СР – 3,0...5,3%.

Далі пектиновий концентрат направляється на консервування або на сушіння. У вищезазначеній технологічній схемі пектиновий концентрат піддається сушінню. При цьому для одержання більш якісного продукту та збільшення тривалості його зберігання пектиновий концентрат за допомогою мембранного насоса (28) подається до розпилювальної сушарки (29), після якої сухий пектиновий концентрат (пектин) надходить на пакування.

Пермеат, що утворився під час ультрафільтраційного концентрування та діафільтраційного очищення пектинового екстракту, із мембранних установок (10) та (26) надходить до зворотноосмотичної установки (2). Тонке очищення пермеату зворотним осмосом дозволяє одержати рідину, подібну до дистильованої води. Одержаний пермеат зі зворотноосмотичної



установки (2) використовується для технологічних потреб. Утворений на поверхні зворотноосмотичної мембрани пектиновий концентрат може бути повернений до мембранної установки на повторне очищення.

*Висновки.* Відсутність високоефективного технічного оснащення пектинового виробництва обумовлює необхідність розробки технологічної лінії із застосуванням модернізованого екстракційного та мембранного обладнання для одержання пектинових концентратів високої якості. Розроблена технологічна лінія з виробництва сухих пектинових концентратів, що дозволяє зменшити витрати виробництва та собівартість кінцевого продукту, а також отримувати якісний екологічно чистий, з підвищеною біологічною цінністю продукт.

#### Література:

1. *Дейниченко Г.В.* Вибір сировини та способу вилучення пектинових речовин [Текст] / З.О. Мазняк, Гузенко В.В. // Обладнання та технології харчових виробництв: темат. зб. наук. пр. – Донецьк: ДонДУЕТ, 2013. – Вип. 31. – С.148–154.

2. *Гузенко В.В.* Удосконалення процесу виробництва пектинового концентрату та його апаратурне оформлення : автореф. дис. ... канд. техн. наук [Текст] / В.В. Гузенко. – Х., 2013. – 18 с.

3. *Дейниченко Г.В.* Підбір та розробка нового обладнання для виробництва пектинових концентратів [Текст] / Г.В. Дейниченко, З.О. Мазняк, В.В. Гузенко // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка «Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв». – Харків: ХНТУСГ ім. П. Василенка, 2014. – Вип. 20. – С. 144–149.

4. *Дейниченко Г.В.* Проблеми впровадження технологій з виробництва пектину [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, 2008. – Вип. 1(7). – С. 317 – 322.

5. *Мазняк З.О.* Підбір та створення нового обладнання для виробництва пектину [Текст] / З.О. Мазняк, В.В.Гузенко, О.В. Лихобаба // Актуальні проблеми харчової промисловості та підготовки кадрів для галузі: всеукр. наук.-практ. конф., 3–4 березня 2011 р. – Луганськ : ЛНУ ім. Т. Шевченка, 2011. – С. 38–39.

6. *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. – Харків: ХДУХТ, 2009. – Вип. 1(9). – С. 165 – 172.

7. Пат. на корисну модель № 62808 Україна, МПК В01 D11/02, С08 В37/06. Пристрій для екстрагування рослинної сировини [Текст] / Дейниченко Г.В., Мазняк З.О., Гузенко В.В. ; заявник та патентовласник Харк. держ. ун-т харчув. та торгівлі. – № 201111782 ; заявл. 06.10.11 ; опубл. 10.04.12, Бюл. № 7.

8. *Дейниченко Г.В.* Разработка оборудования для мембранного концентрирования жидких высокомолекулярных полидисперсных систем [Текст] / Г.В. Дейниченко, З.А. Мазняк, В.В. Гузенко // Первый независимый научный сборник. – 2015. – № 13. – С. 32–36.

9. *Голубев В.Н.* Пектин: химия, технология, применение [Текст] / В.Н. Голубев, Н.П. Шелухина. – М. : РАТНИЭЧ, 1995. – 387 с.

## **ТЕХНИЧЕСКОЕ ОСНАЩЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА ПЕКТИНОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ**

Дейниченко Г.В., Гузенко В.В., Мельник О.Е.,  
Перекрест В.В.

*Аннотация* – в работе освещены вопросы относительно технического оснащения процессов производства пектиновых концентратов. Разработана принципиальная схема технологической линии безотходного производства сухих пектиновых концентратов. Представлено описание разработанной линии и принцип ее работы.

## **TECHNICAL EQUIPMENT OF THE PROCESSES OF MANUFACTURING PECTIC CONCENTRATES**

G. Deynichenko, V. Guzenko, O. Melnik, V. Perekrest

### *Summary*

This work is devoted to the question about technical equipment of the processes of manufacturing pectic concentrates. The schematic diagram of the technological line is elaborated of non-wast manufacturing dry pectic concentrates. The device of the elaborated line and its operating principle is described.

УДК 664.951:639.22:664.8.039.4

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ СОЛІННЯ РИБИ ОКЕАНІЧНОГО ПРОМИСЛУ ЗА ДОПОМОГОЮ УЛЬТРАЗВУКУ

Постнов Г.М., к.т.н.,

Яковлев О.В., здобувач,

Червоний В.М., к.т.н.,

Чеканов М.А., к.т.н.

*Харківський державний університет харчування та торгівлі*

Тел. (057) 349-45-56

**Анотація** – дана робота висвітлює результати експериментальних досліджень щодо виявлення впливу ультразвукової обробки на ефективність процесу соління рибної сировини океанічного промислу.

**Ключові слова** – оселедець атлантичний, скумбрія атлантична, сардина тихоокеанська, ультразвук, солоність, дифузія.

*Постановка проблеми.* Під час виробництва солоної океанічної риби можуть з'явитися окремі небажані дефекти: засмага, затяжка, окис, фуксин, тощо. Уникнути засмаги та інших дефектів, що виникають під час соління риби, можна шляхом своєчасного та рівномірного розподілу солі або сольового розчину за всією масою риби, що можливо за використання чинників, які здатні інтенсифікувати процес соління.

Одним із існуючих на сьогоднішній день підходів, яким найбільш ефективно вирішуються питання інтенсифікації технологічних процесів у харчових виробництвах, є використання нових видів енергії та її високоефективного підведення до взаємодіючих речовин. Таким видом енергії є ультразвукові коливання високої інтенсивності, які дозволяють інтенсифікувати процеси хімічних, мікробіологічних і харчових технологій.

*Аналіз останніх досліджень.* Ґрунтуючись на дослідженнях вітчизняних і закордонних учених І.Е. Ельпінера, Й.О. Рогова, В.М. Горбатова, Ю.Ф. За́яса, В.М. Хмелева, Hao Feng, Gustavo V. Barbosa-Cánovas, Jochen Weiss, присвячених питанню використання ультразвуку, заснованих на властивостях і специфічності дії ультразвукових коливань на масообмінні процеси, можна висунути гіпотезу, що в основі ультразвукової обробки риби може бути

використаний енергетичний вплив ультразвукових коливань на клітинну структуру риби, за якого відбуваються як змінні процеси у м'язових волокнах, так і активація ферментного комплексу, що інтенсифікує процес соління і зменшує витрати енергетичних ресурсів. Теорії соління і сучасні дослідження представлені в роботах М.І. Турпаєва, Л.П. Міндера, І.П. Леванідова, М.М. Рульова, Н.А. Воскресенського. Проте, наявні відомості про використання ультразвуку для інтенсифікації процесу соління незначні і носять суперечливий характер, що обумовлює проведення відповідних досліджень [1-3].

Таким чином, дослідження процесу соління океанічної риби за допомогою ультразвуку для отримання однорідного за вмістом солі у визначених межах продукту є актуальним завданням.

*Формулювання цілей статті (постановка завдання).* Метою статті було обрано визначення впливу ультразвукової обробки на кінетику середньої солоності риб та дослідження динаміки дифузії хлористого натрію NaCl у рибі за тузлучного соління. Для вирішення поставленої мети були проведені експерименти з визначення фізико-хімічних показників соленої риби, тобто концентрації хлористого натрію NaCl.

*Основна частина.* Ультразвуком оброблялися зразки оселедця атлантичного, скумбрії атлантичної, сардини тихоокеанської. Частота ультразвукової обробки 30...34 кГц, температура тузлуку +18°C, густина тузлуку – 1,20 г/см<sup>3</sup>.

Для визначення значення концентрації хлориду NaCl у м'ясі риб було використано дві методики: арбітражна та електрофізична. Так, аргентометричному (арбітражному) способу притаманні окремі недоліки. Найголовніші з них – це трудомісткість та значна тривалість проведення досліджень. Для усунення цих недоліків було запропоновано електрохімічний метод визначення швидкості плинущо масообмінних процесів під час соління рибної сировини. Він базується на зміні іонної електропровідності за рахунок іонів хлориду натрію NaCl.

З використанням електрохімічного методу [4] були проведені дослідження щодо визначення впливу електричного опору R в зразку риби на зміну значення його середньої солоності (рис. 1).

Під час досліджень було виявлено, що значення електричного опору в зразках оселедця зменшується залежно від збільшення концентрації тузлуку для соління риби при однаковій тривалості процесу. Отримані дані з високою вірогідністю корелюють з даними, отриманими за стандартними методиками (рис. 2), відхилення можна пояснити жирністю риби та різними морфологічними ознаками.

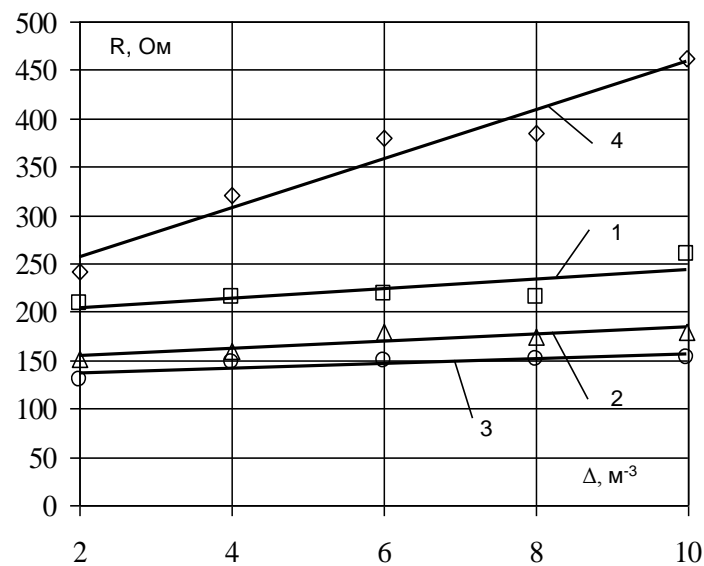


Рис. 1. Залежність зміни електричного опору  $R$  зразка риби залежно від глибини проникнення  $\Delta$  іонів  $\text{NaCl}$ :  
 1 – соління у 5%-ому розчині  $\text{NaCl}$ ; 2 – соління у 10%-ому розчині  $\text{NaCl}$ ; 3 – соління у 15% розчині  $\text{NaCl}$ ; 4 – контроль

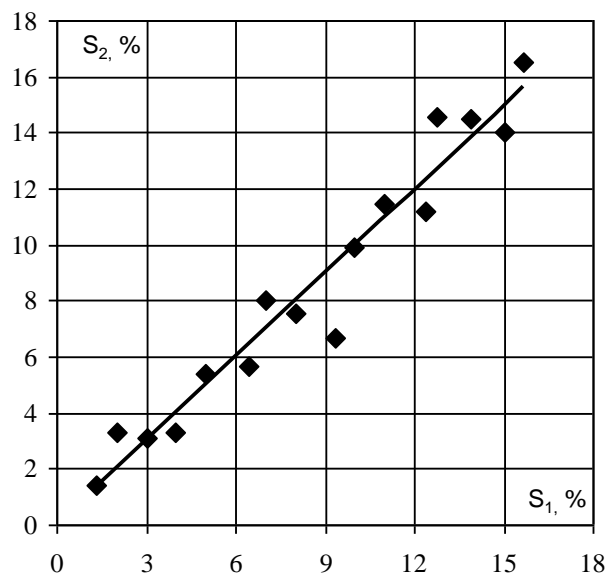


Рис. 2. Кореляція визначених значень середньої солоності риби аргентометричним  $S_1$  та елетрохімічним  $S_2$  методами.

За результатами літературного огляду було встановлено, що дані щодо визначення впливу ультразвукової обробки на зміну коефіцієнта дифузії під час соління рибної сировини відсутні, а саме для оселедця атлантичного, скумбрії атлантичної та сардини тихоокеанської.

За результатами досліджень впливу ультразвукової обробки на кінетику середньої солоності риб виявлено, що вплив ультразвукових

хвиль інтенсифікує процес соління на 28...42% для всіх видів риб, за якими проводили дослідження (рис. 3). Наприклад, оселедці набувають солоності 12...16%, що за ДСТУ 815:2008 «Оселедці солоні. Технічні умови» відповідає групі міцносолоні, витрачаючи на 31...36% менше часу, ніж за звичайного конвекційного соління. Подібна тенденція, характерна і для інших видів риб. Так, сардини тихоокеанської набувають солоності 12...17%, що за ДСТУ 4453:2005 «Сардини солоні. Технічні умови» відповідає групі міцносолоні, витрачаючи на 40...46% менше часу, для скумбрії атлантичної набувають солоності 10...13% за ДСТУ 6025:2008 «Риба солоня. Технічні умови», відповідає групі міцносолоні, витрачаючи на 38...42% менше часу, ніж за звичайного конвекційного соління.

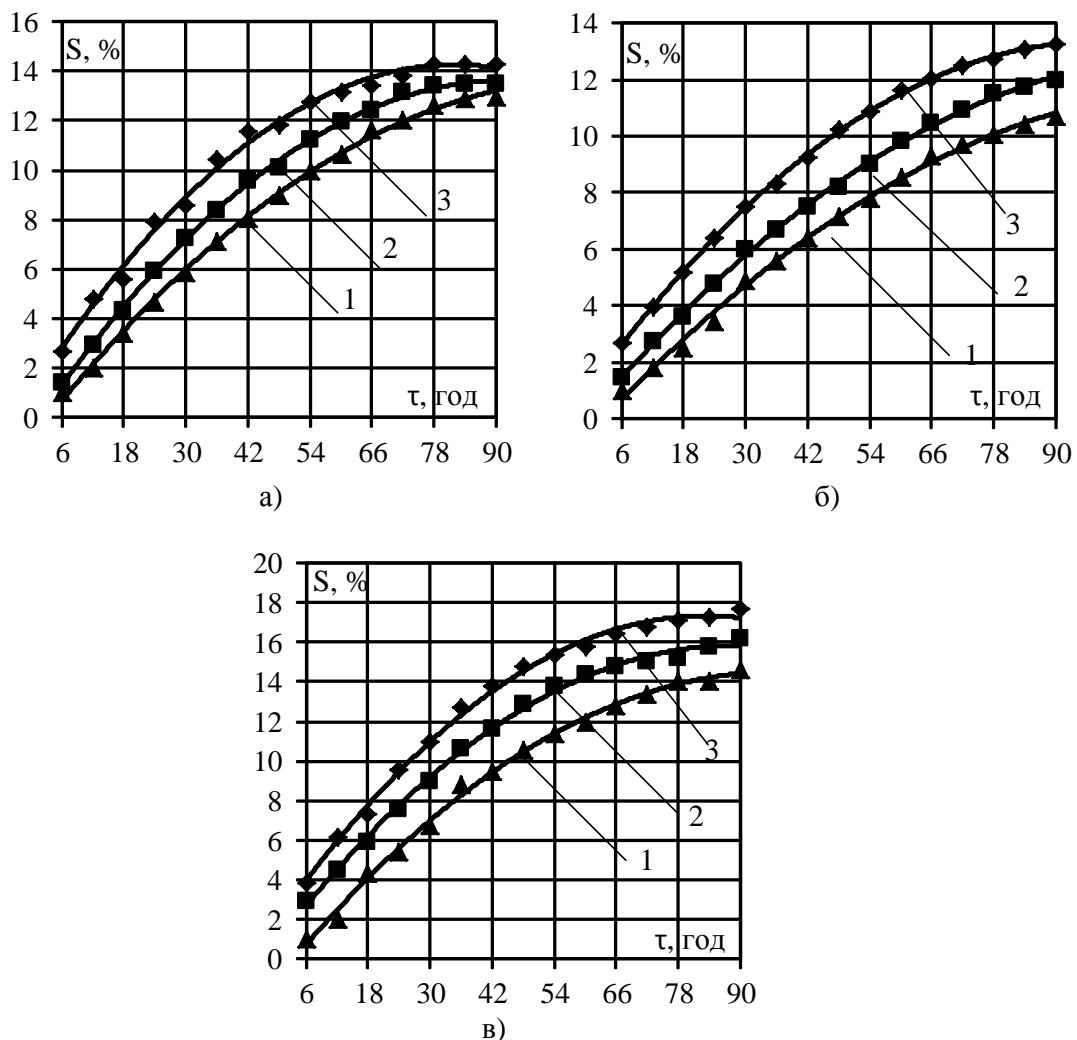


Рис. 3. Визначення впливу ультразвукової обробки на кінетику середньої солоності  $S$  риби: 1 – без обробки ультразвуком, 2 – ультразвукова обробка частотою 34 кГц, 3 – ультразвукова обробка частотою 30 кГц (а - для оселедця атлантичного, б - для скумбрії атлантичної, в - для сардини тихоокеанської).

Визначення коефіцієнта дифузії проводили за рівнянням (1)[5]

$$D = \frac{\pi \cdot S}{c^2 \cdot \tau} \cdot \frac{m^w}{F^2} \cdot \frac{1}{3600}, \quad (1)$$

де  $D$  – коефіцієнт дифузії,  $\text{м}^2/\text{с}$ ;  $S$  – середня солоність зразка риби, од.;  $c$  – густина тузлуку,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  $\tau$  – тривалість процесу соління, год;

$m$  – маса зразка риби,  $\text{кг}$ ;  $F$  – площа поверхні зразка риби,  $\text{м}^2$ .

За результатами експериментальних досліджень, дані яких представлені на графіках (рис. 4), можна визначити, що характер кривих однаковий. Спочатку значення коефіцієнта дифузії знижується, а після досягнення концентрації хлориду натрію  $\text{NaCl}$  до меж 10...12% декілька збільшується. Найбільші значення коефіцієнта дифузії характерні для випадку, коли соління відбувалося під впливом ультразвукових хвиль з частотою 30 кГц.

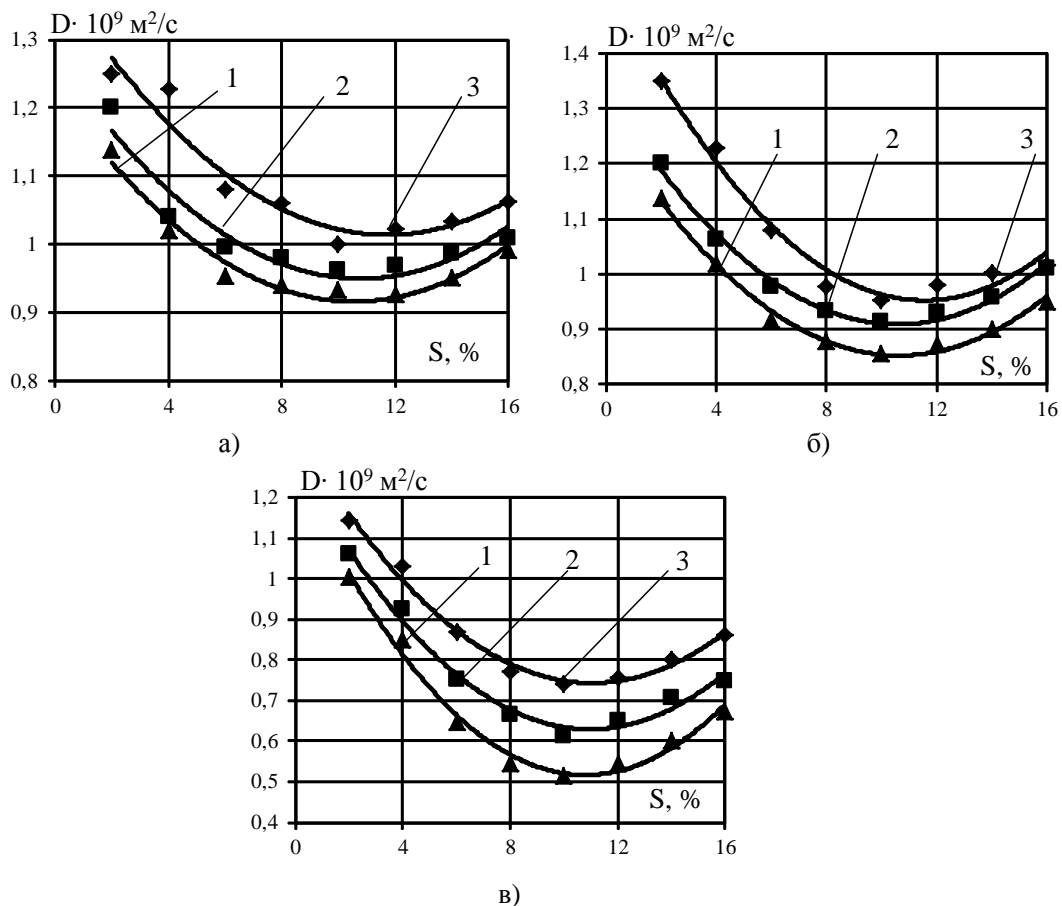


Рис. 4. Визначення коефіцієнта дифузії  $D$   $\text{NaCl}$  у різних видах риб у залежності від середньої солоності  $S$ : 1 – без обробки ультразвуком, 2 – ультразвукова обробка частотою 34 кГц, 3 – ультразвукова обробка частотою 30 кГц. а) для оселедця атлантичного, б) для скумбрії атлантичної, в) для сардини тихоокеанської.

На початку процесу, коли концентрація хлориду натрію NaCl у м'ясі риби мінімальна, коефіцієнти дифузії максимальні. По мірі соління м'язові тканини риби набухають у результаті вбирання вологи. Набухання тканин риби призводить до зменшення ефективної площі, на якій відбувається дифузія. Таким чином, зменшення коефіцієнтів дифузії пов'язано зі скороченням площі, через яку хлорид натрію NaCl дифундує всередину зразка. Після досягнення певної критичної концентрації хлориду натрію NaCl у м'язах риби відбувається часткове висолювання білків і м'язова тканина втрачає вологу пропорційно вмісту хлориду натрію NaCl. Висолування білків сприяє скороченню розмірів тканин і деякого збільшення ефективної поверхні, через яку дифундує хлорид натрію NaCl. Зростання ефективної поверхні веде за собою незначне збільшення коефіцієнта дифузії.

*Висновки.* За результатами досліджень було виявлено, що ультразвук впливає на інтенсивність масообмінних процесів, що відбуваються під час соління океанічної рибної сировини. Було досліджено динаміку дифузії NaCl у рибі за тузлучного соління і виявлено, що на початку процесу соління значення коефіцієнта дифузії знижується, а після досягнення концентрації NaCl до меж 10...12% трохи збільшується. Найбільші значення коефіцієнта дифузії характерні для процесу соління, який відбувався під впливом ультразвукових хвиль з частотою 30 кГц.

#### Література:

1. *Постнов Г.М., Чеканов М.А., Червоний В.М., Яковлев О.В.* Шляхи удосконалення способів соління рибної сировини океанічного походження // Рибне господарство України. – 2013. – № 2(85). – С. 52-58.

2. *Postnov G., Deynichenko G., Chekanov M., Chervony V., Yakovlev O.* Physicochemical basis for intensification salted fish using ultrasound // Recent Journal (Romania). –Vol. 14(2013). – No. 4 (40). – P. 307-310

3. *Яковлев О.В., Постнов Г.М., Червоний В.Н.* Эффективность влияния ультразвуковых колебаний на процесс внутреннего массопереноса при посоле рыбы /: Наука сегодня: теоретические и практические аспекты : сб. мат. III Междунар. научно-практ. конф. [Электр. ресурс]. – М.: Издательство «Перо», 2015. – С. 610-614.

4. Електрохімічний метод визначення швидкості перебігу масообмінних процесів під час засолення океанічної риби / Г. М. Постнов, М.А. Чеканов, В.М. Червоний, О.В. Яковлев // Зб. наук. пр. «Прогресивні техніка та технології харчових виробництв,



ресторанного господарства і торгівлі». – Харків : ХДУХТ, 2014. – Вип. 1 (19). – С. 153-160.

5. Соколова З.С. Сборник задач по курсу «Технология молока и молочных продуктов» / З.С. Соколова. –М.: Пищевая промышленность, 1975 –198 с.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОСОЛА РЫБЫ ОКЕАНИЧЕСКОГО ПРОМЫСЛА С ПОМОЩЬЮ УЛЬТРАЗВУКА**

Постнов Г.М., Яковлев О.В., Червоний В.Н., Чеканов Н.А.

*Аннотация* - данная работа освещает результаты экспериментальных исследований по определению влияния ультразвуковой обработки на эффективность процесса посола рыбного сырья океанического промысла.

## **RESEARCH OF THE ULTRASOUND SALTED FISH OCEANIC FISHERIES**

G. Postnov, O. Yakovlev, V. Chervonyi, M. Chekanov

### *Summary*

**This work highlights the results of experimental studies to determine the effect of ultrasonic treatment on the effectiveness of the process of salting fish raw oceanic.**

УДК 664.002.22

## ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЦЕПТУРНОГО СКЛАДУ БІЛКОВО-ВУГЛЕВОДНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ

Дейниченко Г.В., д. т. н.,

Золотухіна І.В., к. т. н.,\*

Сефіханова К.А., здобувач\*\*

*Харківський державний університет харчування та торгівлі*

Тел. (057)3494556

**Анотація** – статтю присвячено оптимізації рецептурного складу напівфабрикатів білково-вуглеводних з додаванням овочевих пюре із заданими органолептичними і структурно-механічними властивостями.

**Ключові слова** – сколотини, молочно-білковий концентрат, пюре гарбуза, пюре моркви, оптимізація, рецептурний склад.

*Постановка проблеми.* Одним з ключових чинників, що формує параметри відповідності харчової системи до властивостей, які від неї очікують, виступає спосіб оптимізації співвідношення її рецептурних компонентів. Для вирішення задачі оптимізації проводять цільове комбінування рецептурних інгредієнтів відповідно до комплексу бажаних нативних властивостей.

*Формулювання цілей статті.* Поставлена задача спроектувати рецептурний склад напівфабрикатів білково-вуглеводних (НБВ) із заданими органолептичними і структурно-механічними властивостями. У якості основних компонентів нами були обрані – молочно-білковий концентрат [1], пюре моркви та гарбуза і цукрова пудра.

*Аналіз останніх досліджень.* Одним з основних рецептурних інгредієнтів НБВ є молочно-білковий концентрат зі сколотин. Первинну обробку МБК проводили відповідно до результатів досліджень, наведених в [1], які свідчать, що найбільш раціональним процесом технологічної обробки МБК є дворазове протирання, яке призводить до одержання найкращих показників структурно-механічних властивостей продукту без значних тимчасових витрат.

Приготування пюре з овочів проводили наступним чином: гарбуз та моркву миють за температури 15...18°C, очищують та нарізають кубиками. Гарбуз або моркву бланшують у воді при

---

© Дейниченко Г.В., д. т. н., проф., Золотухіна І.В., к. т. н., докторант, Сефіханова К.А., здобувач

\* Науковий консультант – д.т.н., професор Дейниченко Г.В.

\*\* Науковий керівник – к.т.н., доцент Золотухіна І.В.

температурі 85...87°C протягом 60...80с. Протирають при температурі  $80\pm 2^\circ\text{C}$  до розміру часток 0,5...0,7 мм на протиральній машині шнекового типу та охолоджують до температури 18...20°C.

Для первинної обробки цукрової пудри використовували традиційну методику [2] – просіювали крізь сита з діаметром отворів 1...2 мм.

Для визначення консистенції пластичних напівфабрикатів зручно використовувати показник граничної напруги зсуву (ГНЗ). Порівняно із зміною величин інших реологічних властивостей ГНЗ найбільш чутливий показник до зміни технологічних і механічних факторів [4].

Як свідчать дослідження [3, 5] величина ГНЗ для різних видів ковбасного фаршу при зміні вологості на 1 % змінюється на 10-15 % і більш, тоді як числові значення інших властивостей зазнають незначних змін. Аналогічні залежності спостерігаються при зміні вмісту жиру і ступеня подрібнення фаршів [3]. Відповідно, параметр, за яким достовірно можна судити про консистенцію і якісні характеристики пластичних пастоподібних та фаршевих напівфабрикатів, є ГНЗ. Цей показник можна використовувати для оцінки фаршів та напівфабрикатів з пластичною структурою у процесі їх виготовлення.

*Основна частина.* На першому етапі досліджень ми вивчали залежність ГНЗ від співвідношення основних компонентів модельної системи – «МБК+ овочево пюре». Результати досліджень наведені на рис. 1.

Як свідчать отримані результати, підвищення частки овочевого пюре в системі призводить до зниження показника ГНЗ, що пов'язано з більш низьким показником ГНЗ овочевого пюре. Низькі в порівнянні з показниками ГНЗ МБК показниками ГНЗ овочевого пюре можуть бути обумовлені високим вмістом води та слабкою взаємодією часток протертих овочів у овочевому пюре зі зруйнованою, після протирання, структурою. У МБК білкові компоненти гідратовані, зв'язують воду та відбувається взаємодія між білковими полімерами.

Підвищення частки овочевого пюре в системі на 20% знижує показник ГНЗ модельної системи на 28,8...38,8% а підвищення концентрації овочевого пюре до 50 відсотків на 54,7...71,4%. При чому, зниження ГНЗ при додаванні пюре моркви (ПМ) відбувається менш інтенсивно, ніж при додаванні пюре гарбуза (ПГ), що може бути обумовлено більшою механічною міцністю харчових волокон морквяного пюре. Цей факт потрібно буде враховувати при оптимізації рецептурного складу за структурно-механічними показниками.

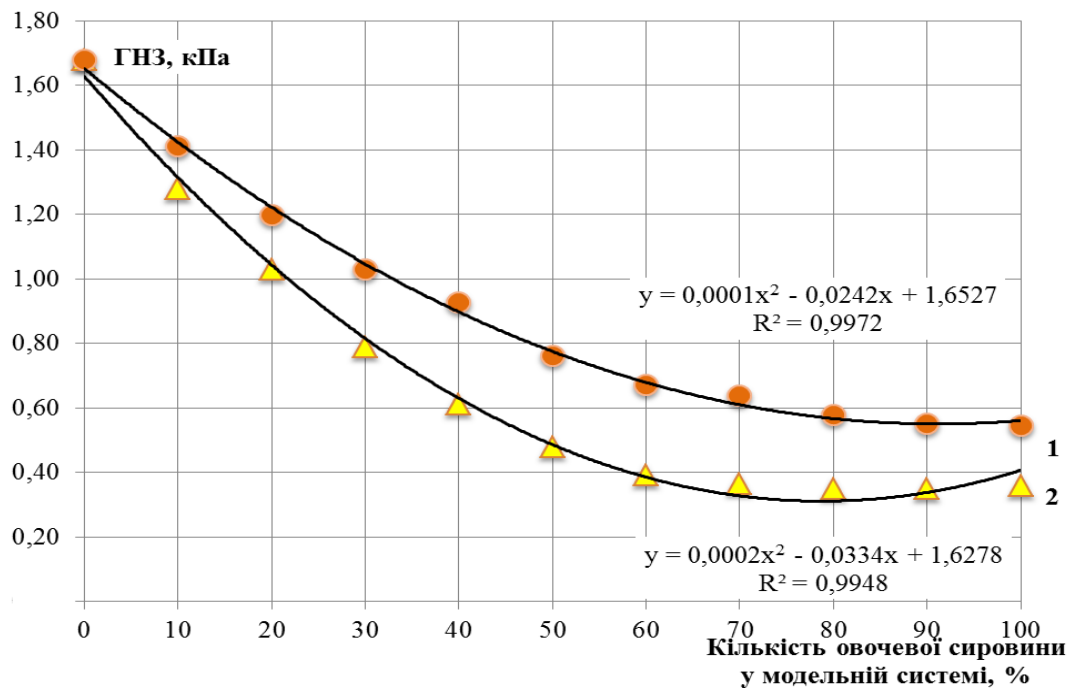


Рис. 1. Зміна ГНЗ двокомпонентної системи «МБК+овочевоє пюре» в залежності від кількості овочевого пюре: 1 – пюре моркви; 2 – пюре гарбуза.

На наступному етапі досліджень нами було поставлено задачу дослідити зміни ГНЗ у модельних системах з овочевим пюре в залежності від співвідношення МБК, овочевого пюре та цукру.

З цією метою були сплановані та проведені повнофакторні експерименти за методикою [6, 7] типу  $2^3$ , де 3 – кількість інгредієнтів, обраних для кожного напівфабрикату. Нижні та верхні рівні варіювання факторів були обрані відповідно до накладених обмежень за органолептичними показниками. Апроксимацію експериментальних даних про зміну ГНЗ проводили поліномами другого ступеня за допомогою пакету Mathcad.

Адекватність розроблених математичних моделей перевіряли за допомогою критерію Фішера при 5%-вому рівні значущості [8, 9], а значущість коефіцієнтів перевірялась за допомогою визначення довірчого інтервалу [7, 8].

Після спрощення рівнянь за рахунок незначущих коефіцієнтів були отримані наступні рівняння, що характеризують ГНЗ модельних систем у залежності від вмісту інгредієнтів у кПа:

– модельна система «МБК+ПГ+цукор»

$$Q = 1,375 \cdot 10^{-4} \cdot X_1 \cdot X_4 + 1,708 \cdot 10^{-4} \cdot X_2 \cdot X_4 + 2,943 \cdot 10^{-4} \cdot X_4^2 - 0,023 \cdot X_4 - 3,720 \cdot 10^{-4} \cdot X_4 \cdot X_2 - 2,451 \cdot 10^{-4} \cdot X_2^2 + 0,028 \cdot X_2 + 0,016 + 3,430 \cdot 10^{-3} \cdot X_1 + 1,316 \cdot 10^{-4} \cdot X_1^2 \quad (1)$$

– модельна система «МБК+ПМ+цукор»

$$Q = -1,077 \cdot 10^{-4} \cdot X_1 \cdot X_4 + 7,662 \cdot 10^{-6} \cdot X_3 \cdot X_4 + 3,815 \cdot 10^{-5} \cdot X_4^2 + 2,728 \cdot X_4 - 2,381 \cdot 10^{-4} \cdot X_4 \cdot X_3 - 1,184 \cdot 10^{-4} \cdot X_3^2 + 0,017 \cdot X_3 + 5,639 \cdot 10^{-3} + 1,562 \cdot 10^{-3} \cdot X_1 + 1,561 \cdot 10^{-4} \cdot X_1^2 \quad (2)$$

Зважаючи, якщо у трикомпонентній системі задана відсоткова кількість двох компонентів, кількість відсотків третього компонента буде встановлена автоматично, нами побудовані графіки залежності ГНЗ модельних систем від кількості овочевих компонентів у системі і кількості цукру (рис. 2 і 3).

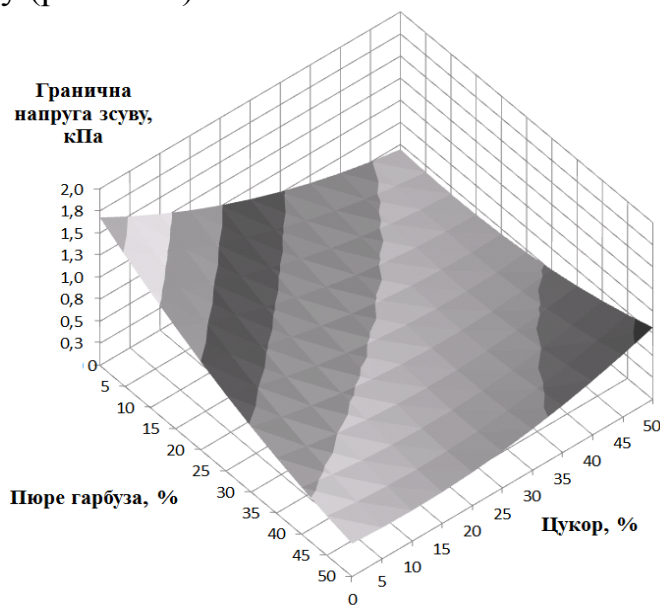


Рис. 2. Зміна ГНЗ модельної системи «МБК+ПГ+цукор» у залежності від кількості пюре гарбуза та цукру.

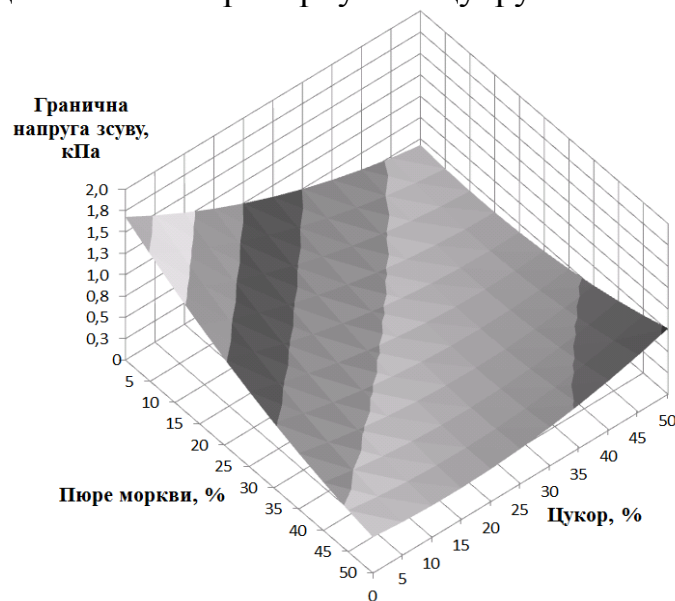


Рис. 3. Зміна ГНЗ модельної системи «МБК+ПМ+цукор» у залежності від кількості пюре моркви та цукру.

*Висновки.* Як свідчать отримані дані, підвищення концентрації цукру в обох модельних системах призводить до зниження показника ГНЗ, це можна пояснити тим, що при додаванні цукру молочні білки втрачають вологу. Також зберігається тенденція впливу овочевого пюре на зниження показника ГНЗ як в двокомпонентних, так і у трикомпонентних системах. При спільному підвищенні концентрації овочевого пюре і цукру в системі від 0% до 30% ГНЗ системи «МБК+ПП+цукор» зменшується на 74,3%, а системи «МБК+ПМ+цукор» на 75,6%.

На нашу думку, це можна пояснити тим, що пектинові речовини пюре гарбуза утворюють при взаємодії з цукром драглеподібні структури більш інтенсивно, ніж пектинові речовини пюре моркви.

На наступному етапі метою дослідження є оптимізація співвідношення рецептурних компонентів відповідно до харчової цінності, органолептичних показників і структурно-механічних властивостей.

#### Література:

1. *Юдіна Т.І.* Розробка молочно-білкового концентрату зі сколотин та його використання у технологіях продуктів харчування: Дис... канд. техн. наук: 05.18.16 – Харків, 2001. – 158 с.
2. Збірник рецептур національних страв та кулінарних виробів: Для підприємств громад. харчування всіх форм власності // О.В. Шалимінов, Т.П. Дятченко, Л.О. Кравченко та ін. – К.: Видавництво А.С.К., 2003. – 848 с.
3. *Косой В.Д.* Совершенствование процесса производства вареных колбас.— М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1983.— 272 с.
4. *Дейниченко Г.В.* Научное обоснование и разработка технологий продуктов питания повышенной пищевой ценности на основе нежирного молочного сырья: Дис... д-ра. техн. наук: 051816. – Харьков, 1997. -327с
5. *Косой В.Д.* Инженерная технология биотехнологических средств / В.Д. Косой, Я.И. Виноградов, А.Д. Малышев – СПб: ГИОРД. 2005. – 648 с.
6. Математическая теория планирования эксперимента / Под ред. С.М. Ермакова. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1983. – 392 с.
7. *Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В.* Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. – Изд-во. «Наука», М.: 1976. – 279 с.
8. *Саутин С.Н., Пунин А.Е.* Мир компьютеров и химическая технология. – Л.: Химия, 1991. – 140 с.

9. *Поринев С.В.* Компьютерное моделирование физических процессов с использованием пакета MathCAD. М.: Горячая линия – Телеком. – 2002. – 458 с.

## **ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЦЕПТУРНОГО СОСТАВА БЕЛКОВО-УГЛЕВОДНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ**

Дейниченко Г.В., Золотухина И.В., Сефиханова К.А.

*Аннотация* - статья посвящена оптимизации рецептурного состава полуфабрикатов белково-углеводных с добавлением овощных пюре с заданными органолептическими и структурно-механическими свойствами.

## **OPTIMIZATION OF PRESCRIPTION PROTEIN-CARBOHYDRATE SEMIS**

G. Deynichenko, I. Zolotukhina, K. Sefikhanova

### *Summary*

The article deals optimize prescription semi composition of protein-carbohydrate with added vegetable puree with desired organoleptic and structural and mechanical properties.

## УДК 664.002.5

**ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА ТОЧНОСТІ ПРОЦЕСУ РОЗЛИВУ ЗА УМОВ ОПТИМАЛЬНОГО ПОЄДНАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ ТА КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ГІДРАВЛІЧНОГО ТРАКТУ**

Змеєва І.М., к.т.н.

*Подільський державний агротехнічний університет*

Тел. (03849) 2-55-49

***Анотація*** – робота присвячена визначенню параметрів для підвищення продуктивності та точності процесу розливу за умов оптимального поєднання технологічних факторів та конструктивних параметрів гідравлічного тракту.

***Ключові слова*** - рідкі харчові продукти, продуктивність, точність дозування, гідравлічний тракт.

*Постановка проблеми.* Динамічний розвиток харчових і консервних переробних підприємств, застосування у виробництві нових високопродуктивних ліній, розширення асортименту продукції, збільшення випуску скляної та полімерної тари потребує застосування такого фасувального обладнання, яке спроможне було б задовольняти всі вимоги виробників, що відповідають за безпеку харчових рідин, які визначають не тільки тип та вид тари, в яку фасують ці рідини, але й умови, принципи та методи фасування.

Удосконалення фасувального обладнання повинно бути направленим на підвищення технічного рівня та якості, в тому числі, на збільшення продуктивності, покращення технологічних характеристик без суттєвого збільшення затрат на виготовлення та експлуатацію.

Підвищення продуктивності за рахунок збільшення кількості розливальних механізмів не дозволяє отримати максимальну ефективність, оскільки в цьому разі збільшується маса машини та її енергоспоживання. У даний час, як в Україні, так і за її межами, одним із перспективних напрямків у удосконаленні фасувального обладнання для розливу харчових рідин, з метою збільшення продуктивності без збільшення кількості пристроїв для розливу, вбачається можливість значного підвищення ефективності виробництва.

*Аналіз останніх досліджень.* Вагомий внесок у розвиток теорії і техніки фасувального обладнання для розливу харчових рідин зробили закордонні та вітчизняні вчені: К. Кларк, Х. Брандон, Н.Ф. Харитонов, П.Н. Галасов, С.І. Цитовський, К.П. Гетманов,



І.А. Степанов, Д.А. Ярмолинський, В.Г. Студилін, Ц.Р. Зайчик, В.А. Костін, С.М. Шамшурко, О.М. Гавва та ін.

Аналіз вітчизняної та зарубіжної науково-технічної літератури показав, що при розробці режимів та параметрів фасувального обладнання з метою підвищення його продуктивності, найбільш доцільно застосувати вплив технологічних та конструктивних параметрів на гідродинамічну поведінку харчової рідини в каналах даного обладнання [1,2,3].

Таким чином, підвищення продуктивності фасувального обладнання є актуальним і важливим, та має необхідність ґрунтовного дослідження пристроїв для фасування та дозування харчових рідин на прикладі освітленого яблучного соку, для вдосконалення обладнання з метою збільшення продуктивності та точності процесу розливу.

*Постановка завдання.* Метою статті є визначення параметрів для підвищення продуктивності та точності процесу розливу за умов оптимального поєднання технологічних факторів та конструктивних параметрів гідравлічного тракту.

*Основна частина.* Об'єктом дослідження є технологічна операція розливу освітленого яблучного соку в споживчу тару.

Предметом дослідження є технологічні, конструктивні та кінематичні параметри пристрою для розливу освітленого яблучного соку до зазначеного рівня у взаємозв'язку з показниками продуктивності та точності процесу розливу.

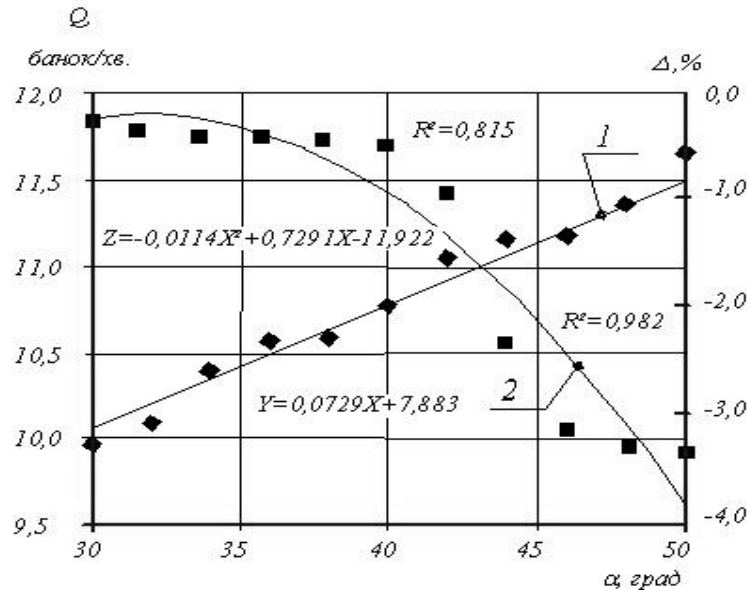
Аналіз результатів повнофакторного експерименту, представлених у вигляді рівнянь регресії [4,5] адекватно описують процес розливу освітленого яблучного соку, дають можливість побачити вплив на параметри оптимізації усіх незалежних факторів.

Для визначення впливу кута нахилу направляючої на продуктивність пристрою для розливу та точність дозування було проведено експериментальні дослідження, а також отримані регресивні залежності, представлені на рис. 1.

Критичне значення кута нахилу направляючої  $X_1$  визначалось шляхом диференціювання рівняння [4] для продуктивності пристрою для розливу та [4] для точності дозування, при закріплених факторах  $X_2$  і  $X_3$ , шляхом прирівнювання отриманого рівняння нулю та його вирішення.

При фіксованому значенні фактора  $X_2$  на його оптимальному значенні 13 мм продуктивність пристрою для розливу зростає. При збільшенні кута нахилу направляючої більше оптимального значення 30 град. зменшується точність дозування, оскільки змінюється траєкторія руху рідини в гідравлічному каналі і рідина попадає на дно банки, що призводить до турбулізації рідини в каналі та збільшення піноутворення. Зі збільшенням кута нахилу направляючої до 47 град. отримуємо неякісне наповнення тари, точність дозування понижується до – 3,15 %, при цьому продуктивність становить 11,179

банок/хв. При куті нахилу 30 град. продуктивність пристрою для розливу 9,963 банок/хв., точність дозування - 0,3 %.



1 – крива залежності продуктивності від кута нахилу направляючої;  
2 – крива залежності точності дозування від кута нахилу направляючої.

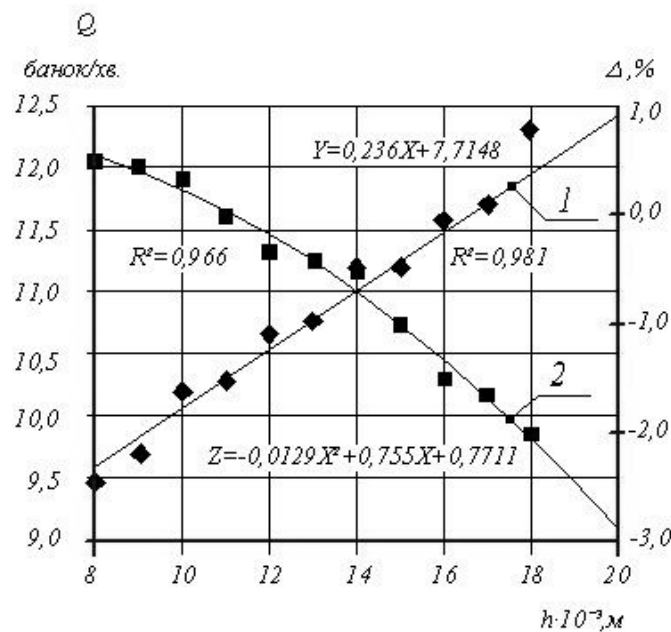
Рис. 1. Залежність продуктивності пристрою для розливу та точності дозування від кута нахилу направляючої при  $H=0,4\text{м}$ ,  $h = 0,013\text{м}$ .

На рис. 2 наведено графіки залежностей продуктивності та точності дозування від висоти підйому манжети  $h$  відносно направляючої, при фіксованих значеннях факторів  $\alpha = 40$  град.,  $H = 0,4$  мм.

Аналіз кривих дозволяє зробити висновок, що при збільшенні висоти підйому манжети відносно направляючої продуктивність пристрою для розливу зростає, при досягненні оптимального значення продуктивність веде себе таким самим чином, як і на графічній залежності (рис. 1) від кута нахилу направляючої.

Висота підйому манжети відносно направляючої впливає на точність дозування таким чином: при зміні висоти вихідної щілини від 8 до 18 мм змінюється ширина вихідного каналу, кут нахилу направляючої відносно кута дотичної до стінки банки зсувається відносно оптимального значення 30 град., що призводить до зменшення точності дозування, оскільки, як і в попередньому випадку, змінюється траєкторія руху рідини в гідравлічному каналі і рідина потрапляє на дно банки, що призводить до турбулізації рідини в каналі та збільшення піноутворення.

При висоті вихідної щілини в межах 8...11 мм продуктивність пристрою для розливу становить від 9,475 до 10,662 банок/хв., збільшення висоти підйому направляючої призводить до зниження точності дозування та складає від -0,33 % до -2 %.



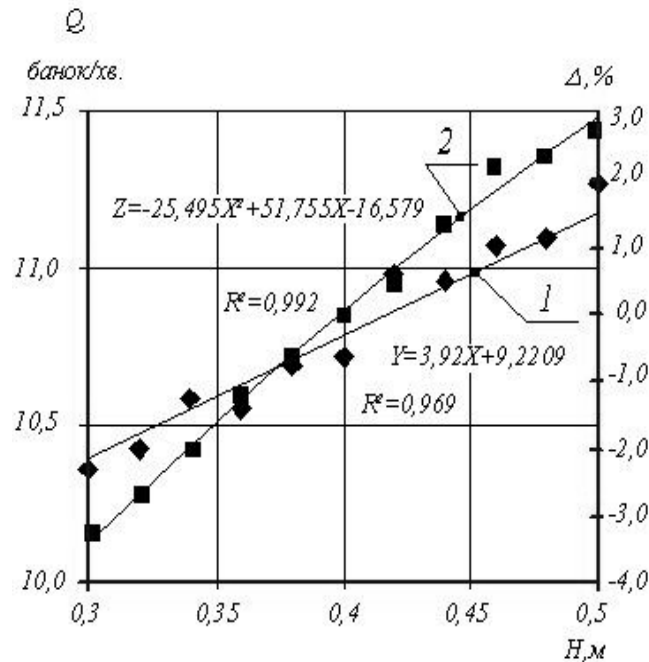
1 – крива залежності продуктивності від висоти підйому манжети відносно направляючої;  
 2 – крива залежності точності дозування від висоти підйому манжети відносно направляючої.

Рис. 2. Залежність продуктивності пристрою для розливу та точності дозування від висоти підйому манжети відносно направляючої при  $H=0,4\text{м}$ ,  $\alpha = 40$  град.

Результати експериментальних досліджень залежностей продуктивності пристрою для розливу та точності дозування від висоти стовпа рідини в пристрої для розливу зображено на відповідних графічних залежностях рис. 3, при фіксованих значеннях факторів  $\alpha=40$  град.,  $h = 13$  мм.

Найбільше значення продуктивності пристрою для розливу спостерігається при висоті стовпа рідини  $H = 0,5$  м, при цій же висоті має місце максимальне відхилення від точності дозування 2,75 %, оскільки дана висота стовпа рідини спричиняє більшу швидкість витікання рідини. При висоті стовпа рідини  $H = 0,3$  м відхилення від точності дозування складають - 3,25 %, оскільки висота стовпа рідини напряму впливає на швидкість витікання.

Найбільша продуктивність розлиального приладу спостерігається при висоті стовпа рідини  $H = 0,5$  м, при цій же висоті мають місце максимальні відхилення від точності дозування 2,75 %, що свідчить про перелив тари, оскільки дана висота стовпа рідини спричиняє більшу швидкість витікання рідини. При висоті стовпа рідини  $H = 0,3$  м відхилення від точності дозування складають - 3,25 %, як видно із графічної залежності (рис. 3), має місце недолив, оскільки висота стовпа рідини напряму впливає на швидкість витікання.



- 1 – крива залежності продуктивності від висоти стовпа рідини;  
 2 – крива залежності точності дозування від висоти стовпа рідини

Рис. 3. Залежність продуктивності пристрою для розливу та точності дозування від висоти стовпа рідини при  $h=0,013\text{ м}$ ,  $\alpha = 40$  град.

Таким чином, при аналізі проведених експериментальних досліджень взаємозв'язку технологічних та конструктивних показників процесу розливу освітленого яблучного соку з технологічними параметрами роботи пристрою для розливу встановлено лінійний характер залежностей для визначення продуктивності, та нелінійний характер залежностей для визначення точності дозування.

Експериментально встановлено, що необхідні для забезпечення високої продуктивності пристрою для розливу та точності дозування діапазони висоти підйому манжети відносно направляючої повинні знаходитися в межах від 8 до 13 мм; діапазони висоти стовпа рідини в пристрої для розливу не повинні виходити за межі 0,4 м, а кут нахилу направляючої повинен знаходитися у межах від 30 до 45 град.

Література:

1. Яролинский Д.А. Причины нарушения точности дозирования вина при разливе / "Виноделие и виноградарство СССР", 1973, №3, С. 48-51.
2. Ялпачик Ф.Ю. Влияние гидравлической системы на продуктивность дозирующего устройства. / Ф.Ю. Ялпачик, И.М. Змеєва // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. – Мелітополь: ТДАТА. – 2005. – Вип. 25. – С. 48 – 54.

3. Змеєва І.М. Обґрунтування методу визначення коефіцієнта витрат при розливі харчових рідин. / І.М. Змеєва // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. – Мелітополь: ТДАТА. – 2004. – Вип. 20. – С. 100 – 106.

4. Кюрчев С.В. Математичне обґрунтування факторів, які впливають на процес розливу харчових рідин / С.В. Кюрчев, І.М. Змеєва // Сборник научных трудов SWorld. – Вип. 1, Т. 8. – Иваново: МАРКОВА АД. – 2014. – С. 84 – 88.

5. Деклараційний патент на винахід 64321 А Україна, МПК В67С3/16. Пристрій для розливу рідини / Ф.Ю. Ялпачик, О.В. Гвоздєв, І.М. Змеєва; заявник та патентовласник ТДАТА (Україна). – №2003054252; заявл. 12.05.2003; опубл. 16.02.2004, Бюл.№2. – 5 с.

**ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И ТОЧНОСТИ  
ПРОЦЕССА РАЗЛИВА ПРИ УСЛОВИЯХ ОПТИМАЛЬНОГО  
ОБЪЕДИНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ И  
КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО  
ТРАКТА**

Змеєва І.Н.

*Аннотация* – Работа посвящена определению параметров для повышения производительности и точности процесса разлива при условиях оптимального объединения технологических факторов и конструктивных параметров гидравлического тракта.

**INCREASED PRODUCTIVITY AND PRECISION FILLING  
PROCESS WITH OPTIMAL COMBINATION OF  
TECHNOLOGICAL FACTORS AND CONSTRUCTIVE  
PARAMETERS HYDRAULIC TRACT**

I. Zmeyeva

*Summary*

The work is devoted to defining parameters for performance and precision bottling process with optimal combination of technological factors and structural parameters of the hydraulic tract.

УДК 663.42 - 028.76:001.8

## ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ НЕТРАДИЦІЙНОЇ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ В РЕЦЕПТУРАХ ПИВА

Мельник І.В., к.т.н.,

Гнатовська Д.О., магістр \*

*Одеська національна академія харчових технологій*

Тел. (048)712-41-04

**Анотація** - для підвищення конкурентоспроможності пива на сучасному ринку необхідно розробляти нові рецептури, які були б більш оригінальними та функціональними, ніж класичні сорти пива. На базі ОНАПТ була розроблена рецептура світлого пива з використанням зерна тритікале у якості несоложеної сировини. Також проаналізовані перспективи використання імбиру, цитрусової цедри та кориці з метою створення нових сортів пінного напою.

**Ключові слова** – апельсинова цедра, імбир, кориця, тритікале, лимонна цедра.

*Постановка проблеми.* На сьогоднішній день пиво вважається одним з самих популярних алкогольних напоїв у світі. Саме тому пивоваріння в Україні є перспективною галуззю, яка з кожним роком розширюється за рахунок використання нових технологій, сучасного обладнання та оригінальних рецептур. Рівень споживання різних алкогольних напоїв, у тому числі, пива, приведений на рисунку 1.

Декілька років тому в Україні з'явився ще один сегмент ринку пива, який почав функціонувати нарівні з великими пивоварними заводами – крафтове пивоваріння. У період з 2010 по 2015 роки всього було відкрито більше 162 міні-пивоварен, проте тільки 60 % з них продовжують функціонувати і сьогодні. Більше усього міні-пивоварен знаходяться на заході та півдні України, а також у Києві.

*Аналіз останніх досліджень.* Основною причиною популярності крафтового пивоваріння є можливість запропонувати споживачеві нетрадиційні сорти пінного напою, які поєднують у собі усі переваги класичного пива з додаванням оригінальних компонентів, що підвищують фізіологічні та органолептичні властивості напою.

---

© Мельник І.В. к.т.н., доц., Гнатовська Д.О., магістр

\* Науковий керівник – Мельник І.В., к.т.н., доц.

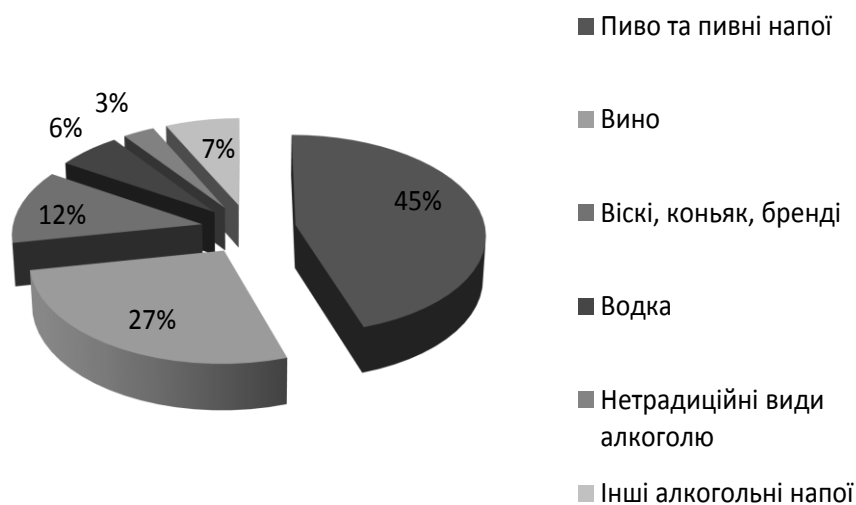


Рис. 1. Споживання різних видів алкоголю у світі (у %).

Проте, не всі запропоновані рецептури будуть користуватися попитом у споживачів. Тому був проведений ряд маркетингових досліджень, які дозволили визначити найпопулярніші компоненти серед потенційних клієнтів міні-пивоварень (рисунок 2).

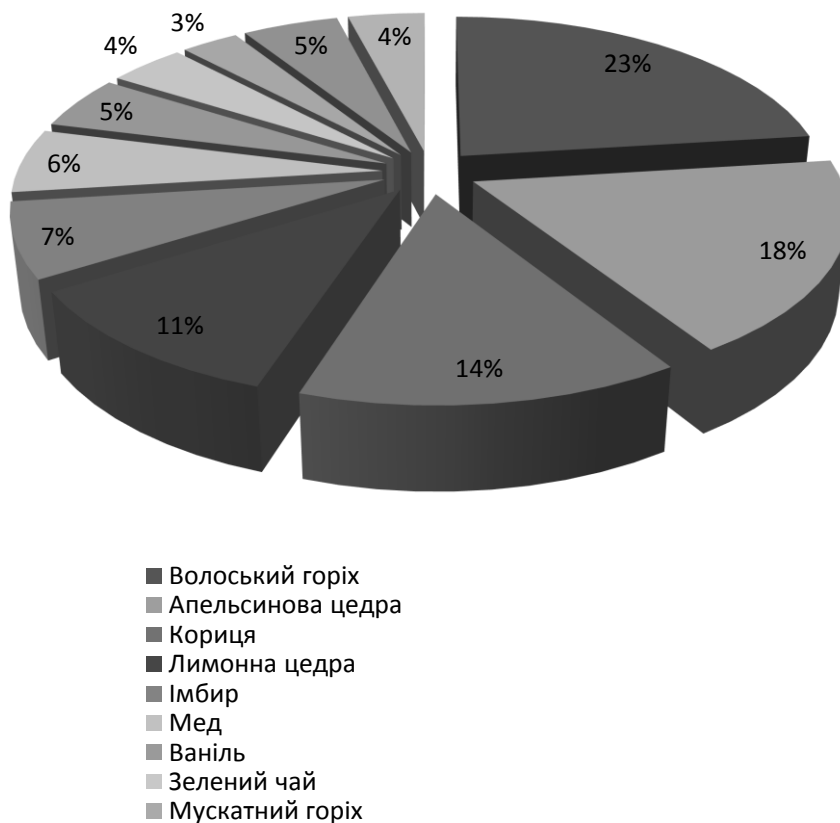


Рис. 2. Результати маркетингових досліджень вибору нових компонентів пива.

*Формулювання цілей статті.* Після аналізу результатів проведених досліджень було прийнято рішення створити три нових рецептури пива, а саме: з використанням тритікале, світле імбирно-лимонне та темне – апельсиново-коричне. Рецептура горіхового пива (горіх – найбажаніший серед споживачів компонент) вже розроблена на базі Одеської національної академії харчових технологій. Тритікале включено в рецептуру пива завдяки високим фізіологічним показникам.

Тритікале – це гібрид пшениці (*Triticum*) та жита (*Secale*). Тритікале за багатьма показниками (урожайність, вміст білка та незамінних амінокислот, харчова цінність та ін.) значно краще, ніж інші зернові культури. Саме тому цей гібрид є перспективною культурою для отримання солоду, хлібопекарського борошна, крохмалю, комбікормів.

У зерні тритікале, в залежності від сорту, міститься (% від сухих речовин – СР): крохмалю – 62,13-66,70 %, білка – 9,75-14,80 %, гумміречовин – 1,72-3,48 %, геміцелюлози – 5,45-7,28 %, жирів – 2,1-2,5 %, зольних елементів – 1,7-2,2 %.

Цитрусова цедра – це зовнішній шар шкірки цитрусових, який знімається спеціальним гострим ножом. Дуже важливо зняти саме тонкий верхній шар, так як біла частина має неприємну гіркоту навіть після обробки. У цедрі міститься велика кількість ефірних олій, вітамінів, макроелементів. Цедра володіє сильними антибактеріальними властивостями. Вітамін С у поєднанні з рядом ефірних олій дозволяє боротися з вірусними хворобами, а також іншою хвороботворною мікрофлорою. Тому додавання цього компонента дозволить не тільки покращити фізіологічні властивості пива, а ще й збільшити стабільність напою.

Аскорбінова кислота сприяє підвищенню імунітету проти респіраторно-вірусних захворювань, знімає запалення та відповідає за роботу усіх систем органів. Харчові волокна цедри позитивно впливають на діяльність шлунково-кишкового тракту, товщину стінок судин, шкіру та кліткове оновлення. Кальцій сприяє виробленню нової кісткової тканини та відновленню пошкоджених суглобів. Калій покращує роботу нервової системи, пам'ять, реакцію.

Усі вищезгадані речовини органічної природи (особливо вітамін С) дуже чутливі до високих температур. При варці пивного суслу додавати цедру недоцільно, а змішування екстрактів з готовим пивом не дасть потрібного органолептичного ефекту. Тому екстракт цедри необхідно вносити на стадії бродіння або доброджування молодого пива.

Кориця – це спеція, яка отримується шляхом подрібнення кори та гілок коричневого дерева. Рослина вирощується в Індії, Бразилії,



Єгипті та Шрі-Ланці. Головна умова додавання кориці в рецептуру пива – висока температура, яка є каталізатором екстракції активних речовин.

Корицю цінять не тільки за тонкий смак та ніжний аромат, але й за високий вміст клітковини та кальцію. Аромат цієї пряності дозволяє позбавитись від головної болі, нормалізувати тиск та сердечний ритм. При регулярному споживанні кориці знижується рівень холестерину в крові.

Імбир – популярна східна спеція. Частіше усього її використовують у вигляді порошку, отриманого з кореня цієї рослини. Імбир використовується не тільки в кулінарії, але й у медицині, оскільки він володіє багатьма корисними властивостями. Імбир здатен зняти запалення, нормалізувати температуру та тиск, підвищити імунітет проти вірусних захворювань. Люди, які регулярно споживають корінь імбиру у своєму раціоні, рідше мають проблеми з шлунково-кишковим трактом, нервовою та серцево-судинною системою. Джинджероли, які містяться у цій рослині, повністю пригнічують розвиток ракових клітин. Крім користі, корінь цієї рослини володіє незвичайними смаковими якостями та тонізуючим ефектом.

*Основна частина.* На сьогоднішній день з запропонованих рецептур пива перспективною є та, де не просто додається новий компонент, а замінюється один з основних на більш економний та корисний. І таким компонентом є зерно тритікале.

Таблиця 1 – Порівняльна характеристика ячменю и тритікале

Показник	Тритікале	Ячмінь
Потенційна продуктивність, ц/га	50-80	40-60
Абсолютна маса 1000 зерен, г	50-60	35-40
Вміст білка, %	12-16	11-11,5
Вміст крохмалю, %	56-64	58-68
Амілолітична здатність, од/г СВ	4-6	–
Екстрактивність, %	76-81	78,5-80
Здатність до пророщування, %	90-97	92-95
Сахароза, %	2,5-3,0	1,7-2,0
Некрохмальні полісахариди, %	2,0-5,0	3,5-7,2
Гемміцелюлоза (пектинові), %	7,0-11,0	10,0-13,0
Ліпіди, %	3,0-5,0	1,9-2,6
Зольні речовини, %	2,0-3,0	2,1-3,0

Тритікале перевершує ячмінь по загальній кількості екстракту та білковій розчинності, містить значну кількість незамінних амінокислот. Засвоєння білка цієї культури краще, чим пшениці та

жита. Цим і пояснюється його висока харчова цінність. Тритікале містить такі мінеральні речовини, як фосфор, калій, магній, кальцій, марганець, залізо, мідь, цинк, бор, кобальт, фтор та ін. Порівняльна характеристика ячменя та тритікале (таблиця 1) свідчить про можливість використання останнього у якості сировини для виробництва пива.

Сусло з тритікале готували наступним чином: зважували 500 г подрібненого зерна тритікале з проходом через сито діаметром 1 мм 95...100 %. Подрібнені зерна змішували з холодною водою у кількості 2,5 л (гідромодуль 1:5), підігрівали до температури 90-93 °С. Після перевірки на йодну пробу якості гідролізу отриману масу відфільтрували. Перші порції повертались на фільтрацію. Після закінчення фільтрування дробину промивали гарячою водою до вмісту сухих речовин у промивних водах 1-2 % та визначали вміст сухих речовин у отриманому суслі. У таблиці 2 приведена порівняльна характеристика пивного сусла з ячмінного солоду та зерна тритікале.

Таблиця 2 – Порівняльна характеристика сусла з ячмінного солоду та зерна тритікале

Показник	Сусло з ячмінного солоду	З зерна тритікале
Масова концентрація екстрактивних речовин, %	11,0	11,0
Кислотність, см <sup>3</sup> NaOH конц. 1 моль/дм <sup>3</sup> на 100 см <sup>3</sup> сусла	1,7	1,3
pH	5,0	5,4
Вміст азотистих речовин, мг у 100 см <sup>3</sup> сусла	11,2	16,1
Повнота оцукрювання	Повне оцукрювання крохмалю	

Приведені дані свідчать, що, навіть при однаковій кількості екстрактивних речовин, по іншим показникам сусло з тритікале має певні відмінності від солодового сусла. Кислотність менше, відповідно, на 55,5 та 23,5 %; pH більше на 0,4 од.; вміст азотистих речовин більше на 43,7 %.

*Висновки.* На базі Одеської національної академії харчових технологій розробляються три рецептури пива: з тритікале, світле з імбиром та лимонною цедрою, та темне – з корицею та апельсиною цедрою. Тритікале, як сировина для пивоваріння, вже повністю досліджене, тому його можна використовувати при розробці пивних

рецептур. Що стосується інших компонентів, то вони ще знаходяться на стадії дослідження.

Крім того, можна зробити наступні висновки:

1. Запропоновані рецептури актуальні для впровадження на міні-пивоварнях Одеського регіону, так як вони не потребують реорганізації обладнання та нарощування нових потужностей.

2. Очікується позитивний економічний ефект у зв'язку з впровадженням нових оригінальних рецептур, які раніше не використовувались на території України.

3. Крафтове пивоваріння Одеського регіону буде виведено на європейський рівень, де сорти пива з фізіологічними властивостями користуються великим попитом.

Література:

1. Інтернет-ресурс «Пивное дело» <http://www.pivnoe-delo.info/>.

2. Меледина Т.В. Сырье и вспомогательные материалы в пивоварении / Т.В. Меледина. – СПб.: «Профессия», 2003. – 304 с.

3. Кунце В. Технология солода и пива. – СПб.: «Профессия», 2001. – 912 с.

4. Домарецький В.А. Технологія солоду та пива: Підручник. – К.: Фірма «ІНКОС», 2004. – 426 с.

5. Анискин В.И., Еркинбаева Р.К., Налеев А.О. Технологические особенности зерна тритикале и пути повышения эффективности его использования. – М.: ВНИИТЭИ Агропром, 1992. – С. 43-46.

6. Мельник И.В., Литвинчук А.И. Перспективы использования тритикале в пивоварении / Праці Міжнародної науково-практичної конференції «Прогресивна техніка та технології харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі. Економічна стратегія і перспективи розвитку сфери торгівлі та послуг», 18 жовтня 2012р. – Харків: ХДУХТ, 2012. – С. 32-34.

7. Мельник І.В., Домарецький В.А. Можливість використання тритікале для виробництва пивоварного солоду // IV Всеукраїнська науково-практична конференція «Новітні тенденції у харчових технологіях та якість і безпечність продуктів», 5-6 квітня 2012р. – Львів, 2012. – С. 41-44.

8. ДСТУ 3769-98. Ячмінь. Технічні умови. – Введ. 1998-07-01. – К.: Державний комітет стандартизації, метрології та сертифікації України, 1998. – 20 с.

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕТРАДИЦИОННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ В РЕЦЕПТУРАХ ПИВА**

Мельник И.В., Гнатовская Д.А.

*Аннотация* – для повышения конкурентоспособности пива на современном рынке необходимо разрабатывать новые рецептуры, которые были бы более оригинальными и функциональными, чем классические сорта пива. На базе ОНАПТ была разработана рецептура светлого пива с использованием зерна тритикале в качестве несоложенного сырья. Также проанализированы перспективы использования имбиря, цитрусовой цедры и корицы с целью создания новых сортов пенного напитка.

## **PROSPECT OF USING UNCONVENTIONAL PLANT MATERIALS IN BEER'S RECIPES**

I. Melnik., D. Hnatovskaya

### *Summary*

To improve the competitiveness of beer on the market necessary to develop new formulations that are more original and functional than classic beers. On the basis of ONAFT was developed formulation of light beer with grain triticales as unmalted raw materials. Also analyzed the prospects for the use of ginger, citrus peel and cinnamon to create new varieties of beer.

УДК 631.563.4

## РЕЗУЛЬТАТИ ПОШУКОВОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ ПРОТИТЕЧІЙНО-СТРУМИННОГО ЗМІШУВАННЯ БЕЗАЛКОГОЛЬНИХ НАПОЇВ

Полудненко О.В., асистент\*

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел. (06192) 42-13-06

**Анотація** – у статті наведено результати пошукового експерименту із дослідження протитечійно-струминного змішування купажного сиропу з водою в лабораторній установці. Побудовано залежності концентрації сиропу у готовому розчині від тиску подачі води при різних значеннях відстані між соплами форсунок. Встановлено оптимальні діапазони варіювання факторів основного експерименту; визначено вплив відстані між форсунками на концентрацію сиропу в готовому розчині.

**Ключові слова** – експеримент, рідина, форсунка, змішування, аналіз.

*Постановка проблеми і її зв'язок із найважливішими науковими та практичними завданнями.* Сьогодні усе більшою популярністю користуються безалкогольні напої. Такі напої являють собою водні розчини харчових інгредієнтів і призначені, головним чином, для тамування спраги і підтримання водно-сольового балансу організму. Також напої мають певну харчову цінність, а в деяких випадках виконують лікувально-профілактичні або тонізуючі функції, обумовлені уведенням у рецептуру спеціальних добавок. Одним з основних процесів при виготовленні безалкогольних напоїв є перемішування рідких компонентів – підготовленої води з купажним сиропом.

З огляду на зростаючі об'єми виробництва безалкогольних напоїв актуальними є розробка і впровадження у виробництво змішувачів апаратів, які забезпечать якісне перемішування рідких компонентів при мінімальних витратах енергії і часу.

*Аналіз останніх досліджень і публікацій.* Ця робота є складовою частиною циклу статей, присвячених струминному змішуванню рідких компонентів. У попередніх статтях було обгрунтовано спосіб перемішування [1], конструкція змішувача апарату [2], метод оцінювання якості перемішування [3], теоретично

---

© Полудненко О.В., асистент

\* Науковий керівник – к.т.н., доц. Самойчук К.О.

визначено один з найважливіших конструктивних параметрів – відстань між соплами форсунок [4].

Схему конструкції протитечійно-струминного змішувача представлено на рисунку 1.

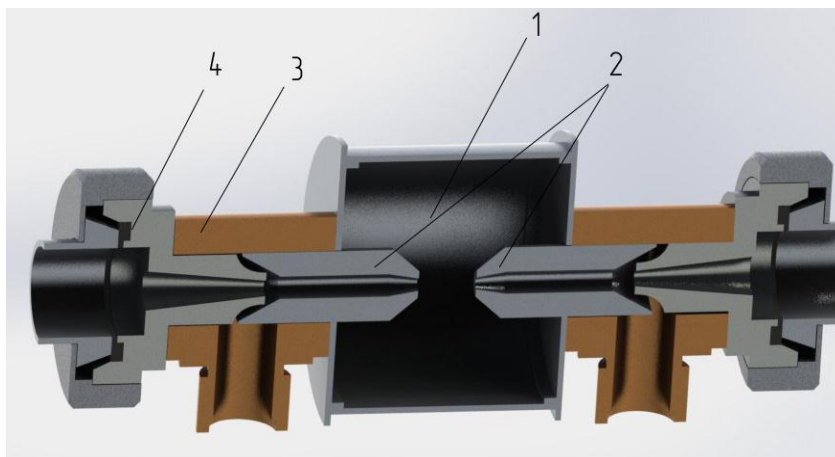


Рис. 1. Протитечійно-струминний змішувач: 1 – камера змішування; 2 – форсунка; 3 – корпус камери уводу підмішуваного компоненту; 4 – ежектор.

У результаті теоретичних досліджень визначено, що оптимальна відстань між соплами форсунок змішувача з умови отримання найбільшої продуктивності і найвищого ступеня перемішування (при постійному значенні надлишкового тиску) залежить від діаметра сопел форсунок і повинна дорівнювати діаметру сопла форсунки.

Для перевірки результатів теоретичних досліджень було розроблено лабораторний пристрій для експериментального дослідження струминного змішування.

*Постановка завдання.* Перед проведенням експериментальних досліджень, внаслідок великої кількості факторів та недостатності апріорної інформації про об'єкт дослідження, є необхідність у проведенні пошукового експерименту.

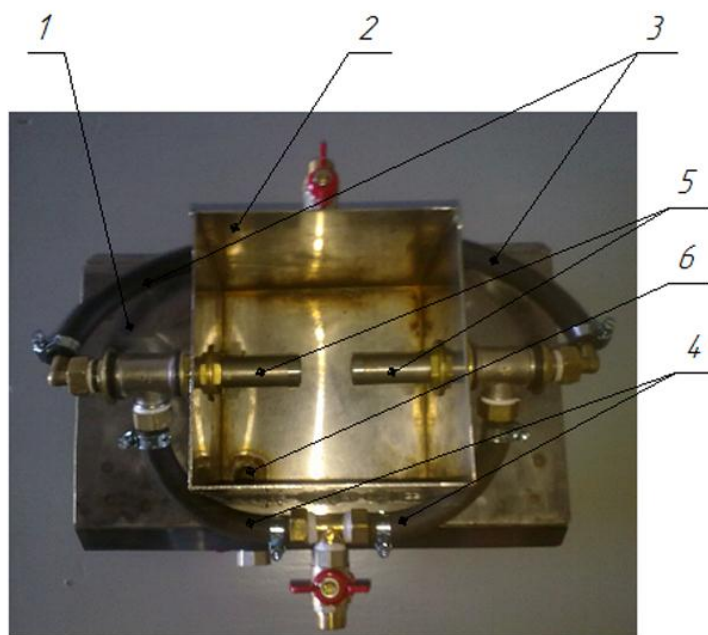
Задачами пошукового експерименту були:

- встановлення оптимального діапазону варіювання факторів основного експерименту;
- знаходження верхніх та нижніх меж коливання факторів;
- визначення впливу відстані між форсунками на концентрацію підмішуваного компонента в готовому розчині.

*Виклад основного матеріалу дослідження.* Технологія виготовлення безалкогольних напоїв – це комплекс конкретних операцій, які здійснюються у певній послідовності. У першу чергу, на обладнанні водопідготовки очищується і пом'якшується вода, яка

буде використана для приготування напоїв. Підготовлена вода надходить у збірник. Звідти, за допомогою насоса, вона подається на мембранний фільтр і направляється у холодильник, насичуючись диоксидом вуглецю. Потім здійснюється змішування води з купажним сиропом.

Для проведення експериментальних досліджень процесу змішування води з купажним сиропом було розроблено і виготовлено експериментальну установку, конструктивні особливості якої захищені патентом України на корисну модель [5]. Загальний вид установки показано на рисунку 1. На станині 1 встановлено камеру змішування 2, в якій співвісно встановлені дві ідентичні форсунки 5; через патрубки подачі основного компонента 3 у форсунки 5 під тиском подається підготовлена вода, через патрубки подачі підмішуваного компонента 4 подається купажний сироп при атмосферному тиску подачі. Змішаний продукт через вихідний отвір 6 відводиться у збірник.



1 – станина; 2 – камера змішування; 3 – патрубки подачі основного компонента; 4 – патрубки подачі підмішуваного компонента; 5 – форсунка; 6 – вихідний отвір.

Рис. 2. Лабораторна установка для дослідження процесу змішування.

На описаній лабораторній установці досліджувався вплив технологічних і кінематичних параметрів на процес змішування.

З умови отримання високого ступеня змішування рідини швидкість у момент зіткнення повинна бути максимальною. На підставі аналізу математичних залежностей і результатів моделювання

процесу струминного змішування у програмному комплексі ANSYS [4] було визначено, що максимальна якість змішування досягається при  $a=d_c$ .

З огляду на результати аналітичних досліджень для проведення пошукового експерименту були визначені такі межі варіювання факторів:

- відстань між соплами форсунок (нижня межа 4 мм, верхня – 8 мм, крок зміни фактору – 2 мм),
- тиск подачі води (нижня межа 1,2 атм, верхня – 3,6 атм, крок зміни фактору – 1,2 атм),
- рівень купажного сиропу відносно осі форсунок (нижня межа 200 мм, верхня – 400 мм, крок зміни фактора – 100 мм).

Експериментальні дослідження проводилися за такою методикою: основа, якою виступає водопровідна вода ГОСТ 2874-82 температурою 20° С (290° К) і щільністю 1000 кг/м<sup>3</sup>, подається в ежектор під тиском. При проходженні крізь ежектор кінетична енергія потоку води підвищується, а потенційна знижується до створення розрідження, що досягає максимального значення у місці найбільшого звуження потоку, тобто на виході з ежектора. У камеру уводу підмішуваного компонента підводився купажний сироп «Лимонад» на основі підсолоджувача аспартам температурою 20° С (290° К) і щільністю 1050 кг/м<sup>3</sup> під атмосферним тиском. При проходженні струменя води крізь камеру уводу підмішуваного компонента, у потік води ежектуються купажний сироп. При проходженні струменя крізь форсунку відбувається попереднє змішування основного компонента з підмішуваним, а при зіткненні струменів відбувається остаточне змішування рідких компонентів. Розмір камери уводу підмішуваного компонента в обох форсунках встановлено постійним. Визначення концентрації купажного сиропу в змішаному розчині визначалась за допомогою рН-міру Checker (виробник Hanna Instruments).

Відстань між соплами форсунок змінювали осьовим переміщенням форсунок у напрямних втулках.

Тиск подачі води змінювали за допомогою вихрового насоса (виробник KENLE,  $H_{\max}=50\text{м}$ ,  $Q_{\max}=50\text{л/хв}$ ), контроль тиску подачі води в змішувач здійснювали за допомогою манометра (ГОСТ 2405 – 88 межі вимірювання – до 6 атм).

Змінювали напір купажного сиропу при подачі його в камеру підводу підмішуваного компонента зміною висоти ємності з купажним сиропом відносно осі форсунок змішувача.

У результаті проведення пошукового експерименту отримані такі залежності.



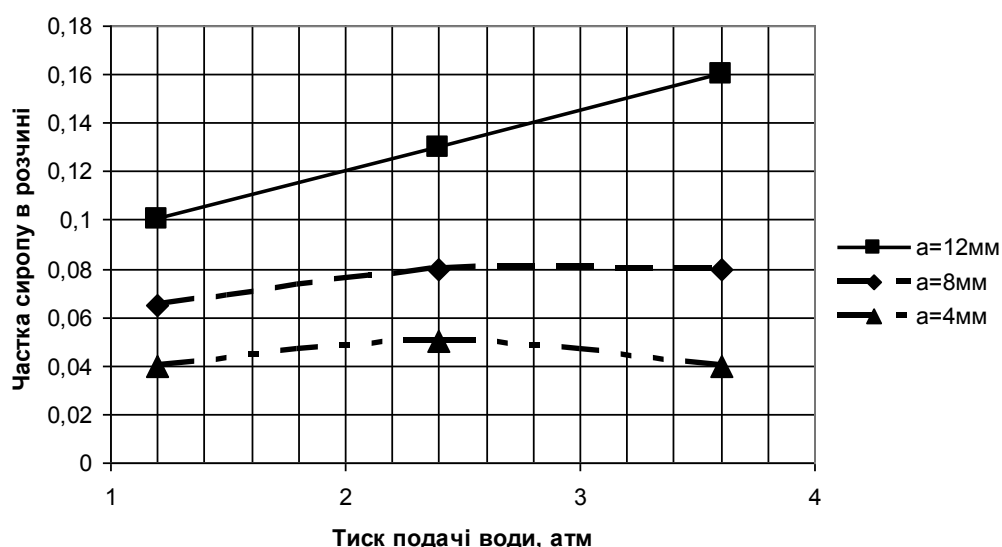


Рис. 3. Залежність частки сиропу в змішаному розчині від тиску подачі води при різних значеннях відстані між соплами форсунок  $a$ , мм. Напір купажного сиропу 0,3 м.

Аналізуючи отримані залежності, можна сказати, що при напорі купажного сиропу 0,3 м відбувається наступне: при відстані між соплами форсунок 4 мм (відстань дорівнює діаметру сопла) частка купажного сиропу в розчині змінюється у межах від 0,04 до 0,05, при чому, спочатку при зростанні тиску від 1,2 до 2,4 атм концентрація сиропу в розчині зростає, а при подальшому зростанні тиску – знижується до значення 0,04. При відстані між форсунками 8 мм (відстань дорівнює двом діаметрам сопла форсунки) із зростанням тиску концентрація сиропу в розчині зростає від 0,065 (при тиску 1,2 атм) до 0,08 (при тиску 2,4 атм) і у подальшому із зростанням тиску залишається незмінною. При відстані між форсунками 12 мм (відстань дорівнює трьом діаметрам сопла форсунки) із зростанням тиску концентрація сиропу в розчині зростає майже лінійно від 0,1 (при тиску 1,2 атм) до 0,16 (при тиску 3,6 атм).

При напорі купажного сиропу 0,4 м отримали такі залежності: при відстані між соплами форсунок 4 мм із зростанням тиску концентрація сиропу в розчині зростає від 0,05 (при тиску 1,2 атм) до 0,08 (при тиску 2,4 атм) і у подальшому із зростанням тиску залишається незмінною. При відстані між форсунками 8 мм і 12 мм залежність концентрації сиропу у розчині від тиску подачі води має майже лінійний характер, із зростанням тиску зростає концентрація. При відстані 8 мм концентрація сиропу змінюється у межах від 0,08 (при тиску 1,2 атм) до 0,15 (при тиску 3,6 атм). При відстані між соплами форсунок 12 мм – від 0,1 (при тиску 1,2 атм) до 0,25 (при тиску 3,6 атм).

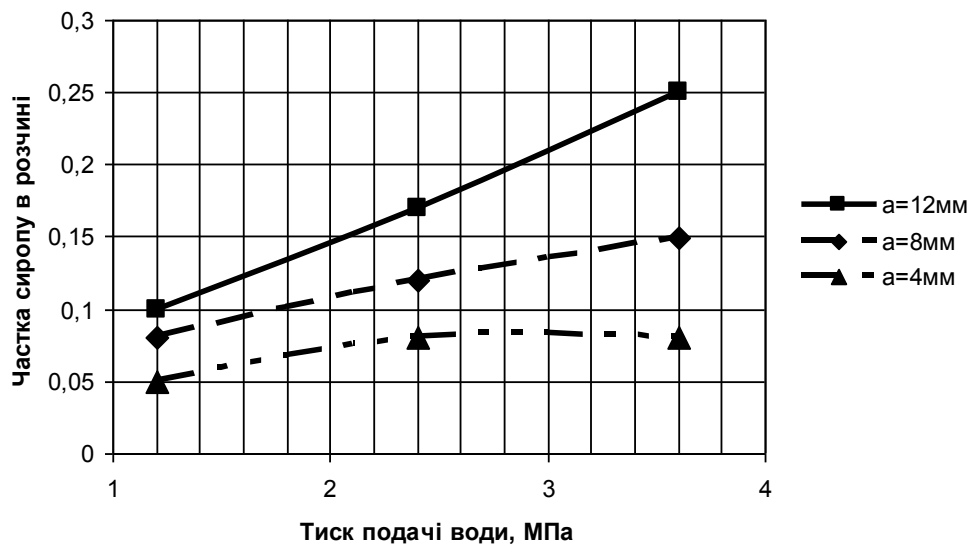


Рис. 4. Залежність частки сиропу в змішаному розчині від тиску подачі води при різних значеннях відстані між соплами форсунок. Напір купажного сиропу 0,4м.

За отриманими залежностями можна відзначити, що із зменшенням відстані між форсунками від 12 мм (що дорівнює трьом діаметрам сопла форсунки  $a=3d_c$ ) до 4 мм (тобто  $a=d_c$ ) частка сиропу у змішаному розчині зменшується. Це відбувається внаслідок того, що на струмінь рідини, яка витікає із сопла форсунки, діє зустрічний струмінь. Тиск, який виникає у зоні зіткнення струменів, призводить до того, що рідина основного потоку (вода) не захоплює достатньої кількості підмішуваного компонента (купажного сиропу), а при рівні купажного сиропу відносно осі форсунок менше або рівному 200мм, взагалі, відбувається потрапляння рідини основного потоку у кільцеву щілину подачі підмішуваного компонента і далі у гідропровід подачі купажного сиропу.

При відстані між соплами форсунок 12мм ( $a=3d_c$ ), тиску подачі води 0,36 МПа, напорі купажного сиропу 0,4м отримали частку сиропу у змішаному розчині 0,25, що є позитивним результатом, так як за технологічною інструкцією виготовлення безалкогольного напою «Лимонад» купажний сироп повинен змішуватись з водою у пропорції 1:4.

*Висновки і перспективи подальших досліджень.* Одним з найважливіших конструктивних параметрів, що впливає на забезпечення потрібної концентрації підмішуваного компонента і якість перемішування, є відстань між соплами форсунок. У результаті проведення пошукового експерименту було виявлено, що при відстані між форсунками, рівній діаметру сопла форсунки, частка купажного сиропу у готовому розчині зменшується із збільшенням тиску подачі

основного компонента – води. Незалежно від напору подачі купажного сиропу, із збільшенням відстані між форсунками від  $a=d_c$  до  $a=3d_c$  частка сиропу у змішаному розчині збільшується.

Аналіз результатів пошукового експерименту дозволив встановити оптимальний діапазон варіювання факторів основного експерименту: тиск подачі основного компонента (води) 3 – 5атм; напір подачі підмішуваного компонента (купажного сиропу) 0,3 – 0,5м; відстань між соплами форсунок 10 – 20мм.

У подальших дослідженнях планується дослідити оптимальне співвідношення площі кільцевої щілини, вплив початкового діаметра струменя основного компонента і діаметра сопла форсунки та відстані між соплами форсунок у протитечійно-струминному змішувачі.

#### Література:

1. *Самойчук К.О.* Аналіз обладнання для перемішування рідких компонентів / К.О. Самойчук, О.В. Полудненко // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. - Мелітополь: ТДАТУ. - 2011. – Вип. 11., т.6. - С. 226 – 233.

2. *Самойчук К.О.* Обоснование конструкции смесителя жидких компонентов с помощью компьютерного моделирования / К.О. Самойчук, О.В. Полудненко // Актуальные проблемы научно-технического прогресса в АПК: сборник научных статей. – Ставрополь: АГРУС Ставропольского гос. Аграрного у-та, 2013 – 140с.

3. *Циб В.Г.* Аналіз методів оцінювання якості змішування рідких компонентів при виробництві безалкогольних напоїв / В.Г. Циб, О.В. Полудненко // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь:ТДАТУ. - 2014. – Вип.14., т.1

4. *Самойчук К.О.* Визначення відстані між соплами форсунок протитечійно-струминного змішувача безалкогольних напоїв/ К.О. Самойчук, О.В. Полудненко, В.Г. Циб // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. - Мелітополь: ТДАТУ. - 2015. – Вип. 15., т.1. - С. 30 – 38.

5. Пат. 91740, Україна, МКИ<sup>5</sup> А01J 11/00. Пристрій для струминного змішування рідких компонентів /Самойчук К.О., Полудненко О.В.; заявник і патентовласник Таврійський державний агротехнологічний університет. – № u201402154 ; заявл. 03.03.2014; опубл. 10.07.2014. Бюл. № 13.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ПОИСКОВОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ПРОТИВОТОЧНО-СТРУЙНОГО СМЕШИВАНИЯ БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ**

Полудненко О.В.

*Аннотация* – в статье представлены результаты поискового эксперимента по исследованию противоточно-струйного смешивания купажного сиропа с водой в лабораторной установке. Построены зависимости концентрации сиропа в готовом растворе от давления подачи воды при различных значениях расстояния между соплами форсунок. Установлены оптимальные диапазоны варьирования факторов основного эксперимента; определено влияние расстояния между форсунками на концентрацию сиропа в готовом растворе.

## **EXPERIMENT OF SEARCH RESULTS PROTYTECHIYNO-JET MIXING SOFT DRINKS**

O. Poludnenko

### *Summary*

The results of the search experiment research protytechiyno-jet mixing syrup blended with water in a laboratory setting. Built depending syrup concentration in the final solution of the water supply pressure at different values of the distance between the nozzle injectors. The optimal ranges of variation of the main factors of the experiment; the influence of the distance between the nozzles on the concentration in the finished syrup solution.

УДК 636.085.62

## ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЗМІВ ГРАНУЛЮВАННЯ

Олексієнко В.О., к.т.н.,

Червоткіна О.О., асистент, \*

Циб В.Г., старший викладач

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел.(0619) 42-13-06

**Анотація** – робота присвячена дослідженню механізмів, що дозволяють реалізовувати ефективний процес отримання гранульованих продуктів .

**Ключові слова** – ущільнення, гранулятори, енергоємність, матриця.

*Постановка проблеми.* Одним із пріоритетних напрямків розвитку промисловості України є енергозбереження, під яким слід розуміти створення машин і технологій, що забезпечують менші витрати електроенергії на одну тону продукції.

*Аналіз останніх досліджень.* Процеси гранулювання використовуються у багатьох галузях. У сільському господарстві - це приготування високопоживних кормів, виготовлення органічних добрив на основі торфу; в області теплоенергетики – це створення паливних брикетів з торфу, картону і деревних відходів; у будівельній галузі – це виготовлення теплоізоляційних плит та ін.

Відповідно з призначенням гранул технологія їх приготування складається з декількох послідовно виконуваних операцій. Традиційна (загальна) технологія заготівлі гранул включає подрібнення компонентів до заданого розміру часток, дозування компонентів, змішування, кондиціонер (зволоження або зволоження з підігрівом), гранулювання, сортування, охолодження і затарювання.

У всіх технологічних лініях основною операцією є ущільнення підготовленої кормової суміші до заданих розмірів і щільності – гранулювання (брикетування). Технологічна операція гранулювання є сукупністю послідовно здійснюваних впливів на кормову суміш і конкретно обумовлюється типом робочого органу гранулятора. У матричних грануляторах це дозована подача, стиснення суміші в зазорі матриці і ролика, стиснення її у звужуючому просторі, впресування в матричний канал, проштовхування уздовж матричного каналу, поділ на окремі гранули.

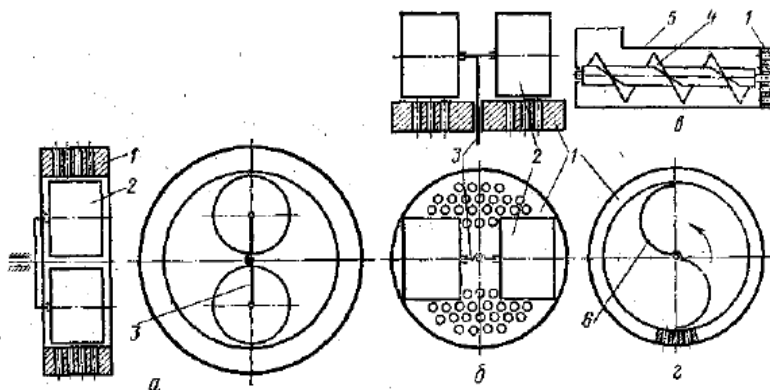
---

© Олексієнко В.О., к.т.н., доцент, Червоткіна О.О., асистент, Циб В.Г., ст. викладач

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

*Основна частина.* Основні схеми пресуючих механізмів грануляторів, що виготовляються промисловістю в даний час, представлені на рисунку 1. Робочий орган пресуючого механізму, що має фільтри, зазвичай називають матрицею. Матриця 1 являє собою товстостінне перфороване радіальними фільтрами кільце (рисунок 1, а, г) або диск, у якому вісі фільтрів паралельні осі диска (рисунок 1, б, в). На схемах, зображених на рисунку 1, а, б, тиск у комбікормі створюється при взаємодії матриці з іншим робочим органом – пресуючим роликом 2. Матриця і ролики з'єднуються з механізмом водилом 3 так, що пресуючі ролики перекочуються по робочій поверхні матриці.

Циліндрична зовнішня поверхня пресуючого ролика має рифлення, нанесене паралельно осі обертання ролика, або густу перфорацію нескрізними циліндричними отворами. Нерівності поверхні призначені для кращого зчеплення пресуючого ролика з матеріалом. Ролики встановлюють таким чином, щоб зазор між робочими органами був мінімальний.



*а* – з кільцевою матрицею і пресуючими роликами; *б* – з плоскою матрицею у вигляді диска і циліндричними пресуючими роликами; *в* – шнековий з плоскою матрицею; *г* – з кільцевою матрицею і пресуючими лопатками; 1 – матриця; 2 – пресуючий ролик; 3 – водило; 4 – шнек; 5 – корпус; 6 – лопатки.

Рис. 1. Схеми пресуючих механізмів для гранулювання комбікормів.

У процесі пресування щільність кормової суміші з матриці, що має площу поперечного перерізу  $S$  і довжину  $L$ , заповненої порцією кормової суміші вагою  $Q$ , збільшується від значення

$$\gamma_0 = \frac{Q}{LS}, \quad (1)$$

де  $L_0$  – довжина пресуючого каналу, яку б займала неушільнена м'язга

$$\gamma = \frac{Q}{(L - \Delta L)S}, \quad (2)$$

де  $L$  - довжина пресувального каналу, який займає остаточно спресована м'язга

$$\gamma - \gamma_0 = \frac{QS}{(L - S)LU}. \quad (3)$$

Враховуючи (1) запишемо

$$\gamma - \gamma_0 = \frac{\gamma_0 \Delta L}{L - \Delta L}.$$

Із співвідношення  $\gamma = \gamma_0 + \frac{P}{K + mP},$

$$P = \frac{k(\gamma - \gamma_0)}{1 - m(\gamma - \gamma_0)}. \quad (4)$$

Підставивши у вираз (5) значення з (4), отримаємо  $\gamma - \gamma_0$  з (4) отримаємо закономірність зміни тиску на пуансоні залежно від його переміщення і початкової щільності корму, тобто

$$P = \frac{k\gamma_0 \Delta L}{L - (m\gamma_0 + 1)\Delta L}. \quad (5)$$

Очевидно, що при  $L=0$ ,  $P$  також дорівнює 0, а при  $L \rightarrow L, P \rightarrow \infty$ , що відповідає фізичному явищу задачі.

Елемент роботи  $dA$ , що припадає на переміщення  $S$  пуансона, визначиться так

$$dA = F \cdot dS, \quad (6)$$

де  $F_c$  - сила стиснення, що припадає на всю площу поперечного перерізу матриці, вона може бути знайдена з виразу (6).

$$F_c = \frac{k\gamma_0 S \Delta L}{L - (m\gamma_0 + 1)\Delta L}. \quad (7)$$

Проінтегруємо обидві частини цього виразу

$$\int_0^A dA = \int_0^S \frac{k\gamma_0 US}{L - (m\gamma_0 + 1)S} dS, \quad (8)$$

де  $A$  – робота при переміщенні пуансона на величину  $S$ .  
Робимо обчислення інтеграла (9)

$$A = \int_0^S \frac{k\gamma_0 US}{L - (m\gamma_0 + 1)S} dS. \quad (9)$$

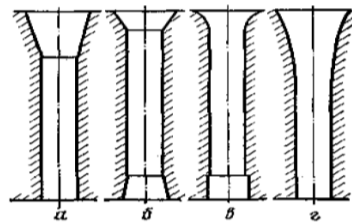
Після перетворень отримаємо

$$A = \frac{k\gamma_o UL}{m\gamma_o + 1} \int_0^S \frac{dS}{L - (m\gamma_o + 1)S} - \frac{k\gamma_o U}{m\gamma_o + 1} \int_0^S dS = \frac{k\gamma_o U}{m\gamma_o + 1} \left( \frac{L}{m\gamma_o + 1} \ln \frac{L}{L - (m\gamma_o + 1)S} - S \right). \quad (10)$$

Якщо вага зразка матеріалу  $Qn$ , обсяг якого вимірювався до і після пресування, то робота, витрачена на брикетування одиниці ваги брикету, тобто, питома робота буде

$$A_{y\partial} = \frac{A}{Q} = \frac{k\gamma_o S}{Q(m\gamma_o + 1)} \left( \frac{L}{m\gamma_o + 1} \ln \frac{L}{L - (m\gamma_o + 1)S} - S \right). \quad (11)$$

Формоутворення гранул відбувається у каналах фільтер, основні конструктивні схеми яких показані на рисунку 2. Для збільшення живого перетину перфорованої частини матриці вхідні отвори фільтер виготовляють з діаметром більшим, ніж діаметр циліндричної частини їх каналів. Порожнина, що з'єднує вхідний отвір з циліндровим каналом, називається вхідною порожниною фільтери. Зазвичай фільтери виготовляють з конічною вхідною порожниною, яка пов'язана з циліндровим каналом (рисунок 2, а, б). Крім конічної вхідної порожнини, може бути застосована тороїдальна вхідна порожнина з твірною у вигляді частини дуги кола (рисунок 2, в). У деяких матрицях канали фільтер закінчуються вихідною конічною порожниною (рисунок 2, б) або циліндричною порожниною з діаметром, трохи більшим діаметра основного циліндричного каналу (рисунок 2, в).



а- фільтери з конічною вхідною порожниною, б – фільтери з вихідною конічною порожниною, в- фільтери з циліндричною порожниною з діаметром, трохи більшим діаметра основного циліндричного каналу

Рис. 2. Види фільтер

*Висновки.* Запропонований тип конструкції гранулятора з плоскою матрицею дозволяє збільшити ступінь використання сировини і забезпечити харчові підприємства напівфабрикатами, які



містять цінні поживні речовини: цукор, фарбувальні, білкові та пектинові речовини, органічні кислоти, вітаміни та інш.

Література:

1. Технологічне обладнання зернопереробних та олійних виробництв/[Дацишин О.В., Ткачук А.І., Гвоздев О.В. та ін.]; за ред. О.В. Дацишина. – Вінниця: Нова книга, 2008. – 488 с.

2. *Сызранцев В.Н., Сызранцева К.В.* Расчет напряженно-деформированного состояния деталей методами конечных и граничных элементов: Монография.- Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2000.-111с.

3. *Каплун А.Б., Морозов Е.М., Олферьева М.А.* ANSYS в руках инженера: Практическое руководство. – М.: Едиториал УРСС, 2003. – 272 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ ГРАНУЛИРОВАНИЯ

Алексеенко В.А., Червоткина А.А., Цыб В.Г.

**Аннотация** – работа посвящена исследованию механизмов, позволяющих реализовывать эффективный процесс получения гранулированных продуктов.

## INVESTIGATION OF THE MECHANISMS OF GRANULATION

V. Alekseenko, A. Chervotkina, V. Tsyb

### *Summary*

**Abstract** the work is devoted to investigation of mechanisms to implement an effective process for obtaining granular products

## Зміст

стор.

1. Ялпачик В.Ф., Кюрчев С.В., Верхованцева В.О. Аналітичні засоби моделювання мікробіологічних та біохімічних процесів при зберіганні зернової маси	3
2. Дейниченко Г.В., Самойчук К.О., Івженко А.О., Левченко Л.В. Аналіз конструкцій гомогенізаторів молочної промисловості	9
3. Чурсинов Ю.А., Солоний Н.В., Аннамухаммедов Рахман Исследование процесса гранулирования-брикетирования кормовых смесей	16
4. Паляничка Н.О., Антонова Г.В. Експериментальні дослідження впливу основних факторів на ступінь гомогенізації в імпульсному гомогенізаторі	21
5. Петриченко С.В., Олексієнко В.О., Паляничка Н.О. Механічне моделювання реологічної поведінки харчових матеріалів	29
6. Стручасєв М.І., Ялпачик В.Ф., Тарасенко В.Г. Енергоефективне сушіння насіння гарбуза	37
7. Харитонова А.І., Олексієнко В.О., Лісовий І.О. Лінійна модель процесу пророщування зерен ячменю	45
8. Тищенко В.І., Божко Н.В. Якість та технологічні властивості свинини, що надходить на переробні підприємства Сумської області	51
9. Болгова Н.В., Уханова І.М. Функціональні продукти харчування	57
10. Гриньова Д.В. Розробка рецептури сардельок із заміною м'яса курки на м'ясо перепела	64
11. Дейниченко Г.В., Мазняк З.О., Гузенко В.В., Удовенко О.О., Омельченко О.В. Розробка пристрою для інтенсифікації процесу ультрафільтраційного концентрування рідких високомолекулярних полідисперсних систем	70
12. Губаль Л.М., Камсуліна Н.В. Удосконалення технології виробництва пельменів з використанням рослинних білків	76
13. Коляновська Л.М. Розробка виробництва сирокочених ковбас функціонального спрямування	83
14. Прісс О.П., Бандуренко Г.М. Вплив теплової обробки біологічно активними речовинами на інтенсивність дихання томатів впродовж зберігання	89
15. Семко Т.В. Склад та вимоги до індустріального молока як сировини для виробництва сирів	99
16. Болгова Н.В. Функціональні продукти харчування на основі молочної сироватки	105

17. *Смагин Д.А., Смоляк А.А.* Разработка методики прогнозного расчета продолжительности тепловой обработки кулинарных изделий 112
18. *Акуленко С.В., Желудков А.Л.* Повышение эффективности процесса куттерования 120
19. *Харкевич В.Г.* Конструктивные решения и область применения аппаратов для измельчения хрупких и вязкопластичных пищевых материалов 126
20. *Шофул І.І.* Обладнання для теплової обробки овочів без води та жирів 134
21. *Юдіна Т.І., Назаренко І.А.* Технологічні параметри і режими одержання пюре з кабачків із заданими функціонально-технологічними властивостями 142
22. *Марцин Т.О.* Технологія приготування м'ясних страв з застосуванням сучасних способів теплової обробки 150
23. *Медведева А.О., Андрухова О.С.* Інноваційна технологія десертів сорбет з використанням рідкого азоту 157
24. *Ялчак Ф.Ю., Буденко С.Ф., Ялчак О.В.* Тенденції у розвитку конструкцій подрібнювачів кормів 165
25. *Васильєва О.О.* Дослідження впливу високого тиску на мікробіологічні показники якості пасти з айви 172
26. *Горбенко О.А., Доценко Н.А., Кім Н.І.* Результати досліджень механіко-технологічних властивостей насіння баштанних культур 178
27. *Доценко Н.А.* Організаційні параметри системи менеджменту якості підприємства 187
28. *Сердюк М.Є., Байбєрова С.С.* Вплив абіотичних факторів на розвиток фізіологічних розладів та мікробіологічних захворювань під час холодильного зберігання плодів яблуни 192
29. *Кочерга В.І.* Удосконалення рецептурного складу бісквітного напівфабрикату 204
30. *Тагарева С., Стоянов Н., Митев П., Кемилев С., Гинев М., Мельник І.* Влияние вида дуба и района его произрастания в республике Болгария на технологическую характеристику древесины 209
31. *Дейниченко Г.В., Самойчук К.О., Ковальов О.О.* Конструкції струминних диспергаторів жирової фази молока 219
32. *Дейниченко Г.В., Гузенко В.В., Мельник О.Е., Перекрест В.В.* Технічне оснащення процесів виробництва пектинових концентратів 228
33. *Постнов Г.М., Яковлев О.В., Червоний В.М., Чеканов М.А.* Дослідження процесу соління риби океанічного промислу за допомогою ультразвуку 235

34. *Дейниченко Г.В., Золотухіна І.В., Сефіханова К.А.* Оптимізація рецептурного складу білково-вуглеводних напівфабрикатів 242
35. *Змеєва І.М.* Підвищення продуктивності та точності процесу розливу за умов оптимального поєднання технологічних факторів та конструктивних параметрів гідравлічного тракту 248
36. *Мельник І.В., Гнатовська Д.О.* Перспективи використання нетрадиційної рослинної сировини в рецептурах пива 254
37. *Полудненко О.В.* Результати пошукового експерименту протитечійно-струминного змішування безалкогольних напоїв 261
38. *Олексієнко В.О., Червоткіна О.О., Циб В.Г.* Дослідження механізмів гранулювання 269

Наукове фахове видання  
Технічні науки

Праці Таврійського державного агротехнологічного університету

Випуск 16. Том. 1

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 3.03.2015 р. друк Rizo. Друкарня ТДАТУ.  
12,8 умов. друк. арк. тираж 100 прим.

73312 ПП Верескун.  
Запорізька обл., м. Мелітополь, вул. К. Маркса, 10  
тел. (06192) 6-88-38