



НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

18

**Харчова**  
ПРОМИСЛОВІСТЬ

Заснований у 1965 р.

Київ НУХТ 2015

## УДК 664(04) (082)

Висвітлені результати науково-дослідних робіт з технології харчових продуктів, хімічних, біохімічних, мікробіологічних процесів, апаратів, обладнання, автоматизації харчових виробництв та економіки харчової промисловості.

Розрахований на наукових та інженерно-технічних працівників харчової промисловості.

### Редакційна колегія:

А.І. Соколенко	доктор технічних наук, професор — головний редактор;
С.В.Токарчук	кандидат технічних наук, доцент — відповідальний секретар;
Л.Ю. Арсеньєва	доктор технічних наук, професор;
С.М. Василенко	доктор технічних наук, професор;
В.В. Дорохович	доктор технічних наук, професор;
В.І. Ємцев	доктор економічних наук, доцент;
А.П. Ладанюк	доктор технічних наук, професор;
В.М. Логвін	доктор технічних наук, професор;
В.І. Оболкіна	доктор технічних наук, старший науковий співробітник;
Л.В. Пешук	доктор сільськогосподарських наук, професор;
Т.П. Пирог	доктор біологічних наук, професор;
В.А. Піддубний	доктор технічних наук, професор;
Г.Є. Поліщук	доктор технічних наук, професор;
В.Л. Прибильський	доктор технічних наук, професор;
Г.О. Сімахіна	доктор технічних наук, професор;
Н.С. Скопенко	доктор економічних наук, професор;
О.П. Сологуб	доктор економічних наук, професор;
О.Ю. Шевченко	доктор технічних наук, професор;
Є.В. Штефан	доктор технічних наук, професор;
В.Г. Юрчак	доктор технічних наук, професор.

### Видання подається в авторській редакції

Схвалено вченою радою НУХТ, протокол № 5 від 3 листопада 2015 р.  
Адреса редакції: 01601 Київ-33, вул. Володимирська, 68  
Тел.: (044) 287-92-45, 287-94-21  
E-mail: tmipt\_xp@ukr.net

© НУХТ, 2015

Комп'ютерна верстка Л.В. Різніченко, О.В. Гнатенко

Підп. до друку 14.12.2015 р. Формат 70 × 100/16.  
Гарнітура TextBookCTT. Друк цифровий.  
Ум. друк. арк. 12,25. Обл.-вид. арк. 15,20.  
Наклад 100 прим. Вид. № 09н/15. Зам. № 00-15

НУХТ 01601 Київ-33, вул. Володимирська, 68  
Свідоцтво про реєстрацію серія ДК № 1786 від 18.05.2004 р.

---

## Зміст

### **ТЕХНОЛОГІЯ**

<b>Оляньська С.П., Номировська Я.С.</b> Сторінки життя видатного вченого М.О. Архиповича .....	5
--	---

### **Сировина та матеріали**

<b>Никитюк Л.В., Павлюковець І.Ю., Савенко І.В.</b> Біологічні властивості поверхнево активних речовин <i>nocardia vaccinii</i> imb b-7405 та <i>acinetobacter calcoaceticus</i> imb b-7241, синтезованих на промислових відходах .....	8
---	---

<b>Байрамов Е.Е.</b> Поліпшувачі, що підвищують еластичність і знижують розтяжність клейковини і тіста .....	13
--	----

<b>Ющенко Н.М., Миколів І.М., Кузьмик У.Г.</b> Обґрунтування вибору компонентів композицій натуральних прянощів для кисломолочних паст .....	19
--	----

<b>Бахмач В.О., Пешук Л.В.</b> Удосконалення технології майонезів з використанням рослинної сировини .....	27
--	----

<b>Мацьків О.О., Солод М.І., Василькевич В.О., Івасів В.В.</b> Вивчення основних показників якості суміші лляної, конопляної та гірчиної олій для застосування їх у харчуванні .....	32
--	----

<b>Дубова Г.Є.</b> Характеристика продуктів окиснення ліпідів у реакціях утворення ароматів .....	38
---	----

<b>Полумбрик М.О., Костюк В.С., Совко М.С., Омельченко Х.В., Полумбрик О.М.</b> Галактоманани в харчових технологіях .....	43
--	----

<b>Пушка О.С., Гавриш А.В., Нєміріч О.В., Іщенко Т.І., Ткачук Ю.М.</b> Дослідження структурно-механічних властивостей кулінарного напівфабрикату для пюреподібних перших страв .....	49
--	----

<b>Страшинський І.М., Пасічний В.М., Фурсік О.П.</b> Функціонально-технологічні властивості м'ясних систем з використанням білоквмісної композиції .....	56
--	----

<b>Дулька О.С., Прибильський В.Л., Олійник С.І.</b> Використання сорбційних матеріалів при підготовці води для виробництва хлібного квасу .....	62
---	----

<b>Гусятинська Н.А., Тетеріна С.М., Романченко Н.М., Нечипор Т.М.</b> Застосування дезінфікуючого засобу «жавель-клейд» у виробництві білого цукру з тростинного цукру-сирцю .....	65
--	----

---

## ***Технології: дослідження, застосування та впровадження***

<b>Шкотова Л.В.</b> Амперометричні ферментні біосенсори в індустрії харчових продуктів та напоїв .....	71
<b>Старовойтова С.О., Карпов О.В.</b> Перспективи використання пробіотичних мікроорганізмів в функціональних продуктах харчування та медицині .....	76
<b>Карбовська А.В., Григоренко І.В.</b> Контроль шоколадної продукції в системі технічного регулювання України .....	81
<b>Івчук Н.П., Башта А.О.</b> Аналіз ринку харчових продуктів з харчовими барвниками ...	87
<b>Скροцька О.І., Мор'єва О.В.</b> Досягнення сучасних біотехнологій для отримання модифікованих продуктів харчування .....	94
<b>Стеценко Н.О., Сімахіна Г.О., Гойко І.Ю.</b> Сучасні підходи до проектування рецептур комбінованих багатокомпонентних м'ясних продуктів для військовослужбовців .....	101
<b>Король Ц.О., Козачок І.О.</b> Селекція перспективних лактобактерій із ферментованої рослинної сировини .....	107
<b>Нєміріч О.В., Вашека О.М., Гавриш А.В., Носенко В.Є., Літвинчук С.І., Тарасенко Т.А.</b> Дослідження технологічних властивостей порошку з кабачків, отриманого ЗТП-сушінням .....	113

## ***ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ***

### ***Процеси харчових виробництв***

<b>Шаповаленко О.І., Євтушенко О.О., Кожевнікова М.І.</b> Контроль ступеня подрібнення .....	119
<b>Петренко В.П., Рябчук О.М., Мирошник М.М.</b> Теплообмін в процесах кипіння та випаровування з вільної поверхні плівок цукрових розчинів в низхідних кільцевих потоках .....	124
<b>Куліниченко В.Р.</b> Кипіння в мікро- і макроканалах (аналітичний огляд). Частина 2. ....	132

### ***Обладнання та устаткування***

<b>Кривопляс-Володіна Л.О., Валіулін Г.Р., Любімов В.М.</b> Оцінка витратних характеристик пневмосопла для технологічного процесу .....	137
---	-----

### ***Керування виробничими процесами***

<b>Івашук В.В., Ладанюк А.П.</b> Методологічні концепції розвитку керування багатоасортиментними технологічними виробництвами .....	142
---	-----

### ***Енергетика та виробничі процеси***

<b>Федоров В.Г., Кепко О.І., Скарбовійчук О.М.</b> Врахування можливості інверсних потоків теплоти під час термічної обробки харчових продуктів .....	147
---	-----



# СТОРІНКИ ЖИТТЯ ВИДАТНОГО ВЧЕНОГО М.О. АРХИПОВИЧА

*До 100-річчя з дня народження професора  
Архиповича Миколи Олександровича*

**С.П. Олянська, д-р техн. наук,  
Я.С. Номирівська**

*Національний університет харчових технологій, НУХТ*

М.О. Архипович народився 6 вересня 1915 року в сім'ї директора Черкаського інституту народної освіти, приват-доцента Київського політехнічного інституту О.Г. Архиповича. Середню технічну освіту М.О. Архипович здобув у Смілянському технікумі цукрової промисловості (1932 р.).

У 1938 р. закінчив КТІХП з відзнакою, за фахом інженер-технолог цукрового виробництва. 1938—39 рр. — помічник головного інженера Лохвицького цукрового заводу, а з 1940 р. — помічник головного інженера Шполянського цукрового заводу, викладав у Смілянському технікумі (1940—1941 рр.)

Війну М.О. Архипович зустрів у червні 1941 року на західному кордоні. Пройшов з боями від Сталінграда до Відня, учасник Сталінградської битви. Закінчив війну в Австрії майором, — начальником штабу артилерійського полку 3-го Українського фронту, нагороджений п'ятьма орденами і медалями: медалями «За бойові заслуги», «За оборону Сталінграда», «За взяття Відня», «За перемогу над Німеччиною в Великій Вітчизняній війні»; орденами Вітчизняної війни I ступеня та II ступеня, Червоної зірки, медаллю. Також нагороджений дев'ятьма ювілейними медалями.

Після демобілізації з армії у вересні 1946 року на запрошення проректора, професора Г.М. Знаменського, М.О. Архипович прийшов до КТІХП на посаду асистента кафедри технології цукристих речовин. Відтоді все його життя було пов'язане з наукою, викладанням та вихованням студентів і молодих науковців. У 1953 році під керівництвом члена-кореспондента АН УРСР П.В. Головіна він захистив дисертацію «Поляриметричний та рефрактометричний методи аналізу крохмалепродуктів».

У тому ж році йому присвоїли звання доцента, а у 1977 році — звання професора кафедри технології цукристих речовин.

У 1955—1960 роках М.О. Архипович працював деканом технологічного факультету та деканом факультету технології цукристих речовин (1974—1977 роки). У 1972—1987 рр. роках очолював кафедру технології цукристих речовин.

Продовжуючи славі традиції І.А.Кухаренка, П.В.Головіна, багато сил і енергії віддав розробленню і вдосконаленню навчальних планів і програм, основну увагу приділяв вдосконаленню фундаментальної і спеціальної підготовки, формуванню інженерних навиків у студентів, наукових досліджень, залученню студентів до наукових досліджень.

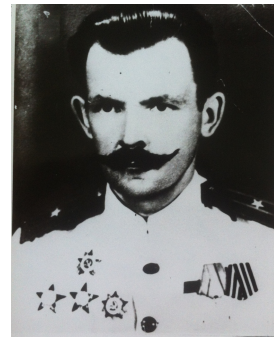
Професор Архипович М.О. був видатним вченим в галузі цукрового, крохмале-паткового та глюкозного виробництва.

**Коло його наукових інтересів було надзвичайно багатогранне:**

- професором М.О. Архиповичем була розроблена нова теоретична концепція натуральної лужності соків;
- досліджено і встановлено оптимальні технологічні режими перероблення тростинного цукру-сирцю (Б.О. Куценко);



**Професор Архипович  
Микола Олександрович  
(1915-1994 рр.)**



## ТЕХНОЛОГІЯ

- досліджено умови агрегативної стійкості цукрових utfелів (Н.І. Штангесєва);
- розроблено способи використання конденсату вторинної пари для екстрагування цукрози із бурякової стружки (В.С. Самойленко);
- спосіб очищення транспортерно-мийних вод цукрового заводу з використанням електрофлотації (В.А. Лагода);
- розроблено оптимальні технологічні режими очищення дифузійного соку з холодно-гарячою дефекацією для заводів БРСР (М.П. Старчеус);
- спосіб використання флокулянтів для інтенсифікації процесу очищення соку (аспірант з Болгарії М.Д. Марінова);
- способи очищення і апарати для інтенсифікації попередньої і основної дефекації в режимі повного витиснення, І сатурації (Л.І. Танащук, С.П. Оляньська, Л.М. Хомічак);
- способи підвищення якості білого цукру з послідовним поверненням цукрів II і III кристалізації на уварювання utfелів (М.Х. Тахле);
- розроблено технологію одержання харчового сиропу із напівпродуктів цукрової промисловості (Н.І. Штангесєва, Л.С. Клименко).

М.О. Архипович був одним із тих, хто започаткував фундаментальні дослідження інституту в крохмале-патоковому виробництві, багато років очолював наукові роботи в проблемній лабораторії в цій галузі. Ним розроблено спосіб одержання глюкози прямим гідролізом крохмалевмісної сировини, виконано цикл досліджень по рафінуванню крохмалю. Разом із В.В. Петрушевським і М.Я. Гопчаком запропоновано ефективні способи безперервної кристалізації глюкози з використанням ефекту рекристалізації.

Починаючи з 1977 року під керівництвом М.О. Архиповича виконувались важливі дослідницькі роботи та конструкторсько-технічні розробки (Т.Я. Чернякова, С.І. Усатюк, Т.В. Гутніченко), що започаткували створення вітчизняних технологій отримання фруктози з дешевої цукровмісної сировини.

Результати більшості цих досліджень знайшли застосування у виробництві.

Особливо слід відзначити внесок М.О. Архиповича у розвиток аналітичної хімії вуглеводів і, зокрема, у розвиток аналітичних методів технологічного контролю крохмале-патокового та цукрового виробництв: розроблення методу визначення крохмалю та продуктів його неповного гідролізу, методів визначення амінокислот (амінного азоту) у продуктах цукрового виробництва, хроматографічного кількісного та якісного визначення суміші моно- та дисахаридів та сахарози, оптично активних речовин. Він розробив та впровадив у практику поляриметричний метод визначення крохмалю у різних видах сировини, відомий у літературі як метод М.О. Архиповича.



М.О. Архипович велику увагу приділяв розробленню і вдосконаленню навчальних планів, програм, методичних вказівок для підготовки студентів-цукровиків.

М.О. Архипович був членом науково-технічних рад Міністерств вищої та середньої спеціальної освіти УРСР та СРСР, Мінхарчопрому України, членом Вченої ради інституту та НВО «Цукор», членом Державної екзаменаційної комісії та Ради інституту по присудженню наукових ступенів.

На підставі проведеного ним аналізу забезпечення української цукрової промисловості інженерними кадрами багато років корегувались плани набору студентів на перший курс.

М.О. Архипович майже півстоліття віддав роботі у вищій школі. Курс «Загальні технології цукристих речовин» (104 год.) почав читати у 1961 році.

З 1964 року він протягом 25 років читав студентам спецкурси з технології цукрового та крохмалепакового виробництва. В останні роки своєї педагогічної діяльності він почав читати курс з історії техніки у цукровому виробництві.

Професор Архипович автор 250 наукових праць, 20 авторських свідоцтв і патентів, автор унікальних підручників і навчальних посібників, які стали настільними для багатьох поколінь студентів, аспірантів, наукових працівників, а також керівництва галузі та інженерно-технічних працівників заводів України і Росії, Молдови, Білорусії.



### **ПІДРУЧНИКИ І НАВЧАЛЬНІ ПОСІБНИКИ ПРОФ. М.О. АРХІПОВИЧА:**

1. *Архипович Н.А.* Общая технология сахаристых веществ: учебник для студентов технологических вузов пищевой промышленности / Н.А. Архипович. — К.: «Вища школа», 1970. — 518 с.

2. *Расчет* продуктов сахарного производства / И.М. Литвак, Н.А. Архипович, М.И. Барабанов и др. — К.: «Техника», 1966.

3. *Архипович Н.А.* Способы получения фруктозы / Архипович Н.А., Чернякова Т.Я., Танащук Л.И. — М., ЦНИИТЭИпищепром, 1982.

4. *Архипович Н.А.* Химико-технологический контроль свеклосахарного производства / Н.А. Архипович. — М., Техника, 1964. — 356 с.

5. *Архипович Н.А.* Методические указания к самостоятельной работе по руководству технологическим процессом производства сахара из свеклы в период прохождения практики / Н.А. Архипович, С.П. Олянская. — К., КТИПП, 1988.

За багаторічну сумлінну працю та заслуги у вихованні студентів та наукових кадрів Миколи Олександровича нагороджено медалями «За доблесну працю», «Ветеран праці» та нагрудним знаком «Вища школа СРСР. За відмінні успіхи у праці».

# BIOLOGICAL PROPERTIES OF SURFACE-ACTIVE SUBSTANCES OF *NOCARDIA VACCINII* IMB B-7405 AND *ACINETOBACTER CALCOACETICUS* IMB B-7241 SYNTHESIZED ON INDUSTRIAL WASTE

L. Nikitiuk, I. Pavliukovets, I. Savenko  
*National University of Food Technologies*

**Key words:**

*Nocardia vaccinii* IMB B-7405, *Acinetobacter calcoaceticus* IMB B-7241, microbial surfactants, antyadhesive agents, antimicrobial properties, biofilm

**Article history:**

Received 09.09.2015  
Received in revised form 29.09.2015  
Accepted 2.10.2015

**Corresponding author:**

Inga\_92@ukr.net

**ABSTRACT**

Antimicrobial and antyadhezyv properties of surface active substances (SAS) synthesized under *Nocardia vaccinii* IMB B-7405 and *Acinetobacter calcoaceticus* IMB B-7241 growth on friend sunflower oil and crude glycerol were studied .

It was established that adhesion of bacteria (*Escherichia coli* IEM-1, *Bacillus subtilis* BT-2) and yeast (*Candida albicans* D-6) surfactant preparations of *N. vaccinii* IMB B-7405 (0,04 mg/ml) and *A.calcoaceticus* IMB B-7241 in the lower (0,005 mg/ml) concentrations was in average 15–86 %, and the minimal inhibitory concentration of *N. vaccinii* B-7405 and *A.calcoaceticus* IMB B-7241 SAS synthesized on industrial waste on the studied bacteria and yeast was within 8–68 µg/ml. These data shows the possibility to use *N. vaccinii* IMB-7404 and *A. calcoaceticus* IMB B-7241 surfactants as antiadhasive and antimicrobial preparation components

## БІОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПОВЕРХНЕВО АКТИВНИХ РЕЧОВИН *NOCARDIA VACCINII* IMB B-7405 ТА *ACINETOBACTER CALCOACETICUS* IMB B-7241, СИНТЕЗОВАНИХ НА ПРОМИСЛОВИХ ВІДХОДАХ

Л.В. Никитюк, І.Ю. Павлюковець, студенти,  
І.В. Савенко, аспірант  
*Національний університет харчових технологій*

Досліджували антимікробні та антиадгезивні властивості поверхнево-активних (ПАР) речовин, синтезованих за умов росту *Nocardia vaccinii* IMB B-7405 та *Acinetobacter calcoaceticus* IMB B-7241 на відпрацьованій соняшниковій олії та технічному гліцерині. Встановлено, що після обробки абіотичних поверхонь (пластик, кахель, сталь, полівінілхлорид) препаратами ПАР *N. vaccinii* IMB B-7405 (0,04 мг/мл) і *A.calcoaceticus* IMB B-7241 у нижчій (0,005 мг/мл) концентрації, адгезія бактерій (*Escherichia coli* IEM-1, *Bacillus subtilis* БТ-2) та дріжджів (*Candida albicans* Д-6) становила у середньому 15–86 %, а мінімальна інгібуюча концентрація щодо досліджуваних бактерій і дріжджів ПАР *N. vaccinii* IMB B-7405 і *A.calcoaceticus* IMB B-7241, синтезованих на промислових відходах, перебувала у межах 8–68 мкг/мл.

**Ключові слова:** *Nocardia vaccinii* IMB B-7405, мікробні поверхнево-активні речовини, антиадгезивні агенти, біоплівка.

**Вступ.** Нині все більше дослідників розглядають поверхнево-активні речовини (ПАР) мікробного походження як альтернативну заміну синтетичним аналогам. Наявність стійких до відомих біоцидів мікробних спільнот зумовлює необхідність пошуку нових антимікробних та антиадгезивних препаратів якими можуть бути мікробні ПАР [1, 2].

Великомасштабне виробництво більшості мікробних поверхнево-активних сполук є економічно нерентабельним через низьку концентрацію кінцевого продукту і його високу собівартість. Одним з шляхів здешевлення таких технологій може бути використання як субстрату відпрацьованих (пересмажених) рослинних олій і технічного гліцерину — відходу виробництва біодизелю [4—6].

Раніше було встановлено, що ПАР синтезовані *Nocardia vacciniі* IMB B-7405 на очищеному гліцерині і *Acinetobacter calcoaceticus* IMB B-7241 на етанолі проявляли високі антимікробні та антиадгезивні властивості [7]. Зазначимо, що нещодавно у літературі з'явилися поодинокі повідомлення про залежність біологічних властивостей мікробних ПАР від природи джерела вуглецю у середовищі культивування продуцента [8].

**Мета роботи** — дослідити антиадгезивні та антимікробні властивості ПАР *N. vacciniі* IMB B-7405 та *A. calcoaceticus* IMB B-7241, синтезованих на відпрацьованій олії та технічному гліцерині.

**Матеріали та методи.** Об'єкти дослідження — штами *A. calcoaceticus* IMB B-7241 і *N. vacciniі* IMB B-7405, зареєстровані в Депозитарії мікроорганізмів Інституту мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного Національної академії наук України.

Штам *A. calcoaceticus* IMB B-7241 культивували в рідкому поживному середовищі (г/л):  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$  — 0,35;  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  — 0,1;  $\text{NaCl}$  — 1,0;  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  — 0,6;  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  — 0,14. У середовище додатково вносили дріжджовий автолізат — 0,5 % (об'ємна частка) і розчин мікроелементів — 0,1 % (об'ємна частка). Розчин мікроелементів містив (г/100 мл):  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  — 1,1;  $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  — 0,6;  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  — 0,1;  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  — 0,004;  $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  — 0,03;  $\text{H}_3\text{BO}_3$  — 0,006;  $\text{KI}$  — 0,0001; ЕДТА (трилон Б) — 0,5.

*N. vacciniі* IMB B-7405 культивували в середовищі такого складу (г/л):  $\text{NaNO}_3$  — 0,5;  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  — 0,1;  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  — 0,1;  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  — 0,1;  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  — 0,01. Додатково в середовище вносили дріжджовий автолізат (0,5 %, об'ємна частка).

Як джерело вуглецю використовували рафіновану соняшникову олію «Олейна» (Дніпропетровський олійно-екстракційний завод), а також нерафіновану і відпрацьовану після смаження картоплі олію (мережа ресторанів швидкого харчування McDonald's, Київ) у концентрації 2—4 % (об'ємна частка) і технічний гліцерин (Комсомольський біопаливний завод, Полтавська обл.) у концентрації 1—2 %.

У дослідженнях використовували поверхнево-активні речовини у вигляді супернатанту культуральної рідини (препарат 1) і розчину ПАР (препарат 2), екстрагованих з супернатанту сумішшю Фолча (хлороформ і метанол, 2:1) як описано раніше [7].

Антимікробні властивості поверхнево-активних речовин аналізували за показником мінімальної інгібуючої концентрації (МІК) [9]. Визначення МІК здійснювали методом двократних серійних розведень у м'ясо-пептонному бульйоні (МПБ) для бактерій і рідкому суслі для дріжджів.

Як тест-культури використовували бактерії *Escherichia coli* IEM-1, *Bacillus subtilis* БТ-2 та дріжджі *Candida albicans* Д-6 з колекції мікроорганізмів кафедри біотехнології і мікробіології Національного університету харчових технологій.

Дослідження антиадгезивних властивостей ПАР здійснювали як описано у наших попередніх роботах [7]. Кількість адгезованих клітин (адгезія) визначали спектрофотометричним методом як відношення оптичної густини суспензії, одержаної з оброблених препаратами ПАР (супернатант, розчин ПАР) матеріалів (пластик, кахель, сталь, лінолеум) до оптичної густини контрольних зразків (без обробки ПАР) і виражали у відсотках.

**Результати та обговорення.** Показники синтезу ПАР за умов росту *A. calcoaceticus* IMB B-7241 і *N. vacciniі* IMB B-7405 на промислових відходах наведено у табл. 1.

Результати досліджень показують, що максимальна концентрація ПАР *A. calcoaceticus* IMB B-7241 і *N. vacciniі* IMB B-7405 (4,35 і 4,08 г/л відповідно) спостерігалася на середовищі з відпрацьованою після смаження картоплі олією, що вказує на перевагу використання такого субстрату у порівнянні з очищеним.

Нині відпрацьовані олії регенерують хімічним шляхом, використовують для виготовлення фарб та виробництва біопалива [10]. Однак відсоток використання їх у лакофарбній та енергетичній сферах залишається дуже малим через наявність канцерогенних речовин. Тому

перспективним залишається використання таких відходів для одержання мікробних ПАР. Так, *Pseudomonas aeruginosa* MM1011 на середовищі з 2% соняшникової олії синтезує 0,7 г/л [11]. Значно вищі показники синтезу спостерігали при культивуванні *P. aeruginosa* ATCC 10145 на середовищі з 5% соняшникової олії: концентрація ПАР становила 5,08 г/л [12].

**Таблиця 1. Синтез ПАР у процесі вирощування *A. calcoaceticus* IMB B-7241 і *N. vacciniі* IMB B-7405 олієвмісних субстратах і технічному гліцерині**

Субстрат	ПАР, г/л		E <sub>24</sub> , %	
	IMB B-7405	IMB B-7241	IMB B-7405	IMB B-7241
Рафінована олія	2,72±0,13	3,4±0,17	49	65
Нерафінована олія	4,08±0,20	2,35±0,12	50	53
Олія після смаження картоплі	4,72±0,23	3,85±0,19	48	69
Технічний гліцерин	2,61±0,13	1,41±0,07	51	78

**Примітка.** Концентрація олії та технічного гліцерину у середовищі культивування штаму IMB B-7405 — 2 % (об'ємна частка), концентрація олієвмісних субстратів для *A. calcoaceticus* IMB B-7241 — 4 %, технічного гліцерину — 1 %. При визначенні індексу емульгування похибка не перевищувала 5%.

У той же час у доступній літературі нам не вдалося знайти інформацію про синтез ПАР представниками роду *Nocardia* і *Acinetobacter* на олієвмісних субстратах, у тому числі й на відпрацьованих оліях.

На наступному етапі досліджували антимікробні та антиадгезивні властивості синтезованих метаболітів (табл. 2). Експерименти показали, що мінімальна інгібуюча концентрація щодо досліджуваних бактерій і дріжджів ПАР *N. vacciniі* IMB B-7405 і *A. calcoaceticus* IMB B-7241, синтезованих на промислових відходах, становила 8—68 мкг/мл, що перебуває в межах, визначених для відомих з літератури мікробних ПАР. Так, штам *B. subtilis* 109GGC020 синтезує ліпепептид, що у концентрації 16—64 мг/мл пригнічує ріст грам негативних (*P. aeruginosa*) та грампозитивних (*Staphylococcus aureus*, *B. subtilis*) бактерій відповідно [13].

**Таблиця 2. Мінімальна інгібуюча концентрація поверхнево-активних речовин штамів IMB B-7241 та IMB B-7405**

Тест-культура	МІК (мкг/мл) ПАР, синтезованих	
	<i>N. vacciniі</i> IMB B-7405	<i>A. calcoaceticus</i> IMB B-7241
<i>B. subtilis</i> БТ-2 (вегетативні клітини)	11	9
<i>B. subtilis</i> БТ-2 (спори)	67	34
<i>E. coli</i> ІЕМ-1	8	34
<i>C. albicans</i> Д-6	33	68

**Примітка табл. 2 і 3.** Штам IMB B-7405 вирощували на відпрацьованій після смаження картоплі олії, а IMB B-7241 — на технічному гліцерині. Під час визначення мінімальної інгібуючої концентрації похибка не перевищувала 5 %

Поверхнево-активні речовини, синтезовані штамом IMB B-7241 на технічному гліцерині, виявилися ефективнішими щодо вегетативних і споривих клітин *B. subtilis* БТ-2 (МІК 9—34 мкг/мл), ніж ПАР *N. vacciniі* IMB B-7405, отримані на відпрацьованій олії (табл. 2). Зазначимо, що МІК цих ПАР є на порядки нижчими ніж наведені у літературних джерелах.

У таблиці 3 наведені дані щодо адгезії досліджуваних тест-культур на абіотичних поверхнях після обробки препаратами поверхнево-активних речовин *N. vacciniі* IMB B-7405 та *A. calcoaceticus* IMB B-7241. Експерименти показали, що антиадгезивний ефект препаратів ПАР штамів IMB B-7405 та IMB B-7241 залежав від фізіологічного стану тест-культури (вегетативні та спориві клітини *B. subtilis* БТ-2), ступеня очищення ПАР та типу абіотичної поверхні (табл. 3).

ПАР, синтезовані *N. vacciniі* IMB B-7405 на відпрацьованій після смаження картоплі олії, у концентрації 0,04 мг/мл, знижували адгезію бактерій (*E. coli* ІЕМ-1, *B. subtilis* БТ-2) на пластику, кахелі, склі та лінолеумі на 25—90, а дріжджів *C. albicans* Д-6 — на 15—65 %. ПАР, синтезовані *A. calcoaceticus* IMB B-7241 на гліцерині, виявилися ефективнішими антиадгезивними агентами, ніж ПАР *N. vacciniі* IMB B-7405. Ефективна концентрація поверхнево-активних речовин штаму IMB B-7241 була на порядок нижчою (0,005 мг/мл): після обробки цими препаратами кількість прикріплених до абіотичних поверхонь клітин бактерій становила у середньому 20—45 %, а клітин дріжджів — 25—40 %. Порівняння

отриманих даних з літературними показало, що ефективна концентрація ПАР штамів ІМВ В-7405 та ІМВ В-7241 є на порядки нижчою, ніж описана у літературі. Так, при використанні синтезованих на гексадекані препаратів ПАР *P. aeruginosa* LCD12 (8—64 мг/мл), адгезія *B. subtilis* R16 на пластиковій поверхні становила 80—50 % [15]. Обробка поверхні пластику препаратами поверхнево-активними речовин *B. subtilis* spp. у концентрації 3—50 мг/мл супроводжувалася зниженням адгезії клітин *E. coli* E-8 на 89 % [16].

**Таблиця 3. Адгезія деяких мікроорганізмів на абіотичних поверхнях після обробки ПАР ІМВ В-7241 та ІМВ В-7405**

Препарати	Абіотичні поверхні	Продуценти	Адгезія (%)			
			<i>B. subtilis</i> БТ-2 (вегетативні клітини)	<i>B. subtilis</i> БТ-2 (спори)	<i>E. coli</i> IEM-1	<i>C. albicans</i> Д-6
1 супернатант	пластик	<i>A. calcoaceticus</i> ІМВ В-7241	26	75	62	34
	лінолеум		21	51	63	43
	кахель		33	45	65	28
	сталь		20	38	57	40
2 розчин ПАР	пластик		28	29	38	23
	лінолеум		25	46	33	25
	кахель		38	40	30	20
	сталь		25	22	35	23
1 супернатант	пластик	<i>N. vaccinii</i> ІМВ В-7405	26	15	42	81
	лінолеум		60	16	53	68
	кахель		44	18	41	86
	сталь		57	17	32	57
2 розчин ПАР	пластик		28	28	39	69
	лінолеум		60	53	45	84
	кахель		44	18	69	67
	сталь		44	35	43	54

**Висновок.** Отже, результати проведеної роботи показали, що поверхнево-активним речовинам синтезованим *Acinetobacter calcoaceticus* ІМВ В-7241 і *Nocardia vaccinii* ІМВ В-7405 на промислових відходах, притаманні високі антиадгезивні та антимікробні властивості, що дає змогу рекомендувати їх для практичного використання як складових мийних та антимікробних засобів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Mandal S.M. Lipopeptides in microbial infection control: scope and reality for industry / S.M. Mandal, A.E. Barbosa, O.L. Franco // *Biotechnol. Adv.* — 2013. — Vol. 31, № 5. — P. 338–345. — doi: 10.1016/j.biotechadv.2013.01.004
2. Cost effective technologies and renewable substrates for biosurfactants production / I. Batan, S. Satputeal, R. Patil [et al.] // *Front Microbiol.* — 2014. — Vol. 5. — doi: 10.3389/fmicb.2014.00697
3. Синтез поверхностно активных веществ *Rhodococcus erythropolis* ІМВ Ас-5017, *Acinetobacter calcoaceticus* ІМВ В-7241 и *Nocardia vaccinii* ІМВ В-7405 на промышленных отходах / Т.П. Пирог [и др.]. // *Микроб.журн.* — 2014. — Т. 76, № 2. С.17–23.
4. Biosurfactant synthesis by *Rhodococcus erythropolis* ІМВ Ас -5017, *Acinetobacter calcoaceticus* ІМВ В-7241, *Nocardia vaccinii* ІМВ В-7405 on by product of biodiesel product / T. Pirog [et al.] // *Food Bioprod. Proces.* — 2013. — doi:10.1016/j.fbp.2013.09.003.
5. Joshi-Navare, K. Jatropha oil derived sophorolipids: production and characterization as laundry detergent additive / K. Joshi-Navare, P. Khanvilkar, A. Prabhune. // *Biochem.* — 2013. — Vol. 1, N 10. — P. 15–24.
6. Biosurfactants production by yeasts using soybean oil and glycerol as low cost substrate / F.R. Accorsini [et al.] // *Braz J Microbiol.* — 2012. — doi: 10.1590/S1517-838220120001000013/
7. Antiadhesive properties of the surfactants of *Acinetobacter calcoaceticus* ІМВ В-7241, *Rhodococcus erythropolis* ІМВ Ас-5017, and *Nocardia vaccinii* ІМВ В-7405 / Т.П. Пирог [et al.] // *Microbiology.* — 2014. — Vol. 83, N 6. — P. 732–739.

8. Singh A.K. Substrate dependent in vitro antifungal activity of *Bacillus* sp. strain AR2 / A.K. Singh, R. Rautel, S.S. Cameotra // *Microb. Cell. Fact.* — 2014. — 13:67. — doi: 10.1186/1475-2859-13-67.
9. *Determination of minimum inhibitory concentrations* / J. Andrews // *J. Antimicrob. Chemother.* — 2001. — Vol. 48, N 1. — P. 5—16.
10. Сухенко Ю.Г. Биотопливо из отходов предприятий ресторанного хозяйства / Ю.Г. Сухенко, М.М. Муштрук, О.В. Глоба // *Научный мир.* — 2015. — Т. 5, №2. С.17–21.
11. *Production of microbial rhamnolipid by Pseudomonas aeruginosa MM1011 for exsitu enhanced oil recovery* / H. Amani [et al.] // *Appl. Biochem. Biotechnol.* — 2013. — Vol. 170, № 2. — P. 1080—1093
12. *Use of some carbon sources by Pseudomonas strains for synthesizing polyhydroxyalkanoates and/or rhamnolipids* / M.C. Doina [et al.] // *Rom. Biotechnol. Let.* — 2014. — Vol. 19, №3. — P. 9400—9408.
13. *Gageostatins A-C, antimicrobial linear lipopeptides from a marine Bacillus subtilis* / F.S. Tareq [at al.] // *Mar. Drugs.* — 2014. — Vol.12. — P. 871—885. — doi: 10.3390/md12020871
14. *Das P. Analysis of biosurfactants from industrially viable Pseudomonas strain isolated from crude oil suggests how rhamnolipids congeners affect emulsification property and antimicrobial activity* / P. Das, X. Yang, L. Ma // *Front. Microbiol.* — 2014. doi: 10.3389/fmicb.2014.00696.
15. *Anti-adhesion activity of two biosurfactants produced by Bacillus spp. prevents biofilm formation of human bacterial pathogens* / F. Rivardo [et al.] // *Appl. Microbiol. Biotechnol.* — 2009. — Vol. 83, № 1. — P. 541—553.

## **БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ NOCARDIA VACCINII ИМВ В-7405 И ACINETOBACTER CALCOACETICUS ИМВ В-7241, СИНТЕЗИРОВАННЫХ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДАХ**

**Л. Никитюк, И. Павлюковец, И. Севенко**

*Национальный университет пищевых технологий*

*Исследовали антимикробные и антиадгезивные свойства поверхностно-активных веществ (ПАВ), синтезированных Nocardia vaccinii ИМВ В-7405 и Acinetobacter calcoaceticus ИМВ В-724 на отработанном подсолнечном масле и техническом глицерине. Установлено, что после обработки абиотических поверхностей (пластик, кафель, сталь, поливинилхлорид) препаратами ПАВ N. vaccinii ИМВ В-7405 (0,04 мг/мл) и A.calcoaceticus ИМВ В-7241 в более низкой (0,005 мг/мл) концентрации, адгезия бактерий (Escherichia coli ИЕМ-1, Bacillus subtilis БТ-2) и дрожжей (Candida albicans Д-6) составляла в среднем 15—86 %, а минимальная ингибирующая концентрация по отношению к исследуемым бактериям и дрожжам ПАВ N. vaccinii ИМВ В-7405 и A. calcoaceticus ИМВ В-7241, синтезированных на промышленных отходах, находилась в пределах 8—68 мкг/мл.*

**Ключевые слова:** *Nocardia vaccinii ИМВ В-7405, Acinetobacter calcoaceticus ИМВ В-7241 микробные поверхностно-активные вещества, антиадгезивные агенты, антимикробные свойства, биопленка.*



УДК 664.644

# THE IMPROVERS INCREASING ELASTICITY AND REDUCING TENSILE PROPERTIES OF THE GLUTEN AND DOUGH

E. Bayramov

Azerbaijan University of Technology

**Key words:**

flour, dough, improver, gluten, elasticity, tensile properties

**Article history:**

Received 4.03.2015

Received in revised form 20.05.2015

Accepted 25.05.2015

**Corresponding author:**

eldaniz@rambler.ru

**ABSTRACT**

In the presented work features of influence of the widespread baking improvers increasing elasticity and reducing tensile properties of a gluten and dough are generalized and systematized.

Results of the conducted researches of qualitative parameters of grain show that from grain of poor quality production of flour of high grades in accordance with GOST isn't possible. Therefore at the flour-grinding enterprises apply various actions to improvement of quality of flour.

Results of researches allow technologists after the analysis of quality of flour with ease to pick up improvers and to reveal, in which direction it is necessary to influence its components, and rheological properties of a gluten and the dough for batch stages.

## ПОЛІПШУВАЧІ, ЩО ПІДВИЩУЮТЬ ЕЛАСТИЧНІСТЬ І ЗНИЖУЮТЬ РОЗТЯЖНІСТЬ КЛЕЙКОВИНИ І ТІСТА

Е.Е. Байрамов

Азербайджанський технологічний університет, м. Гянджа

У представленій роботі узагальнено та систематизовано особливості впливу поширених хлібопекарських поліпшувачів, що підвищують еластичність і знижують розтяжність клейковини і теста. Результати досліджень дозволять технологам з легкістю підібрати поліпшувачі і виявити в якому саме напрямі потрібно впливати на компоненти борошна та на реологічні властивості клейковини і теста на стадії замісу.

**Ключові слова:** борошно, тісто, поліпшувач, клейковина, еластичність.

**Введення.** Наиболее сложной проблемой является то, что производители зерна не в состоянии обеспечивать стабильные поставки на мукомольные предприятия зерна требуемого качества и необходимого количества.

Результаты проведенных исследований качественных параметров зерна показывают, что из зерна низкого качества не представляется возможной выработка муки высоких сортов по ГОСТу. Поэтому для улучшения качества муки на мукомольных предприятиях применяют различные методы улучшения [1]. Не смотря на это из такой муки, поступающей на хлебопекарные предприятия, при замесе не всегда получается клейковина и тесто удовлетворительного качества [2], по той или иной причине клейковина и тесто может получаться с низкой эластичностью и высокой растяжимостью. В таких случаях перед технологом возникает трудность по выбору улучшителей, которые должны обеспечить повышение эластичности и снижение растяжимости клейковины и теста. При этом должны предприниматься оперативные мероприятия, применение которых зависит от опыта технолога.

В настоящее время в тесто добавляют разнообразные улучшители, имеющие назначение оказать влияние на реологические свойства клейковины и теста [3].

Следует также учитывать, что при использовании улучшителей реакция муки на добавляемый улучшитель может быть различной и зависит от ее индивидуальных особенностей. Иногда близкие по качественным показателям образцы муки по-разному реагируют на добавление к ней улучшителя. Всё это отражается и на реологических свойствах клейковины и теста.

Исследования показывают, что в настоящее время нет чётких и оперативных мероприятий, в которых обобщены и систематизированы современные хлебопекарные улучшители, обеспечивающие только повышение эластичности и снижение растяжимости клейковины и теста. Вышеизложенное указывает на необходимость изучения влияния хлебопекарных улучшителей на эластичность и растяжимость клейковины и теста, их обобщения и систематизацию, что является весьма актуальной.

**Целью исследования** является обобщение и систематизация хлебопекарных улучшителей, которые повышают эластичность и снижают растяжимость клейковины и теста.

**Объектом исследования** является клейковина и тесто из пшеничной муки.

**Предметом исследования** является исследование хлебопекарных улучшителей, влияющих на реологические свойства клейковины и теста.

**Материалы и обсуждение.** Фактором, обуславливающим состояние белково-протеинозного комплекса муки, реологические свойства клейковины и теста является окислительное воздействие. Для улучшения реологических свойств клейковины и теста из муки низкого качества применяют различные типы улучшителей, основными из которых являются улучшители окислительного действия, а также модифицированные крахмалы и анионоактивные ПАВ.

Установлено, что особенностью улучшителей окислительного действия является их способность регулировать реологические свойства теста путем упрочнения и снижения атакемости белковых веществ теста, инактивации протеиназы и активаторов протеолиза. В результате этих процессов повышаются сила муки, газо- и формоудерживающая способности теста, увеличивается объем хлеба и уменьшается расплываемость подовых изделий, мякиш хлеба становится белее.

Однако ни все виды улучшителей окислительного воздействия имеют одинаковое влияние: одни способствуют понижению эластичности и повышению растяжимости клейковины и теста [4], а другие наоборот — способствуют повышению эластичности и снижению растяжимости их [3]. Так, аскорбиновая кислота понижает эластичность и повышает растяжимость, а азодикарбонамид наоборот — повышает эластичность и снижает растяжимость клейковины и теста. Имеются также улучшители, которые не изменяя свойства клейковины только повышают эластичность и снижают растяжимость теста [5].

Общепринятая трактовка действия улучшителей окислительного действия разного типа, включая продукты окисления ненасыщенных жирных кислот, образовавшиеся в результате воздействия липоксигеназы, сводит все изменения реологических свойств теста к образованию дисульфидных мостиков между макромолекулами белка в результате окисления свободных сульфгидрильных групп. Ограниченность этой трактовки видна из источников литературы, где указываются иные пути воздействия на белковые вещества теста.

Несмотря на то, что теория воздействия различных веществ на реологические свойства клейковины и теста разработана еще очень недостаточно, накопленные экспериментальные данные уже позволили использовать в практике хлебопечения целый ряд способов улучшения технологических свойств полуфабрикатов в процессе замеса.

Известно, что сам по себе замес в среде, содержащей кислород, оказывает заметное влияние на компоненты теста, в первую очередь на ее липидную фракцию; образующиеся при этом перекиси и гидроперекиси воздействуют на белковые вещества клейковины, в результате чего тесто заметно укрепляется. Эти данные явились исходными для разработки ряда способов воздействия на свойства теста путем интенсификации протекающих при замесе окислительных процессов.

Кроме того, раньше перечень окислителей был более широким, однако, многие опасные для здоровья добавки окислительного действия (в том числе и легендарные броматы) в настоящее время запрещены для использования в производстве продуктов питания. Действие окислителей основано на выделении ими активного кислорода или хлора, которые взаимодействуют с нежелательными красящими веществами продукта, превращая их в неокрашенные соединения.

Таким образом, учитывая данные многих работ, можно сделать заключение, что в муке, белки, соединяясь с химическими веществами, могут образовывать как устойчивые, так и

неустойчивые соединения. Поэтому, следует грамотно использовать улучшители, корректируя различные отклонения в качестве основного и дополнительного сырья; правильно подбирать улучшители и дозу их, чтобы не ухудшить качество готовых изделий.

Выясним особенности влияния и проведем обобщение и систематизацию хлебопекарных улучшителей, наиболее широко распространенных в хлебопечении, которые повышают эластичность и снижают растяжимость клейковины и теста.

*Персульфат аммония (E923).* Это пищевая добавка группы антифламингов, глазирующих агентов. Добавки персульфата аммония в количестве 0,01—0,02 % от массы муки [6] вызывают увеличение объема хлеба, улучшение структурно-механических свойств мякиша и повышение формоудерживающей способности подовых изделий. Запрещён в Азербайджане и других странах СНГ. В настоящее время используется в ряде Европейских стран в качестве улучшителя муки, отбеливателя.

*Азодикарбонамид (E927a).* Этот улучшитель [7] окислительного действия. Выпускается, так же как и перекись ацетона, в смеси с крахмалом, применяется для улучшения свойств теста из свежесмолотой муки взамен её длительной отлежки. Добавление азодикарбонамида при замесе повышает водопоглотельную способность (ВПС) и укрепляет консистенцию теста, повышает объем хлеба. При больших дозах наблюдается эффект перекисления, тесто становится слишком крепким, объем хлеба понижается.

Как и перекись ацетона, азодикарбонамид способствует посветлению мякиша хлеба, вероятно, вследствие окисления каротиноидных пигментов муки. Улучшитель полностью расходуется при окислительной реакции. Для каждой вновь образуемой дисульфидной связи требуется одна молекула азодикарбонамида, которая начинает реагировать с тиоловыми группами глютена, как только происходит увлажнение муки и проявляет свою активность при формировании теста. В процессе брожения азодикарбонамид быстро разлагается и уже через 45 мин после добавления воды к муке он исчезает.

*Перекись ацетона (E929).* Пищевая добавка группы антифламингов, глазирующих агентов. Применяется в целях укрепления теста из свежесмолотой муки как препарат, отбеливающий и улучшающий свойства полуфабрикатов, взамен длительной отлежки муки, предотвращает и устраняет нежелательное окрашивание продукта путём химической реакции с его компонентами. В чистом виде этот препарат очень нестойк, и поэтому для стабилизации его смешивают с чистым крахмалом в соотношении 1:9. В виде крахмального концентрата перекись ацетона долго сохраняет свою активность, поэтому целесообразно обрабатывать им муку, выпускаемую на мельничных предприятиях. При сравнительном изучении этого окислителя было установлено, что в отличие от йодата и бромата перекиси ацетона воздействует непосредственно на белковые вещества клейковины. Оптимальные дозы этого улучшителя для муки со слабой клейковиной лежат в пределах 0,01—0,03 % крахмального концентрата с содержанием активного кислорода 10—12 %.

При добавлении этого препарата очень сильно повышается ВПС муки и в тесто следует прибавлять больше воды. Повышенные дозировки перекиси ацетона обуславливают денатурацию белковых веществ клейковины, она крошится при отмывании, а тесто получается слишком крепким, плохо растяжимым. Существенным является установленный факт инактивации ферментов при воздействии перекиси ацетона. При одновременном прибавлении в тесто мощного протеолитического препарата (панкреатина) воздействие последнего на белковые вещества полностью снимается. Так, например, если клейковина теста, в которое был добавлен панкреатин, имела расплываемость 55 %, то добавление 0,1 % перекиси ацетона понижало расплываемость шарика до 29 %, а 0,2 % этого окислителя практически прекращало процесс ослабления клейковины под действием панкреатина [3].

Отсюда следует, что особенно эффективно применение перекиси ацетона для улучшения качества муки из зерна, поврежденного вредной черепашкой. Положительное свойство перекиси ацетона заключается в том, что в процессе брожения она полностью разлагается, а продукты ее распада улетучиваются при выпечке.

Перекись ацетона запрещён в Азербайджане и других странах СНГ. В настоящее время используется в ряде Европейских стран в качестве улучшителя муки, отбеливателя.

*Перекись кальция (E930).* Относится к пищевым добавкам группы антифламингов, глазирующих агентов. Это соединение, как окислитель, оказывает сильное воздействие на свойства клейковины, укрепляя ее структуру и ВПС муки (на 0,5—1,5 %). В соответствии с этим тесто становится более упругим, лучше сохраняет форму при расстойке, и объем хлеба

повышается. Оптимальные дозировки зависят от исходных свойств клейковины и сорта муки; мука с более высоким содержанием отрубянистых частиц требует более высоких доз этого улучшителя.

В отличие от других улучшителей окислительного действия (бромата и йодата калия), уменьшает кислотность хлеба. Наибольшего эффекта можно добиться при безопарном способе приготовления теста. При опарном способе и применении жидких полуфабрикатов препарат целесообразно добавлять не в муку, а в тесто.

Перекись кальция хорошо сочетается с молочной сывороткой, а также с препаратами амилολитических ферментов [7].

*Модифицированный крахмал (E1404).* Оказывает очень сильное воздействие на пшеничную клейковину и тесто, укрепляя их структуру и улучшая тем самым хлебопекарные свойства слабой муки. В настоящее время применяются препараты окисленного крахмала (модифицированный крахмал марки А и Б, получаемые путем окисления кукурузного крахмала соответственно броматом калия и гипохлоридом кальция) [8]. Окисленный крахмал марки А в виде водной суспензии или заварки вводят только в опару, марки Б — в опару или тесто. Суспензию готовят в деже тестомесильной машины или в другой емкости, с мешалкой в соотношении крахмала и воды или крахмала и дрожжевого молока 1:10. При непрерывных методах приготовления теста крахмал используют в заваренном виде. Заварку готовят в заварочной машине при соотношении крахмала и воды 1:15—1:20 [7].

*Надмолочная кислота (E270).* Эта кислота получается при окислении молочной кислоты перекисью водорода и представляет собой сильный окислитель, легко отдающий кислород. Положительно влияет на тесто из муки со слабой, разжижающейся клейковиной. Добавление ее в тесто в количестве 0,5 % значительно стабилизирует тесто и понижает его разжижение. В этом отношении она более эффективна, чем аскорбиновая кислота, взятая в принятых дозировках. При добавлении больших доз (2—3 %) отмечается типичный эффект переокисления, тесто становится чрезмерно крепким, крошащимся, плохо задерживает газ и снижает устойчивость при замесе. Можно предполагать, что в этом случае происходит воздействие надмолочной кислоты не только как окислителя, но и как довольно энергичной кислоты. Надмолочная кислота более эффективна, чем молочная, при практически одинаковом влиянии на величину pH. Расплываемость шарика теста при добавлении 0,2—1,0 % этой кислоты резко понижается, значительно повышается формоустойчивость хлеба. Добавление 0,2 % надмолочной кислоты не оказывает влияния на газообразование, а 2—3 % уже приводит к его снижению [3].

*Анионактивные ПАВ.* Диссоциируют в водных растворах с образованием длинноцепочечных ионов, несущих отрицательный заряд. Характерной особенностью ПАВ этого типа является их способность осаждать и денатурировать белки, инактивировать ферменты, вирусы и токсины. Механизм их взаимодействия с белковыми веществами заключается в образовании ионных связей между отрицательно заряженными ионами ПАВ и положительно заряженными ионами белков. Кроме того, в образовании комплексов белок-ПАВ анионактивного типа могут иметь значение и водородные связи, и силы Ван-дер-Ваальса. Особенно большое значение для хлебопекарной промышленности имеет влияние анионактивных ПАВ на свойства белковых веществ клейковины [6].

Анионактивным ПАВ относятся лактилаты натрия E481 (стеароиллактат натрия E481(i) и олеоиллактат натрия E481(ii)), стеароил-2-лактат кальция E486, стеароилфумарат натрия E485 и др. [9, 10]. Эти эмульгаторы укрепляют консистенцию теста и делают его более устойчивым при замесе.

К группе анионактивных эмульгаторов относится также каррагинин — полисахарид, добываемый из красных морских водорослей. Каррагинин представляет собой смесь водорастворимых галактанов, этерифицированных серной кислотой, и характеризуется высоким содержанием эфирного сульфата — от 20 до 50 % массы препарата.

При изучении влияния каррагинина при одновременном сопоставлении с фурцеллараном на свойства слабой, разжижающейся клейковины и теста установлено, что каррагинин очень значительно укрепляет клейковину и, что очень важно, задерживает ее разжижение при автолизе. Влияние фурцелларана выражено не так сильно, но все же достаточно ясно. В соответствии с изменением свойств клейковины тесто с добавлением каррагинина и фурцелларана значительно укрепляется. Удельная растяжимость клейковины через 30 минутной отлежки составляла: у контрольного образца 1,8; у образца с добавкой

каррагенина 0,026; у образця с добавкой фуцелларана 0,034 см/мин. А через 3 ч. отлежки составляла соответственно 9,3; 0,04 и 0,22 см/мин [3].

Анионактивные эмульгаторы оказывают специфическое влияние на белковую фракцию пшеничной муки, укрепляя клейковину, причем все прочностные характеристики теста повышаются. При этом, вероятно, происходит, с одной стороны, прямое воздействие на белки клейковины, а с другой — инактивация протеолитических ферментов, вызывающая, как известно, определенное ослабление клейковины и консистенции теста при автолизе и при брожении. В связи с этим можно сделать вывод, что конечный эффект добавления анионактивных ПАВ в тесто — улучшение качества хлеба — будет зависеть в первую очередь от исходных свойств испытуемой муки.

Систематические исследования воздействия различных факторов на клейковину и теста, анализ полученных данных позволили сделать определенные обобщения в этом направлении, результаты которых представлены в таблице.

#### Улучшители, повышающие эластичность и снижающие растяжимость клейковины и теста

Наименование улучшителя	Еврокод	Дозировка, %, к массе муки
Перекись кальция: • для пшеничной муки высшего сорта • для пшеничной муки первого сорта • для пшеничной муки второго сорта	E930	0,0025—0,005 0,005—0,02 0,02—0,03
Персульфат аммония	E923*	0,01—0,02
Перекись ацетона	E929*	0,002—0,004
Надмолочная кислота	E270	0,1—0,5
Модифицированный крахмал: • МДК-А (сортовая мука/обойная мука) • МДК-Б (сортовая мука/обойная мука)	E1404	0,3/0,6 0,6/1,0
Анионактивные ПАВ: • стеарилактат натрия • олеилактат натрия • каррагинин	E481 E481(i) E481(ii) E407	0,01 0,005 0,01
Азодикарбонамид	E927a	0,002-0,003
<b>Примечание.</b> *Неразрешённые добавки — это добавки, которые не тестировались или проходят тестирование, но окончательного результата пока нет.		

**Выводы.** В данной работе обобщены и систематизированы особенности влияния широко распространенных хлебопекарных улучшителей, повышающих эластичность и снижающих растяжимость клейковины и теста. Результаты исследований и данные, приведенные в таблице, позволяют технологам после анализа муки с легкостью подобрать улучшители и выявить, в каком именно направлении надо воздействовать на ее компоненты, а также оказывать на этапе замеса воздействие на реологические свойства клейковины и теста в желательном направлении, т.е. обеспечить повышение эластичности и снижение растяжимости их в зависимости от свойств муки.

Необходимо тщательно изучить все процессы, которые протекают при замесе, с целью разработки оптимальных параметров замеса в сочетании с хлебопекарными улучшителями в зависимости от исходных свойств пшеничной муки, что обеспечит получение теста и, в итоге, хлеба высокого качества.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Степанов И. Исследование зерна с экстремальными показателями / И. Степанов, Н. Битц, В. Азаров // Журнал хлебопродукты. — 2001. — №12 — С.10 — 11.
2. Черных В. Технологические критерии оценки углеводно-амилазного комплекса пшеничной муки / В. Черных, М. Ширшиков // Журнал хлебопродукты. — 2001. — №12 — С.22—25.
3. Козьмина Н.П. Биохимия хлебопечения: Монография / Н.П. Козьмина. — М.: Пищевая пром-сть, 1978. — 280с.

4. Байрамов Э.Э. Улучшители, понижающие эластичность и повышающие растяжимость клейковины и теста. / Э.Э. Байрамов // Пищевая наука и технология ОНАПТ — 2014. — №4(29) — С.70 — 76.

5. Байрамов Э.Э. Улучшители, не влияющие на свойства клейковины, повышающие эластичность и снижающие растяжимость теста. / Э.Э. Байрамов // XXV Международная заочная научно-практическая конференция «Научная дискуссия: вопросы технических наук». — 2014. — № 8 (20). — С.52-59.

6. Цыганова Т.Б. Технология хлебопекарного производства: Учеб. для нач. проф. образования / Т.Б. Цыганова. — М.:ПрофОбрИздат, 2002. — 32с.

7. Пашенко Л.П. Технология хлебобулочных изделий: Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений / Л.П. Пашенко, И.М. Жаркова. — М.: Колос, 2008.—389с.

8. Кузьминский Р.В. Сборник технологических инструкций для производства хлебобулочных изделий / Р.В. Кузьминский, В.А. Патт, Л.Н. Казанская и др. — М.: Прейскурантиздат, 1989. — 494с.

9. Булдакова А.С. Пищевые добавки. Справочник / А.С. Булдакова — Санкт-Петербург: «Ut», 1996. — 240с.

10. Васильев Д.А. Терминологический словарь-справочник по пищевым добавкам и специям: учебное пособие для студентов высш. учеб. заведений / Д.А. Васильев, Пульчаровская Л.П., Зеленов Г.Н., Хамидов Р.Н. — Ульяновск: УГСХА, 2006. 90с.

## УЛУЧШИТЕЛИ, ПОВЫШАЮЩИЕ ЭЛАСТИЧНОСТЬ И СНИЖАЮЩИЕ РАСТЯЖИМОСТЬ КЛЕЙКОВИНЫ И ТЕСТА

**Э.Э. Байрамов канд. техн. наук**

*Азербайджанский технологический университет, г.Гянджа*

*В представленной работе обобщены и систематизированы особенности влияния распространенных хлебопекарных улучшителей, повышающих эластичность и снижающих растяжимость клейковины и теста. Результаты исследований позволяют технологам после анализа качества муки с легкостью подобрать улучшители и выявить, в каком именно направлении нужно влиять на ее компоненты, и на реологические свойства клейковины и теста на стадии замеса.*

**Ключевые слова:** *мука, тесто, улучшитель, клейковина, эластичность, растяжимость.*

# JUSTIFICATION OF THE CHOICE COMPONENTS OF THE COMPOSITION NATURAL SPICES FOR SOUR-MILK PASTES

N. Yushchenko, I. Mykoliv, U. Kuzmyk  
National University of Food Technologies

Key words:	ABSTRACT
spices, spicy and aromatic raw materials, composition, dairy products, fragrance	In this article we have discussed various types of spices, their characteristics to create compositions. Spices are promising ingredients not only in cooking, but they also can be used as enhancing components in formulas of manufactured foods. The application of spicy aromatic substances as components of milk products formulas is limited, thus development of new kinds of milk products with spicy ingredients is currently an urgent task.
<b>Article history:</b> Received 17.09.2015 Received in revised form 8.10.2015 Accepted 11.10.2015	The use of aromatic raw materials in the composition of the formulations of milk-based products rather limited, so the creation of new types of dairy products with the use of spices is an urgent task today.
<b>Corresponding author:</b> uly1083@yandex.ua	Proposed scientific approach combining natural aromatic raw materials, designed to spice composition of dairy products. The spice composition contains ginger, cinnamon, cloves, curcuma, sumac, anise, black pepper and sweet pepper, cardamom, fenugreek, nutmeg and badiane (star anise).

## ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ КОМПОНЕНТІВ КОМПОЗИЦІЙ НАТУРАЛЬНИХ ПРЯНОЦІВ ДЛЯ КИСЛОМОЛОЧНИХ ПАСТ

Н.М. Ющенко, канд. техн. наук,  
І.М. Миколів, канд. техн. наук,  
У.Г. Кузьмик, аспірант  
Національний університет харчових технологій

*В статті було розглянуто різні види прянощів, їх характеристики для створення композицій. Прянощі є перспективною сировиною і можуть використовуватись як збагачуючий компонент у складі рецептур продуктів промислового виробництва. Застосування пряно-ароматичної сировини у складі рецептур продуктів на молочній основі є достатньо обмеженим, тому створення нових видів молочних продуктів із використанням прянощів є актуальною задачею на сьогоднішній день.*

*Запропоновано науковий підхід комбінування натуральної пряно-ароматичної сировини, розроблено композиції прянощів для кисломолочних продуктів.*

**Ключові слова:** прянощі, пряно-ароматична сировина, композиції, кисломолочні продукти, аромат.

**Вступ.** Останнім часом споживачі різних категорій перевагу надають продуктам зі смаковими та ароматичними наповнювачами, тому питання формування смаку та аромату харчових продуктів є особливо актуальним на сьогоднішній день. Продукти повинні бути не тільки поживними та корисними, а й привабливими на вигляд та смак. З цією метою використовуються різноманітні наповнювачі та добавки, серед яких натуральні прянощі. Прянощі відомі широкою гамою смако-ароматичних властивостей і використовуються для різних груп

продуктів, перших та других страв, консервованої плодоовочевої продукції, кондитерських виробів тощо. Натуральні прянощі надають продуктам стійкого вираженого смаку та аромату без застосування додаткових підсилювачів смаку, барвників та ароматизаторів.

Формуючи смакові властивості продуктів, прянощі ще і підвищують активність впливу їжі на органи травлення, сприяючи кращому засвоюванню поживних речовин. Це відбувається не тільки внаслідок більш інтенсивного виділення шлункового соку, а й за рахунок вмісту у прянощах компонентів, які є каталізаторами ряду процесів та сприяють активізації обміну речовин у цілому [1, 2].

Прянощі є перспективною сировиною не тільки для приготування кулінарних страв, а й можуть використовуватись як збагачуючий компонент у складі рецептур продуктів промислового виробництва. Застосування пряно-ароматичної сировини у складі рецептур продуктів на молочній основі є достатньо обмеженим, тому створення нових видів молочних продуктів із використанням прянощів є актуальною задачею на сьогоднішній день.

**Мета досліджень** є розробка наукового підходу для комбінування натуральної пряно-ароматичної сировини та розроблення композицій прянощів для молочних продуктів.

Матеріали та методи. Для ідентифікування сенсорних властивостей різних видів пряно-ароматичної сировини нами за основу була прийнята класифікація, запропонована А.П. Нечаєвим, яка містить більш широкий перелік ароматів, характерних для свіжих продуктів і тому саме її зручно використовувати для розробки композицій прянощів та визначення раціональних доз їх введення. Крім того, класифікація запропонована для ефірних олій, тому її використання якнайкраще буде характеризувати смако-ароматичні показники молочних продуктів з натуральними прянощами, для яких ефірні олії є одним з основних компонентів [3, 4].

Нечаєвим А.П. було запропоновано систематизувати ефірні олії за напрямом їхнього аромату: анісовий, пряний, апельсиновий, бальзамічний, запах деревини, м'ятний, трояндовий, цитрусовий, квітковий.

На наступному етапі визначали сумісність описаних видів прянощів з кисломолочною основою.

Сумісність із молочною основою визначили шляхом введення взятих для досліджень прянощів у сухому вигляді в кількості 0,1 %. В якості кисломолочної основи було обрано сир кисломолочний м'який дієтичний нежирний.

З метою створення композицій із заданими властивостями, обрані прянощі поділили на 2 групи за здатністю до формування смаку чи аромату: перша — прянощі, що формують переважно аромат продукту: аніс, бад'ян, гвоздика, кардамон, кориця, пажитник, часник та сумах; друга — прянощі, які в основному визначають смак: імбир, куркума, мускатний горіх, чорний та духмяний перець, базилік, майоран.

Для прянощів першої групи визначали ароматне число. Ароматне число (Ач) — умовний показник, що характеризує кратність розведення модельного розчину в 10 разів, при якій відчувається аромат пряності [5]. Модельні розчини початковою концентрацією 1 % готували на основі бідистильованої води.

**Результати досліджень.** Характеристики окремих видів натуральних прянощів визначені описовим методом на підставі опрацювання даних анкет дегустаційної комісії [5]. Результати досліджень були систематизовані і наведені у таблиці 1.

Таблиця 1. Смако-ароматичні показники різних видів натуральних прянощів

№	Назва пряності	Група ароматів	Аромат	Смак
1	Аніс ( <i>Pimpinella anisum</i> L.)	Виражений анісовий	Добре виражений прохолодний, злегка солодкуватий, з м'ятним відтінком	Злегка солодкуватий, з м'ятним присмаком
2	Бад'ян ( <i>Illicium verum</i> )	Анісовий	Злегка виражений прохолодний, з м'ятним відтінком та запахом деревини	М'ятний, прохолодний
3	Гвоздика ( <i>Eugenia aromatic</i> L.)	Пряний	Різкий, теплий, приємний, з легким запахом деревини та лимонним відтінком	Терпкий
4	Духмяний перець ( <i>Pimenta offic.</i> )	Пряний	Насичений теплий густий аромат з лимонним відтінком та бальзамічним тоном	Легкий гострий



№	Назва пряності	Група ароматів	Аромат	Смак
5	Імбир ( <i>Zingiber offic.</i> )	Пряний	Злегка виражений, теплий, з лимонними нотами	Легкий пекучий, з солодкувато-гіркуватим присмаком
6	Кардамон ( <i>Cardamomum</i> )	Злегка камфорний	Виражений солодко-камфорний теплий	Солодкуватий зі свіжим присмаком
7	Кориця ( <i>Cinnamomum Cassia</i> )	Пряний	Виражений солодкувато-теплий, з легким запахом деревини	Злегка солодкуватий, терпкий, в'язкий
8	Куркума ( <i>Curcuma longa</i> )	Пряний	Злегка виражений мускусний, пряний, з сухим терпким ароматом	Слабо-пекучий, терпкий, з гіркуватим присмаком
9	Мускатний горіх ( <i>Myristica fragrans</i> )	Пряний	Теплий, з ледве вираженим бальзамічним відтінком	Ненав'язливий терпкий, із солодкуватим присмаком
10	Пажитник (фенугрек ( <i>Foeniculum graecum</i> ))	Пряно-трав'яний	Злегка виражений, сухий ненав'язливий трав'яний аромат	Легкий, ненав'язливий пряний
11	Сумах ( <i>Rhus</i> )	Злегка пряний	Сухий, терпкий з лимонним відтінком	Терпкий, з кислінкою
12	Чорний перець ( <i>Piper nigrum L.</i> )	Пряний	Сильно виражений пряний аромат, теплий і приємний	Гіркий з пекучим присмаком
13	Базилік ( <i>Uscimum</i> )	Пряно-трав'яний	Насичений пряний, приємний трав'янистий, з лимонним відтінком	Пряний з трав'янистим присмаком
14	Майоран ( <i>Origanum majorāna</i> )	Пряно-трав'яний	Пряний, з солодкуватим відтінком	Пряний з трав'янистим присмаком
15	Часник сухий ( <i>Ellium sativum</i> )	Мускусний	Виражений різкий, пекучий	Гострий
16	Паприка ( <i>Capsicum</i> )	Пряний	Виражений солодко-теплий	Легкий, ненав'язливий солодкий
17	Перець білий ( <i>Piper nigrum L.</i> )	Пряний	Виражений пряний аромат, терпкий	Терпкий з гірким присмаком
18	Естрагон ( <i>Artemisia dracunculus</i> )	Трав'яний	Виражений, сухий ненав'язливий трав'яний аромат	Пряно-трав'яний з солодким присмаком
19	Перець червоний (чили <i>Capsicum annuum</i> )	Пряний	Виражений різкий, пекучий	Пекучий з гострим присмаком
20	Тим'ян ( <i>Thymus</i> )	Пряно-трав'яний	Пряний, з приємним трав'янистим ароматом	Пряний з трав'янистим присмаком

У зразках із додаванням білого перцю відчувався гіркуватий присмак, з'являлась терпкість, специфічний запах перцю білого пригнічував запах кисломолочної основи, приємний смак якої вже не відчувався, при зменшенні дози введення білого перцю аромат лише ставав менш вираженим.

У зразках із естрагоном відчувався чистий смак кисломолочної основи з слабо-вираженим, але неприємним, гірким присмаком пряності. При збільшенні дози внесення терпкий смак посилювався, через який майже не відчувався смак кисломолочної основи.

При додаванні червоного перцю (чили) в зразках вже відчувався гострий смак, що було не властиво для кисломолочних продуктів.

З додаванням анісу отримували зразки з приємним смаком і запахом кисломолочної основи з вираженим смаком і ароматом пряності.

При додаванні бад'яна зразок характеризувався чистим кисломолочним смаком і запахом, відчувається виражений смак і запах бад'яна, який добре поєднаний з кисломолочною основою, колір світло-кремовий, зумовлений видом прянощі.

З додаванням гвоздики отримували зразки з приємним смаком і запахом кисломолочної основи з вираженим смаком і ароматом пряності.

Додавання духмяного та чорного перцю надає кисломолочній основі приємного смаку і аромату, без відчутної гіркоти.

При додаванні кардамону отримували зразки з приємним смаком і запахом кисломолочної основи з вираженим смаком і ароматом пряності.

Додавання кориці надає кисломолочній основі приємного смаку і аромату.

При додаванні мускатного горіха зразок характеризувався чистим кисломолочним смаком і запахом, відчувається виражений смак і запах пряності, який добре поєднаний з кисломолочною основою, колір світло-кремовий, зумовлений видом прянощі.

При додаванні сумаху зразок характеризувався чистим кисломолочним смаком і запахом, відчувається виражений смак і запах сумаху, який добре поєднаний з кисломолочною основою, колір світло-кремовий, зумовлений рожевим відтінком.

При додаванні пажитніку зразок характеризувався чистим кисломолочним смаком і запахом, відчувається виражений смак і запах пряності, який добре поєднувався з кисломолочною основою, колір світло-кремовий, зумовлений видом прянощі.

Додавання імбиру та куркуми надає кисломолочній основі приємного смаку і аромату, без відчутної гіркоти.

Додавання часнику надає кисломолочній основі приємного пікантного смаку і аромату, без відчутної гіркоти.

Таким чином серед вище перелічених прянощів із подальших досліджень було виключено естрагон, перець білий, перець червоний (чили), паприка, тим'ян.

На підставі попередніх досліджень складені суміші компонентів у рівних концентраціях для визначення їхньої сумісності між собою у складі композицій та з кисломолочною основою.

До складу композицій вводили прянощі за такими ознаками:

1) До складу композицій повинні вводитись прянощі із різною інтенсивністю аромату, причому, один із них повинен стати домінуючим. Аромат кожної прянощі є самодостатнім, властивим конкретному виду пряності і поєднання двох і більше інтенсивних ароматів надасть продукту неприродних сенсорних властивостей.

2) Присмаки, які дають прянощі, повинні поєднуватись між собою та доповнювати один одного. Наприклад, сумах із кислуватим присмаком не може поєднуватись із солодким кардамоном та корицею.

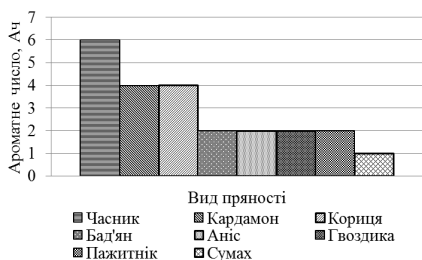


Рис. 1. Ароматне число прянощів

Аналізуючи дані таблиці 1, визначено основні групи смако-ароматичних властивостей: 1 група — пряний прохолодний, 2 група — пряний солодкий, 3 — пряний гострий, 4 — камфорний, 5 — трав'яний, 6 — мускусний.

Для вищеперерахованих компонентів складено перелік прянощів, рекомендованих для розроблення композицій (таблиця 2). Так як корінь імбиру у сухому меленому вигляді не має вираженого смаку та аромату, але характеризується лікувально-профілактичною та загальнозміцнюючою дією на організм, його вирішено було вводити до складу усіх без виключення композицій.

Враховуючи, що кориця характеризується достатньо вираженим солодким присмаком, до складу композицій на її основі вирішено не включати:

- аніс характеризується солодким з прохолодою ароматом, тоді як кориця має теплі ноти аромату;
- пажитнік має трав'янистий аромат, що не буде поєднуватись із солодкуватим, злегка терпким ароматом кориці;

Результати, представлені на рисунку 1, показують, що найвищим ароматним числом характеризується часник сушений — 6, кардамон — 4, а найменшим сумах — 1.

За інтенсивністю аромату прянощі можна розташувати у такій послідовності: часник, кардамон, кориця, бад'ян, гвоздика, пажитнік, аніс, сумах. Таким чином, для розроблення композицій прянощів за основу було обрано часник, кардамон, корицю, гвоздику, бад'ян. Отже, ці прянощі будуть формувати сенсорні властивості продуктів і їх смако-ароматичні характеристики будуть домінуючими у складі композицій.

• базилік та майоран характеризуються насиченими, домінуючими смаковими відтінками, де роль кориці буде втрачена.

Таблиця 2. Комбінування пряно-ароматичної сировини

Найменування ароматоутворюючої пряності	Тип аромату	Поєднуваність за ароматом	Представники
Кориця	Пряно-солодкий	Пряно-прохолодний	Аніс
		Пряно-гострий	Імбир Куркума Духмяний перець Чорний перець Мускатний горіх
		Трав'яний	Пажитнік Базилік Майоран
Гвоздика	Пряно-гострий	Пряно-гострий	Імбир Куркума Духмяний перець Чорний перець Сумах Мускатний горіх
		Пряно-прохолодний	Аніс
		Трав'яний	Пажитнік Базилік Майоран
Бад'ян	Пряно-прохолодний	Пряно-прохолодний	Аніс
		Пряно-гострий	Імбир Куркума Духмяний перець Чорний перець Сумах Мускатний горіх
		Трав'яний	Пажитнік Базилік Майоран
Кардамон	Камфорний	Пряно-прохолодний	Аніс
		Пряно-гострий	Імбир Куркума Духмяний перець Чорний перець Мускатний горіх
		Трав'яний	Пажитнік
Часник	Мускусний	Пряно-гострий	Імбир Куркума Духмяний перець Чорний перець Сумах Мускатний горіх
		Трав'яний	Пажитнік Базилік Майоран

Враховуючи смако-ароматичні властивості гвоздики, до складу композицій вирішено не включати:

- корицю характеризується солодким ароматом, що не поєднується з гвоздикою;
- пажитнік має трав'янистий аромат, що не буде поєднуватись із гвоздикою;
- сумах характеризується вираженим кислим присмаком, який не буде поєднуватись із терпкою гвоздикою.

Ба'дян характеризується достатньо вираженим м'ятним, прохолодним смаком до складу композицій на його основі вирішено не включати:

- аніс характеризується солодким з прохолодою ароматом, що маскуватиме смак і аромат бад'яну.

- пажитник має трав'янистий аромат, що не буде поєднуватись із солодкуватим, злегка терпким ароматом бад'яну;

- базилік та майоран характеризуються насиченими, домінуючими смаковими відтінками.

Кардамон характеризується достатньо вираженим солодким присмаком, до складу композицій на його основі вирішено не включати:

- аніс характеризується солодким з прохолодою ароматом;

- базилік та майоран характеризуються насиченими, домінуючими смаковими відтінками, де роль кардамону буде втрачена.

Аналізуючи сумісність смако-ароматичних характеристик різних видів прянощів між собою було визначено склад композицій. Для визначення раціональних співвідношень складових композицій побудовані профілографи смако-ароматичних властивостей кислomолочних паст з прянощами. Початкова доза введення компонентів визначалась залежно від його ароматичного числа і становила: аніс, бад'ян, суах, пажитник — 0,1 %, кориця, гвоздика, кардамон, часник — 0,05 %. В якості кислomолочної основи використано сир кислomолочний м'який дієтичний. Профілограма смако-ароматичних характеристик наведена на рисунках 2 — 6.



Співвідношення бад'ян:імбир:куркума:суах  
 — 0,05:0,1:0,1:0,5  
 - - - 0,1:0,1:0,1:0,8  
 — 0,15:0,1:0,1:1

**Рис. 2. Характеристика композиції на основі кориці**



Співвідношення гвоздика:імбир:духмяний перець  
 - - - 0,05:0,1:0,1  
 — 0,1:0,1:0,1  
 - - - 0,08:0,1:0,1

**Рис. 3. Характеристика композиції на основі бад'яну**



Співвідношення кардамон:імбир:духмяний перець:пажитник  
 - - - 0,05:0,1:0,1:0,1  
 — 0,1:0,1:0,1:0,1  
 - - - 0,08:0,1:0,1:0,15

**Рис. 4. Характеристика композиції на основі кардамону**



Співвідношення кориця:імбир:духмяний перець  
 — 0,05:0,1:0,1  
 - - - 0,1:0,1:0,1  
 - - - 0,15:0,1:0,1

**Рис. 5. Характеристика на основі композиції гвоздики**

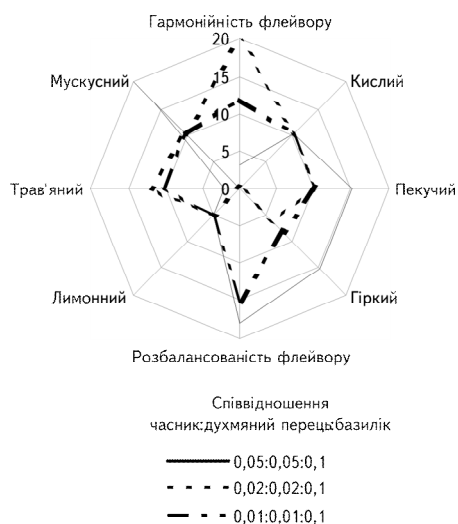


Рис. 6. Характеристика композиції на основі часнику

На підставі отриманих даних нами було остаточно визначено співвідношення компонентів у складі композицій прянощів. Кількісний вміст їх визначався на основі композиційних сумішей, із врахуванням інтенсивності ароматичних характеристик. Кількісний склад композицій прянощів наведено у таблиці 3.

Таблиця 3. Склад композицій прянощів

Найменування компонентів	Вагові частини компонентів											
	композиція, №											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Аніс				1		1						
Бад'ян							1					
Базилік									1	1	1	
Гвоздика		0,75		0,75								
Духмяний перець	1	1			1					0,25		
Імбир	1	1	1	1		1	1	1				
Кардамон					0,75							
Кориця	1											
Куркума			1				1					
Майоран									0,5			
Мускатний горіх						1						
Пажитнік					1,25							
Сумах			8				8	8				
Часник									0,25	0,25	0,25	
Чорний перець				1		1						

**Висновки.** На підставі досліджень складені суміші компонентів композицій з пряноароматичної сировини. При такому співвідношенні аромат кожної з прянощів буде розкриватись повною мірою, що дозволить більш раціонально використовувати сировинні ресурси, збагатити продукти комплексом біологічно активних речовин та урізноманітнити смакову гаму кисломолочних паст.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Прибильський В.Л. Використання нетрадиційної рослинної сировини в технологіях ферментованих напоїв / В.Л. Прибильський, І.В. Мельник, С.В. Омельчук // Харчова наука і технологія. — 2014. — № 3(28). — С. 47 — 51.

2. Наймушина Л.В. Изучение химического состава эфирных масел популярных пряностей семейства имбирных / Л.В. Наймушина, И.Д. Зыкова, В.Ю. Кадочникова, Н.В. Чесноков // Journal of Siberian Federal University. — 2014. — № 3. — С. 340 — 350.

3. Нечаев, А.П. Пищевые добавки: Учеб. пособ. / А.П. Нечаев. — М.: Колос-Пресс, 2002. — 256 с.

4. Фролова Н.Е. Фізико-хімічні основи одержання ефірних олій: Практикум / Н.Е. Фролова, Н.В. Чепель, В.Д. Иванова. — К.: НУХТ, 2011. — 263 с.

5. Шидловская В.П. Органолептические свойства молока и молочных продуктов: Справочник / В.П. Шидловская. — М.: Колос, 2004. — 360 с.

## ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА КОМПОНЕНТОВ КОМПОЗИЦИЙ НАТУРАЛЬНЫХ ПРЯНОСТЕЙ ДЛЯ КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПАСТ

**Н.М. Ющенко, И.М. Миколив, У.Г. Кузьмик**

*Национальный университет пищевых технологий*

*В статье были рассмотрены различные виды пряностей, их характеристики для создания композиций. Пряности являются перспективным сырьем и могут использоваться как обогащающий компонент в составе рецептур продуктов промышленного производства. Применение пряно-ароматического сырья в составе рецептур продуктов на молочной основе достаточно ограниченные, поэтому создание новых видов молочных продуктов с использованием пряностей является актуальной задачей на сегодняшний день.*

*Предложено научный подход комбинирования натуральной пряно-ароматического сырья, разработаны композиции пряностей для кисломолочных продуктов.*

**Ключевые слова:** пряности, пряно-ароматическое сырье, композиции, кисломолочные продукты, аромат.

# IMPROVEMENT TECHNOLOGY MAYONNAISE USING VEGETABLE RAW MATERIALS

V.O. Bakhmach, L.V. Peshuk

National University of food technologies

---

**Key words:**

mayonnaise, quality, emulsion properties stabilizer protein products.

**Article history:**

Received 10.09.2015

Received in revised form

8.10.2015

Accepted 12.10.2015

**Corresponding author:**

nota\_b@i.ua

---

**ABSTRACT**

In order to intensify the mayonnaise production technology and to optimize the recipe compound, authors explored the «Stabilex» compound.

A research and improved technology mayonnaise with the stabilization of the "Stabileks" and vegetable protein products. In developing recipes low-calorie mayonnaise is necessary to introduce additional structure-forming components to provide the necessary rheological parameters of the finished product. Developed formula and determine the necessary technological conditions for mayonnaise: modes, the conditions of emulsification and homogenization. Studied changes in indicators of quality prototypes in storage.

The results of organoleptic, physicochemical, and microbiological studies of developed mayonnaises show that the product has high quality indices and meets the requirements of the existing normative documentation.

---

## УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ МАЙОНЕЗІВ З ВИКОРИСТАННЯМ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ

В.О. Бахмач, канд. техн. наук,

Л.В. Пешук, д-р с.-г. наук

Національний університет харчових технологій

*Проведено дослідження та удосконалено технологію майонезів з використанням стабілізаційної системи «Стабілекс» та рослинних білкових продуктів. Розроблено рецептури та визначено необхідні технологічні режими для майонезів: температура, умови емульгування та гомогенізації. Досліджено зміни показників якості дослідних зразків при зберіганні. Застосування стабілізатора «Стабілекс» разом з рослинними білковими продуктами дозволяє отримати майонези без холестерину з заданими високими показниками якості.*

**Ключові слова:** майонез, якість, емульсія, властивості, стабілізатор, білкові продукти

**Вступ.** Основною особливістю майонезу є можливість корегування складу рецептурних компонентів та отримання продукції, що максимально відповідають фізіологічним потребам організму. Крім того, вживання рослинних рідких жирів у вигляді дрібнодисперсної водно-жирової емульсії зменшує навантаження на ендокринну систему, сприяє стабілізації фізіологічних функцій шлунково-кишкового тракту [1].

Традиційно майонез розглядається як емульсійний продукт, що складається з рафінованої рослинної олії (40—70 %), яйцепродуктів, смакових компонентів, кислоти. З рослинних олій у виробництві майонезів найбільш широке застосування в нашій країні отримали соняшникова, соєва, оливкова.

Яєчний жовток виконує не лише роль емульгатора, а й складає основу майонезу, зумовлюючи його консистенцію, стійкість, колір та смак.

Оцет використовують для забезпечення бактеріологічної чистоти готового продукту та надання йому особливого смаку. У рецептури майонезів також можуть додаватися вода, сіль, цукор, молоко та молочні продукти, гірчиця, наповнювачі: фрукти та овочі, продукти м'ясного та рибного походження, прянощі, ароматичні речовини, модифіковані крохмалі [2].

Сучасними тенденціями у створенні технології та рецептур майонезів є:

- збалансування вмісту жирової фази;
- заміна в рецептурах майонезів та соусів холестеринвміщуючої сировини рослинними компонентами;
- підвищення біологічної цінності шляхом введення вітамінів, білкових речовин, фосфоліпідів та інших біологічно цінних речовин;
- запобігання біологічного та окислювального псування за рахунок введення природних антиоксидантів та консервантів, а також проведення пастеризації та вакуумування.

Зазначені напрямки реалізуються на основі пошуку ефективних композицій натуральних емульгаторів та стабілізаторів, що дозволяють отримати високоякісну продукцію із заданою консистенцією при загальному зниженні жирової фази та виключенні холестеринвмісних компонентів.

Яечний порошок є основним емульгуючим та структуроутворюючим компонентом. Це продукт високої харчової цінності, який містить близько 35 % білків, 62 % ліпідів, в тому числі 12 % фосфоліпідів та 3 % мінеральних речовин. Використання яєчного порошку має деякі переваги й недоліки. Наявність у його складі до 2,0 % холестерину робить небажаним споживання майонезної продукції для хворих на атеросклероз, гіпертонію, ожиріння та для людей похилого віку. Тому одним з основних напрямків створення майонезів є альтернативна заміна яєчного порошку, із метою зниження вмісту холестерину та використання нетрадиційних джерел білкових речовин, вітамінів та мікроелементів, що мають емульгуючі властивості.

Функціональні властивості яєчного порошку, що є визначальними для структурно-механічних показників майонезної емульсії, залежать від багатьох факторів: якості вихідної сировини, режимів та умов пастеризації, сушіння та однорідності розпилення яєчної маси. Нестабільність якісного складу, ступеню денатурації та дисперсності яєчного порошку викликає необхідність постійного корегування режимів технологічного процесу виробництва майонезу.

При виробництві майонезної продукції, особливо із зниженим вмістом жирової фази, однією з основних проблем є мікробіологічне та окислювальне псування. Відомо, що дотримання технологічних режимів пастеризації майонезної емульсії забезпечує отримання продукції із задовільними мікробіологічними показниками. Оскільки, пастеризація рецептурних компонентів при  $62\pm 2$  °C протягом 15—20 хв. повністю знешкоджує бактерії групи кишкової палички (БГКП) та в десятки разів зменшує вміст мікроорганізмів.

Однак, в останні роки в яйцепродуктах все частіше зустрічаються патогенні та умовно-патогенні мікроорганізми, зокрема Сальмонела, Стафілокок, для дезактивації яких вказані режими пастеризації не ефективні.

Надходячи з їжею до шлунково-кишкового тракту людини, Сальмонели лімфатичними шляхами потрапляють у кров, викликаючи бактеріємію. При руйнуванні клітин в організмі вивільнюється ендоксин, що зумовлює клітинну картину токсикоінфекції. Також до роду Сальмонела відносять збудники брюшного тифу, гострих кишкових інфекцій, що зустрічаються при явищах дисфункції кишечника та токсикокози.

Враховуючи, що температурний режим  $62\pm 2$ °C протягом 20 хв. є максимально допустимий для пастеризації яєчного порошку, лише відсутність у яєчному порошок клітин сальмонел та золотистого стафілокока може гарантувати епідеміологічну безпеку готового майонезу.

Таким чином, наведені факти є вагомими аргументами на користь заміни яєчного порошку іншими емульгуючими та стабілізуючими компонентами, що не мають вказаних недоліків.

При розробці рецептур низькокалорійних майонезів необхідно вводити додатково структуроутворюючі компоненти для забезпечення необхідних реологічних показників готового продукту.

В якості структуроутворювачів використовують модифіковані крохмалі, білки тваринного та рослинного походження (молочні, соєві), гідроколоїди (альгінат натрію) та інші, що дозволені МОЗ України [3].

У технології майонезів перспективним є застосування комплексних добавок, що включають у своєму складі переважно декілька структуроутворювачів [4].

Камедь ксантану — зовнішньоклітинний гетерополісахарид, отриманий у результаті специфічного процесу бродіння бактерій роду *Xanthomonas campestris*. Кожна молекула камеді ксантану складається з повторюваних фрагментів, які включають п'ять залишків: два — глюкоза, два — маноза та один — галактуронова кислота. Водні розчини камеді ксантану є високопластичними.

Встановлено, що камедь ксантану виявляє синергетичну взаємодію з галактомананами [5]. Це проявляється у підвищенні в'язкості розчинів, що є важливими у виробництві майонезів. Типовими представниками галактомананів є камеді гуари та рожкового дерева.



Камедь гуара відноситься до класу галактомананів з співвідношенням маноза:галактоза 2:1. Формування гелю з ксантаном не відбувається, проте спостерігається значне підвищення в'язкості водних розчинів [6].

На основі проведених досліджень [7] розроблено стабілізаційні системи «Стабілекс», що використовуються для виробництва майонезної продукції.

**Метою даної роботи** є дослідження взаємного впливу використання стабілізаційної системи «Стабілекс» та рослинних білкових продуктів у технології низькокалорійних майонезів.

**Матеріали і методи.** В роботі використовувалися наступні білкові продукти: соєвий концентрат та борошно, соняшниковий білковий ізолят, в якості контролю використовувалася відома промислова рецептура низькокалорійного майонезу «Салатний». Ефективна в'язкість визначалася при температурі 25 °С за допомогою ротаційного віскозиметра «Реотест2». Реологічні характеристики досліджувалися методом побудови та аналізу реологічних кривих течіння дослідних зразків.

**Результати дослідження.** Фізико-хімічні показники білкових продуктів наведені в табл. 1. Високий вміст білків забезпечує технологічну функціональність у їх використанні як емульгатора.

Таблиця 1. Фізико-хімічні показники білкових продуктів

Назва показників	Значення для продукту		
	Соєвий концентрат	Соєве борошно	Соняшниковий ізолят
Масова частка вологи та летких речовин, %	7,0	8,2	6,2
Масова частка жиру у перерахунку на абсолютно суху речовину, %	1,0	0,8	0,6
Масова частка сирого протеїну у перерахунку на абсолютно суху речовину, %	75,0	19,6	80,0
pH (10 % водної суспензії)	6,8	6,9	6,7

Дослідні зразки майонезів виготовлялися в лабораторних умовах з використанням для гомогенізації швидкісної мішалки з частотою обертання 1500—2000 об/хв. Білкові продукти вводили різними способами: в сухому вигляді з іншими рецептурними компонентами, з попереднім розчиненням. Встановлено, що оптимальними умовами є введення з сухими компонентами та наступною тепловою обробкою при +62+65 °С протягом 10—15 хв.

В отриманих зразках майонезів вивчалися показники якості згідно вимог ДСТУ 4487. Ефективна в'язкість визначалася при температурі 25 °С за допомогою ротаційного віскозиметра «Реотест2». Реологічні характеристики досліджувалися методом побудови та аналізу реологічних кривих течіння дослідних зразків.

Рецептури дослідних зразків низькокалорійних майонезів наведено в табл. 2. Відмінність розроблених зразків полягає у повній заміні рецептурної кількості яєчного порошку та сухого знежиреного молока на стабілізаційну систему «Стабілекс» на основі суміші харчових гідроколоїдів та білкових продуктів: соєвих та соняшникових білкових продуктів.

Таблиця 2. Рецептури розроблених майонезів

Найменування компонента	Вміст рецептурних компонентів, %			
	1 (контроль)	2	3	4
Олія соняшникова рафінована	35,0	35,0	35,0	35,0
Стабілізатор «Стабілекс»	—	0,5	0,5	0,5
Яєчний порошок	6,0	—	—	—
Соєвий концентрат	—	1,5	—	—
Соняшниковий концентрат	—	—	2,5	—
Соєве борошно	—	—	—	1,5
Сухе знежирене молоко	2,5	—	—	—
Цукор	2,5	2,2	2,2	2,2
Сіль	2,2	1,1	1,1	1,1
Лимонна кислота	0,3	0,4	0,4	0,4
Вода	51,5	59,3	58,3	59,3
Всього	100,0	100,0	100,0	100,0

Фізико-хімічні показники зразків майонезів визначали за відомими методиками [8] протягом 35 діб зберігання при температурі +4+6 °С. Результати зміни кислотності наведені в табл. 3.

Таблиця 3. Зміна кислотності майонезів при зберіганні

Термін зберігання, діб	Кислотність майонезу, %			
	Контроль	1	2	3
1	0,3	0,21	0,2	0,23
7	0,34	0,22	0,2	0,24
14	0,37	0,25	0,23	0,28
21	0,4	0,3	0,25	0,32
28	0,48	0,36	0,27	0,38
35	0,52	0,38	0,3	0,4

Встановлено, що кислотність зразків майонезів, одержаних за розробленими рецептурами, не перевищувала значення кислотності контрольного зразку майонезу та вимог НД.

Аналіз отриманих реологічних кривих течіння зразків майонезів свідчить, що найкращі реологічні властивості має зразок з соняшниковим ізолятом.

На основі кривих течіння визначено характеристичні величини: індекс течії, напруження практично незруйнованої та повністю зруйнованої системи, а також відповідні в'язкості. Результати представлено в табл. 4.

Таблиця 4. Характеристичні величини майонезів

Показник	Контроль	Зразок з білком		Зразок з соєвим борошном
		Соєвим	Соняшниковим	
Напруження практично незруйнованої системи, Н/м <sup>2</sup>	110	280	405	230
В'язкість практично незруйнованої системи, мПа·с	3,1	6,1	8,1	4,2
Напруження практично зруйнованої системи, Н/м <sup>2</sup>	200	260	430	310
В'язкість практично зруйнованої системи, мПа·с	0,32	0,41	0,45	0,35

Отже, як видно характеристичні величини під час зберігання зразків змінилися. Найбільше знизилися, а отже, погіршилися реологічні властивості для майонезу з соєвим борошном, що свідчить про недостатню міцність утворених зв'язків у системі. Найкращими виявилися показники для майонезу з соняшниковим концентратом. Зразок контролю та з соєвим концентратом також втратили свою структуру.

Дослідження реологічних властивостей зразків представлені на рис. 1.

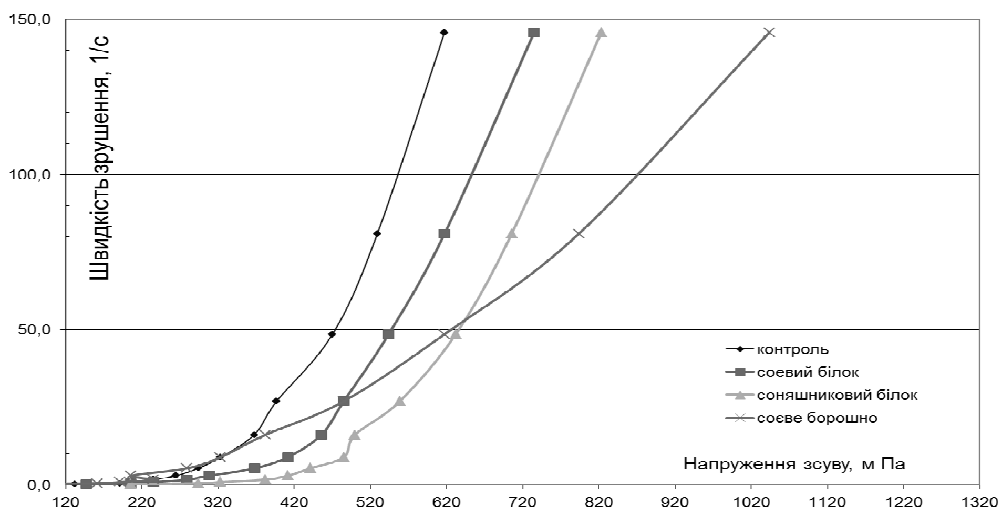


Рис. 1. Реологічні криві течіння майонезів через 35 діб після виготовлення

Отримані данні мають важливе значення оскільки характеризують структурні зміни розроблених майонезів на протязі зберігання, а отже дають змогу прогнозувати поведінку продукту та проведення дії щодо недопущення втрати якості.

Дослідженнями стійкості емульсії дослідних зразків майонезів встановлено, що при зберіганні протягом 35 діб стійкість всіх зразків зменшилася несуттєво і відповідає вимогам НД [8].

**Висновки.** Наведені в статті дослідження показали, що використання в технології майонезів білкових продуктів та стабілізаційної системи «Стабілекс» дозволяє регулювати властивості та підвищити якість продукції, замінити традиційні холестеринвміщуючі компоненти. Розроблені рецептури майонезів розширюють асортимент, мають соціальний і виробничий запит, оскільки сприятимуть виготовленню якісних харчових продуктів з заданими властивостями.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. *Нечаев П.* Майонезы/Нечаев П., Кочеткова А., Нестерова И. — С-Пб.: ГИОРД, 2000. — С.20 — 24.
2. *Демідов І.М.* Споживчі властивості харчових продуктів / І.М. Демідов, В.К. Тимченко // Харків: НТУ ХПІ, 2004. — С.19 — 25.
3. *Нечаев А.* Пищевые добавки / Нечаев А., Кочеткова А., Зайцев А. // Москва: Колос, 2002. — С. 211 — 214.
4. *Горшкова Л.* Текстуры ингредиенты для майонезов и соусов средней и низкой жирности. Пищевые добавки / Горшкова Л., Петик И., Радченко Л. // Олійно-жировий комплекс. — Днепропетровск: «Експерт Агро», 2009. — №2(25). — С. 41 — 44.
5. *Бахмач В.* Дослідження реологічних властивостей харчових гідроколоїдів / Бахмач В. // Вісник НТУ ХПІ. Збірник наукових праць. — Харків: НТУ «ХПІ», 2009. — № 4. — С. 78 — 80.
6. *Bakhmach V. et al.* Xanthan gum using in the mayonnaise technology producing/ Bakhmach V., Babenko V., Beletsky D. // The Second North and East European Congress on Food «NEEFood — 2013», 26 — 29 May 2013, Kyiv. — P. 228
7. *Bakhmach V. et al.* Mayonnaise technology improvement // Bakhmach V., Vovkodav N. //The Second North and East European Congress on Food «NEEFood — 2013», 26 — 29 May 2013, Kyiv. — P. 228
8. ДСТУ 4487:2005 «Майонезы. Общие технические условия»

## УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ МАЙОНЕЗОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

**В.А. Бахмач, Л.В. Пешук**

*Национальный университет пищевых технологий*

*Проведено исследования и усовершенствована технология майонезов с использованием стабилизационной системы «Стабилекс» и растительных белковых продуктов. Разработано рецептуры и определено необходимые технологические режимы для майонезов: режимы, условия эмульгирования и гомогенизации. Изучены изменения показателей качества опытных образцов при хранении. Применение стабилизатора «Стабилекс» вместе с растительными белковыми продуктами позволяет получить майонезы без холестерина с заданными высокими показателями качества.*

**Ключевые слова:** майонез, качество, эмульсия, свойства, стабилизатор, белковые продукты.

# STUDY OF BASIC QUALITY PARAMETERS OF MIXTURES OF FLAX, HEMP AND MUSTARD OILS FOR THEIR USE IN FOOD PRODUCTION

**O.O. Mackiv, M.I. Solod, V.O. Vasylykevych**

*Lviv Institute of Economy and Tourism*

**V.V. Ivasiv**

*Lviv Polytechnic National University*

---

## Key words:

linseed oil, mustard oil, hemp oil, acid value, peroxide value, polyunsaturated fatty acids

## Article history:

Article history:  
Received 7.09.2015  
Received in revised form 27.09.2015  
Accepted 3.10.2015

## Corresponding author:

o.olex.ul@gmail.com,  
el.spectre.x@gmail.com,  
Hfuchila@gmail.com

---

## ABSTRACT

The effect of temperature of obtaining, storage time and temperature on the peroxide and acid values of linseed oil and its mixtures with mustard and hemp oils was determined. An optimal for shelf life and balance of nutrients mixture ratio of linseed, mustard and hemp oils was determined. The object of the research was to investigate the changes in the main quality parameters of linseed oil and its mixture with mustard and hemp oils, and to find the mixture with an optimal amount of PUFA and minimal oxidizability. The effect of temperature of obtaining, storage time and temperature on the peroxide and acid values of linseed oil and its mixtures with mustard and hemp oils was determined. An optimal for shelf life and balance of nutrients mixture ratio of linseed, mustard and hemp oils was determined, therefore making it appealing and promising components of many dishes and confirms eligibility of its use in food production.

---

## ВИВЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ СУМІШІ ЛЛЯНОЇ, КОНОПЛЯНОЇ ТА ГІРЧИЧНОЇ ОЛІЙ ДЛЯ ЗАСТОСУВАННЯ ЇХ У ХАРЧУВАННІ

**О.О. Мацьків, М.І. Солод, канд. техн. наук,**

**В.О. Василькевич, магістр**

*Львівський інститут економіки і туризму*

**В.В. Івасів, канд. техн. наук**

*Національний університет «Львівська політехніка»*

Об'єктом дослідження було вивчення зміни основних показників якості лляної олії та її суміші з гірчичною та конопляною оліями, визначення оптимального співвідношення олій в залежності від балансу ПНЖК і з найменшою здатністю до окиснення. В результаті досліджень визначено вплив температури отримання, тривалості і температури зберігання на пероксидне і кислотне числа лляної олії та її сумішей з конопляною та гірчичною олією. Встановлено оптимальне за балансом корисних речовин співвідношення олій в цій суміші для обґрунтованого застосування їх у харчуванні.

**Ключові слова:** лляна олія, гірчична олія, конопляна олія, кислотне число, пероксидне число, поліненасичені жирні кислоти.

**Вступ.** Основна біологічна цінність рослинних олій полягає у високому вмісті в них поліненасичених жирних кислот (ПНЖК), фосфатидів, токоферолів, стеролів, каротиноїдів, вітамінів та інших цінних природних інгредієнтів.

Відомо, що найбільшою біологічною цінністю серед багатьох рослинних олій володіє олія з насіння льону, котра за вмістом омега-3 ПНЖК випереджає інші рослинні олії [1]. Насіння льону і продукти з нього є важливим джерелом вітамінів А, В, Е, амінокислот і групи мінералів, зокрема селену — елементу, важливого в профілактиці онкологічних захворювань [2.] Але, будучи біологічно активною, ця олія швидко псується на повітрі, світлі, в теплі, що призводить до значного утворення первинних продуктів окиснення — вільних пероксидних радикалів, які продовжують окиснюватися з утворенням вторинних сполук — альдегідів та кетонів, моно- і дикарбонових кислот, альдегідокислот, кетокислот, їх ефірів та інших сполук, значно токсичніших за первинні [3], що робить її непридатною до споживання.

Виходячи з аналізу властивостей гірчичної та конопляної олій, балансу ПНЖК [1], для подовження терміну зберігання лляної олії та збереження її властивостей було вирішено дослідити їх суміш у встановленому співвідношенні, що буде позитивно впливати на здоров'я споживачів.

Одними з найважливіших показників, що характеризують ступінь псування олій є пероксидне та кислотне числа. Відомо, що збільшення кислотного числа відбувається при порушенні режиму зберігання, особливо за підвищеної температури і вологості, а також залежить від якості сировини — в незрілому насінні процес синтезу молекул незавершений, тому кількість вільних жирних кислот є високою [4]. Пероксидне число характеризує ступінь окиснення олії при зберіганні, що дає можливість зробити висновок про безпечність її вживання.

Згідно ДСТУ для лляної олії [5] кислотне число повинно бути не більше 5,0 мг КОН/г, пероксидне — не більше 10 ммоль<sup>1/2</sup> О/кг. Аналіз наукових праць показує [1, 6], що при отриманні рослинних олій методом холодного пресування, який відбувається за температури не вище 50 °С, зберігається природна кількість токоферолів та фосфоліпідів — природних антиоксидантів, що дає можливість передбачити показники цих чисел в нормі. Але за таких температур отримання вихід олій не високий, що пояснює досить високу ціну для лляної олії [7].

**Мета досліджень.** Метою роботи є визначення впливу умов отримання та зберігання лляної олії та її сумішей з гірчичною та конопляною оліями на стійкість до псування, а також встановлення оптимального складу суміші олій для харчового використання.

**Матеріали та методи.** Для дослідження було взято лляну та гірчичну олії, отримані методом холодного пресування у науковій лабораторії Львівського національного аграрного університету [8].

Кислотне число у речовинах визначали шляхом титруванням 0,1 N розчином NaOH спиртових розчинів наважок речовин, що досліджуються в присутності індикатора фенолфталеїну. Пероксидне число визначали йодометрично в розчині льодяної оцтової кислоти і титруванням 0,1 N розчином тіосульфату натрію.

**Результати досліджень.** На першому етапі було вивчено зміни кислотного та пероксидного чисел лляної олії за трьох температур отримання: 35, 45 і 55 °С, а також зміни цих показників від температури зберігання: за 3 °С і 21 °С (рис. 1).

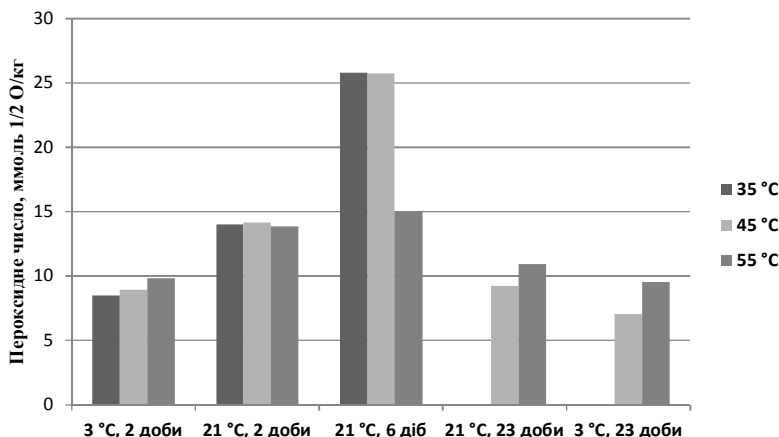


Рис. 1. Зміни пероксидного числа лляної олії різних температур отримання в залежності від температури та тривалості зберігання

Видно, що з підвищенням температури отримання олії від 35 °С до 55 °С пероксидне число незначно зростає за температури зберігання 3 °С і знаходиться в межах 8,5—9,82 ммоль 1/2 O/kg, а з часом зберігання до 23 діб незначно знижується до 7,04 — 9,51 відповідно до температур отримання, що знаходиться в межах норми. При зберіганні олії за температури 21 °С від 2 до 6 діб встановлено, що пероксидне число зразків зростає із збільшенням температури отримання від 35 °С до 45 °С, а за температури отримання 55 °С дещо знижується, що можна пояснити зростанням реакції окиснення пероксидів за підвищених температур. Подальше зберігання олій до 23 діб показує зниження пероксидних чисел всіх зразків за відповідних температур отримання, що також пояснюється реакцією окиснення пероксидів з утворенням кетонів та альдегідів з часом.

Встановлено також, що підвищення температури отримання лляної олії не особливо впливає на значення кислотного числа (рис. 2), а при збільшенні терміну зберігання до 6 діб воно дещо зростає і впродовж до 23 діб знижується майже наполовину від 6,54 — 6,75 початкових до 3,46 — 3,97 відповідно до температур отримання 45 °С і 55 °С, очевидно, що з часом ненасичені кислоти окиснюються киснем повітря.

Тому вважаємо, що найбільш оптимальною температурою отримання лляної олії є 45 °С, оскільки саме за цієї температури ще не відбувається процесу окиснення пероксидів з утворенням небезпечних для організму людини сполук і кислотне число знаходиться в межах норми, а найкращою температурою зберігання з досліджених є 3 оС, що свідчить, що за цих умов лляна олія зберігає свої нативні властивості і не піддається швидкому псуванню.

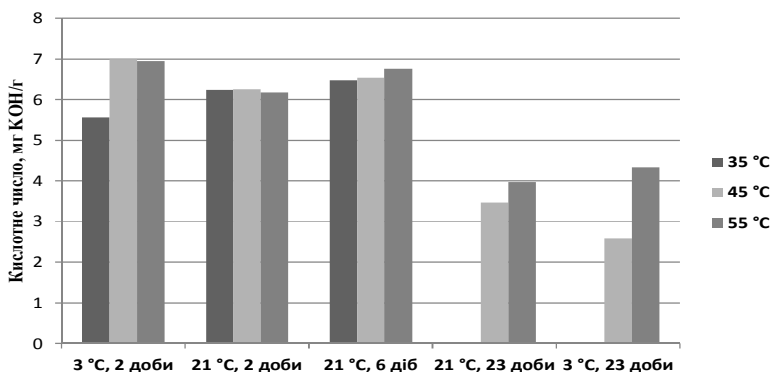
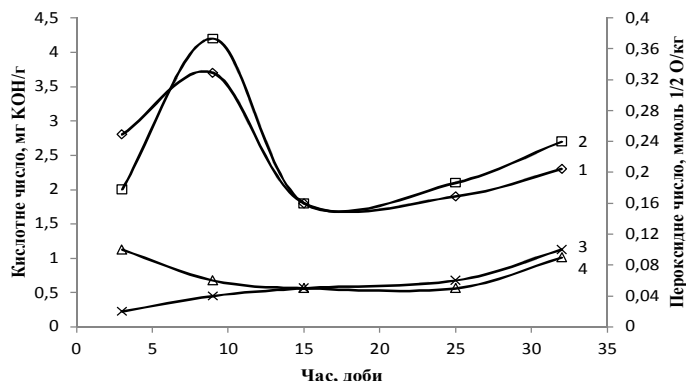


Рис. 2. Зміни кислотного числа лляної олії різних температур отримання в залежності від температури та тривалості зберігання

Відомо, що гірчична олія містить біологічно цінні вітаміни та речовини, які покращують роботу багатьох функцій людського організму [1, 9]. Також, гірчична олія володіє значною стійкістю до окиснення, що сприяє застосуванню її у суміші інших рослинних олій для збільшення їх терміну придатності [10], а з точки зору співвідношення  $\omega$ -6: $\omega$ -3 жирних кислот гірчичну олію можна вважати однією з найбільш збалансованих для раціону людини (від 2:1 до 3:1, залежно від виду гірчиці). Тому запропоновано використовувати суміш лляної та гірчичної олій у співвідношенні 2:1 та 3:1. При співвідношенні 2:1 зазначених олій співвідношення  $\omega$ -6: $\omega$ -3 кислот складало 1:2, а при співвідношенні лляної до гірчичної олії як 3:1 співвідношення  $\omega$ -6: $\omega$ -3 кислот складало 1:2,6. Тому було введено третій компонент — конопляну олію, у кількості, рівній до кількості суміші лляної та гірчичної. Було визначено, що у випадку суміші лляної та гірчичної олій у співвідношенні 2:1 з конопляною олією, співвідношення  $\omega$ -6: $\omega$ -3 складало 1,3—1,4 : 1, а у випадку суміші лляної та гірчичної олій у співвідношенні 3:1 з конопляною олією, співвідношення  $\omega$ -6: $\omega$ -3 складало 1,05—1,1 : 1. Це звісно дещо менше від оптимального балансу ПНЖК, але обране співвідношення олій у суміші дозволяє зберігати цінні властивості кожної з досліджуваних олій.

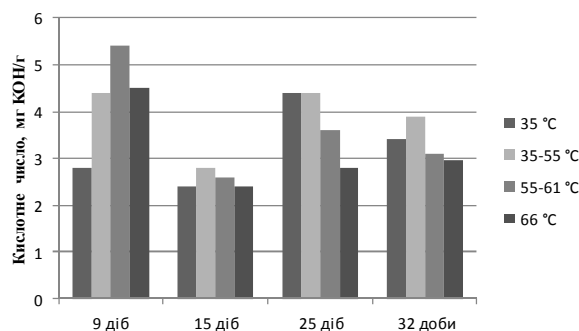
Досліджуючи суміш лляної і гірчичної олій, було встановлено, що при зберіганні цієї суміші у співвідношенні 2:1 (рис. 3) кислотне число за температур отримання суміші 27 °С та 40 °С (до 9 днів зберігання) спочатку зростає, а потім зменшується і протягом наступного часу

зберігання змінюється незначно. При зберіганні суміші лляна:гірчична олія у співвідношенні 2:1 ( $T_{отр} = 27\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) пероксидне число збільшується з часом зберігання суміші. Однак, варто відмітити, що пероксидні числа чистої лляної олії є значно вищими ніж суміші лляної з гірчичною, що підтверджує антиоксидаційні властивості гірчичної олії. Початкове пероксидне число для суміші лляна:гірчична олія у співвідношенні 2:1 за температури отримання  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  є суттєво більшим ніж при  $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Протягом 25 днів зберігання суміші пероксидне число дещо зменшилось, а протягом наступних семи днів зросло. Це можна пояснити, що при заданих температурних умовах зберігання відбувалися наступні процеси — розпад утворених первинних пероксидів, окиснення  $\text{C}=\text{C}$  зв'язків та поступове утворення інших пероксидних сполук.



**Рис. 3.** Зміна кислотного (1-2) та пероксидного числа (3-4) суміші лляна-гірчична олії у співвідношенні 2:1 за температури отримання  $27\text{ }^{\circ}\text{C}$  (1, 3) та  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  (2, 4)

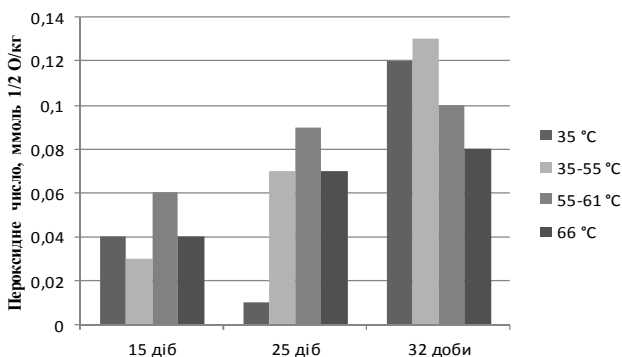
Аналізуючи суміш лляна-гірчична олії у співвідношенні 3:1 (рис. 4), встановлено, що найменше кислотне число має фракція за  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а найбільше — фракція  $55\text{—}61\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Протягом 25 днів зберігання кислотне число для фракції при  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$  зростає і далі знову зменшується. Зміни кислотного числа також спостерігаються для інших фракцій.



**Рис. 4.** Зміна кислотного числа суміші лляна-гірчична олії у співвідношенні 3:1 в залежності від температури приготування та тривалості зберігання

Аналогічно було проаналізовано зміну пероксидних чисел (рис. 5) і встановлено, що із температурою отримання і часом зберігання олій пероксидні числа в основному зростають, а найвище має фракція за  $35\text{—}55\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

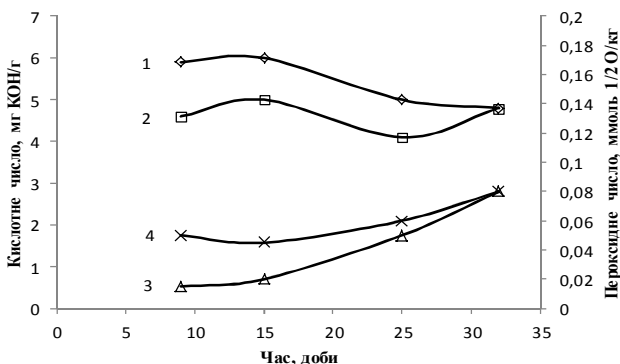
Оскільки для прикладного застосування ми пропонуємо використовувати суміш лляної, гірчичної та конопляної олій, то наступним кроком був аналіз суміш лляної та гірчичної олій у співвідношеннях 2:1 та 3:1 та конопляної олій. Співвідношення конопляної олій до суміші лляної з гірчичною було 1:1. Таким чином співвідношення лляна-гірчична-конопляна олій складало 2:1:3 та 3:1:4. Результати експериментів наведено на рис. 6.



**Рис. 5.** Зміна пероксидного числа суміші лляна-гірчична олії у співвідношенні 3:1 в залежності від температури приготування та тривалості зберігання

Як можна побачити, протягом зберігання суміші лляна-гірчична-конопляна олії зі співвідношенням 2:1:3 кислотне число спочатку не змінюється, а потім зменшується із збільшенням часу зберігання. Це можна пояснити тим, що основним процесом, який відбувається, є процес окиснення, враховуючи той факт, що пероксидне число для даної суміші збільшується із збільшенням часу зберігання.

Для суміші лляна-гірчична-конопляна олії зі співвідношенням 3:1:4 кислотне число суттєво не змінюється протягом часу зберігання. Пероксидне число спочатку не змінюється, а потім росте із збільшенням часу зберігання.



**Рис. 6.** Зміна кислотного (1—2) та пероксидного числа (3—4) суміші лляна-гірчична-конопляна олії у співвідношенні 2:1:3 (1, 3) та 3:1:4 (2, 4)

Можна зробити висновок, що у проаналізованих сумішею олій із часом зберігання пероксидне число зростає, але і не перевищує 0,1 навіть після 32 днів зберігання, що підкреслює антиоксидантні властивості гірчичної олії. Кислотні числа проаналізованих сумішей після 32 днів зберігання були майже однаковими.

**Висновки.** Таким чином, в роботі було визначено залежність пероксидного та кислотного чисел лляної олії та її сумішей з гірчичною та конопляною оліями від температури отримання, часу та температури зберігання. Встановлено, що використання суміші лляної, гірчичної та конопляної олій у співвідношенні 2:1:3 та 3:1:4 дозволяє збільшити термін придатності та забезпечити оптимальний баланс найважливіших для здоров'я людини ПНЖК. Лляна, конопляна та гірчична олії є також надзвичайно цінними харчовими продуктами, які відрізняються високою кількістю біологічно активних речовин, необхідних людському організму, що робить їх привабливими та перспективними компонентами багатьох страв, а аналіз суміші цих олій підтверджує доцільність використання у харчуванні.



## ЛІТЕРАТУРА

1. Шеманська Є.І. Склад і біологічна цінність олій холодного пресування [Текст] / Є.І. Шеманська // Вісник Донецького національного університету економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського. Сер. Технічні науки. — 2012. — № 1. — С. 221—225.
2. Пешук Л.В. Біохімія та технологія оліе-жирової сировини / Л.В. Пешук, Т.Т. Косенко. — Навчальний посібник. [Електронний ресурс] — Режим доступу: [http://ebooktime.net/book\\_171.html](http://ebooktime.net/book_171.html).
3. Смоляр В.І. Сучасні проблеми якості харчових жирів [Текст] / В.І. Смоляр // — Проблеми харчування. — 2008. — № 3/4. — С. 5—12.
4. Живетин В.В. Масличный лён и его комплексное развитие / В.В. Живетин, Л.Н. Гинзбург. — М.: ЦНИИЛКА, 2000. — С. 389.
5. ДСТУ ISO 150-2002. Олія лляна. Технічні умови.
6. Осейко І.М. Окиснювальна стабільність лляної олії та фосфоліпідного жирового продукту підвищеної біологічної цінності [Текст] / І.М. Осейко, І. Є. Шеманська, Л.О. Скачко, А.Т. Лазаренко // Харчова промисловість. — К.: НУХТ, 2011. — Вип. 10—11. — С. 65—70.
7. Frenoux JM. R. Polyunsaturated Fatty Acid How us Blood Pressure and Improves Antioxidant Status in Spontaneously Hypertensive Rats / JM. R. Frenoux, ED Prost, JL Belleville, JL Prost // The Journal of Nutrition — 2001. — Vol.131. — P.39—45.
8. Шевчук Р.С. Комплекс обладнання для отримання рослинної олії в малих переробних цехах [Текст] / Шевчук Р., Василькевич В., Шевчук В., Том'юк В. // Техніка і технології АПК. Науково-виробничий журнал. — 2011. — № 9. — С. 11—13.
9. Біологічна цінність олії гірчиці сарептської: Тези доповідей 75-ї наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів [“Наукові здобутки молоді — вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті”], (Київ, 13—14 квітня 2009 р.) / М-во освіти та науки, Національний ун-т харчових техн. — К.: НУХТ, 2009. — 204 с.
10. Кіщенко В.А. Дослідження впливу фізичних факторів на вміст токоферолів у рослинних оліях / В.А. Кіщенко, Левчук І.В., Радзівська І.Г., Пелехова Л.С. // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. — Одеса: ОНАХТ, 2008. — Вип. 34, Т. 2. — С. 76—81.

## ИЗУЧЕНИЯ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА СМЕСИ ЛЬНЯНОГО, КОНОПЛЯНОГО И ГОРЧИЧНОГО МАСЕЛ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ПИТАНИИ

**Е.А. Мацьков, Н.И. Солод, В.О. Василькевич**

*Львовский институт экономики и туризма*

**В.В. Ивасив,**

*Национальный университет «Львовская политехника»*

Объектом исследования было изучение изменения основных показателей качества льняного масла и его смеси с горчичным и конопляным, установление смеси с оптимальным количеством ПНЖК и минимальной окисляемостью. В результате исследований определено влияние температуры получения, времени и температуры хранения на пероксидное и кислотное числа льняного масла и его смеси с конопляным и горчичным маслом. Установлено оптимальное по сроку хранения и балансу полезных веществ соотношение масел в этой смеси, что делает их привлекательными и перспективными компонентами многих блюд, что подтверждает целесообразность их использования в питании.

**Ключевые слова:** льняное масло, горчичное масло, конопляное масло, кислотное число, пероксидное число, полиненасыщенные жирные кислоты.

# CHARACTERISTICS OF LIPID OXIDATION PRODUCTS IN THE AROMA-FORMATION REACTIONS

H.E. Dubova

*Poltava University of Economics and Trade*

---

**Key words:**

consumer packaging, multiple packaging, the device gain retention, vacuum suction cups, oscillatory phenomena, compensation

**Article history:**

Received 1.09.2015  
Received in revised form 25.09.2015  
Accepted 5.10.2015

**Corresponding author:**

gdubova@mail.ru

---

**ABSTRACT**

The article shows that flavor perception depends on the concentration and qualitative composition of carbonyl compounds. The analysis of lipid oxidation reactions results demonstrates that a variety of aromatic components, not just ones with a rancid smell, are formed. Researchers should consider not only the concentration of volatile components, but the special environment of their distribution during aroma identification. The examples of the practical application of the knowledge about lipid oxidation reactions in the aroma-formation process have been examined. This mostly refers to the dependence of lipid conversion into aroma substances from peculiarities and activity of certain enzymes. The author presents the mechanism of aroma-formation by lipid changes in plants. The main route of conversion is represented as a chain of enzymatic transformations from PUFA cytoplasmic membranes and the 9- and 13-hydroperoxides to carbonyl compounds. The set of formed aldehydes gives fresh aroma to fruits and their products. The example of active grains shows that «green» notes blend harmoniously with the vegetable oil and improve the aromatic profile of other products.

---

## ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОДУКТІВ ОКИСНЕННЯ ЛІПІДІВ У РЕАКЦІЯХ УТВОРЕННЯ АРОМАТІВ

Г.Є. Дубова, канд. техн. наук

*Полтавський університет економіки і торгівлі, м. Полтава, Україна*

*Проаналізовано результати досліджень окиснювальних реакцій ліпідів у харчових продуктах. Показано, що окиснювальні процеси призводять не тільки до компонентів із прогірклим запахом, а можуть продукувати різноманітний спектр ароматів. Крім цього, важливим чинником для ідентифікації ароматів є їх концентрація і харчове середовище. Представлена характеристика ароматів, пов'язана з утворенням карбонільних сполук у результаті ліпідних перетворень в рослинах і продуктах. Розглянуто перспективи застосування свіжих ароматів із пророщених злаків.*

**Ключові слова:** *аромат, ліпіди, альдегіди, окиснення, паростки, ферменти.*

**Вступ.** Прогірклий або відштовхуючий запах — переважно тільки так описані продукти окиснювальних реакцій ліпідів. Утворення подібних запахів є результатом самовільного розпаду гідроперексидів або ферментативних реакцій з ними, а носіями прогірклості є леткі альдегіди та кетони. Однак при виникненні прогіркання типові речовини одночасно розглядаються як важливі компоненти аромату деяких харчових продуктів: гексаналь для пшеничного хліба, яблучного соку, земляних горіхів, гексеналь для подрібненої суніці, бананів, нонадіеналь для огірків і декадіеналь для хрусткої картоплі. Відчуття аромату залежить від концентрації та якісного складу ароматутворюючих речовин, тому карбонільні сполуки, які викликають прогірклі запахи, не можна розглядати виключно такими, що негативно впливають на аромат продукту. Прогірклий аромат у замороженій трісці пов'язують

з компонентом транс-гепт-4-еналь. За концентрації вище 2 ppm транс-гепт-4-еналь дає відчуття згріклості у вершковому та соєвому маслі. Але на рівні 1 ppm транс-гепт-4-еналь дає приємний вершковий аромат у дезодорованому маслі [1].

**Метою дослідження** є аналіз ароматів із продуктів окиснення ліпідів у різних середовищах, характеристика і умови протікання реакцій формування ароматів, їх різноманіття та можливість відновлення.

**Основна частина.** Одна і та ж речовина в різних ароматах може бути ключовою, додатковою або відтіною. На основі 17 компонентів, таких як алілкапроат, амілацетат, бензальдегід, гексаналь, цис-2-гексеналь, етанол та ін., у різних пропорціях складають чотири види ароматизаторів: яблук, банана, груші, ананаса [2]. Для ідентифікації аромату і його оцінки немаловажним фактором є характеристика харчового середовища: речовини, що становлять аромат харчових продуктів, різною мірою виявляють себе на фоні нуклеотидів, цукрів, кислот і солі. Наприклад, гексаналь, цис-3-гексеналь, транс-2-гексеналь залежно від середовища (вода деіонізована, водно-спиртова суміш, дезодорована гомогенізована томатна маса) дають аромати від зеленого, трав'яного, яблучного, виноградного до селерового, цитрусового [2]. Транс-нон-2-еналь — один із ключових компонентів огіркового аромату в концентрації 0.9 ppm, а за концентрації 0.5 ppm у пиві цей компонент сприймається як сильний аромат старого картону.

Продукти окиснення ліпідів беруть участь у формуванні легких складових аромату смаженої птиці, картоплі, сухих зернових сніданків, багатьох видів сирів. Зі 193 компонентів, що виявлені в ароматі обсмажених курчат, 41 — це альдегіди, отримані окисненням ліпідів, серед яких переважали гексаналь і 2,4-декадіеналь [3]. Незважаючи на те, що 2,4-декадіеналь має більш низький поріг аромату (0.00007 мг/кг) порівняно з гексаналем (0.0045 мг/кг), все ж він відомий, як один із найважливіших ароматів обсмажених продуктів, курячого м'яса, фритюру. Подальше окиснення 2,4-декадіенала призводить до утворення транс-4,5-епокси-2-деценала — одного з найсильніших ароматів білого хліба. Таким чином, великий вміст продуктів окиснення ліпідів може бути необхідним для смакоароматичного профілю деяких продуктів. Альдегіди, що утворюються під час окиснювального розщеплення жирних кислот, можуть реагувати з нуклеофільними компонентами харчових продуктів. Зокрема, вони взаємодіють із сульфгідрильними групами й амінами білків, змінюючи функціональні властивості останніх і, як наслідок, аромат готового продукту.

Терміном «окиснення ліпідів» позначають цілий комплекс послідовних хімічних змін ліпідів у результаті взаємодії з киснем. Оскільки тип продуктів руйнування ліпідів залежить від жирнокислотного складу харчового продукту, окиснення ліпідів по-різному впливає на його органолептичні властивості. Наприклад, окиснення рослинних олій, що мають у складі переважно  $\omega$ -6 жирні кислоти, дає «трав'янистий» або «бобовий» побічні запахи, а окиснення високомолекулярних  $\omega$ -3 жирних кислот — «рибні» запахи. Механізм взаємодії ліпідів і окиснювачів носить вільнорадикальний характер, складається з трьох стадій і досить повно описаний для багатьох продуктів, як наприклад, рослинні масла та рибопродукти [4, 5]. Застосування цих знань до фактичних продуктів харчування часто обмежене, оскільки ліпіди поширені як дискретні фази, розсіяні в структурі гетерогенного харчового матриксу. Д. МакКлементс і Е. А. Декер проаналізували окиснення ліпідів в емульсіях типу «масло у воді» та показали вплив концентрації, фізичного стану емульсійних ліпідних крапельок, їх орієнтацію до поверхні розділу, розподіл за крупністю, особливості межі взаємодії та інших факторів. Під час видалення з харчової системи води швидкість окиснення ліпідів, як правило, знижується внаслідок зменшення мобільності реагентів. У деяких харчових продуктах видалення вологи призводить до прискорення окиснення ліпідів, що обумовлено зменшенням захисного шару сольватованої води навколо гідропероксидів ліпідів. Залежно від швидкості окиснення ліпідів у продуктах концентрація карбонільних сполук і аромат, пов'язаний з ними, може істотно змінюватися.

Аромат овочів, зелені та листя також пов'язують із ліпідними перетвореннями, а саме з лінолевою і ліноленою кислотами (ПНЖК). Вузкий спектр ліпідів у рослинах обумовлює відносно невелику кількість первинних продуктів реакції окиснення. У зв'язку з цим, утворення різноманітних плодкових ароматів — результат розщеплення гідроперексидів ПНЖК відповідними ферментами та їх подальші перетворення. Найширший і найрізноманітніший склад ароматів, сформованих із ліпідів, виникає внаслідок ліпоксигеназної активності. Дослідження утворення ароматів у бананах, томатах, яблуках, чаї та інших продуктах пов'язані, в першу чергу, з активністю ліпоксигеназ, а потім — гідропероксид ліаз. Початком ліпідних перетворень вважають утворення гідроперексидів вільних жирних кислот, а закінченням — утворення 6, 9, 12 вуглецевих похідних гідроперексидів ПНЖК. У роботі Чи-Т. Хо і К. Чен показано, що з гідроперексидів 9-ООН, 13-ООН лінолевої кислоти (С 18:2)

утворюються 2,4-декадіеналь, 3-ноненаль, гексаналь. Продуктами ферментативної реакції 9- і 13-гідроперекисів ліноленової кислоти (С 18:3) є 2,4,7-декатріеналь, 3,6-нонадіеналь, 3-гексеналь [3]. Специфічність і складність окиснювальних реакцій в овочах була показана на прикладі трансгенних гомогенізованих плодів томата. Основну частину природного томатного аромату становлять насичені аліфатичні коротколанцюгові альдегіди, похідні 9-, 13-гідроперекисів ліноленової кислоти. Додавання ліноленової кислоти до гомогенатів як субстрату для реакцій утворення С<sub>6</sub>-С<sub>9</sub> альдегідів (гексаналь, ноненаль та ін.) призводить до утворення великої кількості С<sub>9</sub>-альдегідів, тоді як С<sub>6</sub>-альдегіди практично не утворюються. Цей результат був важливим у зв'язку з тим, що ендогенні та екзогенні ПНЖК по-різному беруть участь у реакціях: формування 13-гідропероксидів (продукують С<sub>6</sub>-альдегіди) відбувається з ендогенних жирних кислот, а 9-гідроперокси (продукують С<sub>9</sub>-альдегіди) формуються на основі жирних кислот, розташованих зовні клітини (Мацуї та співавт., 2001). Тому додавання екзогенних ферментів до томатного гомогенату, як і додавання екзогенних ненасичених жирних кислот, призводить до зменшення концентрації гексаналю, цис-3-гексеналю, транс-2-гексеналю, а не до збільшення концентрації цих альдегідів, як можна було очікувати. Розвиток аромату, його зміна в овочах під час заморожування і зберігання також пов'язаний з окисненням ліпідів і активністю ферментів під час розморожування.

Механізм утворення аромату шляхом ліпідної деградації ґрунтується на реакціях  $\alpha$ -,  $\beta$ -окиснення або оксигеназного перетворення. Ланцюжок перетворень — від активації ліпаз до утворення інших летких речовин здійснюється з високою швидкістю. Пошкодження, подрібнення або заморожування листя рослин викликає утворення великої кількості С<sub>6</sub>-компонентів. Продемонстровані результати з формування С<sub>6</sub>-альдегідів, яке змінюється в міру розвитку листя. Молоде листя накопичує високі рівні С<sub>6</sub>-альдегідів, переважно складених із гексаналю. Згодом, у міру розвитку листя, рівень формування С<sub>6</sub>-альдегідів помітно зменшується, при цьому збільшується вміст гексеналю. Подібна тенденція, під час розвитку листя сої, пов'язана зі зміною співвідношень між ліноленовою і ліноленовою кислотами в рослинних клітинах та зменшенням активності ліполітичних ферментів [6].

Карбонільні сполуки, що утворюються в результаті окиснення ПНЖК цитоплазматичних мембран рослинних клітин, викликають достатню зацікавленість. Це пояснюється тим, що більшість з них пов'язують зі свіжим запахом плодів. Так, цис- і транс- форми гексаналю, гексеналю описують як «свіжий, зелений, скошеної трави». У результаті маніпуляцій з генами рослин більшість плодів втрачають здатність продукувати ці сполуки в достатньому обсязі, що знижує їх смакові характеристики. Ванг і співавт. (1996) показали, що до збільшення рівнів гексаналю, гексенолу, цис-3-гексеналю, транс-2-гексеналю і цис-3-гексенолу призводить зміна складу ненасичених жирних кислот томатних плодів під дією  $\omega$ -9 десатураз.

Більшість способів попередньої обробки плодів призводять до втрати, в першу чергу, саме свіжого запаху, пов'язаного з карбонільними сполуками з ліпідів. Найменша тривалість бланшування цибулі-порей, базиліка, шпинату призводить до максимального руйнування гексаналів і гексеналів. Тому ферменти, що беруть участь в окисненні ліпідів, їх гідроперекисів та інших продуктів реакцій ретельно вивчаються науковцями. І. Агуйліо-Агуйо, Д. Олью показують, що навіть невелике збереження активності ліпоксигенази в приготуваному полуничному соку (технологія тонкоподрібнених плодів) сприяє значному поліпшенню аромату в готовому продукті, на відміну від зразків, підданих тепловій обробці [7]. Е. Йлмаз, К. Тандон показали, що є незначна або відсутня кореляція між активністю ферментів ліпоксигенази, гідропероксид ліази, алкоголь дегідрогенази і концентраціями отриманих з ліпідів мінливих складових ароматів. Прогнозуючі моделі були складені для гексаналю, транс-2-гептаналю, пентенону, цис-3-гексеналу, транс-2-гексеналу, цис-3-гексенолу та метанолу як функції активності одного або більше ферментів. З активністю ліпоксигенази і гідропероксид ліази пов'язана модель утворення гексаналю, транс-2-гептаналю і пентенону, тоді як цис-3-гексеналь утворюється через достатню активність гідропероксид ліази, а транс-2-гексеналь — активність ліпоксигенази в моделях. Коефіцієнти кореляції, що зв'язують діяльність ферменту та мінливу концентрацію ароматичних компонентів, показують, що співвідношення не є прямими [8]. Можливо, результати, отримані Е. Йлмаз, К. Тандон, швидше можуть бути показником мінливого складу ліпідів, зокрема ПНЖК цитоплазматичної мембрани, оскільки основні перетворення починаються з лінолеатів або відповідних гідроперекисів. Багато дослідників у цій галузі вважають, що подальша робота необхідна в напрямі вивчення ролі ліпаз (гідролаз) у ферментативних каскадних перетвореннях ароматів.

Не всі продукти реакцій всередині групи С<sub>6</sub>-С<sub>9</sub> альдегідів, кетонів і спиртів мають однаковий запах. Причиною цього є те, що крім активності ферментів діють інші чинники, що

впливають на біогенезис запаху, зокрема, відмінності у співвідношенні лінолевої і ліноленової кислот, а також їх концентрацій у вільному стані. Крім того, запах альдегідів змінюється за достатньої активності інших ферментів, наприклад, коли цис-транс-ізомерази перетворюють цис-3-зв'язки альдегідів у транс-2-зв'язки [9].

**Апробація результатів дослідження.** Серед відомих продуктів найбільш високим вмістом  $C_6$ - $C_9$  карбонільних сполук характеризується люцерна та зелені пагони пророщених зерен злаків — спраутси. Зі свіжого листа люцерни отримують сік — розчин хлорофілу, який висушують за спеціальною технологією і капсулюють. Відомо, що за біологічною цінністю 28 г соку з проростків пшениці відповідає 1 кг свіжих овочів. Нами встановлено, що спраутс із пшениці, ячменю, вівса містить  $C_6$ - $C_9$  карбонільних сполук у 5—8 разів більше, ніж яблучний, огірковий, гарбузовий соки. Маючи безсумнівну користь для здоров'я, високий вміст активного хлорофілу, заліза, спраутси та соки з них малоапетитні через специфічний запах. Сильне переважання трав'янистих відтінків ускладнює процес вживання цих дієтичних продуктів. Компанії, що спеціалізуються на випуску БАДів із пророщених злаків, вирішують проблему надлишку трав'янистих нот додаванням ароматизаторів, наприклад, м'ятного масла.

Для продуктів із пророщених зерен характерна ситуація, коли розведення у воді не приносить бажаного ефекту зменшення трав'янистого запаху. Це пояснюється тим, що ліпофільний склад аромату внаслідок невеликої розчинності у водній фазі максимально розподіляється в повітрі [10]. Знизити концентрацію  $C_6$ - $C_9$  карбонільних сполук у повітряній фазі можна, якщо враховувати здатність цих компонентів розчинятися в жирах і подібність їх коефіцієнта поділу в системі «вода:масло». Ці особливості були використані нами для приготування ароматизованих емульсій для салатів із використанням пророщених зерен. Нами встановлено, що на 11—12 добу пророщування довжина проростків пшениці становить приблизно 8 см і містить максимальну для всього періоду росту кількість хлорофілів і  $C_6$ - $C_9$  карбонільних сполук. Подрібнені проростки цього періоду є гомогенним дисперсним середовищем, стійким до розшарування завдяки достатньому вмісту загальних ліпідів, фосфоліпідів і вільних жирних кислот. Дезодоровану олію (кукурудзяну, соняшникову, соєву) змішували з подрібненою пророщеною масою в різному співвідношенні, оцінювали органолептичні показники. Дегустаційна комісія констатувала, що інтенсивність трав'янистого запаху в суміші зменшується пропорційно кількості олії, що додається. Залишкові «зелені» ноти та відповідне забарвлення гармонійно поєднувалися у співвідношенні (проростки:масло) від 1:1 до 1:4. Термін зберігання такої суміші невеликий — до декількох діб.

Хлорофіл як природний, так і промисловий, часто розглядають через його антиокиснювальну здатність. Однак є фактори, що сприяють протіканню ліпідних окиснювальних реакцій, у яких хлорофіл і його похідне феофітин виступають прооксидантами. Зокрема, хлорофіл може діяти як сенсibilізатор, утворюючи синглетний кисень — прооксидант окиснювальних реакцій ПНЖК. Залізо і мідь у складі хлорофілів і спраутсів прискорюють окиснення ліпідів, стимулюючи розкладання гідропероксидів. Вплив цих факторів усувають попереднім бланшуванням рослинної сировини перед основною переробкою. Однак гідроліз рослинних ліпідів під час бланшування і підвищення кислотності сприяють деградації хлорофілу до феофітину та прояву окисних властивостей останнього.

Вміст загальних ліпідів у пророщених злаках після 15 діб пророщування знижується, аромати накопичуються переважно в твердому залишку. Це пояснюється тим, що в міру проростання відбувається значний перерозподіл складу жирних кислот, про що свідчить йодне число зразків. Основні перетворення ароматів, після 15 діб пророщування злаків, протікають за участю гідропероксид ліаз, зосереджених у клітинних мембранах. Органолептична оцінка свідчила, що сік, отриманий з проростків після 15 діб, містить ледь вловимі ароматичні компоненти, які не володіють достатньою здатністю до розчинення в маслі. Однак у воді, фруктових та овочевих соках, здоби, маргарині пророщені злаки дають свіжий аромат. Внесення невеликої кількості соку пророслих злаків в овочево термооброблене пюре помітно поліпшує його ароматичний профіль через відновлення специфічних рослинних нот. Продукти з кислим середовищем сприяють здійсненню реакції розщеплення хлорофілу й утворення феофітину. Ця реакція супроводжується зміною кольору (від зеленого до олійкового), що звужує межі застосування ароматизованих добавок, які містять хлорофіл.

Розглядаючи відновлення втрачених запахів у консервованих, висушених продуктах як ферментативний процес, доцільно враховувати окиснювальні процеси в ліпідних компонентах. У деяких випадках протікання вищеперелічених окиснювальних процесів, їх швидкість, невеликий період фази розвитку окиснення, могли б сприяти відновленню втрачених свіжих ароматів. Наприклад, у свіжому гарбузі  $C_6$ -альдегіди і похідні від них спирти переважають

серед 30 ароматичних компонентів, а під час термообробки руйнуються в першу чергу. Відновлення цих компонентів полягає в блокуванні антиокиснювальних властивостей каротину, додаванні ліпоксигеназ, гідропероксид ліаз і здійсненні ферментативних реакцій за їх участю.

**Висновки.** Таким чином, за певних концентрацій і відповідної харчової матриці наявність свіжих, зелених запахів є бажаним фактором, а в продуктах після промислової переробки — необхідним чинником для повноцінного ароматичного профілю. Способи перетворень ліпідів у ароматичні речовини залежать від спільної дії ферментів, їх специфічності, а також прооксидантів і відносної кількості допоміжних компонентів. Основними леткими сполуками самоокиснення жирів є альдегіди та кетони, що можуть давати за високих концентрацій відштовхуючий запах і побічні присмаки в харчових продуктах. Разом з тим, у результаті окиснювальних реакцій ліпідів продукується такий набір карбонільних сполук, який, у певній концентрації, надає свіжого запаху продукту або здатний відновлювати його.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Fisher C. Food flavours: biology and chemistry / C. Fisher, T.R. Scott. — Royal Society of chemistry, 1997. — Т. 25. — 570 p.
2. Смирнов, Е. В. Пищевые ароматизаторы. Справочник / Е.В. Смирнов. — СПб.: Профессия, 2008. — 736 с.
3. Ho C.T. Lipids in Food Flavors / C.T. Ho, Q. Chen // An overview. In ACS symposium series (USA). — 1994. — 17 p.
4. Ржавская Ф.М. Жиры рыб и морских млекопитающих / Ф.М. Ржавская. — М.: Пищевая промышленность, 1976. — 470 с.
5. Мамонтов А.С. Исследование процессов окисления растительных масел при транспортировке и хранении / А.С. Мамонтов // Техника и технология пищевых производств. — 2014. — № 3 (34). — С. 136—140.
6. Zhuang H. Developmental change in C6-aldehyde formation by soybean leaves / Zhuang, H., Hamilton-Kemp, T.R., Andersen, R.A., & Hildebrand, D.F. // Plant physiology. — 1992. — № 100(1). — P. 80—87.
7. Aguily-Aguayo I. Flavour retention and related enzyme activities during storage of strawberry juices processed by high-intensity pulsed electric fields or heat / I. Aguily-Aguayo, G. Oms-Oliu, R. Soliva-Fortuny, O. Martn-Belloso // Food Chemistry. — 2009. — № 116. — P. 59—65.
8. Yilmaz E. Absence of a clear relationship between lipid pathway enzymes and volatile compounds in fresh tomatoes / E. Yilmaz, K.S. Tandon, J.W. Scott, E.A. Baldwin, R.L. Shewfelt // Journal of plant physiology. — 2011. — № 58(9) — P. 1111—1116.
9. Damodaran S. Fennema's food chemistry / S. Damodaran, K.L. Parkin. — Boca Raton, FL: CRC press., 2008. — Vol. 4. — 1020 p.
10. Reineccius G. Flavor chemistry and technology / G. Reineccius. — CRC press, 2005. — 485 p.

## ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОДУКТОВ ОКИСЛЕНИЯ ЛИПИДОВ В РЕАКЦИЯХ СОЗДАНИЯ АРОМАТОВ

**Г.Е. Дубова**

Полтавский университет экономики и торговли, г. Полтава

В статье показано, что ощущение аромата во многом зависит от концентрации и качественного состава карбонильных соединений. Рассмотрены примеры практических применений знаний об окислительных реакциях липидов в процессе образования ароматов. Особенно это относится к зависимости липидов от специфичности и активности определенных ферментов в процессе превращений в ароматические вещества. Основной путь превращений представлен как цепочка ферментативных превращений от ПНЖК цитоплазматических мембран и 9- и 13-гидроперекисей до карбонильных соединений. На примере пророщенных злаков показано, что «зеленые» ноты гармонично сочетаются с растительным маслом, а также улучшают ароматический профиль других продуктов.

**Ключевые слова:** аромат, липиды, альдегиды, окисление, проростки, ферменты.

# GALACTOMANNANS IN FOOD TECHNOLOGIES

**M.O. Polumbryk, V.S. Kostyuk, M.S. Sovko,  
Ch. V. Omelchenko, O.M. Polumbryk**  
*National University of Food Technologies*

Key words:	ABSTRACT
Galactomannans, galactomannans production, gel formation agents, stabilizers, inhibitors of starch retrogradation	The properties and utilization of Galactomannans (GM) in food technologies have been discussed. These food hydrocolloids are linear polysaccharides composed from mannopiranoses units, which were substituted periodically by D-galactoses units. These ingredients are able to form viscous solutions even at low (less than 1 %) concentration and have low cost. GM inclusion into food products leads to shelf life increase, fortification by food fibers, impact on crystallization, allow to control texture as well as foam and emulsion stabilization, prevent sedimentation and syneresis and has positive impact on human health. The technological features of 6M and their utilization in food as gel forming agents, stabilizers, inhibitors of starch retrogradation were observed.
<b>Article history:</b> Received 15.03.2015 Received in revised form 20.05.2015 Accepted 15.06.15	
<b>Corresponding author:</b> tmipt_xp@ukr.net	

## ГАЛАКТОМАНАНИ В ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЯХ

**М.О. Полумбрик, В.С. Костюк, М.С. Совко,  
Х.В. Омельченко, О.М. Полумбрик**  
*Національний університет харчових технологій*

*Розглянуто отримання, властивості і використання галактомананів у харчових технологіях. Ці харчові гідроколоїди є лінійними полісахаридами, що складаються з фрагментів залишків манопіранози, періодично заміщених фрагментами D-галактози. Вони характеризуються низькою вартістю і здатні утворювати в'язкі розчини навіть при низьких (<1 %) концентрації. Включення галактомананів до складу харчових продуктів сприяє збагаченню харчовими волокнами, збільшує термін їх зберігання, впливає на кристалізацію, дозволяє контролювати текстуру, стабілізувати піни і емульсії, попереджає розшарування чи осідання, синерезис і позитивно впливає на здоров'я людини. Обговорені технологічні особливості застосування галактомананів у харчових продуктах в якості гелеутворювачів, стабілізаторів, інгібіторів ретроградації крохмалю.*

**Ключові слова:** галактоманани, виробництво галактомананів, гелеутворювачі, стабілізатори, інгібітори ретроградації крохмалю.

**Вступ.** Галактоманани — природні полісахариди, лінійні полімери, що складаються з фрагментів  $\beta$ -(1-4)-D-манопіранози, періодично заміщених залишками D-галактози.

Галактоманани нейонного типу діють як резервні вуглеводи, які містяться в насінні багатьох рослин. Якщо для більшості злакових, таких як пшениця, жито, рис, основним резервним полісахаридом є крохмаль, то для деяких бобових, таких як гуар чи гуньба, основними вважаються галактоманани [1—3].

Ці резервні полісахариди, що містяться в зернятах рослин, і є джерелом енергії для тварин чи людини, якщо вони використовуються як продукт харчування. Галактомананові камеді отримують із насіння гуара (*Cyamopsis tetragonoloba*), ріжкового дерева (*Ceratonia siliqua*), тара (*Caesalpinia spinosa*), гуньби (*Trigonella foenum-graecum*) та інших джерел. Світове виробництво гуарової камеді складає 55—130 тисяч тон, а камеді ріжкового дерева — 9—20 тисяч тон, інші камеді менш поширені.

**Мета досліджень** — аналіз властивостей і застосування галактомананів у харчовій промисловості як гелеутворювачів і стабілізаторів в технології хліба, кондитерських і м'ясних виробів, морозива та інших продуктів завдяки властивості змінювати реологічні характеристики вказаних систем [1—3].

**Матеріали та методи.** Основним джерелом галактомананів є рослина гуар, яка росте в жаркому вологому кліматі і культивується в Індії і Пакистані протягом багатьох століть. Ця рослина є продуктом харчування для людей і кормом для тварин [4, 5].

Гуарова камедь виробляється промислово з 40-х років минулого століття. Під час II світової війни в США виникла проблема з нестачею камеді ріжкового дерева, яка використовувалась в паперовій промисловості для отримання целюлозної маси [5]. Замінником була вибрана гуарова камедь, і з того часу гуар культивують в США.

Основним виробником гуарової камеді є Індія, об'єм її складає 80 % від світової кількості, з яких 70 % — в провінції Раджастхан.

Ріжкове дерево росте на Середземноморському узбережжі і займає площу в мільйони га [4, 5]. Слово ріжкове дерево (sagob англ.) виникло від древньоєврейського «харув», що в перекладі означає шабля — по формі стручків [5]. Вважають, що термін «карат» появився, коли стало відомо, що араби в якості міри ваги використовують боби ріжкового дерева для зважування дорогоцінних каменів і металів (золота і срібла). В Древньому Єгипті пасту ріжкового дерева застосовували для муміфікації. Греки і римляни в своїх текстах відмічали цілющі властивості бобових камедей [4, 5].

Камедь тара за своїми властивостями є чимось середнім між гуаровою і ріжковою дерева. Вона також вважається безпечною і застосовується як харчова добавка [3-5].

Згідно визначенню Віслера «полісахарид відноситься до камедей чи гідроколоїдів, якщо він диспергується у воді з утворенням клейкої пасту, колоїдного золя чи геля» [5].

Відповідно до цього визначення крохмаль відноситься до гідроколоїдів, а целюлоза — ні. Крім цих умов можливість застосування нових гідроколоїдів у харчових продуктах визначається: властивістю виконання специфічних функцій (в'язкість, гелеутворення, тощо), низькою вартістю, джерелом їх отримання повинні бути певні рослини, безпечною для організму [4]. Спершу лише три основних галактоманана, що визнані харчовими добавками, відповідали цим вимогам, але зараз також камедь гуньби, cassia tora та інші камеді широко застосовуються як харчові гідроколоїди.

Галактоманани, джерелом яких є бобові — лінійні полісахариди, що складаються з фрагментів зв'язаних залишків  $\beta$ -(1,4)-D-манопіранози, які періодично заміщені зв'язаними фрагментами  $\alpha$ -(1-6)-D-галактози.

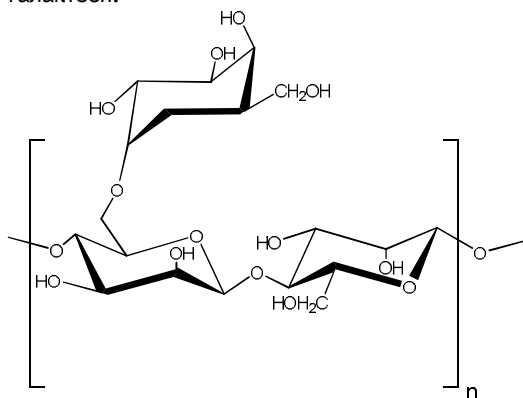


Рис. 1. Структурна формула галактомананів, камедей бобових

Ступінь заміщення для різних бобових неоднакова. Так, основний ланцюг, складений з фрагментів  $\beta$ -D-манопіранози (М) гуньби практично повністю заміщений молекулами  $\alpha$ -D-галактози ЗЧ (Г), відповідно опосередковане молярне співвідношення М:Г складає 1:1 [1—4]. Для галактомананів гуарової камеді воно коливається в межах (1,5—1,8):1, камеді тара 3:1, камеді ріжкового дерева 4:1, камеді cassia tora 5:1 [3, 4].



В'язкість водних розчинів галактомананів залежить від багатьох складових, зокрема молекулярної маси, співвідношення М:Г, ступеня і рівномірності заміщення. Розчинність у воді збільшується з ростом ступеня заміщення лінійного ланцюга фрагментами галактози [3, 4]. Так, камедь ріжкового дерева розчинна в гарячій воді, а значно менш заміщена фрагментами галактози гуарова добре розчинна у холодній воді [4]. Вважається, що заміщення 18 % ОН-груп основного ланцюга фрагментами галактози достатньо, щоб полісахарид розчинявся у воді.

Камеді виробляють і продають під різними назвами. Так, камедь ріжкового дерева виробляється в основному європейськими компаніями і має більше 10 назв. Гуарову камедь виробляють багаточисленні індійські та пакистанські компанії Shree Ram, Sunita Minechem Ind., тощо, а також європейські Mey Hall Co. і Caesalpina і Nutragum, а також швейцарська Unipection A6 [4].

Виробництво галактомананів. Зараз налагоджене виробництво таких основних типів камедей: звичайна (високої якості), промислова і технічна [3, 4]. Промислові галактоманани отримують із зерен бобових однорічних рослин, а також кущів і дерев. Боби ділять навпіл, очищують від лушпиння на стадії попередньої обробки, яка включає збільшення вологості чи термообробку.

Промислове виробництво галактомананів включає наступні стадії: розділення бобів, видалення лушпиння, відділення зародків від ендосперма зернят, очистка ендосперма і подрібнення [3, 4]. Особлива увага приділяється відділенню зародків, які в наслідок присутності ензимів підвищують чутливість до ферментаційних процесів. На рис. 2 проілюстровані стадії отримання гуарової камеді.

Маса кінцевого продукту складає третину маси вихідних бобів. Із зародків і лушпиння виділяють білкові складові, які використовуються як добавки в корм для тварин [3, 4].

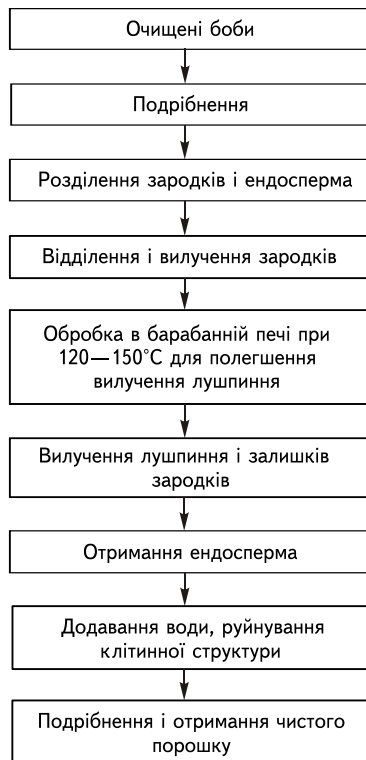


Рис. 2. Стадії виробництва гуарової камеді [4]

В камеді додають деяку кількість консервантів. Так, в харчові камеді ріжкового дерева вносять сорбати чи бензоати, в нехарчові камеді — формальдегід і хлорфеноли [4]. В

порівнянні з гуаровою камедь ріжкового дерева більш глибоко деполімеризується на стадіях промислового виробництва.

Збільшення концентрації галактомананів, яке необхідне для суттєвого зниження рівня глюкози і холестерола в крові, неприйнятно в технологіях харчових продуктів, оскільки суттєво змінює їх фізико-хімічні характеристики [3, 4]. Тому розроблені технології отримання за допомогою ендо- $\beta$ -D-манози частково гідролізованих камедей, зокрема гуарової. Такі камеді забезпечують зниження в'язкості водних розчинів внаслідок зменшення молекулярної маси. В продаж такі камеді поступають під назвою Sunfiber і Benefibre [3]. Молекулярна маса таких продуктів менша 20 кДа, і вони вже не відносяться до харчових добавок.

**Результати досліджень.** Галактоманани камеді ріжкового дерева (харчова добавка E410), гуара (E412), тара (E417) застосовуються в харчовій промисловості головним чином як гелеутворювачі, стабілізатори, інгібітори ретроградації крохмалю. Як і інші гідроколоїди, галактоманани використовуються в харчових технологіях для досягнення однієї з таких цілей: збільшення терміну зберігання, контроль текстури, вплив на кристалізацію, попередження розшарування чи осідання, або синерезису, ретроградації крохмалю, покращення властивостей при заморожуванні і відтаненні, підтримання помутніння соків, стабілізація пін і емульсій, збагачення харчовими волокнами [3, 4].

Камеді утворюють в'язкі розчини навіть при низькій концентраціях (зазвичай застосовуються в кількості менше 1 %) і завдяки цій властивості служать загусниками чи стабілізаторами. Концентрація галактомананових камедей в харчових продуктах знаходиться в межах від 0,1 % при використанні в якості затемнювача до 2 % в жувальних гумках і желе [3]. В'язкість гуарової камеді у водних розчинах найвища, і тому їй надається перевага серед інших галактомананів.

Камедь гуара вважається найбільш універсальною серед галактомананів. Крім надання високої в'язкості водним розчинам її доцільно застосовувати як стабілізатор і загущувач в технологіях харчових продуктів. Вона швидко гідратується у холодній воді з утворенням в'язкого псевдопластичного розчину. В'язкість її водного розчину вища, ніж інших камедей за однакових концентрацій. Внаслідок більш високої розчинності у воді, гуарову камедь вважають кращим стабілізатором емульсій, ніж камедь ріжкового дерева [3, 4]. На відміну від останньої, камедь гуара не утворює слабких гелів при охолодженні, тому її золь відрізняється високою стабільністю в циклах заморожування-розморозжування.

При використанні в морожених десертах ефективною вважають комбінацію камеді і каррагінанів, що дозволяє виготовляти продукти, термін зберігання яких складає 18 місяців [3]. Камеді захищають продукт від теплового шоку і підтримують форму. Камедь ріжкового дерева синергічно взаємодіє з каррагінаном, в особливості при зниженні температури. Крім цього, галактомананова сітка захищає тривимірну структуру каррагінану і к-казеїна, що таким чином суттєво збільшує термін зберігання молочних продуктів [4].

Важливим є властивість галактомананів синергічно з іншими полісахаридами утворювати бі-парні гелі. Так, камедь ріжкового дерева при температурі, нижчій 5 °С, утворює золі, тому вважається поганим гелеутворювачем [4]. Однак, в присутності деяких полісахаридів (ксантан, каррагінан, агар, крохмаль) вона, як і гуарова камедь, утворює міцні гелі [1-5]. Оптимальними вважаються комбінації 0,5 % каррагінану і 0,25 % камеді ріжкового дерева, 1 % каррагінану і 0,1 % камеді ріжкового дерева в співвідношенні 7:3 [4]. Вважається, що бінарні гелі утворюються насамперед за рахунок віцинальних гідроксильних груп фрагментів манопіранози. Особливо це характерно для камеді ріжкового дерева, яка, маючи менший ступінь заміщення, ніж гуарова, відрізняється чергуванням повністю заміщених і не заміщених фрагментів, що збільшує енергію зв'язування [4].

Камеді гуара і ріжкового дерева застосовуються як інгібітори ретроградації крохмалю і вологоутримуючі агенти в крохмальвмісних продуктах [3, 6]. Парада і співавтори дослідили вплив добавок гуарової камеді в борошно кукурудзи, картоплі і рису на фізичні властивості і розщеплюваність крохмалю при їх подальшій екструзії при температурах від 40° до 180° С [7]. Показано, що внесення 10 % гуарової камеді суттєво збільшує кількість доступної для розщеплення харчовими ензимами глюкози і зменшує кількість недоступної. Так, в екструдованому кукурудзяному борошні показник швидкорозщеплюваної глюкози складає 66 г/100 г [7], а в продукті з 10 % гуаровою камеддю він збільшується до 85 г/100 г, тобто внесення гуарової камеді призводить до збільшення глікемічної відповіді при споживанні цього продукту.

За своїми властивостями камедь тара є проміжною між гуаровою і ріжкового дерева [1—5]. Подібно до першої вона розчиняється у холодній воді і подібно другій взаємодіє з полісахаридами, що утворюють гелі. Ця камедь володіє псевдопластичною реологією — в'язкість її водних розчинів зменшується при збільшенні температури і інтенсивності перемішування. Використання її як гелеутворювача в технології м'яса, риби, морозива і йогуртів забезпечує покращення реологічних властивостей, збільшення зв'язування води і емульгуючого ефекту [4].

Камедь гуньби внаслідок практично повного заміщення основного ланцюга не взаємодіє з іншими полісахаридами, такими як агарі чи каррагінани [4, 5]. Однак, вона може утворювати гелі присутності боратів. В результаті високого ступеня заміщення відсутні внутрішньомолекулярні взаємодії, що є причиною її високої розчинності у воді (більше 90 %) і стійкості цієї камеді до дії ензиму  $\beta$ -манози, яка застосовується для часткового гідролізу галактомананів [4, 8]. Камедь гуньби, на відміну від інших галактомананів, має унікальну властивість, як і в гумі — арабка, суттєво зменшувати поверхневий натяг [4]. Завдяки цьому камедь гуньби застосовується як стабілізатор емульсій. Вважають, що молекула полісахариду розміщується на поверхні частинок жиру, захищаючи їх від флокуляції і злипання [4].

Частково гідролізовані камеді застосовуються в технології хлібопекарських, кондитерських і молочних виробів, соусів, соків і інших продуктів [9]. В таблиці наведена рецептура шоколаду, збагаченого харчовими волокнами частково гідролізованої камеді гуара (ЧГКГ) [9].

#### Рецептурний склад шоколаду, збагаченого харчовими волокнами

Інгредієнт	Вміст, г
Какао масло	25
Какао порошок	15
Цукор	30
Високофруктозний кукурудзяний сироп	10
ЧГКГ	9
Молоко	9

**Висновки.** Отриманні дані щодо застосування галактомананів у харчових продуктах в якості харчових волокон, вологоутримуючих речовин, стабілізаторів, інгібіторів ретроградації крохмалю дозволяють прогнозувати їх перспективність для подовження зберігання продукції харчових виробництв. Камеді застосовують в тютюновій промисловості, у виробництві косметичних і фармацевтичних продуктів (основа кремів і паст), паперу, миючих засобів, тощо [4, 10]. Похідні гуарової камеді, зокрема гідроксипропіл-, гідроксиетил-, карбоксиетил-заміщені, застосовують в текстильній, косметичній, паперовій, нафтопереробній, хімічній промисловості, в бурінні, виробництві вибухових речовин та інших областях [4]. В медицині розчини камеді використовують як обволікаючий засіб для зниження швидкості всмоктування лікарських препаратів.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. *Food polysaccharides and their applications*. 2th edition. Edited by A.M. Stephen, C.O. Philips, P.A. Williams. 2006. CRC Press: Boca Raton. — 752 p.
2. *Handbook of dietary fiber*. Edited by S.S. Cho and M.L. Drener. 2001. Marscal Dekker. N.Y. — 894 p.
3. *Food Stabilizers, Thickeners and Gelling Agents*. Edited by A. Imeson. 2010. Willy-Blackwell: Oxford. — 368 p.
4. *Mathur N.K.* Industrial galactomannan polysaccharides. CRC Press: Boca Raton. 2012 — 187 p.
5. *Whistler R.L., Bemiller J.N.* Industrial Gums. Polysaccharides and their derivatives. 3<sup>rd</sup> edition. Academic Press: New York. 1993. — 642 p.
6. *Funami T., Kataoka Y., Omoto T., et al.* Food hydrocolloids control the gelatinization and retrogradation behavior of starch // *Food Hydrocoll.* — 2005. — v. 19. — P. 25—36.
7. *Parada J., Aguilera J.M., Brennan C.* Effect of guar gum content on some physical and nutritional properties of extracted products // *J. Food Eng.* — 2011. — v 103. — P. 324—332.
8. *Yoon S.J., Chu D.C., Juneja L.R. et al.* Chemical and physical properties, safety and application of partially hydrolyzed guar gum as dietary fiber // *J. Clin. Biochem. Nutr.* 2008. — v. 42. — P. 1—7.

9. *U.S. Patent 20090285964*. Fiber-fortified chocolate. Shepley D.C., Aramouni F.M. Texas Peanut Butter Eggs Inc (США). 19.11.2009.

10. *Rana V., Rai P., Tiwary A.K. et. al.* Modified gums: approaches and application in drug delivery // *Carbohydr. Polym.* 2011. — v. 83. — P. 1031—1047.

## ГАЛАКТОМАННАНЫ В ПИЩЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

**М.О. Полумбрик, В.С. Костюк, М.С. Совко,  
Х.В. Омельченко, О.М. Полумбрик**

*Национальный университет пищевых технологий*

*Рассмотрено получение, свойства и использование галактоманнанов в пищевых технологиях. Эти пищевые гидроколлоиды являются линейными полисахаридами, которые состоят из фрагментов D-галактозы. Они характеризуются низкой ценой и способны образовывать вязкие растворы даже при низкой (<1 %) концентрации. Включение галактоманнанов в состав пищевых продуктов способствует обогащению пищевыми волокнами, увеличивает срок их хранения, влияет на кристаллизацию, позволяет контролировать текстуру, стабилизировать пены и эмульсии, предупреждает расслоение или оседание, синерезис и положительно влияет на здоровье человека. Обсуждены технологические особенности применения галактоманнанов в пищевых продуктах в качестве гелеобразователей, стабилизаторов, ингибиторов ретроградации крахмала.*

**Ключевые слова:** галактоманнаны, производство галактоманнанов, гелеобразователи, стабилизаторы, ингибиторы ретроградации крахмала.

УДК 641.56

## RESEARCH OF STRUCTURAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF CULINARY SEMIFINISHED PRODUCTS FOR PUREE SOUPS

O.S. Pushka, A.V. Gavrysh, O.V. Nemirich, T.I. Ishchenko, Y.M. Tkachuk  
National University of Food Technologies

---

### Key words:

modified starch, culinary semifinished products, receipt composition, SAS, technology.

### Article history:

Received 24.09.2015  
Received in revised form 14.10.2015  
Accepted 17.10.2015

### Corresponding author:

pushka\_olga@i.ua

---

### ABSTRACT

Paper deals with research of modified starches from paraphine maize by production of «Ingredion» (Germany) — TERMFLO, THERMTEST that are oxypropiliated dyclorophosphates and potato starch that is traditional raw in technology of semifinished products for first dishes.

Analysis of rheological curves shoes that all types of starches create structural systems. The highest strength of structural links and supermolecular structure is present at system of modified structure from paraphine maize. Observed data is used in creating of receipt of culinary semifinished products for soups puree.

On the results of rheological research the rational concentrations of modified starches, SAS and oil for culinary semifinished products of soups puree have been determined.

---

## ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРНО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КУЛІНАРНОГО НАПІВФАБРИКАТУ ДЛЯ ПЮРЕПОДІБНИХ ПЕРШИХ СТРАВ

O.C. Пушка, А.В. Гавриш, О.В. Неміріч,  
Т.І. Іщенко, Ю.М. Ткачук, канд. техн. наук  
Національний університет харчових технологій

*За результатами структурно-механічних досліджень обрано раціональні концентрації модифікованих крохмалів, ПАР та жиру для кулінарного напівфабрикату для пюреподібних перших страв.*

**Ключові слова:** модифікований крохмаль, кулінарний напівфабрикат, рецептурна композиція, ПАР, властивості.

**Вступ.** В сучасному темпі життя повноцінне харчування відіграє одну з вирішальних задач для здоров'я людини. Забезпечення даних вимог можливе за умови споживання повноцінного раціону харчування, основною складовою якого є супи. Проте, сьогодні ці страви є не досить частими на столі пересічного українця, що пов'язано із значними затратами часу на їх приготування. Тому доцільним і необхідним є створення кулінарних напівфабрикатів різного ступеня готовності для перших страв, що дозволить розширити асортимент та значно прискорити технологічний процес їх виробництва.

З огляду на це, здійснено теоретичні та багатократні експериментальні дослідження з обґрунтування вибору інгредієнтів, технологічних параметрів отримання кулінарного напівфабрикату для пюреподібних перших страв.

Зовнішній вигляд сулв-пюре, їх консистенція є вагомими показниками якості страви, які більшою мірою залежать від вибору структуроутворюючого інгредієнта. Зазвичай ним виступають льезон, борошно пшеничне, крохмаль картопляний. Проте, дані згущувачі мають ряд недоліків, серед

яких — утворення неоднорідної консистенції, руйнування структури під час підвищених температур пастеризації. Вирішення даної проблеми можливе за використання модифікованих крохмалів.

З огляду на це, для дослідження були обрані зразки модифікованих крохмалів з воско-видної кукурудзи фірми «Ingredion» — Termflo, Thermtex, які є оксипропільованими дикрохмальфосфатами та картопляний крохмаль, що є традиційним у технології напів-фабрикатів для концентратів перших страв [1].

Молекулярна формула оксипропільованого дикрохмальфосфату  $C_3H_8O_2 \cdot xH_3O_4P \cdot x$ . За своїми фізичними властивостями являє собою зернистий порошок білого з жовтим відтінком кольору, який утворює прозорі кремподібні клейстери [2].

Отримують дані крохмалі шляхом етерифікації кукурудзяного крохмалю з триметафосфатом натрію або оксихлоридом фосфору в поєднанні з етерифікацією пропіленоксиду. У ході їх отримання відбувається «зшивання» окремих груп крохмалю, в результаті чого даний модифікований крохмаль володіє кращими властивостями при заморожуванні-розморожуванні продуктів, надає їм більш рівномірний колір, є більш стабільним в лужних і кислих середовищах, а також витримує подвійну пастеризацію за  $T = 90...95^\circ C$ .

Модифікований крохмаль переробляється в організмі людини, як і звичайний крохмаль, тобто піддається гідролізу в шлунково-кишковому тракті з перетворенням на глюкозу, яка, у свою чергу, засвоюється організмом [3].

До рецептури більшості супів входять жири, переважно рослинного походження, тому до рецептури кулінарного напівфабрикату введено олію рослинну рафіновану. Для стабілізації емульсії, яка в напівфабрикаті представлена оклейстеризованою крохмальною дисперсією та олією, в якості поверхнево активної речовини використано ефір лимонної кислоти фірми GRINDSTED® CITREMSP 70, який виготовлений з харчової рафінованої соняшникової та пальмової олії. Він, згідно з Постановами ЄС № 1829 / 2003 / 1830 / 2003, відповідає вимогам Європейського Союзу та є повністю безпечним для використання у харчовій промисловості.

ПАР зменшує напругу між жиром і водною фазами, які наявні в складі кулінарного напівфабрикату, стабілізує рідку емульсію, надає чистоти і стабільності водній дисперсії у середовищі з підвищеним вмістом жиру, також володіє високими водозв'язувальними якостями.

**Мета досліджень.** Метою роботи було дослідження структурно-механічних властивостей кулінарного напівфабрикату для супів-пюре для вибору раціонального дозування інгредієнтів даної рецептурної композиції. Для досягнення мети сформульовані наступні завдання: визначити напруження зсуву модельних систем і напівфабрикатів залежно від дозування крохмалю та ПАР; провести аналіз кривих течії дослідних зразків з метою визначення раціонального дозування інгредієнтів рецептури.

**Матеріали та методи.** Об'єктами досліджень були зразки крохмальних клейстерів та модельних систем із картопляного крохмалю як контроль; та з крохмалю Termflo та Thermtex — як дослід. Дослідження структурно-механічних властивостей проводились на приладі «Реотест» з подальшим аналізом кривих напруження зсуву та течії.

**Результати досліджень.** На підставі багатократних попередніх досліджень обрано дозування інгредієнтів рецептури: крохмалі модифіковані — 5, 10, 15 %; ПАР — 0,6, 0,8, 1,0 %; олія рослинна — 3 % до маси рецептурної композиції.

Перша серія досліджень присвячена вивченню поведінки крохмальних клейстерів. Для цього готували по 100 см<sup>3</sup> модельних систем двох видів модифікованого крохмалю з вмістом сухих речовин 5, 10, 15 % отримували клейстер при поступовому нагріванні до температури 90 °C, охолоджували до температури 20 °C і досліджували реологічні властивості зразків на ротацийному віскозиметрі «Реотест-2».

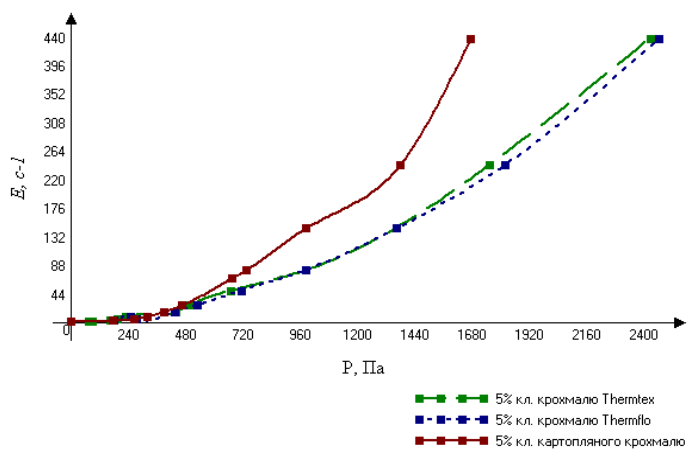
На основі побудованих реологічних кривих пластичності і в'язкості були проаналізовані реологічні характеристики утворених систем (рис. 1 та 2 відповідно).

Як відомо, структури дисперсних систем у стані термодинамічної рівноваги за Ребіндером поділяються на дві групи [4]:

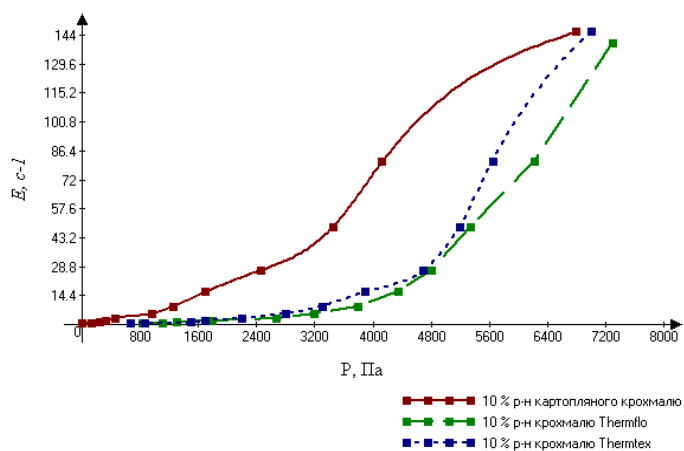
- коагуляційні структури, в яких взаємодія між елементами відбувається через тонкий шар дисперсійного середовища і обумовлена силами Ван-дер-Ваальса. Ці структури можуть виявляти властивості неньютонівських рідин (тиксотропію, реопексію, в'язкопружність і пластичність). Вони сильно змінюються за умов нагрівання, введення ПАР, зміни кислотності та інших впливів;

- конденсаційно-кристалізаційні структури, що виникають під час зчеплення однотипних елементів на межі фаз. Такі структури мають відносно високу міцність, пружність і крихкість. Після руйнування вони не відновлюються.

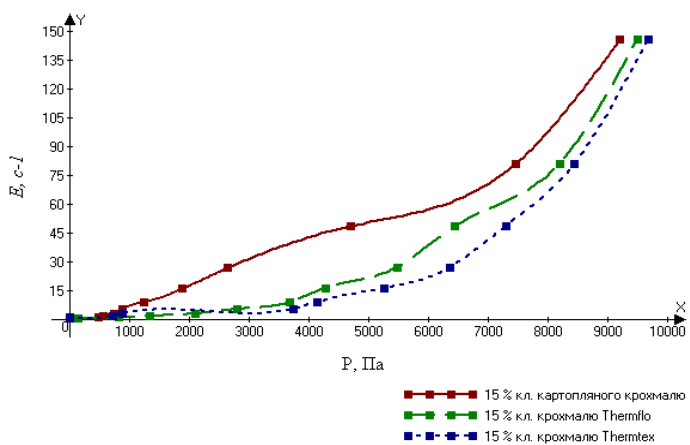
Як видно з рис. 1, дослідні зразки являють собою коагуляційні структури та проявляють властивості неньютонівських рідин.



а



б



в

Рис. 1. Криві течії крохмальних клейстерів:  
а — 5; б — 10; в — 15 %

Представлені на рис. 1 а, б, в криві течії — для всіх видів клейстерів дозволяють віднести їх до неньютонівських рідин, у яких спостерігається непропорційна залежність між швидкістю і напругою зсуву. При збільшенні напруження зсуву градієнт швидкості течії змінюється за увігнутою кривою. Отже, це псевдопластична рідина.

При малих навантаженнях  $0 < P < P$  відбувається повільна течія у структурованій рідині, швидкість якої змінюється лінійно з незначним нахилом і відповідає найбільшій в'язкості. Це пояснюється тим, що розірвані зв'язки між частинками встигають відновитися, і течія відбувається при незруйнованій структурі. Таке явище називається повзучістю, тобто воно вказує на здатність системи до повільного розвитку значних залишкових деформацій без руйнування просторової сітки. Структура не руйнується, відбувається лише переміщення частинок одна відносно одної [4].

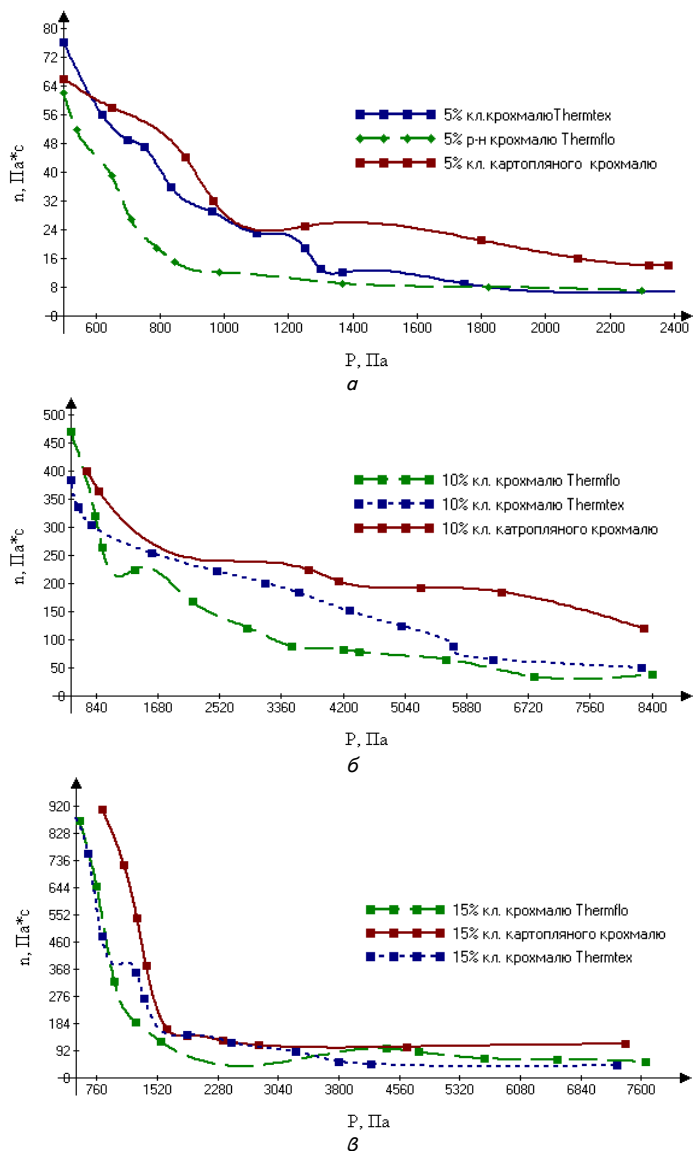


Рис. 2. Криві в'язкості крохмальних клейстерів:  
а — 5%; б — 10%; в — 15 %



Криві в'язкості мають важливе практичне значення. З рис. 2 видно, що в'язкість крохмального клейстеру залежить від швидкості деформації зсуву. При збільшенні навантаження структура руйнується і в'язкість падає. Дані зразки відносяться до структурованої тиксотропної системи [5, 6].

Аналіз кривих показує темп руйнування структури клейстерів. Для контрольного зразка спостерігається більш швидке лавинне руйнування структури, ніж для решти клейстерів. Найбільша в'язкість практично незруйнованої структури спостерігається для зразків з 15%-ю концентрацією клейстеру, що становить в 1,5...2.4 рази більше інших зразків. Даний факт свідчить про утворення надто густої системи, що ускладнюватиме технологічну стадію отримання супів-пюре. Тому для подальших досліджень обрано модельні системи з 10 % клейстером.

При цьому дисперсна система контрольних зразків в концентрації 15 % може бути віднесена до конденсаційно-кристалізаційних структур, а всі дослідні зразки — до коагуляційних структур.

Наступним етапом було визначення поведінки 10 % крохмальних клейстерів з рослинною олією, яка входить до модельної системи в масовій частці 3 %. Було обрано сталі значення жиру, оскільки в більшості рецептур супів-пюре кількість його саме така.

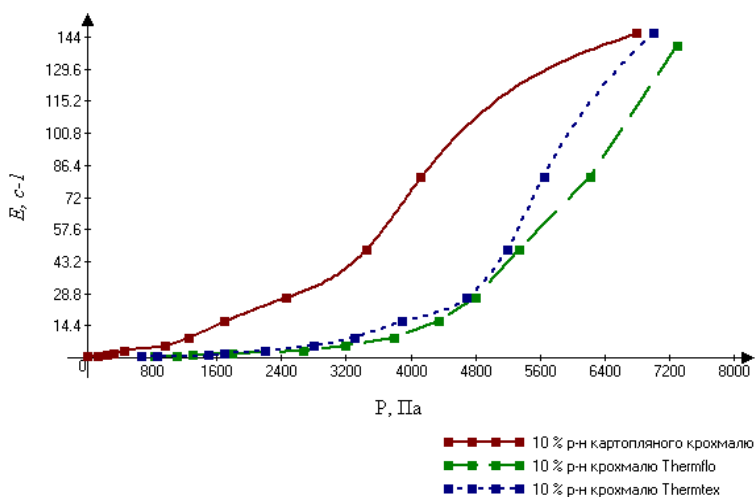


Рис. 3. Криві течії 10% крохмальних клейстерів з олією

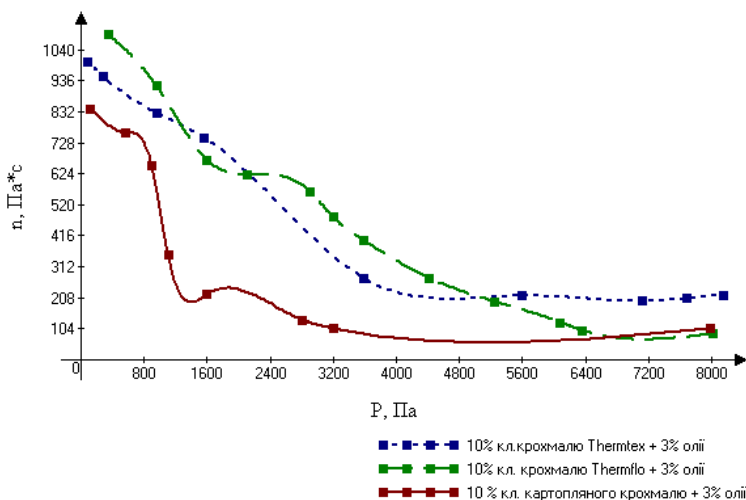


Рис. 4. Криві в'язкості 10 % крохмальних клейстерів з олією

З рис. 4 та 5 видно, що текучість крохмальних клейстерів з олією підвищується, а в'язкість знижується, при цьому спостерігається нерівномірність структури. Для покращення структури було запропоновано внесення до модельних систем поверхнево-активних речовин (ПАР), які дозволяють отримати стійку систему, що містить оклейстеризовану крохмальну дисперсію та жир.

Досліджено криві течії (рис. 5) та в'язкості (рис. 6) модельних систем з 10 % концентрацією крохмалю, 3 % жиру та 0,8 % ПАР.

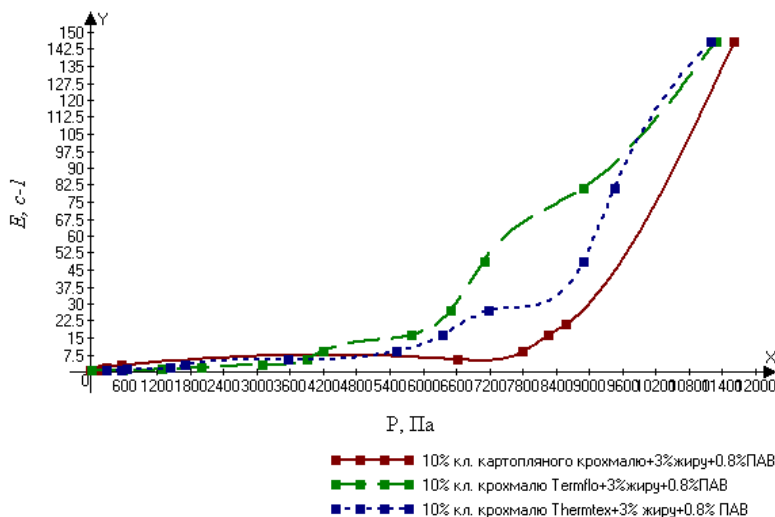


Рис. 5. Криві течії 10 % крохмальних клейстерів з олією та ПАР

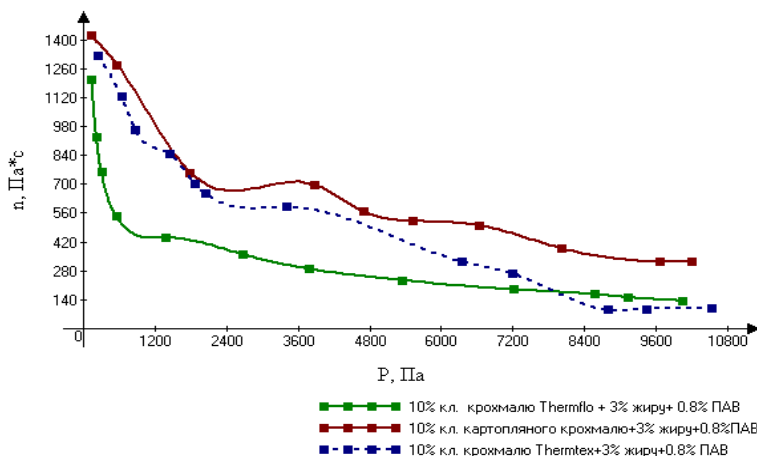


Рис. 6. Криві в'язкості 10 % крохмальних клейстерів з олією та ПАР

Повні реологічні криві (рис. 5, 6) для зазначених зразків показують істотне підвищення в'язкості крохмальних клейстерів при введенні до системи ПАР.

**Висновки.** Аналіз отриманих кривих показав, що всі види крохмалю утворюють структуровані системи. Найбільша міцність структурних зв'язків і надмолекулярної структури спостерігається в системах модифікованого крохмалю з восковидної кукурудзи. Отримані дані є важливими показниками при розробленні рецептури кулінарних напівфабрикатів для супів-пюре, а саме, кількість крохмалю в системі повинна становити 10 %, жир — 3 %, ПАР — 0,8 %.

**ЛІТЕРАТУРА**

1. Пат. № 2129810 Способ получения порошкообразного полуфабриката для супов и соусов. А23L1/40, А23L1/39. Публ. 10.05.1999. Харьковская государственная академия технологии и организации питания. Коваленко В.И.; Мячикова Н.И.; Крайнюк Л.Н.
2. Ліпець А.А. Технологія крохмалю та крохмалепродуктів / А.А. Ліпець. К.: РВЦ НУХТ, 2003. — 164 с.
3. Филипс Г.П. Справочник по гидроколлоидам / Г.П. Филипс, П.А Вильямс., (ред.). Пер. с англ. под ред. А.А. Кочетковой и Л.А. Сарафановой, СПб.: ГИОРД, 2006. — 536 с.
4. Ребиндер П.А. О структурно-механических свойствах дисперсных и высокомолекулярных систем / П.А. Ребиндер, Н.В. Михайлов / Коллоидный журнал. — 2005. — Т. 17. — С. 107—119.
5. Ковалевська Є.І. Реологія харчових мас: курс лекцій / Є.І. Ковалевська. К.: НУХТ, 2010. — 34 с.
6. Горальчук А.Б. Реологічні методи дослідження сировини і харчових продуктів та автоматизація розрахунків реологічних характеристик: Навчальний посібник / А.Б. Горальчук, П.П. Пивоваров, О.О. Гринченко, М.І. Погожих, В.В. Полевич, П.В. Гурський / Харк. держ. ун-т харч. та торгівлі. — Харків, 2006. — 63 с.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КУЛИНАРНОГО ПОЛУФАБРИКАТА ДЛЯ ПЮРЕОБРАЗНЫХ ПЕРВЫХ БЛЮД**

**О.С. Пушка, А.В. Гавриш, О.В. Немирич, Т.И. Ищенко, Ю.М. Ткачук**  
*Национальный университет пищевых технологий*

*По результатам структурно-механических исследований избраны рациональные концентрации модифицированных крахмалов, ПАВ и жира для кулинарного полуфабриката для пюреобразных первых блюд.*

**Ключевые слова:** модифицированный крахмал, кулинарный полуфабрикат, рецептурная композиция, ПАВ, свойства.

# FUNCTIONAL-TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF THE MEAT SYSTEMS WITH COMPOSITIONS CONTAINING PROTEIN

I. Strashynskiy, V. Pasichniy, O. Fursik

National University of Food Technologies

## Key words:

minced systems, emulsion stability, emulsifying ability, functional food composition containing protein.

## Article history:

Received 7.09.2015

Received in revised form

23.09.2015

Accepted 5.10.2015

## Corresponding author:

sim2407@i.ua

## ABSTRACT

Sausage products occupy a significant share in the diet of the population. A variety of materials and methods of preparation of sausages allows produces products that meet customer requirements. Production of high-quality sausage is not possible without ensuring the high indicators of basic properties for minced systems.

In this article shows the influence of the developed functional food composition for the minced systems of cooked sausages.

Increase in the water binding capacity of the test samples on the average 4.5 % as compared with the control sample was established. The ability to bind fat (emulsifying capacity) and retain it after the heat treatment (emulsion stability) increased by 3 % and 22.5 % respectively.

After analyzing the results the prospect of replacing a portion of raw meat a food composition, that improves the functional and technological properties of minced meat, was proved. Rational replacement meat raw materials, in the minced system, has been set at 30 %.

# ФУНКЦІОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ М'ЯСНИХ СИСТЕМ З ВИКОРИСТАННЯМ БІЛОКВІСНОЇ КОМПОЗИЦІЇ

І.М. Страшинський, канд. техн. наук,

В.М. Пасічний, д-р техн. наук,

О.П. Фурсік, магістр

Національний університет харчових технологій

Значну питому вагу у харчуванні населення займають ковбасні вироби, різноманітність сировини та способів приготування яких дозволяє отримувати продукцію, що відповідає вимогам споживачів. Виготовлення якісних ковбасних виробів неможливе без забезпечення високих показників властивостей фаршевих систем.

У статті наведений вплив розробленої функціональної харчової композиції на фарші варених ковбас. Доведено перспективність заміни частини м'ясної сировини створеною композицією, яка покращує функціонально-технологічні властивості фаршів.

**Ключові слова:** фаршеві системи, стійкість емульсії, емульгуюча здатність, білковмісна функціональна харчова композиція.

**Вступ.** Суттєву роль у харчуванні населення відіграють ковбасні вироби, що обумовлено їх високими смаковими якістьями та придатністю до вживання без підготовки. Різноманітність властивостей сировини та способів приготування дозволяє виготовити продукцію, що відповідає сучасним вимогам споживача.

Фаршеві системи варених ковбасних виробів являють собою складну полідисперсну систему коагуляційного типу, що складається переважно з білків, жиру і води. Внесена в процесі складання фаршу волога, зв'язуючись з білком, утворює водно-білкову основу, яка містить водо- і солерозчинні білки, а також розчини солей, фосфатів, цукрів тощо. Ця складна водно-білкова матриця є безперервним дисперсійним середовищем, в якому дисперговані тонкоподрібнені частинки жиру, м'язової та сполучної тканин утворюють так звану «емульсію» [1]. Якість і вихід варених ковбасних виробів як дисперсійних систем визначається оптимальними показниками волого- і жирозв'язуючої здатностей основних інгредієнтів при приготуванні фаршу і його стійкістю в процесі термічного оброблення. Це обумовлює необхідність наглядати за правильним проведенням всього технологічного процесу та особливою уваги щодо вибору харчових добавок, які здатні забезпечити високу якість фаршевих систем.

Основними харчовими добавками є структуроутворювачі полісахаридної будови (ксантанова камідь, гуарова камідь, камідь ріжкового дерева, гуміарабік та інші) та білкові препарати рослинного та тваринного походження [2,3].

В роботах науковців, що проводять дослідження в даному напрямку, велика увага приділяється вивченню впливу окремих добавок на властивості як фаршевих систем, так і готових виробів, а також враховується синергічний ефект між бінарним поєднанням даних препаратів та їх вплив на якість продукту [4, 5, 6, 7].

Всебічне використання у м'ясній промисловості отримали білкові препарати з вмістом білка від 30 до 90 % і більше. Завдяки високому вмісту білкової фракції дані препарати беруть активну участь в структуроутворенні м'ясного фаршу, мають стабільні вологозв'язуючі та реологічні властивості, емульгуючу здатність і стійкість емульсії. Відомо, що додавання білкових препаратів в ковбасні вироби до 30 % не потребує внесення додаткових смакоароматичних добавок [4].

Значна кількість досліджень спрямована на вивчення препаратів полісахаридного походження, які займають важливе місце в м'ясній промисловості, та визначення їх впливу на основні властивості як фаршевих систем, так і готових продуктів. Науковцями було встановлено, що внесення капа-карагенану у склад модельних фаршів призводить до певного зниження показника вологозв'язуючої здатності (в середньому на 2 %) та покращення реологічних властивостей, зокрема показника граничного напруження зсуву (на 24 %). Проте при використанні комбінації карагенану із гуаровою камеддю у тих же рецептурах ковбасних виробів спостерігається покращення показників вологозв'язуючої здатності та граничного напруження зсуву на 3 % та 20 % відповідно порівняно із контрольним зразком. Це свідчить, що використання комплексів на основі карагенанів дозволяє компенсувати дефіцит гелеутворювачів білкової природи [3,5].

Фахівцями доведено, що заміна частини м'яса білковою композицією (білки чечевиці, плазма крові, сухе знежирене молоко) супроводжується незначними змінами хімічного складу модельного фаршу. Масові частки вологи і білка практично не змінюються, відповідно незначно змінюються показники жиру і золи. Зі збільшенням вмісту білкової композиції у фарші збільшується волого- і жирутримуюча здатності (40—53 % та 30—33 % відповідно) на фоні майже незмінної липкості (17—18 %) [6].

Зважаючи на потреби у здешевленні готових виробів, підвищенні якості фаршевих систем та продукції, необхідності спрощення технологічного процесу, актуальним є створення функціональних комплексних харчових композицій та вивчення їх впливу на якість фаршів та готових продуктів.

Мета, матеріали і методи дослідження. Об'єкт дослідження — м'ясні фаршеві системи з використанням білковмісних ФХК.

Метою досліджень є створення м'ясних фаршевих систем із заміною основної сировини розробленою білковмісною ФХК.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися наступні завдання:

- на основі аналізу літературних джерел і проведених досліджень довести перспективність даного напрямку роботи, що полягає у внесенні композицій до складу фаршевих систем;
- розробити модельні рецептури варених ковбас із заміною основної сировини розробленою білковмісною ФХК;
- дослідити вплив даної добавки на функціонально-технологічні показники модельних фаршів.

Для вирішення поставленого завдання у технології варених ковбас використали гідратовану білковмісну ФХК (ступінь гідратації 1:20). До її складу входять білкові препарати рослинного (соєвий ізолят

«Pro Vo 500 U») та тваринного (білок свинячої дерми — Белкотон С95, суха молочна сироватка) походження, ксантанова та гуарова камідь, а також карбоксиметилцелюлоза у визначеному співвідношенні [7].

За контроль було обрано рецептуру варених ковбас, до складу якої входить: яловичина II сорту, свинина напівжирна, м'ясо птиці (червоне куряче м'ясо), шпик (грудний), борошно, меланж, сіль та спеції. На її основі розробили рецептури дослідних зразків варених ковбас, в яких провели заміну м'ясної сировини відповідною кількістю гідратованої ФХК (20, 30 та 40 %). Гідратацію проводили водою ( $t = 8 - 12\text{ }^\circ\text{C}$ ) у співвідношенні 1:20. Рецептурний склад контрольного та дослідних зразків варених ковбас наведений у таблиці.

### Рецептури варених ковбас

Складові компоненти	Рецептура контроль, %	Рецептура №1, %	Рецептура №2, %	Рецептура №3, %
Яловичина II сорт	20	10	10	10
Свинина напівжирна	20	20	20	20
Червоне куряче м'ясо	44	44	34	24
Шпик	10	—	—	—
Борошно	1	1	1	1
Меланж	5	5	5	5
Гідратована ФХК	-	20	30	40
Всього	100	100	100	100
<i>Допоміжна сировина, г на 100 кг</i>				
Сіль	2000	2000	2000	2000
Цукор	150	150	150	150
Перець чорний	100	100	100	100
Перець духмянний	50	50	50	50
Часник сушений	50	50	50	50
Фосфат	300	300	300	300
Нітрит натрію	7,5	7,5	7,5	7,5

Додатково вносились волога у кількості 20 % до основної сировини. Виготовлення зразків проводили згідно технології приготування фаршу варених ковбас з додаванням гідратованої ФХК на етапі складання фаршу після внесення нежирної сировини, фосфатів та нітриту натрію.

Важливим аспектом визначення доцільності заміни м'ясної сировини у технології варених ковбас білковмісною функціональною харчовою композицією є кількісне визначення основних якісних показників, що зумовлюють функціонально-технологічні властивості (ФТВ) отриманих фаршів ВЗЗ<sub>а</sub> (вміст зв'язаної вологи, у % до загальної вологи) та ВЗЗ<sub>т</sub> (вміст зв'язаної вологи, у % до маси наважки), рН, стійкість емульсії (СЕ), емульгуюча здатність (ЕЗ), вміст вологи та інші. Визначення даних показників проводились згідно методик [8].

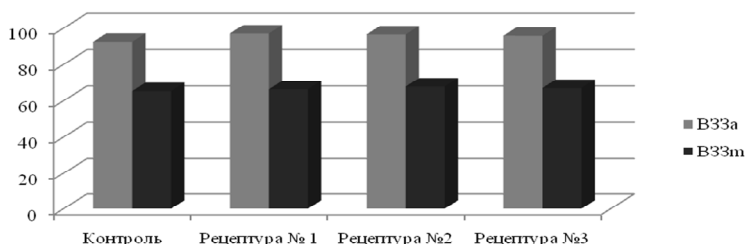
**Результати досліджень.** Вміст вологи у контрольному зразку складає  $64,2 \pm 2\%$ , у дослідних зразках спостерігається збільшення показника вологи, зокрема у рецептурі №1 він складає  $72,3 \pm 2,2\%$ , у рецептурі №2 —  $73,3 \pm 2,1\%$ , у рецептурі №3 —  $75 \pm 2,4\%$ . Це пояснюється більшим вмістом вологи у складі гідратованої ФХК, в якій на 1 частину композиції припадає 20 частин води, що збільшує цей показник порівняно з м'ясною сировиною.

Показник рН контрольного фаршу складає  $5,65 \pm 0,12$  одиниць, для дослідних зразків спостерігається зміщення цього показника у лужну сторону для рецептури №1 —  $5,8 \pm 0,1$ ; №2 —  $5,95 \pm 0,12$ ; №3 —  $6,3 \pm 0,09$ . Збільшення даного показника із зростанням кількості ФХК пояснюється величиною рН гідратованої функціональної харчової композиції, яка знаходиться в межах  $6,2 - 7,2$  одиниць та внесенням фосфатів.

Для характеристики здатності отриманих фаршів варених ковбас утримувати вологу провели визначення показників ВЗЗ<sub>а</sub> та ВЗЗ<sub>т</sub>, які наведені на рис. 1.

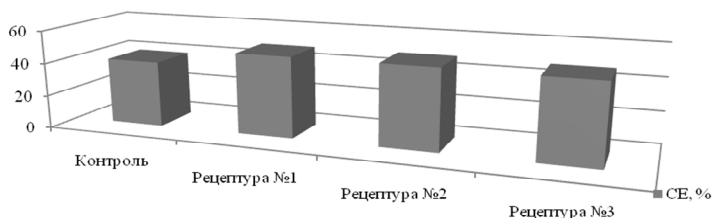
Із рис. 1 видно, що показники ВЗЗ<sub>а</sub> для наведених рецептур знаходяться на високому рівні. Внесення ФХК до складу фаршу варених ковбас сприяє покращенню показника вологозв'язуючої здатності у дослідному зразку, виготовленому за рецептурою №1 на  $4,9\%$  порівняно з контрольним зразком, за рецептурою №2 на  $4,8\%$ , а за рецептурою №3 на

3,6 % відповідно. Також можна відмітити деяке зниження цього показника при збільшенні заміни м'ясної сировини ФХК, що пояснюється нижчим показником ВЗЗ для гідратованої ФХК, який складає при ступені гідратації 1:20 —  $85,7 \pm 3,4$  %. Проте всі дослідні зразки характеризуються кращою вологозв'язуючою здатністю порівняно з контрольним зразком. Це обумовлюється тим, що основну роль у зв'язуванні та утриманні вологи відіграють білки. Білкові препарати, що входять до складу ФХК володіють високими показниками ВЗЗ<sub>a</sub> та сприяють утворенню фаршевої системи з іммобілізованою в її складі вологою. Поряд із вологозв'язуючою здатністю визначили пластичність, яка для контрольного зразка складала  $24,5 \pm 1,1$ ; для рецептури №1 —  $27,6 \pm 1,0$ ; рецептури №2 —  $29,0 \pm 1,15$ ; рецептури №3 —  $38,5 \pm 1,5$ . Ці дані свідчать, що із збільшенням заміни м'ясної сировини відбувається збільшення пластичності фаршу, тобто він стає більш розпливчастим.

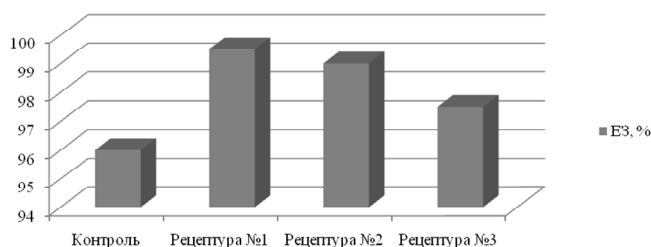


**Рис. 1. Залежність показників ВЗЗ<sub>a</sub> та ВЗЗ<sub>m</sub> від рецептурного складу фаршів варених ковбас**

Для визначення здатності адсорбувати та утримувати у своєму складі жири для м'ясних фаршів, виготовлених згідно розроблених рецептур, дослідили показники стійкості емульсії та емульгуючої здатності, що наведено на рис. 2 і рис. 3.



**Рис. 2. Зміна стійкості емульсії залежно від рецептурного складу**



**Рис. 3. Зміна емульгуючої здатності залежно від рецептурного складу**

Дослідження стійкості емульсії доводить переваги використання ФХК у складі варених ковбас, оскільки даний показник у модельних фаршах зростає на 22,5 %. Емульгуюча здатність зростає порівняно з контрольним зразком у рецептурі №1 та рецептурі №2 на 3,6 %, у рецептурі №3 на 1,5 %.

Наведені показники емульгуючої здатності свідчать про те, що жир у фарші в процесі приготування емульсії інкапсулюється за допомогою білкової структурованої оболонки, що утворюється навколо нього. Це також забезпечує стабільність м'ясної системи, адже внаслідок денатурації білків жир залишається в утвореній просторовій структурі.

**Висновок.** Проаналізувавши отримані дані можна стверджувати, що за показниками ВЗЗ, СЕ та ЕЗ дослідні рецептури кращі за контрольний зразок. Найкращими є дослідні зразки, виготовлені згідно рецептури № 1, не поступається їм зразок № 2. Дослідний зразок № 3 має дещо нижчі показники, проте все ж кращий за контрольний зразок.

Для остаточного підтвердження доцільності заміни м'ясної сировини розробленою композицією та її позитивного впливу на властивості м'ясних продуктів наступним етапом планується провести визначення комплексу показників якості готових ковбасних виробів.

### ЛІТЕРАТУРА

1. *Жаринов А.И.* Краткие курсы по основам современных технологий переработки мяса, организованные фирмой «Протеин Технолоджис Интернешнл» (США). Курс 1. Эмульгированные и грубоизмельченные мясopодуkты / А.И. Жаринов. Под редакцией Воякина М.П., координатора фирмы «Протеин Технолоджис Интернешнл». — М.:1994. — 154 с.

2. Hollingworth, C.S. Hydrocolloids — How to choose? / C. S. Hollingworth // Brenntag Food & Nutrition Europe. — 2011. — No 1. — P. 2—9.

3. *Williams P.A.* Introduction to food hydrocolloids / P.A. Williams, G.O. Phillips // Handbook of hydrocolloids. Second edition. — Woodhead Publishing Limited. — 2009. — P. 12.

4. *Никитина И.Е.* Исследование влияния новых белковых препаратов из зернобобовых культур на показатели качества рубленых полуфабрикатов / И.Е. Никитина, И.В. Горькова // Международный журнал экспериментального образования. — 2010. — №8. — С.62—64.

5. *Светлаков Д.Б.* Разработка композиции на основе каппа-каррагинана для регулирования реологических свойств эмульгированных мясopодуkтов: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.18.07 / Денис Борисович Светлаков. — Москва, 2004. — 25 с.

6. *Мансветова Е.В.* Пищевые полисахариды и их использование в мясной промышленности // Мясная индустрия — 2008. — №12 — С.25—29.

7. *Властивості гідратованих функціональних харчових композицій* для м'ясних фаршевих систем. / В.М. Пасічний [та ін.] // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. Технічні науки. Серія «Харчові технології» — 2015. — Том 17, №1 (61) — С.93—98.

8. *Антипова Л. В.* Методы исследования мяса и мясных продуктов / Л. В. Антипова, И.А. Глотова, И. А. Рогов — М.: Колос, 2001. — 576 с.

## ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЯСНЫХ СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕЛОКСОДЕРЖАЩЕЙ КОМПОЗИЦИИ

**И.М. Страшинский, В.Н. Пасичный, О.П. Фурсик**

*Национальный университет пищевых технологий*

Значительный удельный вес в питании населения занимают колбасные изделия, разнообразие сырья и способов приготовления которых позволяет получать продукцию, отвечающую требованиям потребителей. Изготовление качественных колбасных изделий невозможно без обеспечения высоких показателей свойств фаршевых систем.

В статье приведено влияние разработанной функциональной пищевой композиции на фарши вареных колбас. Доказана перспективность замены части мясного сырья созданной композицией, которая улучшает функционально-технологические свойства фарша.

**Ключевые слова:** фаршевые системы, устойчивость эмульсии, эмульгирующая способность, белоксодержащая функциональная пищевая композиция.



УДК 663.6, 628.16.081.32, 628.16.162.1

## USING OFSORPTION MATERIALS WHILE PREPARING OF WATER FOR PRODUCTION OF BREAD KVASS

O.S. Dulka, V.L. Prybylsky, S.I. Oliinyk  
National University of Food Technologies

Key words:	ABSTRACT
bread kvass, water, water treatment, oxidation-reduction potential.	The work is dedicated to improve water treatment technologies using sorption materials which have the ability to improve the quality indicators of the bread kvass and provide structuring of water, which increases the healing effect of the finished product.
<b>Article history:</b> Received 31.08.2015 Received in revised form 24.09.2015 Accepted 30.09.2015	The beneficial effects on the human body is its natural importance. The biological activity of drinks is largely dependent on the redox potential. Redox potential of the internal environment of a healthy person is within -100 mV, so the effect of a health drink as a stimulator of biological processes, due to a negative value of Redox-potential. It is proved that the water treated by the sorption materials in order: clinoptilolite, active coal, rock crystal with speed filtering 10 cm <sup>3</sup> / min and the ready brew has the lowest values of the redox potential and the highest organoleptic evaluation.
<b>Corresponding author:</b> olga.ds21@mail.ru	The advanced water treatment technology makes it possible to intensify the technology of bread kvass and improve its health properties.

## ВИКОРИСТАННЯ СОРБЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ПРИ ПІДГОТОВЦІ ВОДИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ХЛІБНОГО КВАСУ

О.С. Дулька, В.Л. Прибильський, д-р техн. наук, проф.,  
С.І. Олійник, канд. техн. наук  
Національний університет харчових технологій

*Робота присвячена удосконаленню способу механічного фільтрування води із застосуванням сорбційних матеріалів, які мають здатність покращувати показники якості хлібного квасу та забезпечувати структурування води, що збільшує оздоровчий ефект готового продукту.*

*Доведено, що вода, оброблена сорбційними матеріалами у послідовності клиноптилоліт, активне вугілля, гірський кристаль з швидкістю фільтрування 10 см<sup>3</sup>/хв і готовий квас має найнижчі значення показника окисно-відновного потенціалу та найвищу органолептичну оцінку.*

**Ключові слова:** хлібний квас, вода, водопідготовка, окисно-відновний потенціал.

**Вступ.** Основу будь-якого безалкогольного напою складає вода, яка відіграє життєво важливу роль в організмі людини. Завдяки воді відбувається не тільки обмін речовин, але й терморегуляція тіла. Втрата вже 10 % вологи може призвести до незворотних фізіологічних процесів. Але компенсувати вологу тільки за рахунок прісної води недостатньо з причини втрати ще й мінеральних та органічних сполук. Тому сучасні підприємства виробляють різні освіжаючі, тонізуючі, вітамінізовані та інші напої до складу яких входять корисні для людини складові [1].

© О.С. Дулька, В.Л. Прибильський, С.І. Олійник, 2015

Однією з найважливіших проблем розвитку безалкогольної галузі в наш час є підвищення якості продукції, її маркетингової конкурентоспроможності. В сучасних економічних умовах цього можна досягти шляхом впровадження сучасної технології водопідготовки для приготування квасу, а також використання нових штамів дріжджів для зброджування квасного суслу. Перспективним напрямом водопідготовки є використання сорбційних і фільтрувальних мінералів, зокрема кліноптилоліту, гірського кришталю, а також активного вугілля. Їх використання забезпечує не тільки очистку води від механічних домішок, але й забезпечує структурування води, стабілізацію окисно-відновного потенціалу (ОВП) та показника рН, а також покращує органолептичні властивості. Внаслідок цього можна отримати воду, яка має оздоровчий ефект на організм людини, а квас, приготовлений на цій воді — високі смако-ароматичні показники.

У радянські часи квас був найбільш популярним безалкогольним напоєм. Проте з розпадом СРСР багато вітчизняних виробників збанкрутували і зникли з ринку, а виробництво квасу суттєво скоротилося. На сьогодні квас знову повертає свою популярність [2, 3]. Однією з причин є ведення здорового способу життя, який зараз широко пропагується. Ця тенденція спостерігається останнім часом, відповідно і виробництво натуральних квасів бродіння буде займати все більшу частку на ринку безалкогольних напоїв.

Як правило технологія хлібного квасу передбачає комбіноване спиртове і молочнокисле бродіння. При цьому головним чином утворюється етиловий спирт, діоксид вуглецю і молочна кислота. Квас має освіжаючу дію та містить корисну для організму людини мікрофлору (дріжджі та молочнокислі бактерії), продукти їх життєдіяльності — вітаміни (В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, РР, D, пантотенова кислота), макро- та мікроелементи (Fe, K, Na, Ca, Mg, P), більше десяти амінокислот, серед яких вісім незамінних [4, 5].

Основною сировиною для виробництва квасу є вода, концентрат квасного суслу, цукор, дріжджі та молочнокислі бактерії. Квас на 94...96 % складається з води. Тому якість і стійкість квасу значною мірою залежить від складу домішок води. Однак, на сьогодні, узагальнених вимог до води для приготування квасу немає.

**Метою роботи** є визначення впливу сорбційних матеріалів на окисно-відновний потенціал і органолептичні показники питної води та готового квасу.

**Об'єкти та методи досліджень.** Як об'єкти досліджень використовували питну воду, концентрат квасного суслу, кліноптилоліт, активне вугілля, гірський кришталю, цукор, дріжджі *Saccharomycetes cerevisiae* раси МП-10. В дослідженнях використовували загальноприйняті для пива-безалкогольної галузі методи контролю.

**Результати досліджень.** Квас, як і інші напої повинен мати наближене до фізіологічних потреб людини значення окисно-відновного потенціалу. ОВП не регламентується нормативними документами при виробництві напоїв, але відіграє важливу роль в організмі людини. Напій з показником ОВП близьким до значення ОВП внутрішнього середовища організму людини (від -100 мВ до -200 мВ) краще засвоюється і має біологічну сумісність. При цьому електрична енергія клітинних мембран не витрачається на корекцію активності електронів.

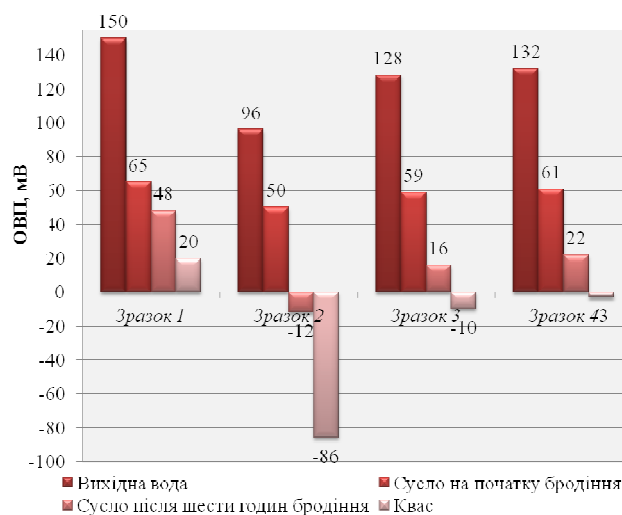
Для приготування квасу використовували питну воду, оброблену у різній послідовності кліноптилолітом, активним вугіллем та гірським кришталем зі швидкістю 10 см<sup>3</sup>/хв. Як контроль використовували необроблену питну воду. Чисту культуру дріжджів задавали у кількості 1...2 % від об'єму суслу при концентрації клітин у культуральній рідині 50...70 млн/см<sup>3</sup>. Тривалість бродіння — 15 год. Після бродіння квас охолоджували, видаляли дріжджовий осад та купажували цукровим сиропом до вмісту сухих речовин 5,6 %.

На рисунку 1 наведено ОВП води, суслу в процесі бродіння та готового квасу, приготованого на різних зразках води.

Встановлено, що вода, оброблена дослідженими матеріалами, а також готовий квас мали найнижчі значення ОВП.

Органолептичні показники зразків квасу (колір, зовнішній вигляд, смак, аромат) оцінювали за 19-ти бальною шкалою. Результати органолептичної оцінки та смако-ароматичні профілі отриманих напоїв наведені в таблиці та на рис. 2.

Встановлено, що за органолептичними показниками найнижчу оцінку отримав зразок 1, що обумовлено надлишковою мутністю напою та неприємним відтінком у ароматі. Решта зразків були прозорими, з характерним темно-коричневим кольором, без сторонніх включень. Смак у 2-го зразка був м'який гармонійний, ніжніший у порівнянні зі зразками 3 і 4. Усі зразки мали кисло-солодкий смак, властивий хлібному квасу. За відчуттям насиченості діоксидом вуглецю другий зразок був найбільш прийнятним.



**Рис. 1.** Зміна окисно-відновного потенціалу на різних стадіях приготування квасу

зразок 1 — вихідна вода (контроль);

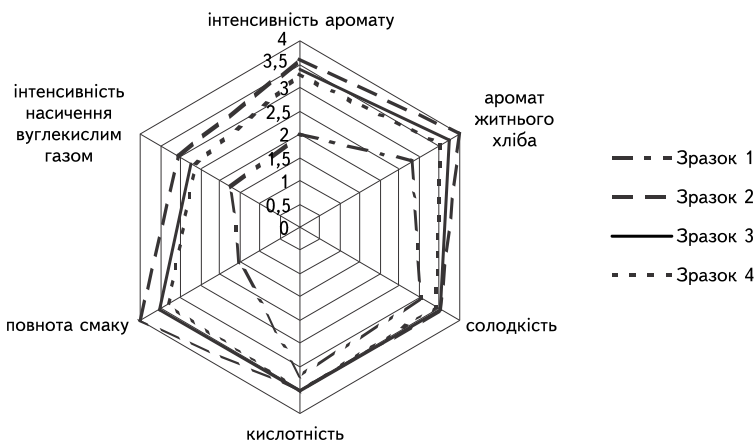
зразок 2 — вода, послідовно оброблена кліноптилолітом, активним вугіллям, гірським кришталем;

зразок 3 — вода, послідовно оброблена активним вугіллям, кліноптилолітом, гірським кришталем;

зразок 4 — вода, послідовно оброблена гірським кришталем, кліноптилолітом, активним вугіллям

#### Органолептичні показники квасу

№ зразка	Органолептичні показники, оцінка		Загальна оцінка
	Колір, зовнішній вигляд	Смак і аромат	
1	Коричневий, мутний (4 бали)	Смак кисло-солодкий. Аромат житнього хліба з неприємним відтінком, характерним хлорованій воді (7 балів)	11 балів «Задовільно»
2	Коричневий, без помутніння (7 балів)	Смак кисло-солодкий, злагоджений, без сторонніх присмаків, освіжаючий. Яскраво виражений аромат житнього хліба (11 балів)	18 балів «Відмінно»
3	Коричневий, без помутніння (7 балів)	Смак кисло-солодкий, без сторонніх присмаків. Аромат житнього хліба (9 балів)	16 балів «Добре»
4	Коричневий, без помутніння (7 балів)	Смак кисло-солодкий, без сторонніх присмаків. Аромат житнього хліба, характерний для хлібного квасу (8 балів)	15 балів «Добре»



**Рис. 2.** Смако-ароматичний профіль квасу

**Висновок.** Для отримання квасу з високими органолептичними показниками та зниження його окисно-відновного потенціалу воду для приготування суслу слід додатково обробляти сорбційними матеріалами. При обробці води у послідовності кліноптилоліт, активне вугілля, гірський кристаль досягається максимальне зниження окисно-відновного потенціалу та суттєво покращуються органолептичні властивості напою.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. *Технологія безалкогольних напоїв* : підруч. / В.Л. Прибильський, З.М. Романова, В.М. Сидор та ін.; за ред. докт. техн. наук, проф. В.Л. Прибильського. — К.: НУХТ, 2014. — 312с.
2. *Киселева Т.Ф.* Совершенствование технологии слабоалкогольных сброженных напитков / Т.Ф. Киселева, Е.М. Кузив, В.А. Помозова // Пиво и напитки. — 2005. — №2 — С. 38—39.
3. *Корн А.* Ситуация на украинском рынке кваса // Food & Drinks. Продукты и напитки, 2008. — №6. — С. 60—68.
4. *Технологія екстрактів, концентратів і напоїв із рослинної сировини*: підруч. / В.А. Домарецький, В.Л. Прибильський, М.Г. Михайлов ; за ред. В.А. Домарецького. — Вінниця : Нова Книга, 2005. — 408 с.
5. *Технологія солодових екстрактів, концентратів квасного суслу і квасу* / Н.О. Ємельянова, Н.Я. Гречко, В.М. Кошова, В.Х. Суходол; за ред. Н.О. Ємельянової. — К.: ІСДО, 1994. — 152 с.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОРБЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ВОДЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ХЛЕБНОГО КВАСА

**О.С. Дулька, В.Л. Прибильский, С.И. Олейник**

*Национальный университет пищевых технологий*

*Работа посвящена усовершенствованию способа механического фильтрования воды с применением сорбционных материалов, которые обладают способностью улучшать показатели качества хлебного кваса и обеспечивают структурирование воды, что увеличивает оздоровительный эффект готового продукта.*

*Доказано, что вода, обработанная сорбционными материалами в последовательности клиноптилолит, активный уголь, горный хрусталь со скоростью фильтрации 10 см<sup>3</sup>/мин. и готовый квас имеют самые низкие значения окислительно-восстановительного потенциала и наивысшую органолептическую оценку.*

**Ключевые слова:** хлебный квас, вода, водоподготовка, окислительно-восстановительный потенциал.

УДК 664.1.03

## APPLICATION OF DISINFECTANT «JAVEL-KLEYD» IN THE PRODUCTION OF WHITE SUGAR FROM RAW CANE SUGAR

N.A. Gusyatyńska, S.M. Teterina, N.M. Romanchenko, T.M. Nechipor  
National University of Food Technologies

**Key words:**

raw cane sugar,  
sugar-raw solution,  
mucus doeth microorganisms,  
disinfection.

**Article history:**

Received 8.09.2015  
Received in revised  
form 28.09.2015  
Accepted 10.10.2015

**Corresponding author:**

teterina\_s@ukr.net

**ABSTRACT**

This article describes the research of disinfectant action aqueous solution dichloroisocyanuric acid sodium on the main contaminants in the production of white sugar from raw cane sugar. The efficiency application of disinfection means «Javel-Kleyd» for suppression of slime-forming bacteria is installed.

The method of disinfection sugar-raw solution raw cane sugar was designed, its implementation allows for effective disinfection sugar-raw solution at low cost disinfectant «Javel-Kleyd», namely from 0,0001 to 0,0003 % by weight of raw cane sugar. It will improve the technological parameters of finished products as well as achieving compliance current standard indicators on the allowable content of different groups of microorganisms in white sugar.

## ЗАСТОСУВАННЯ ДЕЗІНФІКУЮЧОГО ЗАСОБУ «ЖАВЕЛЬ-КЛЕЙД» У ВИРОБНИЦТВІ БІЛОГО ЦУКРУ З ТРОСТИННОГО ЦУКРУ-СИРЦЮ

Н.А. Гусятинська, д-р техн. наук,  
С.М. Тетеріна, Н.М. Романченко, канд. техн. наук,  
Т.М. Нечипор

Національний університет харчових технологій

*Досліджено дезінфікуючу дію водного розчину натрієвої солі дихлорізоціанурової кислоти щодо основних контамінантів у виробництві білого цукру з тростинного цукру-сирцю. Встановлено ефективність застосування засобу «Жавель-Клейд» для пригнічення розвитку слизоутворювальних бактерій. Розроблено спосіб дезінфекції клеровки тростинного цукру-сирцю, реалізація якого дозволяє провести ефективне знезараження клеровки за невеликих витрат дезінфікуючого засобу «Жавель-Клейд», 0,0001...0,0003 % до маси тростинного цукру-сирцю.*

**Ключові слова:** тростинний цукор-сирець, клеровка, слизоутворювальні мікроорганізми, дезінфекція.

**Вступ.** Основною сировиною для виробництва цукру в Україні, а також у Європі та інших країнах з помірним кліматом є цукрові буряки. Тростинний цукор-сирець переробляється головним чином на цукрових заводах у міжсезонний період. Ефективність переробки тростинного цукру-сирцю в значній мірі залежить від його якості. Вагомий внесок у розроблення технології зберігання та перероблення тростинного цукру-сирцю зробили вітчизняні та зарубіжні вчені: Бугаєнко І.Ф., Штангеев В.О., Рева Л.П., Міщук Р.Ц., Ліпец А.А., Сапронов О.Р, Міхатова Г.Н., Голибін В.А, Єгорова М.І., Хвалковський Т.П. та інші.

Наразі потребують подальшого вивчення ряд питань, пов'язаних з дослідженням мікрофлори тростинного цукру-сирцю, розробленням сучасних заходів дезінфекції у виробництві білого цукру.

До видової мікрофлори тростинного цукру-сирцю входить достатньо широкий спектр бактерій (мезофіли, термофіли, слизоутворювальні мезофіли) та мікроміцетів (плісняві гриби, осмофільні дріжджі). Бактеріальна мікрофлора представлена, в основному, мікроорганізмами родів *Bacillus*, *Leuconostoc*, *Streptococcus* та *Lactobacillus*. Серед видового складу міцеліальних грибів тростинного цукру-сирцю слід виділити представників родів *Verticillium*, *Rhizopus*, *Botrytis*, *Alternaria*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Mucor*, а серед дріжджів — *Torulopsis*, *Saccharomyces* [1]. Негативний вплив перебігу мікробіологічних процесів полягає у розкладанні сахарози та накопиченні ряду продуктів метаболізму, що спричинює погіршення якості продуктів та перебігу технологічних процесів. Так, ферменти мікроорганізмів розкладають сахарозу з утворенням етанолу, діоксиду вуглецю, молочної, оцтової, пропіонової, масляної кислот і полісахаридів декстрану або левану [2]. Підвищений вміст декстрану та левану, не тільки ускладнює переробку цукру-сирцю, але й призводить до додаткових витрат сахарози, зниження потужності заводу, підвищення поточних витрат, погіршення товарної якості готової продукції [3].

Слід зазначити, що вміст мікроорганізмів у клеровці тростинного цукру-сирцю в значному ступені залежить від його технологічної якості і умов попереднього зберігання. Кількісний та видовий склад мікрофлори продуктів виробництва відрізняється, що визначається, у тому числі, й ефективністю запропонованих санітарних заходів. Під час технологічного процесу одержання білого цукру з тростинного цукру-сирцю необхідно приділяти увагу мікробіологічній забрудненості напівпродуктів виробництва, оскільки мікроорганізми до них можуть потрапляти з водою, що йде на клерування, з апаратів у яких здійснюються технологічні процеси, з повітрям тощо [3]. Таким чином, важливим завданням при переробленні тростинного цукру-сирцю є забезпечення умов технологічного режиму, за якого досягається ефективна дезінфекція продуктів та якість білого цукру.

У виробництві цукру для дезінфекції використовують фізичні та хімічні способи, зокрема дію високої температури, антисептики (хлорне вапно, формалін), інфрачервоне та ультрафіолетове випромінювання тощо [2, 4]. Серед хімічних засобів, що отримали достатньо широке застосування у бурякоцукровому виробництві слід виділити засоби на основі натрієвої солі дихлорізоціанурової кислоти, зокрема дезінфекційний засіб «Жавель-Клейд», що обумовлено, в першу чергу, відповідністю вимогам безпечності (4 клас), наявністю галузевої технологічної інструкції та висновку санітарно-гігієнічної експертизи (висновок державної санітарно-епідеміологічної експертизи на засіб «Жавель-Клейд» № 05.03. 02-07/ 14510 від 23. 03 2007 р.). Антимікробна дія натрієвої солі дихлорізоціанурової кислоти полягає у високій окисній здатності хлору, що призводить до порушення метаболічних процесів в клітині і спричинює загибель мікроорганізмів [5].

Для встановлення оптимальних витрат та розроблення способу дезінфекції представляє науково-практичний інтерес дослідження ефективності застосування зазначеного засобу під час перероблення тростинного цукру-сирцю.

**Мета досліджень.** Об'єктом досліджень є застосування дезінфікуючого засобу «Жавель-Клейд» у технології одержання білого цукру з тростинного цукру сирцю. Метою представлених досліджень є визначення оптимальних концентрацій засобу «Жавель-Клейд» для пригнічення розвитку основних груп мікроорганізмів — контамінантів тростинного цукру-сирцю та забезпечення ефекту знезараження одержаної клеровки.

Для досягнення поставленої мети нами визначено наступні завдання:

- провести аналіз мікробіологічної забрудненості напівпродуктів та готової продукції при переробленні тростинного цукру-сирцю;
- визначити характер дезінфікуючої дії водного розчину натрієвої солі дихлорізоціанурової кислоти на основні групи мікроорганізмів — контамінантів у виробництві;
- встановити залежність ефекту знезараження клеровки тростинного цукру-сирцю від витрат дезінфікуючого засобу «Жавель-Клейд»;
- розробити рекомендації щодо дезінфекції напівпродуктів та обладнання при переробленні тростинного цукру-сирцю.

**Матеріали та методи.** В якості предмету дослідження використовували напівпродукти виробництва, а саме — промивну воду після знецукрення фільтраційного осаду, клеровку тростинного цукру-сирцю, білий цукор. Для дезінфекції застосовували 1%-ий розчин «Жавель-Клейду».

Засіб «Жавель-Клейд» випускають у вигляді таблеток білого кольору вагою 3,45...3,65 г, що добре розчиняються у воді. При розчиненні однієї таблетки у воді виділяється 1,47...1,62 г активного хлору. Водні розчини засобу прозорі, безбарвні, мають слабкий запах хлору, рН20 1 % розчину від 6,0 до 9,5, не пошкоджують об'єкти з корозійностійких металів, скла, гуми, полімерних матеріалів, дерева, кахлю, порцеляни, фаянсу, добре змиваються, не залишають нальоту. Склад засобу: натрієва сіль дихлорізоціанурової кислоти 80,0...82,0 % (діюча речовина); адипінова кислота 10,0 %; карбонат натрію 10,0 %. Засіб «Жавель-Клейд» за параметрами гострої токсичності згідно ГОСТу 12.1.007-76 належать до III класу помірно небезпечних речовин при введенні в шлунок лабораторних тварин та до IV класу малонебезпечних речовин при нанесенні на шкіру. В умовах інгаляційної дії у вигляді пари належать до IV класу малонебезпечних речовин за ступенем леткості. Засоби не мають сенсифізіуючої дії, кумулятивні властивості не виражені [6].

Методика досліджень полягала в наступному. До промивної води додавали 1 % водний розчин дезінфікуючого засобу «Жавель-Клейд» відповідно до витрат — 0,00005...0,0004 % до маси продукту, після чого вихідну (контроль) та оброблену проби аналізували з метою визначення загального вмісту мікроорганізмів, в тому числі вмісту мезофільних та слизоутворювальних бактерій, міцеліальних грибів та дріжджів. Дослідження проводили за методом розведень та висіву проб на тверді поживні середовища у чашки Петрі. Після підрахунку колоній, що вирости на відповідних поживних середовищах розраховували ефект знезараження за формулою (1):

$$E_{\text{зн}} = 100(B_1 - B_2) \div B_1 \quad (1)$$

де  $B_1$  — початковий вміст мікроорганізмів у 1 г ( $\text{см}^3$ ) продукту;  $B_2$  — вміст мікроорганізмів у 1 г ( $\text{см}^3$ ) продукту після відповідного оброблення.

Паралельно проводили процес клерування тростинного цукру-сирцю промивною водою до вмісту сухих речовин 60-65 %. При цьому використовували промивну воду до (контроль) та після оброблення за різних витрат дезінфектанту. В одержаних пробах клеровки визначали вміст мікроорганізмів та розраховували ефект знезараження (за вищезазначеною методикою).

Розрахунок добових витрат засобу проводили за формулою (2):

$$ДВ = ПВ \times В \times 1000 \div 100, \quad (2)$$

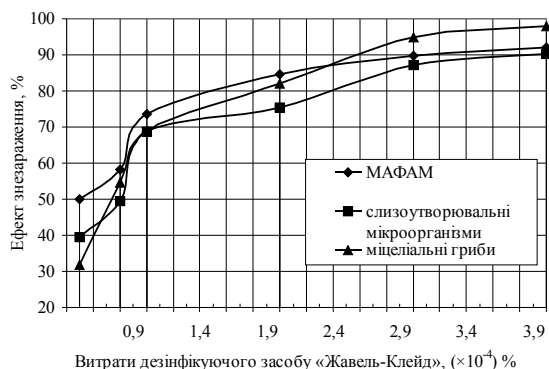
де ПВ — виробнича потужність, т/добу, В — витрати засобу, мг/кг тростинного цукру сирцю.

**Результати досліджень.** Результати експериментальних досліджень (табл. 1, рис. 1) свідчать про високу бактерицидну дію дезінфікуючого засобу «Жавель-Клейд» щодо всіх груп мікроорганізмів, присутніх у промивній воді. Так, в середньому необхідно також відмітити, що за витрат засобу «Жавель-Клейд» у кількості 0,0002...0,0004 % до маси води ефект знезараження щодо слизоутворювальних мікроорганізмів становить 75,3...90,2 %.

Також проведені дослідження мікробіологічних показників клеровки, одержаної у разі використання під час клерування тростинного цукру-сирцю промивної води, після обробки дезінфектантом. Процес клерування проводили при температурі 70 °С, тривалості 15 хв. і витрат промивної води 80 % до маси тростинного цукру-сирцю. Результати досліджень наведено в табл. 2.

**Таблиця 1. Мікробіологічні показники промивної води при додаванні дезінфікуючого засобу «Жавель-Клейд»**

Витрати засобу, % до маси води	Показники		
	КМАФАМ, КУО/мл	Вміст слизо-утворювальних бактерій, КУО в 1 $\text{см}^3$	Вміст міцеліальних грибів, КУО в 1 $\text{см}^3$
0 (контроль)	$2 \times 10^4$	$1,6 \times 10^3$	$4,8 \times 10^3$
0,00005	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^3$	$3,2 \times 10^3$
0,00008	$8,6 \times 10^3$	$8,5 \times 10^2$	$2,2 \times 10^3$
0,0001	$5,4 \times 10^3$	$5,3 \times 10^2$	$1,5 \times 10^3$
0,0002	$3,1 \times 10^3$	$4,1 \times 10^2$	$8,5 \times 10^2$
0,0003	$2,1 \times 10^3$	$2,1 \times 10^2$	$2,5 \times 10^2$
0,0004	$1,6 \times 10^3$	$1,6 \times 10^2$	$1 \times 10^2$

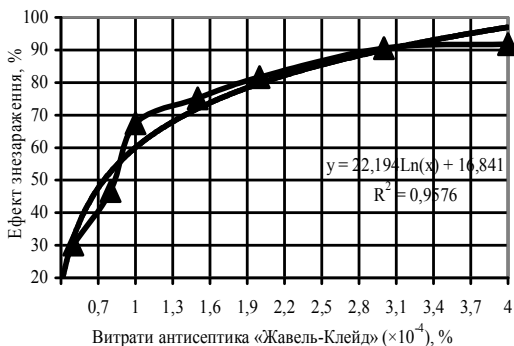


**Рис. 1. Залежність ефекту знезараження промивної води від витрат дезінфікуючого засобу «Жавель-Клейд»**

**Таблиця 2. Мікробіологічні показники клеровки тростинного цукру-сирцю при різних витратах дезінфікуючого засобу «Жавель-Клейд»**

Витрати засобу, % до маси цукру-сирцю	Показники			
	КМАФАМ, КУО/мл	Вміст слизо-утворювальних бактерій, КУО/мл	Вміст мікроміцетів, КУО/мл	Загальний ефект знезараження, %
0	$1,3 \times 10^4$	$2,5 \times 10^3$	$4,6 \times 10^3$	—
0,00005	$8,8 \times 10^3$	$2 \times 10^3$	$3,6 \times 10^3$	30,2
0,00008	$6,7 \times 10^3$	$1,6 \times 10^3$	$2,5 \times 10^3$	46,7
0,0001	$4,1 \times 10^3$	$1,3 \times 10^3$	$2 \times 10^3$	67,5
0,00015	$3,1 \times 10^3$	$9,2 \times 10^2$	$1,1 \times 10^3$	75,1
0,0002	$2,3 \times 10^3$	$5,5 \times 10^2$	$8,6 \times 10^2$	81,7
0,0003	$1,2 \times 10^3$	$4,2 \times 10^2$	$5,4 \times 10^2$	90,5
0,0004	$1 \times 10^3$	$2,7 \times 10^2$	$3,2 \times 10^2$	91,8

Залежність ефекту знезараження клеровки тростинного цукру-сирцю від витрат дезінфікуючого засобу «Жавель-Клейд» представлено на рис. 2.



**Рис. 2. Залежність ефекту знезараження клеровки тростинного цукру-сирцю від витрат дезінфікуючого засобу «Жавель-Клейд»**

Результати експериментальних досліджень свідчать про зменшення мікробіологічної забрудненості промивної води та клеровки тростинного цукру-сирцю за всіма групами мікроорганізмів у разі застосування дезінфікуючого засобу «Жавель-Клейд». Для забезпечення ефективності дезінфекції під час клерування тростинного цукру-сирцю рекомендується



застосовувати водний розчин натрієвої солі дихлорізоціанурової кислоти у кількості 0,0001...0,0003 % до маси тростинного цукру-сирцю. Так, за витрат дезінфектанту від 0,0001 до 0,0003 % до маси цукру-сирцю, загальна кількість мікроорганізмів у клеровці зменшилась в 8...10 разів. Збільшення витрат засобу понад 0,0004 % до маси клеровки є недоцільним.

За результатами експериментальних досліджень розроблено рекомендації по застосуванню засобу «Жавель-Клейд» під час перероблення тростинного цукру-сирцю, відповідно до яких, дезінфекційний засіб використовується у разі перероблення тростинного цукру-сирцю погіршеної якості з високим вмістом слизоутворювальних бактерій. Для цього водний розчин засобу вводять у клерувальну мішалку разом з промивною водою з розрахунку не більше 0,0004 г на 1 кг тростинного цукру-сирцю. Засіб вводиться періодично (6—8 разів на добу) або безперервно. Витрати засобу не залежать від тривалості введення, а розраховуються з врахуванням добової потужності заводу (кількості переробленого тростинного-цукру сирцю за добу) та рекомендованих витрат засобу до маси продукту. Так, за витрат засобу (В) — 2 мг на 1 кг тростинного цукру-сирцю та потужності добового перероблення тростинного цукру-сирцю — 800 т/добу добові витрати засобу «Жавель-Клейд» становлять — 1,6 кг/добу.

$$ДВ = (800 \times 0,2 \times 100) = 1,6 \text{ кг/добу}$$

При концентрації робочого розчину засобу 10 г/л необхідна кількість робочого розчину становить 160 л.

За умови безперервного введення засобу протягом 10 годин насос-дозатор повинен забезпечувати подачу 16 л робочого розчину за годину.

У виключних випадках, при переробленні тростинного цукру-сирцю погіршеної якості з високим вмістом слизоутворювальних мікроорганізмів, добові витрати засобу необхідно збільшувати у 1,5 рази.

Особливої уваги потребує дезінфекція у виробничому процесі у разі виявлення «кльоку» (колоній слизоутворювальних мікроорганізмів) в продуктах чи на поверхні технологічного обладнання. До особливих характеристик «кльоку» слід віднести його стійкість до ряду хімічних засобів, дії високої температури та інших фізико-хімічних впливів. Дезінфекційні засоби на основі натрієвої солі дихлорізоціанурової кислоти мають високу ефективність щодо слизоутворювальних мікроорганізмів та безпосереднього пригнічення утворення мікробіологічного «кльоку».

У разі розвитку колоній слизоутворювальних бактерій у на поверхні фільтраційного обладнання необхідно: провести механічне очищення від слизу; промити обладнання гарячою водою; провести дезінфекцію 0,1...0,2 % розчином засобу «Жавель-Клейд» протягом 10...20 хв. Після обробки необхідно промити обладнання гарячою водою та провести за можливості обробку ретурною паром.

Дезінфекція технологічного обладнання, комунікацій, інвентарю тощо здійснюється у відповідності до технологічної схеми обробки даного обладнання згідно затвердженого на виробництві регламенту. Загальними операціями оброблення обладнання і апаратури є: видалення залишків продуктів, ополіскування водою; обробка розчином дезінфектанту; повторне промивання гарячою водою. Дезінфекцію ємнісного технологічного обладнання (збірників сиропу, рідкого цукру тощо) проводять шляхом оброблення поверхонь 0,004...0,01 % розчином «Жавель-Клейд», який наносять рівномірно по всій внутрішній поверхні за допомогою механічних пристроїв або щітками вручну. Розчин дезінфектанту витримують на поверхні обладнання не менше 20 хв., після чого залишки засобу змивають водою до повного їх видалення із поверхні. Дезінфекційну обробку обладнання у разі розвитку слизоутворювальних мікроорганізмів доцільно проводити не менше 2...6 разів на добу через рівномірно розподілені проміжки часу протягом 3...7 діб.

**Висновки.** Дезінфекційні засоби на основі активного хлору мають високу ефективність по відношенню до більшості мікроорганізмів, присутніх у сировині та продуктах виробництва цукру з тростинного цукру-сирцю. На основі одержаних результатів розроблено спосіб дезінфекції клеровки тростинного цукру-сирцю [7], згідно якого дезінфікуючий засіб додається у промивну воду у вигляді 0,5...2 % розчину. Оброблена дезінфектантом промивна вода використовується для клерування цукру-сирцю, що сприяє ефективному незараженню клеровки та рівномірному розподілу засобу по всьому об'єму клерувального апарата. Витрати «Жавель-Клейду» становлять 0,0001...0,0003 % до маси тростинного цукру-сирцю.

Таким чином, застосування для дезінфекції засобів на основі натрієвої солі дихлоризоціанурової кислоти в процесі клерування тростинного цукру-сирцю дає змогу зменшити вміст мікроорганізмів у клеровці, що сприятиме покращенню технологічних показників готової продукції, в тому числі, досягнення відповідності показникам ДСТУ 4623:2006 щодо допустимого вмісту різних груп мікроорганізмів у білому цукрі.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. *Находкина В.З.* Микробиология и микробиологический контроль в свеклосахарном производстве. — М.: Пищевая промышленность. — 1975. — 94 с.
2. *Гусятинська Н.А.* Особливості мікробіологічного контролю у виробництві цукру з тростинного цукру-сирцю / Н.А. Гусятинська // Цукор України. — К.: НАЦУ — 2010. — №3. — С. 32—36.
3. *Гусятинська Н.А.* Аналіз мікробіологічних процесів під час перероблення тростинного цукру-сирцю / Н.А. Гусятинська, С.М. Тетеріна, Н.М. Романченко // Харчова промисловість. — 2011. — № 10. — С.8 — 12.
4. *Горчинский Ю.Н.* Технология получения особо чистого стерилизованного сахара из сахара-песка / Ю.Н. Горчинский, О.А. Потапов, Ф.П. Никоненко // Сахар. — 2001. — № 5. — С.23 — 25.
5. *Гусятинська Н.А.* Эффективность применения антисептических средств на основе активного хлора в производстве сахара / Н.А. Гусятинська, М.П. Купчик, Л.Р. Решетняк, Т.Н. Чорна, С.Н. Тетерина // Сборник докладов VIII Международной научно-практ. конференции «Сахар-2008». — М., 2008.— Ч. I — С. 62-67.
6. *Купчик М.П.* Технологічна інструкція по використанню для дезінфекції напівпродуктів, обладнання, технологічних вод на підприємствах цукрової галузі дезінфекційного засобу «Жавель-Клейд» / М.П Купчик., Н.А. Гусятинська, Т.М. Чорна, С.М. Тетеріна // К.: НУХТ. — 2007. — 23 с.
7. *Пат. №51733.* UA, МПК (2009) С 13 D 1/00. Спосіб дезінфекції клеровки тростинного цукру-сирцю / Гусятинська Н.А., Ліпец А.А., Романченко Н.М., Тетеріна С.М., Косенко К.І., Бондар Л.М.; заявник та патентовласник Національний університет харчових технологій. — № u 201002098; заявл. 25.02.2010; опубл. 26.07.2010, Бюл.№ 14.

## ПРИМЕНЕНИЕ ДЕЗИНФИЦИРУЮЩЕГО СРЕДСТВА «ЖАВЕЛЬ-КЛЕЙД» В ПРОИЗВОДСТВЕ БЕЛОГО САХАРА ИЗ ТРОСТНИКОВОГО САХАРА-СЫРЦА

**Н.А. Гусятинская, С.Н. Тетерина,**

**Н.Н. Романченко, Т.Н. Нечипор**

*Национальный университет пищевых технологий*

*Исследовано дезинфицирующее действие водного раствора натриевой соли дихлоризоциануровой кислоты по отношению к основным контаминантам в производстве белого сахара из тростникового сахара-сырца. Установлена эффективность применения средства «Жавель-Клейд» с целью угнетения развития слизееобразующих бактерий. Разработан способ дезинфекции клеровки тростникового сахара-сырца, реализация которого позволяет провести эффективное обеззараживание клеровки используя дезинфицирующее средство «Жавель-Клейд» в количестве 0,0001...0,0003 % по массе тростникового сахара-сырца.*

**Ключевые слова:** тростниковый сахар-сырец, клеровка, слизееобразующие микроорганизмы, дезинфекция.

УДК 544.722+57.088.1 + 543.5

# AMPEROMETRIC ENZYME BIOSENSORS IN THE FOOD AND DRINK INDUSTRIES

L.V. Shkotova

*Institute of Molecular Biology and Genetics,  
National Academy of Sciences of Ukraine*

---

## Key words:

amperometric biosensor,  
wine, food industries

## Article history:

Received 23.09.2014  
Received in revised form  
12.10.2015  
Accepted 15.10.2015

## Corresponding author:

luda\_shkotova@yahoo.com

---

## ABSTRACT

Development and application of biosensors is one of the most promising areas of research in the field of analytical biotechnology. To control the production process known commercial systems that are used in medical diagnosis are adapted. Moreover new biosensors are specially developed. Amperometric enzyme biosensors based on immobilized oxidases are a promising tool for control quality of foods and for monitoring biotechnological processes. Wine production as one of food-processing industries, at all stages of manufacture should pass technical and chemical control the purpose of which consists in determination of components which are part of mash and wine and definition of their influence on quality of a product. Sensors based on amperometric measurement method have many advantages over other methods because today it is the simplest and cheapest analytical methods of analysis with a wide range of measured concentrations for many practical applications.

---

# АМПЕРОМЕТРИЧНІ ФЕРМЕНТНІ БІОСЕНСОРИ В ІНДУСТРІЇ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ ТА НАПОЇВ

Л.В. Шкотова, канд. біол. наук

*Інститут молекулярної біології і генетики НАН України*

*Розглянуто перспективи розробки та впровадження портативних аналітичних систем як одного з далекосяжних напрямків, на сьогодні, в галузі аналітичної та промислової біотехнології. Наведені дані по використанню амперометричних ферментних біосенсорів, в якості інструмента для контролю якості харчових продуктів та моніторингу біотехнологічних процесів. Показано, на прикладі винної продукції, як одного з елементів харчової промисловості, яка на всіх стадіях виробництва повинна проходити техніко-хімічний контроль, що амперометричні сенсори, дають значні переваги у порівнянні з класичними методами, так як на сьогоднішній день це самі прості у використанні та найдешевші аналітичні методи аналізу.*

**Ключові слова:** амперометричний біосенсор, вино, харчова промисловість.

**Вступ.** Харчова промисловість — галузь, яка, тим чи іншим чином, фрагментована у велику кількість різноманітних компаній, починаючи від виробництва і закінчуючи наданням різноманітних послуг. Вона, поки що, демонструє досить повільне впровадження сучасних аналітичних методів. Перш за все, це відбувається з-за низької їхньої рентабельності. Крім того, цій галузі завжди було притаманне небажання вкладати кошти у дороге аналітичне обладнання. Але поступово відношення людей до сучасних систем і технологій змінюється, і позитивний вплив споживачів і регулюючих органів починає торкатися і цієї галузі виробництва.

**Мета.** Розглянуто перспективи розробки та впровадження портативних аналітичних систем як одного з далекосяжних напрямків, на сьогодні, в галузі аналітичної та промислової біотехнології. Наведені данні по використанню амперометричних ферментних біосенсорів, в якості інструмента для контролю якості харчових продуктів та моніторингу біотехнологічних процесів.

**Викладення основного матеріалу.** Харчова промисловість та біотехнологічне виробництво — галузі, в яких за останні кілька років почалось впровадження біосенсорів. Перш за все для контролю процесу виробництва адаптуються відомі комерційні системи, які використовуються у медичній діагностиці, але, крім того, спеціально розробляються і нові біосенсори.

Сенсори, засновані на амперометричному методі вимірювання, дають більші переваги у порівнянні з іншими методами, тому що є недорогими, відносно простими у використанні, мають досить широкий діапазон вимірюваних концентрацій для багатьох практичних застосувань.

Для контролю процесу виробництва (крім «*off-line*» аналізу) використовують біосенсори на основні таких варіантів роботи, як «*in-situ*» та «*on-line*» аналіз. Але при безпосередньому використанні біосенсорів у середині біореакторів («*in-situ*») виникають деякі перешкоди:

- необхідність збереження працездатності навіть після стерилізації;
- концентрації аналітів часто значно вищі за діапазон роботи сенсора;
- присутність у реакторі багатьох інактивуючих речовин;
- висока температура у реакторі може інактивувати біологічний матеріал сенсору.

Всі ці перешкоди не дозволили поки що розробити успішний комерційний варіант сенсора для безпосереднього використання в середині біореактора.

В основному всі системи, що застосовуються в теперішній час, функціонують у, так званому, квазі-неперервному режимі з періодичним відбором проб для зовнішніх систем аналізу.

Ряд компаній, що були залучені до розробки та комерційного впровадження біосенсорів у харчову промисловість та біотехнологічне виробництво, представлено у таблиці 1 [1—5].

Моделі біохімічних аналізаторів Об'єднаних штатів Америки фірми YSI Analyzer (Yellow Springs Instruments) [4, 5] застосовують для аналізу глюкози. Компанії Японії Fuji Electric Co, Kyoto Daichi Karaku та Omron Toyoba, Франції Glucoprocasseur (Solea-Tacussel) та Німеччині (VEB-MLW Prufgerate-Medigen) [3] також пропонують біосенсори для аналізу глюкози. Аналізатор BioProfile 400 компанії «НПП «ТРІС» Росія запропоновано для аналізу глюкози, лактата, глютаміна, глютамата, аммонію, натрію, калію. [6].

Компанією Pegasus Biotechnology (Agincoourt, Онтаріо, Канада) розроблено амперометричний біосенсор на основі платинового електроду для визначення свіжості риби. Компанією Oriental Electric Co (Niiza, Saitama, Японія) [4] також розроблено систему KV-101 для визначення свіжості риби.

Систему, що містить різні оксидази для визначення алкоголю, глюкози, лактози та молочної кислоти представлено на ринку компанією Multipurpose Bioanalyzer (Provesta Corp, Bartlesville, Оклахома, США).

Амперометрична проточна система (FIA) для аналізу глюкози на основі визначення пероксиду водню представлена фірмою Control Equipment Co of Princeton (Нью-Джерсі, США). Вона могла аналізувати до 300 зразків за годину, але довго на ринку не протрималась. Інша FIA система, обладнана перекисним електродом типу Кларка, зараз представлена компанією Erpendorf North America (Медісон, Вісконсін, США).

Таблиця 1. Аналізатори для контролю процесу виробництва та якості продуктів

Компанія	Країна	Приклад використання
Integrated Genetics	США	аналіз ДНК для виявлення мікробного забруднення типу Salmonella у іжі
Mitsubishi	Японія	аналіз глюкози
NEC	Японія	аналіз глюкози, алкоголю, лактату та гліцерину
Universal Sensors	США	аналіз глюкози, лактату, алкоголю, лактози, холестерину та широкого діапазону L-амінокислот
Wolverine Medical Inc.	США	аналіз лактату
Toyo Jozo	Японія	аналіз глюкози, лактату та ліпідів
Enzo Biochem	США	аналіз ДНК у бактерій Chlamydia
Hybritech Inc.	США	аналіз ДНК для бактерій
Cambridge Life Science	Велика Британія	аналіз глюкози
Cranfield Institute of Technology	Велика Британія	аналіз глюкози, мікробного забруднення та метанолу

Компанія	Країна	Приклад використання
Eppendorf	Німеччина	аналіз глюкози
Yellow Springs Instr.	США	аналіз глюкози, лактози, етанолу, сахарози
Analox Instruments Ltd.	Велика Британія	аналіз глюкози, лактату, етанолу, гліцеролу
Biometra	Німеччина	аналіз глюкози, етанолу
Seres	Франція	аналіз глюкози, лактату
Solea-Tacussel	Франція	аналіз глюкози, лактату
Oriental Electric Co., Ltd.	Японія	«Свіжість риби»
Toyo Jozo Co.	Японія	аналіз холестеролу, фосфоліпідів

Перспективи використання подібних систем дуже високі. На сьогоднішній день це прості у використанні та дешеві аналітичні методи аналізу. Вони забезпечують високу селективність та чутливість. Використання останніх досліджень мікроелектроніки та новітніх технологічних матеріалів дозволяє значно здешевити виробництво та забезпечити сумісність різних елементів аналітичних систем. Значною перевагою є те, що майже у всіх аналізаторів іде автоматизований контроль за процесом, а останні моделі мають прямий доступ до Інтернету для безпосереднього зв'язку з різноманітними базами даних.

**Сенсори для аналізу вина.** На відміну від неживих, стерилізованих консервованих продуктів вино представляє собою складу, постійно змінювану біологічну систему з замкнутим циклом хімічних та біохімічних реакцій, а також й фізико-хімічних процесів.

Амперометричні ферментні біосенсори, розроблені на основі іммобілізованих оксидаз, є перспективними інструментами для моніторингу основних компонентів вина та суслу під час ферментації. Крім того, кількісне визначення основних компонентів вин є важливим при встановленні натуральності та справжності даних напоїв [7].

Проте досвід показує, що часто лабораторні прототипи добре працюють у модельних розчинах, а при переході до роботи з реальними зразками науковці стикаються з труднощами, які ускладнюють, а іноді й унеможливають роботу створених систем. Селективність та стабільність амперометричних ферментних біосенсорів є ключовими параметрами при створенні ефективних аналітичних систем, призначених для роботи з реальними рідинами. Як вже було сказано вище, біосенсори повинні конкурувати з іншими технологіями у часі визначення та у вартості роботи. Зараз поки що немає комерційних біосенсорів, що використовують для перевірки якості сировини у процесі виробництва вина.

На сьогоднішній день розроблено ряд лабораторних прототипів біосенсорів для аналізу лактату, етанолу та глюкози у вині (таблиця 2) [8–12].

Таблиця 2. Біосенсори для аналізу етанолу, лактату та глюкози у вині

Речовина	Фермент	Границя визначення	Лінійна ділянка	Стабільність
Етанол	АОД	0,005мМ	—	90 % за 4 тижні при зберіганні в фосфатному буфері рН 7,4 за +4 °С
Етанол	АОД	—	0,10—30 мМ	—
Етанол	АОД	0,03 мМ	1—10 мМ	—
Етанол	АД	0,025 мМ	0,050—7,5 мМ	—
Етанол	АОД	0,1 мМ	0,1—2,2 мМ	—
Глюкоза	ГОД	—	0,2—9,1 мМ	96% за 23 днів зберігали при + 25 °С в буфері рН 7,4
Глюкоза	ГОД	0,001мМ	0,05—12 мМ	—
Глюкоза	ГОД	0,0006мМ	0,0018—10 мМ	—
Глюкоза	ГОД	0,00283 мМ	0,01мМ—8 мМ	—
Лактат	ЛОД	0,1 мМ/л	0,1—5,5 мМ	Протягом 26 днів використали 150 разів стабільність 100%
Лактат	ЛОД	—	0,020—4,0 мМ	—
Лактат	ЛОД	0,078 мМ	—	—
Лактат	ЛОД	—	0,01—1,0 мМ	Зберігає стабільність протягом 60 днів
Лактат	ЛОД	0,00162мМ	0,005—0,34 мМ	90% стабільності за 15 місяців зберігання при кімнатній температурі
Лактат	ЛД	0,04 мМ	0,01—0,4 мМ	—
Лактат	ЛОД	0,03 мМ	0,05—1 мМ	—

Основна кількість розроблених біосенсорів є моносенсорами, тобто за їх допомогою можна визначити тільки одну речовину. Але, у той же час, необхідно одночасне визначення декількох аналітів за одне вимірювання, яке досягається хроматографічними методами. Застосування більше, ніж одного каналу датчиків привело до розвитку мультисенсорів.

На сьогоднішній день розроблено ряд біосенсорів для одночасного визначення декількох аналітів за одне вимірювання у харчових продуктах в тому числі і у вині.

Значною їхньою перевагою є автоматизований контроль за процесом. Так, використання останніх досліджень мікроелектроніки та новітніх технологічних матеріалів дозволяє значно здешевити виробництво та забезпечити сумісність різних елементів аналітичних систем. Тому можна сказати, що на сьогоднішній день це самі прості у використанні та найдешевші аналітичні методи аналізу.

**Висновки.** Аналіз літературних даних показує, що більшість із комерційних пристроїв базуються на амперометричному методі вимірювання, значною мірою за рахунок того, що це найстаріший, а відповідно найбільш повно вивчений клас електрохімічних перетворювачів. У харчовій промисловості, біотехнології та екології застосовується не велика кількість таких приладів, що відкриває перспективу впровадження нових розроблених приладів саме в цих галузях. Також дуже перспективними та конкурентоспроможними можуть бути прилади на основі мультисенсорних та мультиферментних масивів, особливо в разі використання сучасних досягнень мікроелектронної технології. Біосенсори конкурують з іншими технологіями у часі визначення та у вартості роботи. Головна їх перевага — швидкий відгук та висока специфічність, а також низька ціна та легкість обробки даних.

## ЛІТЕРАТУРА

1. *YSI Incorporated* (2015) [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.ysi.com>.
2. *Analox Instruments* (2015) [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.analox.com>.
3. *Developments and applications of biosensors in food analysis* / Luong J. H. T., Bouvrette P., Male K.B. // *Tibtech*. — 1997. — V. 15. — P. 369—377.
4. *Metabolic Engineering of the Tricarboxylic Acid Cycle for Improved Lysine Production by Corynebacterium glutamicum* / Becker J., Klopprogge C., Schroder H., Wittmann C. // *Applied and environmental microbiology*. — 2009. V. 75 (24). — P. 7866—7869.
5. *Robustness and Plasticity of Metabolic Pathway Flux among Uropathogenic Isolates of Pseudomonas aeruginosa* / Berger A., Dohnt K., Tielen P., Jahn D., Becker J., Wittmann C. // *PLoS One*. — 2014. — V. 9(4). — P. e88368. DOI: 10.1371/journal.pone.0088368 PMID: PMC3977821.
6. *ООО НПП «ТРИС»* (2015) [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.biotechno.ru/catalog/57>.
7. *Characterisation of wines using compositional profiles and chemometrics* / Saurina J. // *Trends in Analytical Chemistry*. — 2010. — V. 29. — P. 234—245.
8. *Direct electrochemistry of alcohol oxidase using multiwalled carbon nanotube as electroactive matrix for biosensor application* / Dasa M., Goswami P. // *J. Bioelectrochemistry*. — 2013. — V. 89. — P. 19—25.
9. *Detection of ethanol in food: A new biosensor based on bacteria* / Wen G., Li Z., Choi M.M.F. // *Journal of Food Engineering*. — 2013. — V. 118 (1). — P. 56—61.
10. *Amperometric glucose biosensor based on glucose oxidase-lectin biospecific interaction* / Zhang J., Wang C., Chen S., Yuan D., Zhong X. // *Enzyme and Microbial Technology*. — 2013. — V. 52(3). — P.134—140.
11. *Amperometric glucose biosensor based on silver nanowires and glucose oxidase* / Wang L., Gao X., Jin Ln., Wu Q., Chen Zn., Lin X. // *J. Sensors and Actuators*. — 2013. — V. 176. — P.9—4.
12. *Improvement of the amperometric response to l-lactate by using a cationic bioinspired thymine polycation in a bioelectrode with immobilized lactate oxidase* / Paz Zanini V.I., Tullia F., Martino D.M., Lypez de Mishima B., Borsarelli C.D. // *J. Sensors and Actuators*. — 2013. — V. 181. — P. 251—258.

# АМПЕРОМЕТРИЧЕСКИЕ ФЕРМЕНТНЫЕ БИОСЕНСОРЫ В ИНДУСТРИИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ И НАПИТКОВ

**Л.В. Шкотова**

*Институт молекулярной биологии и генетики НАН Украины*

*Рассмотрены перспективы разработки и внедрения портативных аналитических систем как одного из многообещающих направлений, на сегодняшний день, в области аналитической и промышленной биотехнологии. Приведены данные по использованию амперометрических ферментных биосенсоров как инструмента для контроля качества пищевых продуктов и мониторинга биотехнологических процессов. Показано, на примере винной продукции, как одного из элементов пищевой промышленности, который на всех стадиях производства должен проходить технико-химический контроль, что амперометрические сенсоры, дают большие преимущества по сравнению с классическими методами, так как на сегодняшний день это самые простые в использовании и не дорогие аналитические методы анализа.*

**Ключові слова:** амперометрический биосенсор, вино, пищевая промышленность.

# PERSPECTIVES OF USING PROBIOTIC MICROORGANISMS IN FUNCTIONAL FOOD AND MEDICINE

S. Starovoitova, O. Karpov

National University of Food Technologies

Key words:	ABSTRACT
probiotic functional foods immunomodulatory properties	The possibility of using probiotic microorganisms with immunomodulatory properties for improving the quality characteristics of functional foods and probiotics were considered. Mechanisms of immunomodulatory properties, which including immunostimulation, immunosuppression and and bipolar action, probiotic microorganisms and representatives of the microbiota of macroorganism were implemented. Modulation of immunological reactivity — one of the important mechanisms of probiotic microorganisms that can be the basis for the differentiated application of probiotic drugs for the prevention and treatment of different spectrum diseases was described. Comprehensive assessment of all components of the modulation of immune reactivity allows to define the required character of immunomodulation, composition of probiotics and Functional Foods and regime and dosage of application was shown.
<b>Article history:</b>	
Received 9.09.2015	
Received in revised form 23.09.2015	
Accepted 1.10.2015	
<b>Corresponding author:</b> svetik_2004@mail.ru, karpov_av@hotmail.com	

## ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ПРОБІОТИЧНИХ МІКРООРГАНІЗМІВ В ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПРОДУКТАХ ХАРЧУВАННЯ ТА МЕДИЦИНИ

С.О. Старовойтова, канд. біол. наук,

О.В. Карпов, д-р біол. наук

Національний університет харчових технологій

*Розглянуто можливість використання пробіотичних мікроорганізмів з імуномодулюючими властивостями щодо удосконалення якісних характеристик функціональних продуктів харчування та пробіотиків. Наведено механізми реалізації імуномодулюючих властивостей пробіотичними мікроорганізмами та представниками мікробіоти.*

**Ключові слова:** пробіотик, функціональні продукти харчування, імуномодуляторні властивості.

**Вступ.** На сьогоднішній день функціональні продукти харчування (ФХП) збагачені пробіотичними мікроорганізмами з різноманітним спектром пробіотичних властивостей не рідкість. Спектр ФХП збагачених різними видами пробіотичних мікроорганізмів у харчовій промисловості достатньо широкий, що зумовлено спектром позитивних ефектів, нормальної мікрофлори та пробіотичних мікроорганізмів на макроорганізм, особливо імуномодулюючий вплив. Враховуючи сучасний негативний вплив як зовнішніх, так і внутрішніх факторів на стан імунної системи людини ФХП на основі мікрофлори здатної до імуномодуляції є актуальними та перспективними для сучасної харчової промисловості.

**Мета.** Розглянути можливості мікробіоти та пробіотичних мікроорганізмів з імуномодулюючими властивостями, як перспективної основи ФХП, щодо удосконалення якісних



характеристик харчової продукції та навести механізми імуномодулюючої дії пробіотичних мікроорганізмів та представників нормобіоти.

**Викладення основного матеріалу.** Результати досліджень останнього десятиліття стосовно складу і функцій мікрофлори кишечника людини спричинили нову хвилю інтересу до цільового застосування і розроблення пробіотиків, парaproбіотиків, синбіотиків та ФХП для профілактики і лікування соматичних захворювань. Порушення мікробіоти пов'язані з розвитком захворювань запальної етіології, а саме з розладом комунікації між клітинами імунної системи і мікробіоти, зумовлений зміною складу угруповання останньої. Відновлення порушеного складу мікробіоти сприяє встановленню збалансованої імунорегуляції та гальмуванню запальної реакції імунної системи. Дієвими чинниками відновлення порушень мікробіоти є пробіотики різних поколінь та ФХП збагачені пробіотичними мікроорганізмами. Експерти з оцінювання медичних технологій позиціонують виробництво пробіотиків та ФХП збагачених пробіотичними мікроорганізмами як високоефективну з погляду співвідношення вартість-ефект-безпеки біотехнологію, якій належить майбутнє у запобіганні й терапії запальних захворювань у шлунково-кишковому тракті (ШКТ) та поза його межами [1–2]. Важливим механізмом дії пробіотиків є модуляція функцій імунної системи як на місцевому, так і на системному рівні. Захворювання, асоційовані з порушенням нормальної мікрофлори, завжди супроводжуються розладами імунологічної реактивності. Отже, імуномодулюючу дію пробіотиків та ФХП слід розглядати як перспективний підхід для лікування та профілактики патологічного процесу, асоційованого з порушенням мікробіоти кишечника.

Нормальна мікрофлора кишечника людини: формування та функції. З 2006 р. наукова спільнота розглядає мікрофлору кишечника як новий метаболічно активний орган, що складається з кількох трильйонів бактерій коменсалів [1]. Загальновизнано, що присутність нормобіоти в організмі є необхідною умовою для розвитку тканин, органів і фізіологічних систем. Мікробіоті притаманні такі основні фізіологічні функції: колонізаційна, детоксикаційна, біосинтетична, травна, трофічна, фізико-хімічна, енергетична, процесінг харчових продуктів, терморегулююча, регуляторна, генетична, імуномодулююча та системні функції. [3]. Мікробіота сприяє розвитку судинного ложа кишечника, нервової системи в ранньому дитинстві та її функціонуванні у дорослих, а також є визначальним чинником формування лімфоїдної тканини, асоційованої зі слизовими поверхнями (Mucosa Associated Lymphoid Tissue — MALT), у тому числі й кишечника (Gut Associated Lymphoid Tissue — GALT) [4].

Формування мікробіоти кишечника залежить від багатьох чинників. Попри те, що склад угруповання мікроорганізмів кишечника характеризується індивідуальною варіабельністю сьогодні, розрізняють три основних типи таких угруповань — ентеротипи. Особливістю першого ентеротипу є підвищена кількість *Bacteroides*, другий ентеротип — збагачений представниками роду *Prevotella*, а для третього властивий підвищений вміст бактерій роду *Ruminococcus*. Ентеротипи відрізняються особливостями харчових ланцюгів бактерій, що входять до їхнього складу і визначають характер та джерела отримання енергії. Формування ентеротипу не залежить від віку, статі, національності або маси тіла, але залежить від перебування тривалий час на певному раціоні харчування [5].

Імуномодулюючі властивості нормальної мікрофлори кишечника. Взаємодія між бактеріями й MALT (GALT) відбувається на трьох основних рівнях: епітеліоцити, антигенпрезентувальні клітини й ефекторні клітини адаптивної імунної відповіді. Формування GALT і компонування популяційного складу клітин імунної системи у її складі визначається мікробіотою у ранньому постнатальному періоді [6].

Першим рівнем взаємодії мікробіоти кишечника з імунною системою хазяїна є контакт з епітелієм. Епітеліоцити кишечника, а також ендокринні, бокалоподібні клітини експресують низку патернрозпізнавальних рецепторів (ППР), відповідальних за взаємодію з антигенами мікроорганізмів, під загальною назвою мікробо- або патогенасоційовані молекулярні патерни (МАМП або ПАМП). ППР поділяють на кілька родин: основні, зокрема TLR (Toll-like receptors), RLR (retinoic acid inducible gene 1 (RIG-I)-like receptors), NLR (nucleotide oligomerization domain — NOD-like receptors), а також лектинові рецептори С-типу та цитозольні ДНК-сенсори. Генетично детерміновані або набуті порушення експресії та регуляції ППР у кишечнику асоціюються з розвитком патологічних станів. Особливе значення має регуляція експресії TLR4, оскільки активація саме цього ППР асоціюється з розвитком запальних захворювань у кишечнику. У відповідь на взаємодію з МАМП мікробіоти епітеліоцити секретують низку біологічно активних медіаторів, що регулюють проліферацію і

міграцію клітин імунної системи, опосередковують ізотипове переключення плазматичних В-клітин до синтезу імуноглобуліну А (IgA), активують утворення виростів (дендритів) дендритними клітинами (ДК). Взаємодія PPP клітин епітелію з ПАМП мікробіоти необхідна не лише для ініціювання імунної відповіді і синтезу антибактеріальних субстанцій, а й для активації проліферації епітеліоцитів, запобігання їх апоптозу та активації синтезу молекул міжклітинної адгезії [7].

У lamina propria, розташованій безпосередньо під епітеліальною поверхнею, локалізовані клітини імунної системи: мієлоїдні антигенпрезентувальні клітини (АПК) — ДК і макрофаги, Т- і В-лімфоцити, мастоцити, природні кілери і невелика кількість лейкоцитів інших субпопуляцій. Наступним рівнем взаємодії мікробіоти з імунною системою MALT є розпізнавання АПК, головними серед яких є ДК і макрофаги. Для активації Т-клітин з боку ДК має надійти три сигнали: перший — комплекс МНС:пептид, другий — костимуляторні молекули родини B7 і третій сигнал, що визначає поляризацію активації Т-клітин (Th1, Th2, Th9, Th17 тощо). Експресія цих молекул визначається характером лігандів, що активували ДК.

За фізіологічних умов макрофаги GALT — це регуляторні клітини. Однак порушення гомеостатичної рівноваги у мікробіомі може спричинити їх функціональну реполяризацію і участь у розвиткові локальних і системних запальних процесів [7].

Серед Т-лімфоцитів у GALT переважають Th17 та iTreg (індуковані регуляторні Foxp3+ клітини). Перші концентруються в тонкому кишечнику, другі — у товстому. Концентрування лімфоцитів цих популяцій і функціональне диференціювання Т-клітин у різних відділах кишечника регулює мікробіота [7, 8].

Отже, у межах GALT можливе ініціювання двох протилежно спрямованих імунних реакцій: агресивної імунної відповіді, спрямованої на елімінацію патогенів, і толерантності/імунорегуляції — на безпечне співіснування імунної системи з мікробіотою. Антигенам мікробіоти притаманна унікальна здатність сприяти розвитку толерантності/імунорегуляції. Надзвичайно важливу імунорегуляторну роль виконують коротколанцюгові жирні кислоти (КЛЖК) — продукти метаболізму мікробіоти. Ацетат, пропіонат і бутират зв'язуються зі специфічними G-протеїновмісними рецепторами, що експресовані переважно на клітинах імунної системи. Ацетат і бутират стимулюють синтез секреторних муцинів та посилюють експресію протеїнів, що забезпечують щільні контакти між епітеліоцитами. Імуномодулююча дія КЛЖК поширюється лише на стимулиовані клітини імунної системи [7].

Запальні захворювання, асоційовані з порушеннями мікробіоти кишечника. Існує багато причин порушення мікрофлори кишечника: раціон харчування з високим вмістом полінасичених жирів (Western diet), лікування антибіотиками, стреси, локальні (у ШКТ) і системні запальні захворювання [8, 9] тощо. У багатьох випадках кілька чинників діють одночасно. Наслідки порушення мікрофлори кишечника є комплексними і можуть спричинювати як локальні (захворювання кишечника), так і системні (метаболічні хвороби) патологічні стани. Дисбаланс мікробіоти кишечника в ранньому дитинстві спричинює порушення розвитку GALT, негативно впливає на гомеостаз організму і може стати однією з причин розвитку низки імунозалежних патологій (хвороби Крона, цукрового діабету, ожиріння, атопічного дерматиту, алергії тощо). Вікові зміни мікробіоти асоціюються з розвитком нейродегенеративних захворювань.

Найбільш загальною рисою порушення мікрофлори кишечника є зміна співвідношення двох основних груп мікроорганізмів — *Bacteroidetes* і *Firmicutes*. Зсув балансу на користь фірмікутів супроводжується зменшенням функціонального різноманіття бактерій кишечника, переважанням метаболічних циклів, для яких характерна підвищена кількість ферментів, відповідальних за ферментацію недеградабельних полісахаридів, наслідком чого є зростання калорійності їжі і посилення ліпогенезу. Раціон харчування з високим вмістом вуглеводів і полінасичених жирів спричинює зниження відносної кількості біфідобактерій і лактобацил. Зменшення відносної кількості біфідобактерій супроводжується зниженням синтезу молекул, що забезпечують щільний контакт між епітеліоцитами. Зміни у складі мікрофлори асоціюються також із посиленням експресії CB1 — одного з рецепторів ендоканабіноїдної системи, що супроводжується порушенням розподілу і локалізації протеїнів щільних контактів, наслідком чого є підвищення проникності кишкової стінки. Посилення ліпогенезу супроводжується синтезом хіломікронів і активацією їх виходу в циркуляцію. Через підвищену проникність кишкової стінки разом із хіломікронами в циркуляцію потрапляють бактерії і низка ПАМП (ЛПС, пептидоглікан, флагелін тощо), які активують ефекторні клітини

імунної системи. Із циркуляції бактерії і ПАМП потрапляють у віддалені інсулінзалежні тканини та органи, у тому числі й у жирову тканину, де спричинюють розвиток запальних реакцій. Запалення Th1-типу набуває системного характеру, знижується чутливість периферичних тканин до інсуліну, прогресує ожиріння [8]. Одним з найбільш вразливих органів до системної прозапальної дії ПАМП є печінка. Метаболічна ендотоксемія, зумовлена порушеннями нормальної мікрофлори кишечника, є патогенетичним чинником без алкогольного стеатозу печінки та інших її захворювань. ПАМП-асоційоване запалення Th1-типу спричиняє інсулін-резистентність та як наслідок — розвиток цукрового діабету типу II [7, 8].

Зміни окремих видів мікрофлори кишечника призводять до розвитку злоякісних пухлин у товстому кишечнику і прямій кишці, що асоційоване з розвитком запалення Th1-типу [9].

Патологічні зміни мікробіоти кишечника супроводжують розвиток харчових алергій. Характерною ознакою таких порушень є зменшення вмісту Firmicutes spp. одночасно з підвищенням кількості представників Proteobacteria, наслідком є розвиток запалення Th2-типу [4].

Порушення мікробіоти справляє вплив і на розвиток аутоімунних патологій, зокрема діабету типу I. Характерним для нього є збільшення відносної кількості бактерій трьох основних груп: Actinobacteria, Proteobacteria та Bacteroidetes та є зменшення кількості бактерій, що продукують лактат і бутират. В імунопатогенезі діабету типу I також присутнє запалення Th1-типу [4].

Механізми та перспективи цільового застосування імуномодулюючої дії пробіотиків та ФПХ. Пробіотики, згідно з визначенням Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), — це живі мікроорганізми, застосування яких в адекватних кількостях поліпшує здоров'я організму хазяїна [1].

За призначенням пробіотики можна класифікувати: 1) для забезпечення функціонального харчування — ФПХ, 2) для терапії та відновлення мікробіоценозу після тривалого застосування антимікробних засобів, 3) для терапії при захворюваннях бактеріальної і вірусної етіології та 4) для імюнокорекції при запальних захворюваннях — імунобіотики [1, 9].

Біологічні ефекти пробіотичних мікроорганізмів є штамоспецифічними. Залежно від типу, виду, штаму пробіотичні бактерії можуть справляти імуностимулюючу, імунодевіаторну (біполярну) та імунорегуляторну/супресивну дію. Наприклад, вид *Lactobacillus rhamnosus* є характерним компонентом пробіотиків та ФПХ. Усі представники цього виду мають у складі геному неметильовані CpG-послідовності, що активують TLR9 на епітеліоцитах і клітинах імунної системи, наслідок - стимуляція секреції протизапальних медіаторів. Однак склад C-G-нуклеотидів у бактерій різних штамів неоднаковий, що визначає їх відмінності у здатності активувати протизапальний метаболізм епітеліоцитів та імуноцитів кишечника. Бактеріям цього виду притаманна як прозапальна, так і протизапальна імуномодулююча дія. Протизапальні імуномодулюючі властивості притаманні також клітинам *L. rhamnosus* GG, що широко використовуються у ФПХ [6].

Застосування пробіотичного мікроорганізму самостійно і в поєднанні з іншими може мати різні наслідки для імунологічної реактивності. Так, *L. casei* Shirota належить до мультифункціональних імунобіотиків із широким спектром різноспрямованої імуномодулюючої дії. Застосування самостійно *L. casei* Shirota стимулює продукування прозапального IL12 і практично не впливає на продукування IL10. Якщо *L. casei* Shirota використовують у поєднанні з бактеріями, яким властивий високий ступінь деградабельності пептидоглікану ензимами фаголізосом, наприклад *L. johnsonii* JSM 2012, стимулюючий ефект на продукування IL12 практично зникає. Те ж саме відбувається і в разі застосування *L. casei* Shirota разом із пептидогліканом інших грамположитивних бактерій. Компонування *L. casei* Shirota з тейхоевою кислотою *L. plantarum* або ліпотейхоевою кислотою лактобацил або *S.aureus*, має наслідком стимуляцію продукування IL10 [1, 9].

Імуномодулюючі ефекти пробіотичних бактерій реалізуються через клітиноасоційовані механізми і продукуванням біологічно активних субстанцій з імунорегуляторними властивостями [9]. Наприклад, екзометаболіти *Bifidobacterium infantis* та *Lactobacillus acidophilus* містять низькомолекулярну фракцію (10-15 кДа) з протизапальною дією [4]. Імуномодулююча дія притаманна також субклітинним компонентам пробіотичних бактерій. Наприклад, системна імуностимулююча дія ліпотейхоевої кислоти бактерій штаму *L. rhamnosus* GG поширюється на імунітет шкіри і справляє канцеропротекторну дію, знижуючи ризик розвитку злоякісних пухлин, індукованих ультрафіолетом [4]. Застосування ПАМП бактерій нормофлори як альтернатива використанню живих клітин — перспективний напрям для корекції порушень імунологічної реактивності в ранньому дитинстві, коли імунна система ще не сформована.

Багато запальних захворювань, у патогенезі яких присутні порушення мікробиоти (астма, алергічний риніт, запальні захворювання кишечника тощо), характеризуються циркадними ритмами, що є наслідком підпорядкування взаємодії ПАМП мікроорганізмів із PPP у GALT циркадним ритмам експресії рецепторів різних типів [9].

**Висновки.** Модуляція імунологічної реактивності — один із важливих механізмів дії пробіотичних мікроорганізмів, що може бути покладений в основу диференційованого застосування пробіотичних засобів з метою профілактики і лікування захворювань. Стратегія ефективного застосування імуномодулюючої дії пробіотиків містить три складових: знання складу і функцій мікрофлори різних біотопів з урахуванням енетротипу, вікових та індивідуальних особливостей, причин і характеру дисбіозів; оцінювання стану системної і локальної імунологічної реактивності, патологічних процесів, циркадної динаміки; аналіз і врахування механізмів дії пробіотичного (-их) мікроорганізму (-ів). Комплексна оцінка усіх складових дає змогу визначити характер необхідної імуномодуляції, склад пробіотиків та ФПХ та особливості їх застосування.

### ЛІТЕРАТУРА

1. *Kitazawa H.* Probiotics: Immunobiotics and Immunogenics / H. Kitazawa, J. Villena, S. Alvarez. — USA: CRC Press, 2013—412 p.
2. *King S.* Effectiveness of probiotics on the duration of illness in healthy children and adults who develop common acute respiratory infectious conditions: a systematic review and meta-analysis / S. King, J. Glanville, M.E. Sanders et al. — Br. J. Nutr. — 2014. — Vol. 112, № 1. — P. 41—54.
3. *Duca F.A.* Gut microbiota, nutrient sensing and energy balance / F.A. Duca, T.K. Lam. — Diabetes Obes. Metab. — 2014. — Vol. 16 Suppl. 1. — P. 68—76.
4. *Weng M.* The role of gut microbiota in programming the immune phenotype / M. Weng M., W.A. Walker — J. Dev. Orig. Health Dis. — 2013. — Vol. 4, № 3. — P. 203—214.
5. *Bushman, F.D.* Diet, gut enterotypes and health: is there a link? / F.D. Bushman, J.D. Lewis, G.D. Wu — Nestle Nutr. Inst. Workshop Ser. — 2013. — Vol. 77. — P. 65—73.
6. *De Kivit, S.* Regulation of Intestinal Immune Responses through TLR Activation: Implications for Pro- and Prebiotics / S. de Kivit, M.C. Tobin, C.B. Forsyth et al. — Front. Immunol. — 2014. — Vol. 5. — P. 61 — 67.
7. *Kamdar, K.* Toll-like receptor signaling and regulation of intestinal immunity. Virulence / K. Kamdar, V. Nguyen, R. DePaolo — 2013. — Vol. 4, № 3. P. 207—212.
8. *Albenberg, L.G.* Diet and the intestinal microbiome: associations, functions, and implications for health and disease / L.G. Albenberg, G.D. Wu — Gastroenterology. — 2014. — Vol. 146, № 6. — P. 1564—1572.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОБИОТИЧЕСКИХ МИКРООРГАНИЗМОВ В ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ И МЕДИЦИНЕ

**С.А. Старовойтова, А.В. Карпов**

*Национальный университет пищевых технологий*

*Рассмотрена возможность использования пробиотических микроорганизмов с иммуномодулирующими свойствами по совершенствованию качественных характеристик функциональных продуктов питания и пробиотиков. Приведены механизмы реализации иммуномодулирующих свойств пробиотическими микроорганизмами и представителями микробиоты.*

**Ключевые слова:** *пробиотик, функциональные продукты питания, иммуномодулирующие свойства.*

УДК 006:663.9(477)

## CONTROL OF CHOCOLATE PRODUCTS IN THE TECHNICAL REGULATION UKRAINE

A.V. Karbovska, I.V. Grigorenko  
National University of Food Technologies

---

**Key words:**

chocolate products,  
technical regulations,  
harmonization, control,  
quality and safety

**Article history:**

Received 27.05.2015  
Received in revised form  
10.06.2015  
Accepted 15.05.2015

**Corresponding author:**

anna\_karbovska@mail.ru

---

**ABSTRACT**

The article analyzes the control chocolate products in the system of technical regulation of Ukraine. Deals with the following issues: national standards and their harmonization with the requirements of European and international regulations; technical regulations; accreditation of conformity assessment bodies; Market Supervision and enforcement of mandatory requirements; regulation of the quality and safety of domestic confectionery. Reveals the differences between the system of state control over the quality and safety of chocolate products, which was inherited from the former Soviet Union, and the system of state control of safety and quality chocolate products. The problems hampering reform of technical regulation and an effective mechanism of functioning of state control over quality and safety.

---

## КОНТРОЛЬ ШОКОЛАДНОЇ ПРОДУКЦІЇ В СИСТЕМІ ТЕХНІЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ УКРАЇНИ

A.V. Карбовська, магістр,  
I.V. Григоренко, канд. техн. наук  
Національний університет харчових технологій

У статті проаналізовано контроль шоколадної продукції в системі технічного регулювання України. Висвітлено наступні питання: національні стандарти та їх гармонізація з вимогами європейських та міжнародних нормативних документів; технічні регламенти; акредитація органів з оцінки відповідності; державний ринковий нагляд та контроль за виконанням обов'язкових вимог; регулювання якості та безпечності вітчизняної кондитерської продукції. Розкрито відмінності між системою державного контролю за якістю та безпечністю шоколадної продукції, що перейшла у спадок від колишнього Союзу, та системою державного контролю за безпечністю та якістю шоколадної продукції. Розглянуто проблеми, що гальмують реформування системи технічного регулювання та створення ефективного механізму функціонування державного контролю за якістю та безпечністю.

**Ключові слова:** шоколадна продукція, технічне регулювання, гармонізація, контроль, показники якості та безпечності.

**Постановка проблеми.** Сьогодні шоколад — це найпопулярніша група кондитерських виробів. Його споживають всі, незалежно від віку, статі, соціального та матеріального положення. Станом на 2012 рік кондитерська галузь є однією з найрозвиненіших у харчовій промисловості нашої країни із долею в загальних продажах промислової продукції близько 8 %, що у відпускних цінах складає 15,4 млрд. грн. Це друге місце у харчовій промисловості, перше місце займають тютюнові вироби (12,7 %). Загальний обсяг виробництва становить понад 1 млн тон продукції на рік, що дає змогу не лише повністю забезпечити потреби

внутрішнього ринку, а й експортувати її у значних обсягах за кордон [1]. Тому, постає проблема створення та функціонування єдиного світового ринку з вільним переміщенням товарів та ліквідації технічних бар'єрів в торгівлі, що можливо за умови ефективної організації контролю шоколадних кондитерських виробів, забезпечення гармонізації чинного законодавства України відповідно до вимог ЄС. Такий контроль досягається наявністю в країні сучасної системи технічного регулювання, основними складовими якої є: стандартизація; оцінка відповідності (сертифікація товарів, робіт, послуг), метрологія, акредитація органів з оцінки відповідності та випробувальних і калібрувальних лабораторій.

Запровадження сучасної системи технічного регулювання шоколадних кондитерських виробів забезпечить конкурентоспроможність продукції на світовому ринку, поліпшить репутацію і технічну спроможність її виробників та оцінювачів відповідності, удосконалить структуру українського експорту, забезпечить справедливе вирішення спірних питань, дозволить застосувати діючий міжнародний механізм захисту інтересів національних виробників на світових ринках, створить більш сприятливий інвестиційний клімат у середині країни.

Отже, проблема полягає у гармонізації вимог щодо якості та безпечності шоколадної продукції з країнами ЄС, яка буде реалізуватись на зовнішньому та внутрішньому ринках.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Теоретичною основою вивчення норм системи технічного регулювання харчової продукції стали публікації провідних науковців зокрема, В. Грановського, Т. Гончарова, Т. Кисільова, Д. Кроніковського, В. Кобріна, Д. Крисанова, В. Нанівської, Н. Олексієнко, М. Сичевського, Д. Стрельникова, Г. Філіпчука, О. Шестак, О. Шнирова, К. Кошмана та інші [2, 3]. Серед іноземних авторів можна виділити праці М. Леммела, Д. Хансон, Н. Мусис, Н. Біверс, Ф. Маніє, А. Бейлі, М. Маккіні, С. Рейнолдс та ін.

В зазначених роботах не приділено належної уваги побудові системи технічного регулювання харчової продукції до вимог ЄС щодо якості та безпечності.

Досвід інших країн показує, що необхідного рівня безпечності харчових продуктів можна досягти без застосування жорстких обмежувальних адміністративних процесів, які негативно впливають на конкурентоспроможність приватного сектору та створюють високвитратні перешкоди торгівлі. Через посилення вимог до якості та безпечності харчових продуктів, а також для виконання принципів Світової організації торгівлі (СОТ) щодо прозорості регуляторних процедур у цій сфері, Україні необхідно переглянути свої системи регулювання безпечності харчових продуктів та запровадити різноманітні реформи.

**Метою статті** є дослідити організацію контролю шоколадних кондитерських виробів в системі технічного регулювання України. Визначити ступінь гармонізації стандартів відповідно до європейських та міжнародних вимог.

**Результати дослідження.** У травні 2008 року Україна вступила до СОТ, і відтепер у нашій державі, як одній із держав світового співтовариства, змушений був змінитися підхід до розуміння безпечності та якості харчових продуктів. Таким чином, стандарти на харчові продукти в Україні повинні відповідати світовим, зокрема стандартам Кодекс Аліментаріус (Харчовому кодексу).

Національна комісія України з Кодексу Аліментаріус створена постановою Кабінету Міністрів України №169 від 16 лютого 1998 р. «Про створення Національної комісії України зі зводу харчових продуктів Кодексу Аліментаріус».

Основними завданнями НККАУ є аналіз міжнародного та вітчизняного законодавства і розроблення пропозицій щодо удосконалення законодавства у сфері безпечності та якості харчових продуктів; гармонізація вітчизняного законодавства з міжнародним у зазначеній сфері; сприяння впровадженню нових технологій, міжнародних стандартів, вітчизняних технічних регламентів і міжнародних санітарних заходів у сфері виробництва харчових продуктів.

Прийняття стандартів Кодексу Аліментаріус (Codex Alimentarius) [4] дозволить національні вимоги до харчових продуктів гармонізувати з європейськими. Система контролю харчових продуктів, яка заснована на загальних принципах Регламенту ЄС № 178/2002 (загальний харчовий закон) [5] та на вимогах, викладених у Розпорядженні ЄС № 882/2004 (про офіційний контроль харчових продуктів і кормів) [6], забезпечить захист життя, здоров'я та інтересів українських споживачів, а також відповідальність виробника на всіх стадіях виробництва продукту.

Вертикальні Регламенти і Директиви ЄС відповідають за більшість товарних груп харчових продуктів натурального походження з граничними строками придатності, які у

випадку порушення регламентованих вимог під час виробництва, транспортування, зберігання та продажу створюють загрозу для здоров'я та життя людини. Вони стосуються таких продуктів: молоко і молочні продукти, м'ясо, м'ясні продукти, плодоовочеві соки, деякі кондитерські вироби, морепродукти, алкогольні та безалкогольні напої та ін.

Характерною особливістю системи ЄС є те, що вона максимально враховує вимоги міжнародного продовольчого права, які викладені у стандартах Кодексу Аліментаріус (декілька тисяч стандартів на окремі види харчових продуктів, які реалізуються на світових ринках). Але Кодекс Аліментаріус має переважно вертикальний характер.

У стандартах Кодексу визначені не лише вимоги до показників безпеки харчових продуктів, але і показники якості, що зумовлюють біологічну цінність продукту. Завдяки тому, що система Кодексу Аліментаріус має мінімальні вимоги до безпеки продовольчих товарів, які можуть виконувати навіть бідні країни, в Євросоюзі впровадили принципи Нового підходу. Зараз ЄС переходить від «вертикальних» Регламентів до більш широкого регулювання на основі невеликої кількості обов'язкових документів («горизонтальних» Директив і Регламентів), які визначають загальні вимоги до галузей і видів діяльності.

Таким чином, в ЄС для харчової продукції діє «сітка» з невеликої кількості груп горизонтальних і вертикальних Директив і Регламентів. Основна мета Нового підходу: якщо харчові продукти виробляються з дозволених речовин і матеріалів та їх сумішей, які перераховані у «горизонтальних» Директивах, Розпорядженнях і Регламентах, вони випускаються на ринок вільно і не потребують дозволу і перевірок зі сторони державних органів.

Система технічного регулювання передбачає досягнення оптимального ступеня впорядкування організації робіт у сфері стандартизації, метрології, сертифікації, оцінки відповідності.

У кондитерській галузі України нині діє 34 основних нормативних документи, в тому числі 23 — на готову продукцію та 11 — на напівфабрикати. В результаті підписання 21 березня 2014 року політичних положень Угоди про асоціацію між Україною та ЄС, перед Україною стоїть завдання гармонізувати діючі стандарти з вимогами ЄС, а також СОТ. Тому активно ведеться робота щодо створення в кондитерській промисловості українських національних стандартів, яку, головним чином, покладено на ЗАТ «Укркондитер» і низки галузевих інститутів Міністерства аграрної політики України. Ці роботи проводяться переважно за рахунок коштів підприємств. Зокрема, на сьогодні вже розроблено 5 національних стандартів на готову продукцію — карамель, шоколад, вафлі, печиво та крекери. Підготовлено та затверджено національний стандарт на цукерки [7].

Контроль якості шоколадних виробів здійснюється на основі міждержавних та національних стандартів: ДСТУ 2633:2007 «Продукція кондитерського виробництва. Терміни та визначення понять»; ДСТУ 3924:2000 «Шоколад. Загальні технічні умови»; ДСТУ ISO 23275-1:2009 «Тваринні та рослинні жири й олії. Частина 1. Метод якісного визначення еквівалентів какао-масла в какао-маслі чи шоколаді без добавок (ISO 23275-1:2006, IDT)»; ДСТУ ISO 23275-2:2009 «Тваринні та рослинні жири й олії. Частина 2. Метод визначення кількісного вмісту еквівалентів какао-масла в какао-маслі чи шоколаді без добавок (ISO 23275-2:2006, IDT)»; ДСТУ 7358:2013 «Вироби кондитерські. Метод визначення сухого знежиреного залишку молока в шоколадних виробах з молоком» (набрав чинності 01.01.2014); ДСТУ 4518-2008 «Продукти харчові. Маркування для споживачів. Загальні правила».

Відповідно до наказу Міністерства аграрної політики та продовольства України № 555 від 21.10.2011 технічний комітет стандартизації «Продукція кондитерська та харчоконцентратна» (ТК 152) почав розроблення нової редакції національного стандарту на шоколад, пріоритетним завданням якого було привести вимоги чинного ДСТУ 3924:2000 [8] до вимог міжнародного стандарту CODEX STAN 87-1981 [9] на шоколад і шоколадні вироби. Стандарт розроблено та погоджено відповідними центральними органами виконавчої влади та Національною комісією України з Кодексу Аліментаріус.

Порівнявши вимоги до шоколаду в новій редакції ДСТУ 3924 із вимогами міжнародного CODEX STAN 87 та міждержавного ГОСТ 31721 стандартів, можна стверджувати, що класифікація шоколаду, терміни та визначення основних його характеристик, органолептичні та фізико-хімічні показники в новій редакції відповідають міжнародному стандарту. Проте національний стандарт на шоколад — ДСТУ 3924:2000 «Шоколад. Загальні технічні умови» має на сьогодні вищі вимоги до його складу, ніж міжнародні. А саме, національний стандарт регламентує, що під час виробництва шоколаду недопустимо використання будь-яких заміників чи відповідників какао-масла, тоді як у багатьох європейських країнах допустимо в

шоколаді 5 % какао-масла замінювати рослинними жирами. Однак, треба відзначити, що там цей показник жорстко контролюють і перевищення його недопустимо.

На ринку шоколадної продукції України виникла проблема контролю бензапірену в шоколаді. Вважається, що причиною практично 75% ракових захворювань є канцерогенні хімічні сполуки, які людина споживає з продуктами харчування. З 1 квітня 2010 року введена норма вмісту бензапірену в соняшниковій олії (ДСТУ 4492: 2005). Норма склала 2 мкг/кг, тобто така ж як в ЄС (у різних продуктах нормується згідно Директиви ЄС 1881/2006). У Технічних регламентах Митного Союзу «Про безпеку харчової продукції» (ТР ТЗ 021/2011) відповідно до гігієнічних вимог вміст бензапірену регламентується в деяких категоріях товарів, однак шоколад в зазначеному переліку також відсутній. Таким чином, в Україні вміст бензапірену в шоколадній продукції не нормується.

Основні вимоги до загальної безпеки продукції викладені у Директиві Європейського Парламенту та Ради 2001/95/ЄС про загальну безпеку продукції. Ця Директива встановлює для всіх виробників «загальний обов'язок забезпечення безпеки продукції» (обов'язок випускати на ринок лише безпечну продукцію) та конкретизує його за допомогою різних положень, зокрема положень про розробку та застосування європейських стандартів з боку європейських організацій зі стандартизації та гарантує безпеку людей щодо будь-яких видів та категорій товарів.

В Україні діє Закон України «Про безпечність та якість харчових продуктів» (редакція від 11.08.2013 року), який регулює відносини між органами виконавчої влади, виробниками, продавцями (постачальниками) та споживачами харчових продуктів і визначає правовий порядок забезпечення безпечності та якості харчових продуктів, що виробляються, знаходяться в обігу, імпортуються, експортуються. Забезпечення якості продукції та вимог безпечності сприяє розробка, впровадження та сертифікація систем якості й безпечності на харчових підприємствах, серед яких ПАТ «Харківська бісквітна Фабрика», ЗАТ «АВК», Кондитерська корпорація «Roshen» та ін. Враховуючи те, що великі виробники впроваджують по кілька різних систем якості й безпечності, вони впроваджені й сертифіковані на 558 підприємствах, і відповідна робота проводиться ще на 68. Отже, загальна кількість становитиме 626 суб'єктів господарювання, тобто практично кожне восьме-дев'яте підприємство харчової промисловості серед тих, що звітувалися у 2011 році. Продукція підприємств, де впроваджені та сертифіковані в міжнародних центрах сертифікації (Бюро Верітас, ТЮФ НОРД Україна, Міжнародна служба сертифікації (SGS), BVQI Україна) вищезазначені системи, безперешкодно експортуються за кордон. Якщо ж на підприємстві системи якості та безпечності сертифіковані національними центрами сертифікації (УкрСЕПРО, УАЯ), то вироблена ними продукція при експорті за кордон проходить додаткову перевірку.

#### **Забезпеченість підприємств харчової промисловості України системами якості та безпечності\***

Найменування системи якості й безпечності	Рівень впровадження (одиниць):			Всього, одиниць
	функціонує	впроваджується	розробляється	
ДСТУ ISO 9001:2000 «Системи менеджменту якості. Вимоги»	419	13	23	455
ДСТУ 4161:2003 «Системи управління безпечністю харчових продуктів» (НАССР)	225	25	45	295
ДСТУ ISO «Системи менеджменту безпеки харчової продукції. Вимоги до організації харчового ланцюга»	194	18	32	244
Разом	838	56	100	994

**Примітка.** \*Внутрішні дані Департаменту Міністерства аграрної політики та продовольства України станом на 28.02.2013 р.

Державна система сертифікації УкрСЕПРО документально підтверджує відповідність продукції, систем управління якістю, систем управління довіллям, систем управління охороною праці, персоналу, встановленим законодавством вимогам, що діють в Україні. Шоколадні вироби не є продукцією яка підлягає обов'язковій сертифікації в Україні відповідно до наказу Державного комітету України з питань технічного регулювання та споживчої політики від 1 лютого 2005 р [10].



В країнах ЄС і країнах — членах ОЕСР, обов'язкова сертифікація застосовується лише до об'єктів із найвищим ступенем ризику, відбувається контроль самого процесу, а не продукції.

Чинний реєстр сертифікатів на системи управління якістю, які були видані органом з сертифікації системи управління ДП «Укрметрестандарт» станом на 10.08.2010 щодо кондитерської галузі налічує 80 акредитованих лабораторій, які свою діяльність здійснюють на підставі діючого законодавства України.

Акредитація в Україні здійснюється національним органом України з Акредитації, яким з 2002 року є Національне агентство з акредитації України (НААУ) і якому надані державні ексклюзивні повноваження на акредитацію органів з оцінки відповідності (ООВ) та проведення моніторингу за відповідністю акредитованих ним органів з оцінки відповідності вимогам акредитації. Крім цього, була створена Рада з акредитації, Технічний комітет з акредитації та Комісія з апеляцій. НААУ проводить акредитацію відповідно до Закону України «Про акредитацію органів з оцінки відповідності» з урахуванням вимог міжнародних та європейських стандартів.

Підписання 16 жовтня 2014 року НААУ угоди ILAC MRA забезпечило визнання системи акредитації України та результатів діяльності акредитованих НААУ органів у сфері дії міжнародного стандарту ISO/IEC 17025 на міжнародному рівні. Тобто, акредитація випробувальних лабораторій відбувається за ДСТУ ISO/IEC 17025: 2006 «Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій».

Метрологія є вершиною усієї системи технічного регулювання кондитерської галузі, має на меті забезпечити однаковість вимірювань на всій території країни, а також, їхню точність і надійність. У сфері метрології існують численні документи, що встановлюють вимоги до вимірювальних засобів і правила вимірювання. Метрологічний стан засобів, якими користуються виробники та оцінювачі відповідності, а також, їх відповідність встановленим вимогам та еталонам, періодично перевіряються або спеціалізованим державним органом, або виробником, або ж самим оцінювачем відповідності. Метрологічне забезпечення здійснюється відповідно до вимог нормативних документів, Державних стандартів (Державна система забезпечення єдності вимірів (ДСВ) і стандартів підприємства під методичним керівництвом і з участю в роботах метрологічної служби підприємства.

Державний ринковий нагляд та контроль за виконанням обов'язкових вимог — заключна ланка національної системи технічного регулювання, яка повинна отримати своє відповідне нормативно-правове, організаційне, методичне та інше оформлення з тим, щоб гарантувати безпечність продукції для споживача. Державний контроль за якістю та безпекою продукції, що надходить на ринок, здійснюється 85 контролюючими органами, серед яких МОЗ України, Департаментом ветеринарної медицини, тощо. Перехід на європейські принципи забезпечення безпеки продукції встановили прийняті в 2010 році закони України «Про державний ринковий нагляд і контроль нехарчової продукції», «Про загальну безпечність нехарчової продукції» та «Про відповідальність за шкodu, завдану внаслідок дефекту в продукції», розроблених з урахування європейських директив.

**Висновки.** Система технічного регулювання шоколадної продукції в Україні потребує зближення з європейськими та міжнародними вимогами. Прийняття стандартів Кодексу Аліментаріус у якості національних дозволить національні вимоги до харчових продуктів гармонізувати з європейськими. Необхідно затвердити організаційну структуру контролю та технічні регламенти на харчові продукти з урахуванням директив ЄС. Запровадити інтегровану систему контролю харчових продуктів, яка включає декілька контролюючих органів, розроблену на основі регламентів ЄС № 178/2002 та № 882/2004.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Тюха І.В. Сучасні тенденції розвитку світового ринку кондитерських виробів / І.В. Тюха, Н.В. Кравчук // Ефективна економіка. — 2012. №5. — С.53—58.
2. Сичевський М.П. Удосконалення організаційно-економічного механізму розвитку харчової промисловості України: монографія / М.П. Сичевський. — К.: Наук. світ, 2004. — 374 с.
3. Крисанов Д.Ф. Якість і безпечність харчової продукції / Д.Ф. Крисанов // Економіка і прогнозування. — 2010. № 3. — С. 14-15.
4. Информационная записка ИНФОСАН No. 4/2008 — Кодекс Алиментариус. Международные пищевые стандарты [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <[http://www.who.int/foodsafety/fs\\_management/No\\_04\\_Codex\\_Jun08\\_ru.pdf](http://www.who.int/foodsafety/fs_management/No_04_Codex_Jun08_ru.pdf)>.

5. Регламент ЄС № 178/2002 [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <<http://www.fsvps.ru/fsvps-docs/ru/usefulinf/files/es178-2002.pdf> 83/189/ЕЕС>.
6. Розпорядження ЄС № 882/2004 [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <<http://www.fsvps.ru/fsvps-docs/ru/usefulinf/files/es882-2004.pdf>>
7. Угода про асоціацію Україна — ЄС: Міжнародна Юридична служба Inter legal. — Режим доступу: <<http://interlegal.com.ua>>.
8. Шоколад. Загальні технічні умови: ДСТУ 3924:2000. — [Чинний від 2001-07-01]. — К.: Держстандарт України, 2000. — 75 с. — (Національний стандарт України).
9. STANDARD FOR CHOCOLATE AND CHOCOLATE PRODUCTS: CODEX STAN 87-1981, Rev. 1.— 2003. Офіційний веб-сайт CODEX ALIMENTARIUS — International Food Standards. — Режим доступу: <http://www.codexalimentarius.org/standards/list-of-standards>
10. Про внесення змін до Переліку продукції, що підлягає обов'язковій сертифікації в Україні: Наказ Державного комітету України з питань технічного регулювання та споживчої політики від 1 січ. 2011 р. № 425.

## КОНТРОЛЬ ШОКОЛАДНОЇ ПРОДУКЦІЇ В СИСТЕМЕ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛІРОВАНИЯ УКРАЇНИ

**А.В. Карбовская, И.В. Григоренко**

*Национальный университет пищевых технологий*

*В статье проанализированы контроль шоколадной продукции в системе технического регулирования Украины. Освещены следующие вопросы: национальные стандарты и их гармонизация с требованиями европейских и международных нормативных документов; технические регламенты; аккредитация органов по оценке соответствия; государственный рыночный надзор и контроль за выполнением обязательных требований; регулирования качества и безопасности отечественной кондитерской продукции. Раскрыто различия между системой государственного контроля за качеством и безопасностью шоколадной продукции перешла в наследство от бывшего Союза, и системой государственного контроля за безопасностью и качеством шоколадной продукции. Рассмотрены проблемы, тормозящие реформирование системы технического регулирования и создания эффективного механизма функционирования государственного контроля за качеством и безопасностью.*

**Ключевые слова:** шоколадная продукция, техническое регулирование, гармонизация, контроль, показатели качества и безопасности.

УДК 658.62.018/664

# MARKET ANALYSIS OF THE FOOD PRODUCTS WITH FOOD DYES

N. P. Ivchuk, A. O. Bashta

National University of Food Technologies

**Key words:**

color,  
food products,  
natural food coloring,  
synthetic food dyes.

**Article history:**

Received 17.04.2015  
Received in revised form  
30.06.2015  
Accepted 5.09.2015

**Corresponding author:**

vira.nadija@gmail.com

**ABSTRACT**

The purpose of this study was to determine what percentage of food products has in its structure food dyes, to which group they belong and in manufacture of what types of food they are used.

Monitoring of the chemical composition of food has shown that food dyes present in 51% of the investigated product. Found that natural food dyes used in production of 39% of food products. In 12% of the studied food products found synthetic food dyes. Most of them are found in confectionery products (64%) and soft drinks (26%). These products often consumed by children, so there is a real threat to their health and future of the nation.

We encourage parents of small children and pupils to—exclude sweet water from their diet and when buying confectionery to pay attention to their composition and not to buy products with synthetic food dyes.

## АНАЛІЗ РИНКУ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ З ХАРЧОВИМИ БАРВНИКАМИ

Н.П. Івчук, А.О. Башта, канд. техн. наук

Національний університет харчових технологій

Метою даного дослідження було встановити, який відсоток харчових продуктів має у своєму складі харчові барвники, до якої групи вони відносяться та у виробництві яких видів харчових продуктів використовуються.

Виявлено, що натуральні харчові барвники використовуються у виробництві 39 % харчових продуктів. У 12 % досліджуваних харчових продуктів виявлено синтетичні харчові барвники. Вони зустрічаються у кондитерських виробах (64 %) та безалкогольних напоях (26 %). Саме ці продукти найчастіше споживають діти, тому й існує реальна загроза їхньому здоров'ю та майбутньому нації.

**Ключові слова:** колір, харчові продукти, натуральні харчові барвники, синтетичні харчові барвники,

**Вступ.** Колір харчового продукту має для споживача величезне значення. Він виступає показником свіжості та якості харчового продукту і є характеристикою, за якою його легко можна впізнати [1]. Колір продукту залежить від присутніх у ньому барвних речовин. Вони можуть бути природною складовою сировини або ж можуть бути внесені до продукту при його виготовленні. Сьогодні виробники харчових продуктів у своєму арсеналі мають широкий спектр харчових барвників, які за походженням поділяють на синтетичні та природні [2].

Натуральні (природні) харчові барвники — це барвні речовини, виділені фізичними способами з вегетативних частин рослин (квіти, ягоди, листя, коренеплоди) та тваринних джерел. Природні харчові барвники містять у своєму складі не тільки пігменти, а й інші біологічно активні компоненти: вітаміни, глікозиди, мікроелементи, органічні кислоти, ароматичні речовини. Тому використання таких компонентів у рецептурі харчових продуктів не тільки надає їм кольору, а й підвищує харчову та біологічну цінність [3, 4].

Особливу увагу споживачів і спеціалістів зі здорового харчування привертають синтетичні барвники, які, будучи виключно хімічними речовинами, здатні наносити непоправну шкоду організму людини, а особливо дітям [5,6].

Синтетичні харчові барвники можуть бути використані у виробництві харчових продуктів лише з дозволу Головного санітарного лікаря України. Сьогодні на ринку України дозволені до застосування близько 15 синтетичних харчових барвників серед яких є небезпечні для здоров'я людини. Це такі як Тартразин (E 102), Хіноліновий жовтий (E 104), Жовтий «сонячний захід» FCF (E 110), Азорубін (E 122), Понсо 4R (E 124) [7].

*Тартразин* (E 102) — жовтий синтетичний барвник. За своєю природою є кам'яновугільним дьогтем, відноситься до промислових відходів. При вживанні може викликати кропив'янку, набряк Квінке, шкірні висипання та інші прояви алергічної реакції, а у дітей підвищує гіперактивність і знижує концентрацію уваги.

*Хіноліновий жовтий* (E 104) — цей барвник надає продуктам кольору від тьмяно-жовтого до зеленувато-жовтого, відновлює колір продукту, втрачений при обробці. Вживання цієї добавки може викликати запалення шкіри, кропив'янку, анафілаксію, у хворих астмою — гострі напади задухи, у дітей провокує розвиток гіперактивності. Він також може спричинити появу риніту і хронічного набряку слизових оболонок носоглотки.

*Понсо 4R* (E 124) надає продуктам червоного забарвлення і водночас є сильним канцерогеном. Він заборонений до використання у цивілізованих країнах Світу.

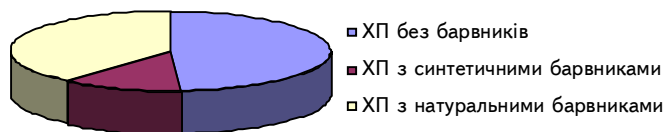
*Азорубін* (E 122) відноситься до небезпечних синтетичних азобарвників, що мають червоний відтінок і є продуктом перероблення кам'яновугільної смоли. Він особливо небезпечний для астматиків, оскільки викликає напад задухи, провокує алергічні реакції.

*Жовтий «сонячний захід» FCF* (E 110) — це барвник, що має яскраво-помаранчевий колір і містить у своєму складі канцерогенний компонент Судан, який може провокувати алергічні реакції, набряки носоглотки та нирок і навіть пошкодження хромосом, негативно впливає на нервову систему дітей.

Метою даного дослідження було відстежити, який відсоток харчових продуктів має у своєму складі харчові барвники, до якої групи вони відносяться та у виробництві яких видів харчових продуктів використовуються.

**Матеріали і методи.** Методом дослідження було обрано інформаційний моніторинг, який проводили шляхом збирання інформації про хімічний склад харчових продуктів, що вказується виробником на упаковці. Для проведення такої роботи було створено моніторингову групу в кількості двох осіб. Збір інформації проводили восени 2013 в торговельній мережі м. Києва року протягом 10 днів.

**Результати.** За 10 днів роботи моніторингової групи було обстежено зразки харчових продуктів, які реалізують 5 найбільших магазинів м. Києва — «Велика кишеня», «Ашан», «Сільпо», «Еко», «МегаМаркет». Відомості про кількість харчових продуктів, які містять харчові барвники подано на діаграмі (рис. 1).



**Рис. 1. Частка харчових продуктів з натуральними та синтетичними барвниками до загальної кількості обстеженої продукції**

Як випливає з даних діаграми серед обстеженої продукції більша половина містила харчові барвники. Частка харчових продуктів із синтетичними харчовими барвниками склала 12 %, а з натуральними — 39 % до загальної кількості обстежених продуктів, або ж 24 % та 76% до усієї продукції, що містила харчові барвники відповідно.

Серед зазначених на упаковці складових харчових продуктів було виявлено такі натуральні барвники як: аннато (E 160b), каротини (E 160a), маслосмоли паприки (E 160c), кармін (E120), куркумін (E 100), рибофлавін (E 101), хлорофіл (E 140), лікопін (E 160d), антоціани (E 163), вугілля рослинне (E 153), буряковий червоний або бетанін (E 162), карамельний колер (E 150), танін (E 181).

**Аннато** (Е160b) використовуються для надання харчовим продуктам кольору від світло-жовтого до жовтогарячого. Отримують барвник Е 160b з насіння дерева Бікс Орельяна. Хоча аннато є натуральним барвником, в медицині були зафіксовані випадки, коли його екстракти викликали харчову алергію. Але, в цілому, Е160b називають барвником безпечним для людей, що не мають підвищеної чутливості до ряду продуктів. Цей барвник було виявлено в: чіпсах «Люкс» (ТОВ «Чіпси Люкс»), морозиві крем-брюле (ТМ «BisKonti»), йогурті (ТМ «Злагода»), морозиві (ВАТ «Геркулес»), пшеничних пластівцях «Fitness» (ООО Нестале Україна), твердих сирах (ПрАТ «Дубномолоко» та ПрАТ «Баштанский Сирзавод»).

**Каротини** (Е160a) забарвлюють харчові продукти в кольори від золотисто-жовтого до оранжево-жовтого. За своєю природою добавка Е160a є антиоксидантом. Приймє β-каротину призначають людям, що страждають підвищеною світлочутливістю. Але надмірне вживання β-каротину може збільшити ризик ракових захворювань. Каротини було виявлено в: майонезі «Юбилейный» (ТМ «Норма»), майонезах «Провансаль», «Справжній», «Легкий» (ТМ «Чумак»), каві «Якобс» (ТМ Jacobs), сирку «Том енд Джері» курази, (ЧАО «Ковельмолоко») нектарі «Добрий» мультифрут (ЗАО «Мултон», Росія), йогурті «Искушение» (ООО «Молочный дом»), посипці кондитерській (ТМ «Услада»), сухарях з родзинками (ТМ «АТБ»), бубликах «Малютка» (ТМ «АТБ»), йогурті з соком (ТМ «Дольче»), маслі вершковому (ТМ «Шостка»), енергетичному напої «Адреналин Раш» (ООО «Мегапак» Росія), морозиві «Коровка Ажур» (ТМ «Ажур»), напої «Живчик» (ЧАО «Оболонь»), маслі соняшковому «Золота краплинка» (ТМ «Золота краплинка»), морозиві (ТМ «Ажур»), морозиві (ТМ «Рудь»), соусі Тартар (ТМ «Торчин»), соусі Тартар (ТМ «Чумак»), драже «Тик Так» (ООО «Ферреро Україна»), картопляному пюре «Мівіна» (ТМ «Мівіна»).

**Маслосмоли паприки** (Е160c), харчовий барвник, який отримують екстракцією з червоного перцю. Він надає продукції забарвлення від оранжево-червоного до червоного та має характерний пекучий смак і аромат. Маслосмоли паприки було виявлено в снеках «Бульбаріки» (ООО «Продторгресурс»), біфідойогурті Активія (ОАО «Данон Днепр»), морозиві (ТМ «Геркулес»), йогуртах (ООО «Молочный дом»), чіпсах «Люкс» (ТОВ «Чіпси Люкс»), десерті «Чудо» (ЧАО «ВБД Україна»), курці варено-копченій (ООО «Амстор»), арахісі (ТМ «Феликс»), крабових паличках (ООО «Аквафрост»), бісквітах (ООО «Рошен»), жувальній гумці «Ментос» (ООО «ПерфетВан Мелле»), гуляші по-угорськи «Суперсуп» (ОАО «Русский продукт»), ковбасі «Єврейська» (ООО «Мясная фабрика «Фаворит Плюс»), крекері «ТТЖ Раргіка» (ЗАО «Крафт Фудз Україна»), рибній пасті (ТМ «Русалочка» ПрП «Сильвер Фуд»), саямі до чаю (ООО «Глобинский мясокомбинат»), соусі «Папричи» (ООО «Состра»), крабових паличках (ТМ «Водный мир»), овочевій приправі (ТМ «Мивіна»), йогурті «Біобаланс» (ВАТ «Галактон»), ковбасі «Телячья со сливками» (ТМ «Мясная лавка»), огірках (ТМ «Чумак»), соусі «Сацебелі» (ТМ «Верес»).

**Кармін** (Е120) — червоний барвник, який вилучають екстракцією із комах кошенілі. Залежно від способу екстракції і подальшого перероблення можна отримати різні відтінки, від помаранчевого і червоного до фіолетового і синього. Кармін виявлено в десерті «Дольче» (ДП «Лакталіс-Україна»), йогурті (ТМ «Дольче» ООО «Молочный дом»), біфідойогурті «Активія» (ООО «Данон Днепр»), сирку «Том енд Джеррі» (ТМ «Галичина»), морозиві «Вегас» (ООО «Ласунка»), біойогурті «Чудо» (ЧАО «Вимм-Билль-Данн Україна»), M&M's (ООО «Марс»), торті ТМ «Лучиано» (ООО ПКФ «Оникс»), крекері («ТІЛС» Джури Кекс КФТ), драже «Eclipse» (ООО «Ригли Україна»).

**Куркумін** (Е 100) — натуральний харчовий барвник, який отримують з коріння рослин роду Curcuma. Куркумін використовують для надання харчовим продуктам яскраво-жовтого кольору. Але поряд з цим куркумін може справляти протизапальну, антиоксидантну, протипухлинну дії. Виявлено куркумін у снеках «Бульбаріки» (ООО «Продторгресурс»), гірчиці «Маринадо» (ООО «Кернел-Трейд»), M&M's (ООО «Марс»), біфідойогурті «Активія» (ООО «Данон Днепр»), морозиві «Ажур» (ООО «Еліт»), соусі «Тартар» (ТМ «Торчин»), гірчиці (ТМ «Руна»), драже «Mentos» (ООО «Аскания ЛТД»), бісквіті (ООО «Рошен»), гірчиці (ТМ «Торчин»), картопляному пюре (ТМ «Мивіна»), вермішелі (ТМ «Мивіна»), приправі Gallina Blanca (ЗАО «Юроп Фудс ГБ»).

**Рибофлавін** (Е 101) — натуральний харчовий барвник, який надає продукції різних відтінків жовтого кольору. Він має і високу біологічну активність. Виявлений у приправі 12 овочів «Мивіна» (ООО «Техноком»), соці мультивітаміні (ООО «Сандора»), приправі Gallina Blanca (ЗАО «Юроп Фудс ГБ»), нектарі «Мультивітамін» (ТМ «Биола»).

**Хлорофіл** (Е 140) — природний зелений пігмент листя рослин та водоростей. Хлорофіл є найважливішим елементом для виведення різного роду токсинів з організму людини. Виявлено в морозиві пломбір (ПАО «Винтер»), морозиві «Мохито» (АД «Нестле Айс Крийм България»).

**Антоціани** (Е 163) — сполуки фенольної природи, що забарвлюють харчові продукти кольори від рожевого до фіолетового. Додаток Е163, в силу природних властивостей антоціанів, сприяє зменшенню ламкості капілярів, покращує стан сполучних тканин, допомагає запобігти і лікувати катаракту і в цілому сприятливо діє на весь організм. Антоціани виявлені в десерті «Дольче» (ДП «Лакталіс Україна»), сирку «Том енд Джерри» вишня (ЧАО «Ковельмолоко»), драже «Mentos» (ООО «Асканія Лтд»), морозиві пломбір (ЧАО «Геркулес»), льодяниках (ТМ «Орбит»), сирку «Чудо» (ОАО «Вимм-биль-данны Україна»).

**Вугілля рослинне** (Е 153) — карбонізований рослинний матеріал, (наприклад шкаралупа кокосового горіха). Надає продукції чорного кольору. У харчовій промисловості, в основному, використовується для прикрашання кондитерських виробів, для забарвлення драже, сирних оболочок, За деякими джерелами барвник Е153 здатний проявляти канцерогенний ефект, що може стати причиною виникнення і розвитку злоякісних пухлин. Крім того, при потрапленні в дихальні шляхи та на шкіру вугілля рослинне може справляти подразнюючу дію з токсичним ефектом, а при потрапленні до шлунково-кишкового тракту людини може спричинювати розвиток певних захворювань його. Однак, через те, що дана речовина практично не всмоктується кишечником і виводиться в первісному вигляді з організму, ці хвороби — явище досить рідкісне. Даний барвник було виявлено в жувальній гумці «Орбит» (ООО «Ригли»).

**Буряковий червоний або бетанін** (Е 162) — отримують зі столового буряка. Колір цього барвника залежить від реакції середовища й може змінюватись від яскраво червоного при низькому рН до синьо-фіолетового при підвищенні рН. Барвник застосовують переважно в молочних продуктах, десертах, сухих сумішах, соусах, жувальних гумках і при виробництві цукру. Також бетанін знайшов застосування у виробництві кольорових лікерів, настоянок, ароматизованих і плодівих вин. Відомо [8], що бетанін сприяє розщепленню і засвоєнню тваринних і рослинних білків, бере участь у синтезі холіну, який покращує роботу клітин печінки. Бетанін підвищує міцність капілярів, знімає спазми судин, знижує артеріальний тиск і в цілому справляє позитивний вплив на структуру крові, знижуючи ризик інфарктів. Харчова добавка Е162 має високу антирадіаційну і антиканцерогенну дію. Барвник «Буряковий червоний бетанін» запобігає розвитку онкологічних захворювань і утворенню злоякісних пухлин. При проведенні моніторингу харчовий барвник Е162 виявлено в таких продуктах, як: морозиво «Пилот» (ЧАО «Геркулес»), плавлений сир «Звенигора» (ОАО «Звенигородский сыродельный комбинат»), хрін «Верес» (ТОВ «Агрокопродукт»), рибна паста ТМ «Русалочка» (ЧП «Сильвер Фуд»), морозиво ТМ «Рудь» (ОАО «Житомирський маслозавод»), сирок (ТМ «Фанни»), морозиво «Імперія» (ОАО «Житомирський маслозавод»).

**Карамельний колер** (Е 150) — більш відомий у побуті як карамель або палений цукор — є водорозчинним харчовим барвником. Колір барвника Е150 варіюється від світло-жовтого і бурштинового до темно-коричневого. Цукровий колер є одним з найдавніших і найбільш широко використовуваних харчових барвників. Карамельний барвник Е150 може викликати алергічні реакції у людей для яких алергенами є моно- та дисахариди. Барвник «Карамельний колер» було виявлено в п'ятизірковому кон'яці «Коктебель» (ООО «КД Коктебель»), пиві світлому «Чезз» (ЧАО «САН ІнБев Україна), коньяку «Клинков» (ООО «Атлантис, морозиві «Коровка Ажур» ООО «Еліт»), напої «Моджо» (ООО «Напитки плюс», коньяк ООО «Шабо», пиво темне «Старопрамен» ОАО «САН ІнБев Україна»), пепсі-колі (ООО «Аквалайф»), напої «Нон Стоп Енерджи» (ООО «Напитки плюс»), морозиві «Тигрятко» (ЧАО «Геркулес»), напої «Бирмикс» (ЧАО «САН ІнБев Україна), коньяці «Jatone» (ТМ «Таврія»), Pepsi light (ООО «Сандора»), курячому окісті (ТМ «Щирий кум»), оцеті столовому (ТМ «Рідний край»), цукерках «Бонжур» (ЗАО «Конті»), лимонаді (ТМ «Бон Буассон»), рулеті «БисКонті» (ТМ «BisKonti»), йогурті (ТМ «Злагода»), морозиві (ОАО «Геркулес»), пшеничних пластівцях «Fitness» (ООО Нестале Україна), твердих сирах (ЧАО «Дубномолоко» та ЧАО «Баштанський Сырзавод»).

З вищенаведеної інформації випливає, що виробники харчових продуктів надають перевагу натуральним барвникам теплих тонів. Так у досліджуваних харчових продуктах, які містили натуральні харчові барвники, найчастіше зустрічалися такі як каротини (20 %),

маслосмоли паприки (20 %) та карамельний колер (15 %). Також часто виробники харчових продуктів використовують куркумін (11%) та кармін (9 %). Щодо решти натуральних харчових барвників то як впливає з даних, наведених на рис 2, їх виробники використовують нечасто.

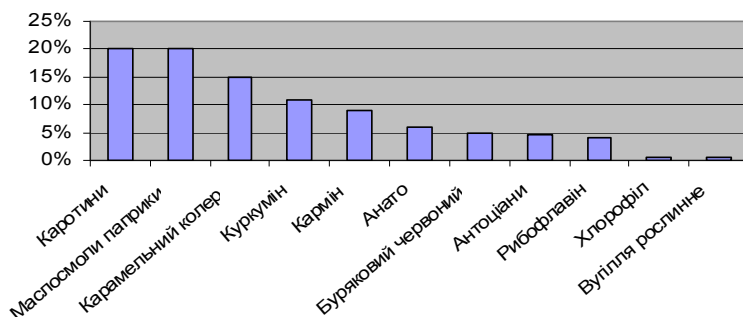


Рис. 2. Відсоток харчових продуктів з натуральними харчовими барвниками

Особливу увагу в дослідженнях звертали на наявність у складі харчових продуктів небезпечних для здоров'я людини синтетичних харчових барвників.

Результати досліджень наведені в табл.

Наведені в табл. дані засвідчують, що синтетичні харчові барвники переважно використовують у виробництві кондитерських виробів, безалкогольних напоїв та харчоконцентратів. Серед харчових продуктів із синтетичними харчовими барвниками 64 % складають кондитерські вироби і 26 % — безалкогольні напої. Це продукти, які дуже часто споживають діти, а тому виникає реальна загроза їхньому здоров'ю.

#### Перелік харчових продуктів із синтетичними харчовими барвниками

№ пор.	Назва барвника	Назва продукту	Назва підприємства
1	<b>Тартразин</b> (E 102)	«Айслайф» лайм торт «Санта-Марія» цукерки «Птичье молоко» «Дилайт» фейхоа «Дилайт» ківі десерт «Бонжур» лайм M&M's з арахісом «БисКонти» молочно-медовий Eclipse яблуко-лайм Eclipse м'ята-лайм Eclipse тропик	ЗАО «Оболонь» ТМ «Лучиано» ТМ «Конти» ЗАО «Насолода»  ТМ «Бонжур» ООО «Марс» ЗАО «Конти-Рус» ООО «Wringley»  ООО «Ригли»
2	<b>Хіноліновий жовтий</b> (E 104)	«PitBull» «Лонгер Лимон» Енергетичний напій «Б-52» M&M's з арахісом та M&M's з молочним шоколадом фанта Апельсин	«Nova Trade» LTD ООО Новые напитки  ООО «Марс»  «Кока-Кола Бевериджиз Україна»
3	<b>Понсо 4R</b> (E 124)	торт «Санта-Марія» сироп полуничний паска  торт «Моника» «Дилайт Кола с арома-том вишни» M&M's з арахісом та M&M's з молочним шоколадом	ТМ «Лучиано» ООО «Джем Лтд» ТМ «Урожай» ООО ТД «Золотой урожай» ТОВ ПКФ «ОНИКС» ЗАО «Насолода»  ООО «Марс»

№ пор.	Назва барвника	Назва продукту	Назва підприємства
4	Азорубін (E 122)	сироп Rioba кисіль «Клюква» кисіль «Лесная ягода» батончик «Мажор» з вишнею кисіль «Еко» персик «Швепс» вишня M&M's з арахісом та M&M's з молочним шоколадом «Бонжур» вишня «Бонжур» полуниця	ТМ «Guiot» ТМ «Рогань продукт»  ЗАО «АВК» ЗАО «Екотехніка» ІП «Кока-Кола Беве-ріджиз Україна» ООО «Марс»  ООО «Русские сла-дости» ЗАО «Конті-Рус»
5	Жовтий «сонячний захід» FCF (E 110)	«Бонжур» Малина M&M's з арахісом та M&M's з молочним шоколадом «Лонгер Лимон» міні рулети  посипка кондитерська	ЗАО «ПО «Конті» ООО «Марс»  ООО «Новые напиток-ки» ТМ «Мастер десерт-та» ООО «Ременский кондитерський комбінат» ООО «Нова-пак»

**Висновки.** Проведені дослідження показали, що більша половина харчових продуктів (51 %), які реалізуються торговельною мережею, містять харчові барвники.

Позитивним є той факт, що серед харчових продуктів з харчовими барвниками майже 76 % виготовлені з використанням натуральних харчових барвників.

Найчастіше у складі харчових продуктів з натуральними харчовими барвниками зустрічаються такі як каротини (20 %), маслосмоли паприки (20 %), карамельний колер (15 %), куркумін (11 %) та кармін (9 %). Решта натуральних харчових барвників зустрічаються менше ніж у 6% харчових продуктів.

Основну масу харчових продуктів з небезпечними для здоров'я синтетичними харчовими барвниками складають кондитерські вироби (64 %) та безалкогольні напої (26 %). Саме ці продукти найчастіше споживають діти, тому й існує реальна загроза їхньому здоров'ю та майбутньому нації.

Рекомендуємо батькам малолітніх дітей та школярів вилучити з раціону дітей солодкі води, а при купівлі кондитерських виробів звертати увагу на їхній склад та не купувати продукції з синтетичними харчовими барвниками

### ЛІТЕРАТУРА

1. *Смоляр В.І.* Харчова експертиза: підручник /В.І. Смоляр. — К.: Здоров'я, 2005. — 448с.

2. *Нечаев А.П.* Пищевые добавки: учебник. / А.П. Нечаев, А.А. Кочеткова, А.Н. Зайцев — М.: Колос, 2001. — 342 с.

3. *Голубев В.Н.* Пищевые и биологически активные добавки / В.Н. Голубев — М.: Академия, 2003. — 208 с.

4. *Пилат Т.Л.* БАД к пище (теория, производство, применение). / Т.Л. Пилат, А.А. Иванов. — М.: Аввалон, 2002. — 710 с.

5. *Борисова И.В.* Пищевая аллергия у детей / И.В. Борисова, С.В. Смирнова. — Красноярск: Изд-во КрасГМУ, 2011. — 150 с.

6. *Мельниченко Т.І.* Гігієнічні аспекти застосування синтетичних барвників у харчовій промисловості : автореф. дис. канд. біол. наук: 14.02.01 / Тетяна Іванівна Мельниченко / Державна установа «Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М.Марзєєва АМН України». — К., 2009. — 20 с.

7. *Шубина Г.* Красители в пищевой промышленности. Что можно, а что нет / Г. Шубина // Мясной бизнес, — 2009. — № 8. — С. 22—26.

8. *Червоний* буряковий бетанін. [Електронний ресурс] — Режим доступу: <http://uk.dobavkam.net/additives/e162> — 29.05.2012 р.



# АНАЛИЗ РЫНКА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ С ПИЩЕВЫМИ КРАСИТЕЛЯМИ

**Н.П. Ивчук, А.А. Башта**

*Национальный университет пищевых технологий*

*Целью данного исследования было установить, какой процент пищевых продуктов имеет в своем составе пищевые красители, к какой группе они относятся и в производстве каких видов пищевых продуктов используются.*

*Мониторинг химического состава пищевых продуктов показал, что пищевые красители присутствуют в 51 % исследуемой продукции. Выявлено, что натуральные пищевые красители используются в производстве 39% пищевых продуктов. В 12 % исследуемых пищевых продуктов выявлено синтетические красители. Они встречаются в кондитерских изделиях (64 %) и безалкогольных напитках (26 %). Именно эти продукты чаще всего потребляют дети, поэтому и существует реальная угроза их здоровью и будущему нации.*

**Ключевые слова:** *цвет, пищевые продукты, натуральные пищевые красители, синтетические пищевые красители,*

# THE MODERN BIOTECHNOLOGY'S ACHIEVEMENTS FOR PRODUCTION OF MODIFIED FOODS

O.I. Skrotska, O.V. Morieva

National University of Food Technologies

Key words:	ABSTRACT
gene, genetic modification, food	The possibilities of genetic engineering for improving the quality characteristics of foods were considered. Genetically modified world's registered foods data to improve their properties were presented. The analysis in the form of generalizing table, which provides information regarding modified organisms introduced gene acquired new features, brand and product developer firm were presented.
<b>Article history:</b> Received 7.09.2015 Received in revised form 27.09.2015 Accepted 3.10.2015	New features of genetically modified organisms were characterized: changes in the fatty acid ratio, vitamins synthesis, carbohydrates modification, resistance to adverse environmental conditions, resistance to herbicides, pests, virus diseases, improving the nutritional quality of livestock and fish. The possibility of using plants, in the tissues of which are synthesized and accumulate recombinant bacterial and viral antigens, as «eatable vaccines» was shown.
<b>Corresponding author:</b> skrotska@ya.ru	

## ДОСЯГНЕННЯ СУЧАСНИХ БІОТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ОТРИМАННЯ МОДИФІКОВАНИХ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ

O.I. Скроцька, канд. біол. наук,

O.V. Мор'єва, студентка

Національний університет харчових технологій

*Розглянуто можливості генної інженерії щодо удосконалення якісних характеристик харчової продукції. Наведено дані щодо модифікованих продуктів харчування. Охарактеризовано нові ознаки генетично змінених організмів: зміна співвідношення жирних кислот, синтез вітамінів, модифікація вуглеводів, стійкість до несприятливих факторів навколишнього середовища, поліпшення поживних якостей худоби та риби. Показано можливість використання рослин у якості «їстівних вакцин».*

**Ключові слова:** ген, генетична модифікація, продукти харчування.

**Вступ.** На сьогоднішній день генетично модифіковані (ГМ) продукти харчування не рідкість і спектр застосування генетично модифікованих організмів (ГМО) у харчовій промисловості достатньо широкий. Масове застосування у промисловості знайшли генетично-модифіковані соя, картопля, кукурудза та ін. Отже існує велика ймовірність зустріти ГМО в продуктах харчування, які виготовляють з перерахованих вище рослин. ГМ-соя може входити до складу цукерок, хліба, печива, супів, піци, дитячого харчування, м'ясних продуктів і напівфабрикатів, шоколаду, соусів та ін. ГМ-кукурудза може міститися в їжі швидкого приготування і напівфабрикатах, супах, саусах та ін. Генетично модифікований крохмаль використовується в багатьох продуктах, включаючи навіть дитяче харчування.

**Мета досліджень.** Розглянути можливості генної інженерії щодо удосконалення якісних характеристик харчової продукції та навести дані щодо модифікованих продуктів харчування.

**Викладення основного матеріалу.** За інформацією International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications у 2014 р. 28 країн вирощували ГМ рослини, а площі промислових посівів трансгенних культур становили 181,5 млн га, що є на 3,5 % більше у порівнянні з 2013 р. і на 18,5 % більше у порівнянні з 2010 р. Якщо ж прослідкувати за темпами зростання сільськогосподарських угідь, виділених під генетично модифіковані культури, починаючи з 1996 р., то нині їх площа зросла більш, ніж у 100 разів. З кожним роком збільшується вирощування ГМ рослин, що дозволило скоротити на 37 % використання пестицидів, на 22 % підвищити врожайність і на 68 % збільшити прибутки фермерів [1].

Для підвищення кількості і якості їжі традиційних заходів недостатньо. Саме з цієї причини виробництво харчових продуктів стало найважливішим напрямом генної інженерії, яка дає змогу удосконалити якісні характеристики харчової продукції шляхом видалення чи зменшення рівня шкідливих речовин, токсинів, алергенів; внесення чи збільшення рівня корисних речовин; поліпшення технологічних властивостей продовольчої сировини; корінної зміни характеристик продукції для поліпшення її дієтичних, смакових і харчових властивостей. Узагальнена інформація щодо деяких зареєстрованих у світі сільськогосподарських рослин, які були генетично модифіковані з метою покращення їх властивостей наведена у таблиці.

Удосконалення якісних характеристик харчової продукції. Нині ведуться роботи щодо зміни співвідношення жирних кислот олієвмісних рослин в бік зниження рівня насичених жирних кислот. Для покращення якості тютюнової олії у геном тютюну було введено ген ціанобактерій, який кодує синтез дельта 6-десатурази, в результаті було отримано сорт тютюну, який характеризувався наявністю гамма-ліноленової, а також ненасиченої октадекатетраєнової кислоти. Інгібування експресії олеатдесатурази (перетворює олієнову кислоту в лінолеву) в сої сприяло підвищенню вмісту олієнової кислоти у соєвій олії з 23 до 80 %.

**Вуглеводи.** На сьогодні створено модифікований сорт цукрового буряку, в геном якого введений ген *Helianthus tuberosus*, що кодує 1-сахарозо-сахарозофруктозилтрансферазу (1-SST). В результаті такої модифікації у клітинах буряку здійснюється трансформація фруктози у фруктани низької молекулярної маси. Отримано картоплю, яка містить гени артишоку, що відповідають за синтез високомолекулярного інуліну (повноцінний замітник глюкози) [2].

**Вітаміни.** Створено сою, що містить ген гамма-токоферолметилтрансферази — ферменту, який перетворює попередників вітаміну Е з низькою біологічною активністю на більш активну складову —  $\alpha$ -токоферол. За рахунок такої модифікації вміст  $\alpha$ -токоферолу у насінні сої було збільшено в 10 разів. Нині створено сорт рису (так званий «золотий рис» або Golden Rice, GR), що містить високу кількість бета-каротину — попередника вітаміну А. Рис GR був модифікований шляхом вставки у геном рису фрагменту ДНК з генами фітоїнсінтази нарцису *Narcissus pseudonarcissus* і каротиндесатурази *Erwinia herbicola*. Також створено трансгенну кукурудзу, в якій модифіковано одночасно три метаболічні шляхи синтезу цільових сполук, і, порівняно зі звичайними сортами, її зерна характеризується підвищеним вмістом бета-каротину (у 170 разів), аскорбінової кислоти (у 6 разів) та фолату (у 2 рази). Отримано модифіковані сорти кукурудзи із надекспресією ферменту дегідроаскорбат редуктази (DHAR), що відповідає за утворення аскорбінової кислоти. Такі сорти кукурудзи характеризуються підвищеним вмістом вітаміну С, а також є стійкішими до захворювань [4].

**Мікро та макроелементи.** Нині створений модифікований сорт рису, геном якого містить ген ферритину сої (залізовмісний білок), ген фітази (розщеплює фітинову кислоту і вивільняє фосфор, підвищує біодоступність заліза) *Aspergillus fumigatus* А. Рис GR був модифікований шляхом вставки у геном рису фрагменту ДНК з генами фітоїнсінтази нарцису *Narcissus pseudonarcissus* і каротиндесатурази *Erwinia herbicola*. Також створено трансгенну кукурудзу, в якій модифіковано одночасно три метаболічні шляхи синтезу цільових сполук, і, порівняно зі звичайними сортами, її зерна характеризується підвищеним вмістом бета-каротину (у 170 разів), аскорбінової кислоти (у 6 разів) та фолату (у 2 рази). Отримано модифіковані сорти кукурудзи із надекспресією ферменту дегідроаскорбат редуктази (DHAR), що відповідає за утворення аскорбінової кислоти. Такі сорти кукурудзи характеризуються підвищеним вмістом вітаміну С, а також є стійкішими до захворювань [4].

**Мікро та макроелементи.** Нині створений модифікований сорт рису, геном якого містить ген ферритину сої (залізовмісний білок), ген фітази (розщеплює фітинову кислоту і вивільняє фосфор, підвищує біодоступність заліза) *Aspergillus fumigatus* А. Рис GR був модифікований шляхом вставки у геном рису фрагменту ДНК з генами фітоїнсінтази нарцису *Narcissus pseudonarcissus* і каротиндесатурази *Erwinia herbicola*. Також створено трансгенну кукурудзу, в якій модифіковано одночасно три метаболічні шляхи синтезу цільових сполук, і, порівняно зі звичайними сортами, її зерна характеризується підвищеним вмістом бета-каротину (у 170 разів), аскорбінової кислоти (у 6 разів) та фолату (у 2 рази). Отримано модифіковані сорти кукурудзи із надекспресією ферменту дегідроаскорбат редуктази (DHAR), що відповідає за утворення аскорбінової кислоти. Такі сорти кукурудзи характеризуються підвищеним вмістом вітаміну С, а також є стійкішими до захворювань [4].

Стойкість до несприятливих факторів навколишнього середовища. **Гербициди.** Завдяки використанню методів генетичної інженерії були створені нові, стійкі до різних гербицидів, сільськогосподарські культури (соя, кукурудза, рис, бавовник та ін.). В геном цих культур введені гени, які кодують синтез ферментів, що руйнують гербициди. Для створення рослин, стійких до гербицидів на основі фосфінотрицину і його похідних, у їх геном вводять ген фосфінотрицинацетилтрансферази *Streptomyces hygroscopicus*. Сійка до гербициду гліфосату соя містить ген 5-енолпірувілшикімат-3-фосфат-сінтази (EPSPS) ґрунтової бактерії *Agrobacterium tumefaciens* CP4.

## Генетично модифіковані продукти, що використовуються у харчовій промисловості [3]

Модифікований продукт	Введений ген	Донор гену	Продукт експресії введеного гену	Набута ознака	Торгова марка	Розробник
Пшениця	<i>cp4 epsps (aroA:CP4)</i>	<i>Agrobacterium tumefaciens</i> CP4	Стька до дії гербіцидів форма ферменту 5-еноліпурилхімікат-3-фосфат-синтази (EPSPS)	Стькість до гербіциду гліфосату	Roundup Ready™ wheat	Monsanto Company
	<i>pg</i>	<i>Lycopersicon esculentum</i>	Не продукується функціональний фермент полігалактуроназа	Уповільнене пом'якшення плодів	FLAVR SAVR™	Monsanto Company
Помідор	<i>prtII*</i>	Транспозон Tn5 <i>Escherichia coli</i>	Фермент неоміцин-фосфотрансфераза II	Стькість до антибіотиків (неоміцин, канаміцин)		
	<i>cry1Ac</i>	<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>kurstaki</i> HD73	<i>Cry1Ac</i> дельта-ендотоксин	Стькість до лускокрилих комах	BARI Bt Begun-1 (2, 3 4)	Maharashtra Hybrid Seed Company
Рис	<i>cry1Ab</i>	<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>kurstaki</i>	<i>Cry1Ab</i> дельта-ендотоксин	Стькість до лускокрилих комах	BT Shanyou 63, Huahui-1	Huazhong Agricultural University (China)
	<i>cry1Ac</i>	<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>kurstaki</i> HD73	<i>Cry1Ac</i> дельта-ендотоксин	Стькість до лускокрилих комах		
Цукровий буряк	<i>bar</i>	<i>Streptomyces hygrosopicus</i>	Фермент фосфінотріцин-N-ацетилтрансфераза (PAT)	Стькість до гербіциду гліфосінату (фосфінотріцину)	Liberty Link™ rice	Bayer CropScience
	<i>cp4 epsps (aroA:CP4)</i> <i>goxv247</i>	<i>Agrobacterium tumefaciens</i> CP4 <i>Ochrobactrum anthropi</i> LBAA	EPSPS Гліфосат-оксидаза	Стькість до гербіциду гліфосату	InVigor™ sugarbeet	Novartis Seeds, Monsanto Company
Соя	<i>uidA*</i>	<i>Escherichia coli</i>	Фермент бета-D-глюкуронідаза (GUS)	Зміна кольору на синій при обробці поверхні		
	<i>csr1-2</i>	Арабідопсис ( <i>Arabidopsis thaliana</i> )	Модифікована велика субодиниця ацетолактат-синтази (AtANASL)	Стькість до імідазолінових гербіцидів	Cultivance	BASF
Соя	<i>fatb1-A (+/ —)</i>	Соя ( <i>Glycine max</i> )	Функціональні ферменти жирних кислот FATB	Знижуються рівні насичених жирних кислот; підвищується рівень олеїнової кислоти	Vistive Gold™	Monsanto Company
	<i>fad2-1A (+/ —)</i>		Не продукується функціональний фермент дельта-12-десатураза			
	<i>cp4 epsps (aroA:CP4)</i>	<i>Agrobacterium tumefaciens</i> CP4	EPSPS	Стькість до гербіциду гліфосату		

Закінчення табл.

Модифікований продукт	Введений ген	Донор гену	Продукт експресії введеного гену	Набута ознака	Торгова марка	Розробник
Ріпак	<i>bxp1</i>	<i>Klebsiella pneumoniae</i> subsp. <i>ozaenae</i> Лавровий лист ( <i>Umbellularia californica</i> )	Фермент нітрилаза	Стійкість до оксинілових гербіцидів (напр., бромоксиніл)	Navigator™ Canola	Bayer CropScience
	<i>te</i>	Лавровий лист ( <i>Umbellularia californica</i> )	Фермент тіоестераза	Збільшуються рівні триацилгліцеридів	Laurical™ Canola	Monsanto Company
Картопля	<i>asn1</i>	Картопля ( <i>Solanum tuberosum</i> )	Дволанцюгова РНК	Зменшується накопичення аспарагіну	Innate™ Atlantic Potato	J.R. Simplot Co.
	<i>pro5</i>			Відсутнє потемніння очищеної картоплі		
	<i>pPhL</i>			Зменшується утворення редукуючих цукрів		
	<i>pR1</i>					
Кукурудза	<i>ms45</i>	Кукурудза ( <i>Zea mays</i> )	Білок ms45	Відновлення фертильності	32138 SPT maintainer	Pioneer Hi-Bred International Inc.
	<i>zm-aa1</i>	Дискоактинія ( <i>Discosoma</i> sp.)	Фермент -амілаза	Стерильність пилку		
	<i>dsRed2*</i>		Червоний флуорисцентний білок	Зміна кольору на червоний при обробці поверхні		

Примітка. \*Селекційний маркер

**Комахи-шкідники.** Для створення рослин стійких до комах-шкідників існує кілька методів. Одним з них є перенесення в рослини генів *Bacillus thuringiensis* (*cry*-генів), що відповідають за синтез  $\delta$ -ендотоксину — природнього інсектицидного білка (Bt-білок). Також розроблено метод перенесення генів, що відповідають за синтез інгібіторів амілази або протеази, які перешкоджають засвоєнню рослинних продуктів комахами.

**Вірусні захворювання.** Існує кілька підходів щодо створення стійких до вірусних захворювань рослин. Перший — введення у геном рослини генів структурних білків оболонки вірусу, при цьому у клітинах рослини синтезується вірусний білок, що стимулює розвиток захисних механізмів, які блокують розмноження вірусу, у разі його проникнення в рослину. Другий — введення у геном рослин антисмислової послідовності вірусного геному, яка є комплементарною до нормального вірусного геному. Антисмислова іРНК утворює комплекс з нормальною вірусною іРНК, блокуючи тим самим трансляцію вірусної РНК.

**Грибкові захворювання.** На сьогодні створено трансгенні кві, томати, яблука, полуницю, що синтезують ресвератрол (низкомолекулярна антимікробна сполука) і є стійкими до *Phytophthora infestans*, рис, стійкий до грибків *Pyricularia oryzae*, люцерну, стійку до *Phoma medicaginis*. Також створено картоплю, в яку перенесено гени стійкості до фітофторозу Rpi-blb1 і Rpi-blb2, виділені з південно-американського дикого сорту картоплі *Solanum bulbocastanum*.

**Абіотичні фактори.** Для створення трансгенних рослин з підвищеною стійкістю до абіотичних факторів (засоленість ґрунтів, засуха, заморозки, підвищена вологість тощо) використовують гени, що кодують ферменти ключових ланок відповіді на дані фактори або регуляторні гени, що кодують транскрипційні фактори та запускають цілий каскад реакцій при стресі. Створено цукровий буряк з підвищеною стійкістю до засоленості ґрунтів, за рахунок перенесення генів  $\text{Na}^+/\text{H}^+$ -антипорту з арабідопсіса. Трансгенні рослини салату латуку з вбудованим геном *ABF3 Arabidopsis thaliana* витримують засуху та пониження температури до  $-4\text{ }^\circ\text{C}$  [6].

Поліпшення поживних якостей худоби та риби. Інженери-біотехнологи працюють не лише над покращенням властивостей рослинної їжі, а й тваринної також. На сьогодні отримано багато представників тваринного світу зі зміненими властивостями, зокрема, вівці, корови, буйволи, свині, риба, птиця та ін. Розглянемо деякі генетичні модифікації, які допомогли у створенні корисних для людства тварин.

**Корови.** Одним із напрямків модифікації є створення ГМ корів, які дають безлактозне молоко, що може бути заміною фізичних та хімічних методів вилучення лактози з молока. Іншим напрямком є роботи щодо створення корів, молоко яких містить людські білки, такі як лізоцим, лактоферин та альфа-лактальбумін. Таке ГМ молоко за своїми властивостями дуже схоже на людське, має антимікробні властивості та кращий імуномодулюючий вплив на немовлят. Також, вченим вдалось підвищити жирність коров'ячого молока до 20 %. Ведуться роботи щодо створення ГМ корів, в молоці яких вміст казеїну вдвічі більший, що дає переваги при виробництві сирів та інших молочних продуктів.

**Свині.** Гній свиней містить до 80 % фосфору, який забруднює нашу планету. Тому біотехнологи вбудували в геном свиней ген, що кодує виділення ферменту фітази у слині тварин. Коли ГМ свиня споживає зернові, фітаза змішується з кормом, а у кислому середовищі шлунка такий комплекс руйнується, фітинова кислота перетравлюється з утворенням фосфату, який легко засвоюється в шлунку свині. Вміст фосфору в гної ГМ свиней на 65 % нижчий, ніж у немодифікованих, що запобігає потраплянню великих кількостей фосфору в водойми, цвітіння води та загибель риби. Також створені ГМ свині, в організмі яких утворюється лактоферин та лізоцим, які виступають в якості антибактеріальних агентів. Це може стати альтернативою застосування антибіотиків при комерційному вирощуванні свиней.

**Риба.** Роботи щодо модифікації риб ведуться в кількох напрямках. Одним з яких є пришвидшення росту. Нині створено швидкоростучу сьомгу *Salmo salar*, в геном якої вбудований ген гормону росту чавичі *Oncorhynchus tshawytscha* (риба роду тихоокеанських лососів розміром до 90 см). Така ГМ сьомга росте в 3-4 рази швидше, що зменшує час вирощування і підвищує доступність харчового продукту. Вказаний ген також був вбудований в геноми таких риб, як білий амур, райдужна форель, тілапія і сом. Іншим напрямком модифікацій є створення риб, стійких до ряду захворювань. Створено ГМ сьомгу з геном лізоциму райдужної форелі, а, як відомо, лізоцим володіє антибактеріальними властивостями. У геном

сома введено ген секропіну (антибактеріальний білок) тутового шовкопряда. Також ведуться роботи щодо зменшення чутливості до холоду тепловодних риб, таких як короп і тілапія. Пропонований напрямок роботи в цій галузі полягає у зміні молекулярної конформації ліпідів з метою підвищення стійкості клітинних мембран. Цікавими є також роботи по створенню ГМ тілапії, у клітинах якої синтезується інсулін. Така трансгенна риба може служити початком для подальшого розвитку харчових технологій для лікування діабету [7].

Трансгенні рослини як джерело біологічно активних білків ветеринарного та медичного призначення. Рослини, в тканинах яких синтезуються і накопичуються рекомбінантні бактеріальні та вірусні антигени, називають так званими «їстівними вакцинами». Створено картоплю, яка продукує білок Tat вірусу HIV-1, тому вживання такої картоплі є профілактикою захворювання на СНІД. Модифікована морква, що містить ген гемаглютиніну вірусу корі, може використовуватись як протикорева вакцина. Також ведуться роботи щодо створення інших «їстівних вакцин»: картопля, що продукує білок вірусу ящура, вірусу папіломи людини, капсиду вірусу людини Norwalk, поверхневий антиген оболонки вірусу гепатиту В; кукурудза, що синтезує глікопротеїн S вірусу гастроентериту свиней; помідори, у клітинах яких продукується В-субодиниця холерного токсину, F-білок респіраторно-синцитіального вірусу, білок вірусу гепатиту Е, глікопротеїн вірусу сказу.

Антигени, що експресуються в клітинах рослинах, захищені клітинною стінкою від протеолізу при проходженні травного тракту і можуть бути легко доставлені до клітин слизової оболонки кишечника, які відповідають за мукозну систему імунітету. Слід зазначити, що мукозна вакцинація стимулює як місцеву імунну відповідь на рівні слизових оболонок, так і загальну імунну відповідь організму, тому отримання «їстівних вакцин» стало одним з перспективних напрямів сучасної біотехнології. Роботи зі створення «їстівних вакцин» ведуться у багатьох біотехнологічних лабораторіях різних країн світу і, можливо, ці нові препарати в недалекому майбутньому знайдуть своє місце в загальній системі захисту від патогенів [8].

Висновки. Використання можливостей сучасних біотехнологій та більш поглиблене і детальне вивчення метаболізму рослинних і тваринних організмів дадуть змогу в майбутньому більш ефективно їх модифікувати: видалити небажані ознаки та додавати корисних властивостей. Нині у світі створено понад 300 видів генетично змінених рослин і тварин, однак генетично модифіковані продукти харчування становлять у раціоні людей наразі менше 1 %.

## ЛІТЕРАТУРА

1. *Clive J.* Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2014 // ISAAA Brief. — 2014. — № 49 [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/49/executivesummary/pdf/B49-ExecSum-English.pdf>
2. *Бурлака О.М.* Біофортифікація сільськогосподарських рослин / О.М. Бурлака, Б.В. Сорочинський // Біотехнологія. — 2010. — Т. 3, № 5. — С. 31 — 42.
3. *GM Approval Database* [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://www.isaaa.org/gmapprovaldatabase/default.asp>
4. *Бірта Г.О.* Генно-модифіковані організми: за і проти: навч. посіб. / Г.О. Бірта, Ю.Г. Бургу. — К.: Центр учбової літератури, 2013. — 128 с.
5. *Genetically modified food: its uses, future prospects and safety assessments* / A. Pandey, M. Kamle, L.P. Yadava, M. Muthukumar, P. Kumar, V. Gupta, M. Ashfaq, B.R. Pandey // *Biotechnology*. — 2011. — Vol. 10, № 5. — P. 473 — 487.
6. *Трансгенные растения, толерантные к абиотическим стрессам* / Я.С. Колодяжная, Н.К. Куцоконь, Б.А. Левенко, О.С. Сютикова, Д.Б. Рахметов, А.В. Кочетов // *Цитология и генетика*. — 2009. — № 2. — С. 72 — 93.
7. *Fedoroff M.V.* The past, present and future of crop genetic modification // *New Biotechnology*. — 2010 — Vol. 27, № 5. — P. 461—465.
8. *Трансгенные растения для фармакологии* / Е.Б. Рукавцова, Я.И. Бурьянов, Н.Я. Шульга, В.А. Быков // *Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии*. — 2006. — № 2. — С. 3 — 12.

# ДОСТИЖЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ БИОТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

**О.И. Скροцкая, Е.В. Морьева**

*Национальный университет пищевых технологий*

*Рассмотрены возможности генной инженерии по усовершенствованию качественных характеристик пищевой продукции. Приведены данные по модифицированным продуктам питания. Охарактеризованы новые признаки генетически измененных организмов: изменение соотношения жирных кислот, синтез витаминов, модификация углеводов, устойчивость к неблагоприятным факторам окружающей среды, улучшения питательных качеств скота и рыбы. Показана возможность использования растений в качестве «съедобных вакцин».*

**Ключевые слова:** ген, генетическая модификация, продукты питания.



УДК 664.613.2

## THE UP-TO-DATE APPROACHES TO PLANNING THE RECIPES OF COMBINED POLYCOMPONENT MEAT FOODSTUFFS FOR MILITARY PERSONNEL

N. Stetsenko, G. Simakhina, I. Goyko  
National University of Food Technologies

---

### Key words:

military personnel, functional foodstuffs, recipes, modeling, pate.

### Article history:

Received 15.09.2015  
Received in revised form 24.09.2015  
Accepted 30.09.2015

### Corresponding author:

tmipt\_xp@ukr.net

---

### ABSTRACT

The article represents the medical and biological recommendations that were used to plan the wide array of new foodstuffs for military personnel, based on the methods of computer modeling. The object of researches was meat pvti enriched with plant raw materials.

Upon using the method of gas chromatography, we have affirmed that the content of  $\omega$ -6 fatty acids in a pvti grew almost twofold comparatively to the initial amount, and the content of  $\omega$ -3 acids grew fivefold, due to input of selected seed cultures (mustard, pumpkin, and sunflower seeds) into the recipe of the product. Generally, interaction between separate groups of fatty acid (FA) resulted in a correlation of Saturated FA : Mono-Non-Saturated FA : Poly-Non-Saturated FA as 3.4 : 5.3 : 1 (with a norm of 3 : 6 : 1). The level of absorption of proteins from the new-produced pvti has increased on 8 per cent that is an evidence of higher nutritional and biological value of the products, which is a marker of their adequacy to the needs of warriors.

---

## СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ПРОЕКТУВАННЯ РЕЦЕПТУР КОМБІНОВАНИХ БАГАТОКОМПОНЕНТНИХ М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ ДЛЯ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ

Н.О. Стеценко, канд. хім. наук, Г.О. Сімахіна, д-р техн. наук,  
І.Ю. Гойко, канд. техн. наук

Національний університет харчових технологій

*У статті представлені медико-біологічні рекомендації, які покладені в основу комп'ютерного моделювання рецептури печінкового паштету функціонального призначення для військовослужбовців Збройних Сил України. Наведено результати визначення показників біологічної ефективності розробленого продукту.*

**Ключові слова:** військовослужбовці, функціональні харчові продукти, рецептура, моделювання, паштет.

**Вступ.** Нові умови бойових дій Збройних Сил України, а також зміна характеру діяльності в польових умовах порівняно зі службою в мирний час об'єктивно поставили перед науковцями завдання розроблення нових харчових продуктів для систем життєзабезпечення.

На жаль, в даний час немає достатньо обґрунтованих наукових даних, що дозволяють рекомендувати раціони харчування для представників різних військових спеціальностей, адекватні за калорійністю та вмістом біологічно активних речовин фактичним потребам військовослужбовців в основних харчових речовинах та енергії. Величини енерговитрат вкрай різноманітні і залежать від роду військ, специфіки бойових завдань, обсягу виконуваної

роботи, особливостей індивідуального метаболізму тощо. Результати досліджень фактичного і нормативного раціонів харчування військовослужбовців строкової служби Збройних Сил України свідчать [1], що ці раціони не відповідають нормам фізіологічних потреб даної категорії населення. Виявлено кількісний дисбаланс білків, жирів і вуглеводів; надлишок білків рослинного походження і брак тваринних; незбалансованість амінокислотного та жирнокислотного складу харчових продуктів.

В роботі [2] вперше сформульовано засадничі аспекти формування спеціального харчового раціону для військовослужбовців, в основу якого мають бути покладені принципи збалансованості раціонів за окремими групами нутрієнтів та адекватності для забезпечення енергетичного еквіваленту фізичних і психоемоційних навантажень, адаптаційних змін в організмі. Необхідний рівень біологічно активних речовин у раціонах може забезпечуватись лише комбінуванням різних харчових продуктів, отриманих із сільськогосподарської та лікарської сировини. Денний раціон має бути адекватний тим внутрішнім і зовнішнім чинникам, які виникають в екстремальних умовах життєдіяльності, і містити всі необхідні компоненти для забезпечення фізичної та психологічної витривалості військових, запобігання виникненню і розвитку соматичних та нервових захворювань, збереження стану здоров'я.

Це визначає необхідність розробляти спеціалізовані харчові продукти і раціони, які найбільшою мірою відповідають особливостям потреб організму військовослужбовця в енергії, харчових речовинах та біологічно активних сполуках. Тому актуальним завданням і метою даної роботи є розроблення рецептур комбінованих багатокomпонентних харчових продуктів для всіх категорій військовослужбовців Збройних Сил України, а також вдосконалення технологій їх виробництва.

**Матеріали і методи досліджень.** Аналіз літературних джерел, результати власних досліджень, методологічні підходи. Предмети досліджень: суміш паштетна печінкова; насіння гірчиці, гарбуза, соняшника.

Комбіновані харчові продукти — це продукти, одержані з природної технологічно обробленої сировини, в результаті чого її складові набули визначених показників структурованості, харчової та біологічної цінності продукції. Продукти, виготовлені з використанням такої сировини, відповідають вимогам, які ставляться до структурно-механічних, фізико-хімічних, органолептичних показників, харчової та біологічної цінності продукції [3].

**Результати.** Процедура проектування рецептур багатокomпонентних харчових продуктів полягає у виборі харчових основ і ефективних джерел функціональних інгредієнтів для їх збагачення на основі аналізу їх нутрієнтного складу, а також у підборі таких масових часток кожного з них, які забезпечують необхідний кількісний і якісний склад рецептурної композиції [4].

В основу створення системи комп'ютерного проектування та оцінки якості багатокomпонентних продуктів функціонального харчування із заданим складом і медико-біологічними показниками закладені поняття і моделі, запропоновані авторами [5, 6]. Розроблена система має наступний набір модулів і процедур: бази даних про склад харчових інгредієнтів, процедури розрахунку і оцінки збалансованості складу продукту, процедури моделювання та оптимізації білкової і жирової складової багатокomпонентних продуктів.

Комп'ютерне проектування та оптимізацію рецептур багатокomпонентних функціональних харчових продуктів для військовослужбовців проводили в такій послідовності:

- формулювання вимог до нутрієнтного складу нового продукту;
- вибір функціональних інгредієнтів;
- аналіз біохімічного складу натуральних джерел фізіологічно функціональних інгредієнтів;
- комп'ютерне проектування нутрієнтного складу композицій;
- співставлення розробленого складу продукту та співвідношення нутрієнтів з існуючими нормативами та рекомендаціями ВООЗ;
- наукове обґрунтування та розроблення рецептури функціонального харчового продукту.

Отримані рецептурні композиції оцінювали на відповідність співвідношення макронутрієнтів рекомендованим нормам, збалансованості амінокислотного складу білка продукту, тобто відповідність шкалі ідеального білку. Фахівцями доведено, що на діяльність органів і систем організму суттєво впливає не тільки білковий, але й жирнокислотний склад харчових продуктів. Його повноцінність характеризують показником біологічної ефективності, який показує здатність жирів забезпечувати життєво важливі для організму процеси. Найчастіше біологічна ефективність визначається співвідношенням окремих класів жирових компонентів та вмістом поліненасичених жирних кислот (ПНЖК) родин  $\omega$ -3 і  $\omega$ -6 [7].

Клінічні дослідження свідчать про те, що харчовий раціон, надмірний за вмістом насичених жирних кислот (НЖК), є чинником ризику розвитку атеросклерозу. Оптимальне співвідношення

насичених і мононенасичених жирних кислот (НЖК: МНЖК) становить 1:2. При цьому жири харчового продукту мають рідку консистенцію, легко перетравлюються в організмі і всмоктуються. Крім того, частково нівелюється гіперхолестеринемічна дія НЖК [7, 8].

Корекція харчування здійснюється використанням функціональних харчових продуктів зі збалансованим жирнокислотним складом. Їхнє виробництво базується на попередньому визначенні дисбалансу нормативних співвідношень жирних компонентів у класичних харчових продуктах і виборі напрямів цілеспрямованої їх зміни відповідно до рекомендованих норм. Збалансованим вважається такий жирнокислотний склад харчового продукту, в якому співвідношення між окремими видами жирних кислот становить: ПНЖК: МНЖК: НЖК — 1: 6: 3. [4]. За даними дієтологів, рекомендоване співвідношення вмісту жирних кислот родини  $\omega$ -6 (лінолевої,  $\gamma$ -ліноленової і арахідонової кислот) до родини  $\omega$ -3 ( $\alpha$ -ліноленової, ейкозапентаєнової і докозагексаєнової кислот) в раціоні харчування здорової людини має становити (8...10):1, а в лікувальному харчуванні — від 3: 1 до 5: 1 [8, 9].

Викладені медико-біологічні вимоги до нутрієнтного складу харчових продуктів використано при проектуванні рецептури печінкового паштету для харчування військовослужбовців. Вибір харчової основи зумовлений високою харчовою і біологічною цінністю субпродукту, у складі якого є білки, жир, жиророзчинні вітаміни і вітаміни групи В, мінеральні елементи з переважаючим вмістом заліза. Печінка багата на дефіцитні незамінні амінокислоти — лізин, триптофан і метіонін. До її складу входить гепарин — речовина, яка знижує згортання крові, що важливо для профілактики інфаркту і тромбозів.

Харчову цінність паштету печінкового згідно ГОСТ 12319-77 наведено у табл. 1 [10].

Таблиця 1. Харчова цінність традиційного паштету печінкового

Назва нутрієнту	Вміст нутрієнту	Рівень забезпечення рекомендованих норм споживання для IV групи фізичної активності, %
<i>Макронутрієнти, г</i>		
Білки	11,6	10,84
Жири	44,6	43,6
Вуглеводи	2,5	0,40
<i>Мінеральні речовини, мг</i>		
Калій	170	3,40
Кальцій	11	0,92
Натрій	539	10,78
Магній	14	3,50
Фосфор	244	20,33
Залізо	6,3	42,0
<i>Вітаміни, мг</i>		
Вітамін А	3,515	3,52
Вітамін В <sub>1</sub>	0,14	8,75
Вітамін В <sub>2</sub>	1,10	45,9
Вітамін РР	5,0	22,73
Вітамін Е	7,31	48,73

Паштет з печінки може бути рекомендований для профілактики анемії, оскільки рівень забезпечення добових потреб у залізі при споживанні 100 г паштету складає 42 %. Цей продукт сприятливо впливає на стан очей і шкіри, сприяє нормалізації обміну речовин, а також зростанню і відновленню кісткової тканини. Його рекомендовано при перевтомі або ослабленому імунитеті, а також в післяопераційний період, оскільки у ньому багато глікогену, який є будівельним матеріалом для клітин і тканин. Отже, саме така харчова основа є досить ефективною при створенні функціональних харчових продуктів для військовослужбовців.

Разом з тим, жирнокислотний склад продукту представлений, в основному, насиченими жирними кислотами, надлишок яких в раціоні може провокувати розвиток ожиріння, атеросклерозу, серцево-судинних захворювань. У зв'язку з цим запропоновано ввести до рецептури паштету насіння соняшнику, гірчиці та гарбуза, які містять значні кількості білку, а жирнокислотний склад їх представлений переважно ненасиченими жирними кислотами. Використання рослинної сировини у виробництві м'ясних продуктів дозволяє не тільки збагатити їх функціональними інгредієнтами, підвищити засвоєність нутрієнтів, а й отримати продукти, що відповідають фізіологічним нормам харчування.

За довідковими матеріалами [10] було проаналізовано жирнокислотний склад традиційного паштету, насіння соняшнику, гірчиці та гарбуза, який представлено в таблиці 2.

Таблиця 2. Жирнокислотний склад харчових продуктів, г/100 г продукту

Жировмісний продукт	Вміст жиру, %	ΣНЖК	ΣПНЖК	ΣМНЖК	Жирна кислота			Вітамін Е
					Олеїнова	Лінолева	Ліноленова	
Паштет печінковий	44,65	24,65	3,3	16,7	16,2	0,54	0,23	0,0073
Насіння соняшника	51,46	4,46	23,14	18,53	18,4	23,1	0,06	0,0352
Насіння гарбуза	49,05	8,66	20,98	45,56	16,1	20,7	0,12	0,0022
Насіння гірчиці	30,8	1,4	7	20,7	6,6	5,3	1,7	0,0032

З даних таблиці можна зробити висновок, що паштет печінковий дефіцитний за поліненасиченими та мононенасиченими жирними кислотами, а в обраних видах насіння їх вміст вищий в декілька разів.

За допомогою методу комп'ютерного моделювання були підібрані такі співвідношення рецептурних інгредієнтів, які дозволили істотно збільшити показники біологічної ефективності паштету комбінованого складу. В таблиці 3 наведено вплив масової частки внесених функціональних інгредієнтів на жирнокислотний склад печінкового паштету (рецептури 1, 2, 3), а в таблиці 4 — показники його збалансованості.

Таблиця 3. Вплив масової частки функціональних інгредієнтів на жирнокислотний склад розробленого паштету, г/100 г

Назва інгредієнту рецептури	Масова частка інгредієнту, %		
	1	2	3
Паштетна суміш	100	89,8	85
Насіння соняшника	0	3	5
Насіння гарбуза	0	3,2	4
Насіння гірчиці	0	4	6
<i>Вміст жирового компоненту, г</i>			
олеїнова	16,21	17,02	17,93
лінолева	0,54	2,17	2,94
ліноленова	0,23	0,26	0,28
ΣНЖК	24,65	22,60	21,61
ΣМНЖК	16,70	17,84	18,19
ΣПНЖК	3,30	4,61	5,22
віт. Е	0,00731	0,00769	0,00806

Встановлено, що оптимальна кількість внесеного насіння олійних культур, яка забезпечує найкращі співвідношення жирних компонентів, складає: 3 % — насіння соняшнику, 3,2 % — насіння гарбуза, 4 % — насіння гірчиці.

Таблиця 4. Вплив масової частки функціональних інгредієнтів на показники збалансованості жирнокислотного складу

Назва інгредієнту рецептури	Масова частка інгредієнту, %		
	1	2	3
Паштетна суміш	100	89,8	85
Насіння соняшника	0	3	5
Насіння гарбуза	0	3,2	4
Насіння гірчиці	0	4	6
<i>Показники збалансованості жирнокислотного складу</i>			
Норматив	Фактичне значення		
ΣПНЖК: ΣНЖК = 1:3	1:7,47	1:3,4	1:3,6
ΣНЖК: ΣМНЖК: ΣПНЖК = 3:6:1	1:4,06:7,47	1:5,3:3,4	1:4,2:3,6
Вітамін Е: ΣПНЖК = 1:(500... 1000)	1: 451,4	1: 599,4	1: 647,8

Зміни жирнокислотного складу паштету оцінили з використанням методу газової хроматографії. Всього було виявлено 25 жирних кислот. Вміст найвагоміших з них наведено в таблиці 5.

Таблиця 5. Вміст жирних кислот в традиційному та збагаченому паштеттах

№ п/п	Назва жирної кислоти	Вміст в традиційному паштеті, %	Вміст в збагаченому паштеті, %
1	Пальмітинова	25,74	20,33
2	Стеаринова	19,77	12,67
3	Олеїнова	29,89	28,72
4	Лінолева	12,03	21,95
5	Ліноленова	0,56	2,49

На рисунках 1 та 2 представлені хроматограми аналізу жирнокислотного складу зразків паштетів.

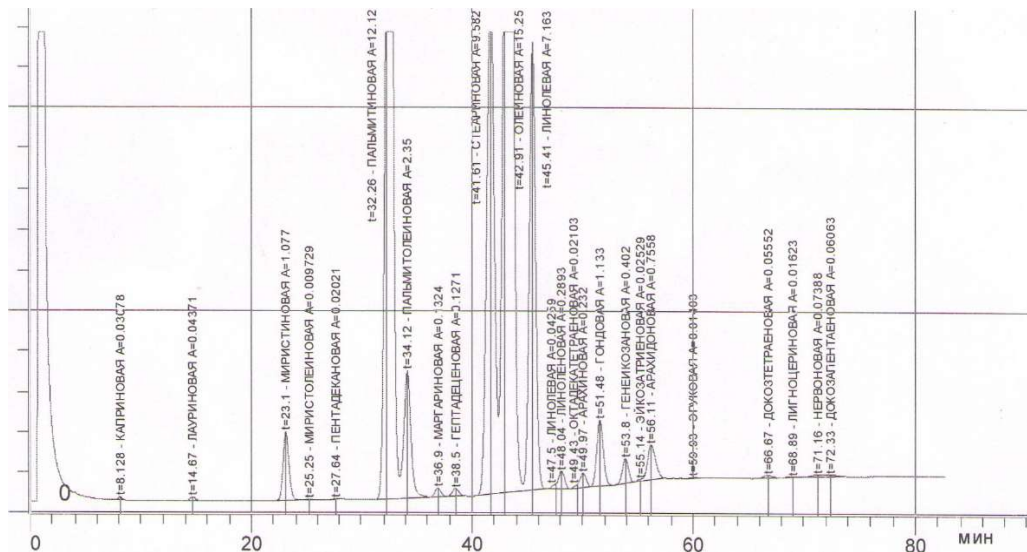


Рис. 1. Вміст жирних кислот в традиційному паштеті печінковому

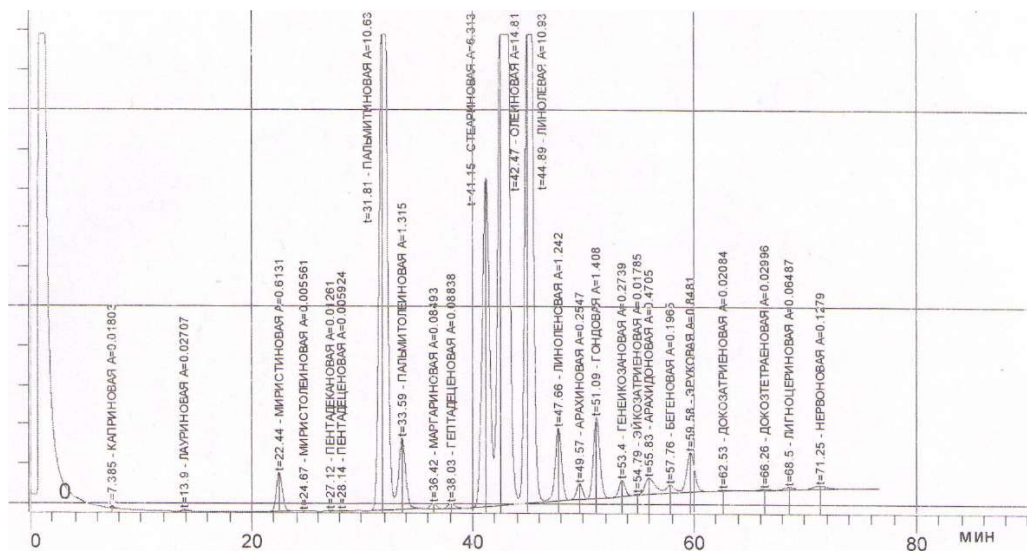


Рис. 2. Вміст жирних кислот в збагаченому паштеті

За рахунок використання обраних функціональних інгредієнтів значно зменшився вміст насичених жирних кислот, а кількість  $\omega$ -6 поліненасичених жирних кислот збільшилася майже вдвічі,  $\omega$ -3 — в 5 разів. За рахунок цього вдалося поліпшити співвідношення між окремими групами жирних кислот, яке склало 3,4: 5,3: 1 при нормативі НЖК:МНЖК:ПНЖК = 3:6:1. Крім того, вдалося збалансувати співвідношення ПНЖК родин  $\omega$ -3 і  $\omega$ -6. У традиційному паштеті відношення кількості  $\omega$ -6 жирних кислот до  $\omega$ -3 становило 24: 1, при нормативі

(8...10): 1. В результаті збагачення це співвідношення становить 8,8:1, що свідчить про оптимальну збалансованість вмісту ПНЖК.

Вміст білку в новому паштеті функціонального призначення збільшився на 4 %, а рівень його засвоюваності, який визначається коефіцієнтом утилітарності, підвищився на 8 %. При цьому кількість незамінних амінокислот, які не використовуються на анаболітичні потреби, складає всього 3,5%.

Висновки. Використання методу комп'ютерного моделювання для проектування рецептур комбінованих багатокомпонентних харчових продуктів дозволило створити новий функціональний харчовий продукт для військовослужбовців Збройних Сил України.

### ЛІТЕРАТУРА

1. *Депутат Ю.М.* Гігієнічне обґрунтування корекції загальновійськового добового раціону харчування військовослужбовців строкової служби Збройних Сил України: автореф. дис. на здобуття наукового ступеня канд. мед. наук : спеціальність 14.02.01. — К., 2010. — 19 с.

2. *Українець А.І.* Наукові аспекти розроблення харчових раціонів для військовослужбовців / А.І. Українець, Г.О. Сімахіна, Н.В. Науменко // Наукові праці НУХТ. — 2015. — № 3. — С. 209—215.

3. *Клименко М.М.* Технологія м'яса та м'ясних продуктів: підручник / М.М. Клименко, Л.Г. Віннікова, І.Г. Береза. — К.: Вища освіта, 2006. — 640 с.

4. *Фролова Н. Е.* Основи конструювання нових харчових продуктів: конспект лекцій / Н.Е. Фролова. — К.: НУХТ, 2009. — 258 с.

5. *Трубина І.А.* Алгоритмизация проектирования продуктов питания функциональной направленности / И. А. Трубина, С. Н. Шлыков, В.В. Садовой // Вестник АПК Ставрополя. — 2013. — № 4 (12). — С. 62—66.

6. *Тимошенко Н.В.* Приемы оптимизации рецептурных композиций специализированных колбасных изделий для детского питания / Н.В. Тимошенко, С.В. Патиева, А.М. Патиева, К.Н. Аксенова // Научный журнал КубГАУ. — 2014. — №100 (06). — С. 1—17.

7. *Пищевая химия* / А.П. Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А. Кочеткова и др. // Под ред. А.П. Нечаева. — СПб.: ГИОРД, 2001. — 592 с.

8. *Субботина М.А.* Физиологические аспекты использования жиров в питании / М.А. Субботина // Техника и технология пищевых производств. — 2009. — №4. — С. 8—13.

9. *Etherton R.* Polyunsaturated fatty acids in the food chain in the United States / R. Etherton, D.L. Taylor, S. Yu-Poth, P. Huth, K. Moriarty, V. Fishell, R. Hargrove, G. Zhao and T. Etherton // Am. J. Clin. Nutr. — 2000. — № 71. — P. 179—188.

10. *Химический состав российских пищевых продуктов: Справочник* / Под ред. И.М. Скурихина, В.А. Тутельяна. — М.: ДеЛи принт, 2002. — 236 с.

## СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ РЕЦЕПТУР КОМБИНИРОВАННЫХ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ ДЛЯ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ

**Н.А. Стеценко, Г.А. Симахина, И.Ю. Гойко**

*Национальный университет пищевых технологий*

*В статье представлены медико-биологические рекомендации, положенные в основу компьютерного моделирования рецептуры печеночного паштета функционального назначения для военнослужащих Вооруженных Сил Украины. Приведены результаты определения показателей биологической эффективности разработанного продукта.*

**Ключевые слова:** *военнослужащие, функциональные пищевые продукты, рецептура, моделирование, паштет.*

УДК 579.8; 579. 67

## SELECTION OF PROMISING LACTIC ACID BACTERIA WITH FERMENTED VEGETABLE RAW MATERIALS

**Ts.O. Korol**

*Institute of Food Resources of National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine*

**I.O. Kozachok**

*National University of Food technologies*

---

**Key words:**

flora,  
lactic acid bacteria, brine,  
selective medium, strains

**Article history:**

Received 12.01.2015  
Received in revised form  
25.03.2015  
Accepted 30.03.2015

**Corresponding author:**

tmipt\_xp@ukr.net

**ABSTRACT**

One of the promising areas receiving probiotic cultures is the use of fermented plant materials. The problems of lactose intolerance and elevated cholesterol increase the demand for non-dairy probiotic culture. Therefore, the actual problem is the selection of lactic acid microorganisms from fermented vegetable products with a wide range of biological and technological properties. The microflora composition of brines from fermented vegetables, in particular, two types of sauerkraut and brine of cucumbers were studied. To obtain pure cultures of microorganisms applied general microbiological methods on appropriate selective media. Allocated 48 isolates with investigational products and selected 7 high-performance cultures which were gram-positive, risperadone and morphologically homogeneous with high milk-clotting activity. The data obtained will be the basis for a detailed study of their biochemical properties and taxonomic position.

---

## СЕЛЕКЦІЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ ЛАКТОБАКТЕРІЙ ІЗ ФЕРМЕНТОВАНОЇ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ

**Ц.О. Король, канд. техн. наук**

*Інститут продовольчих ресурсів НААН*

**I.O. Козачок, студент**

*Національний університет харчових технологій*

Одним із перспективних напрямів отримання пробіотичних культур є використання ферментованої рослинної сировини.

На даному етапі роботи досліджено склад мікрофлори розсолів з ферментованих овочів, зокрема, квашеної капусти двох видів та розсолу з огірків. Визначено, що найпоширенішими є молочнокислі бактерії родів *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*. Для виділення чистих культур мікроорганізмів застосовано загальні мікробіологічні методи на відповідних селективних середовищах. Одержані дані слугуватимуть підґрунтям для ретельного вивчення їх біохімічних властивостей та визначення їх таксономічного положення.

**Ключові слова:** мікрофлора, молочнокислі бактерії, розсіл, селективні середовища, штами

**Вступ.** Сучасні методи прикладної мікробіології дозволяють відбирати з природних джерел штами мікроорганізмів, які володіють широким спектром корисних властивостей із

різною технологічною метою [1]. Детальне дослідження особливостей взаємовідносин між окремими видами і штамами мікроорганізмів дозволяє формувати асоціації бактерій зі специфічними властивостями [1, 2].

Незважаючи на велику кількість функціональних продуктів технологи постійно проводять скринінг серед штамів молочнокислих бактерій для створення нових високоактивних заквашувальних композицій, які б мали не лише добрі смакові якості, а й володіли б пробіотичними властивостями.

Капуста споживається у величезних кількостях по всьому світі і має важливе значення у харчуванні людини. При її вживанні знижується ризик виникнення деяких видів раку, що пов'язано, в першу чергу, з наявністю в ній глюкозинолатів та їхніх похідних [3]. Також у капусті міститься велика кількість мінералів, вітаміну С, харчових волокон, антиоксидантних фіторечовин [4]. І тому, останнім часом, перспективним є використання капусти для отримання пробіотичних продуктів.

Немолочні пробіотичні продукти мають велике значення у зв'язку з поширеною тенденцією вегетаріанства і високим ступенем несприйняття лактози у багатьох людей по всьому світі [5]. Проблема несприйняття лактози і підвищений вміст холестерину постійно збільшує попит на біологічно активні культури немолочного походження. Приблизно від 5 до 15 % населення Європи — це люди з вадою несприйняття лактози, і ця кількість людей постійно збільшується до 80 % в деяких частинах світу, наприклад, в Центральній Азії та Африці [6].

Наразі відомо, що молочнокислі бактерії, вилучені із ферментованої рослинної сировини володіють високою здатністю ферментування лактози.

Тому було надано увагу саме пошуку біологічно активних штамів з природних джерел, зокрема, з ферментованої рослинної сировини.

**Матеріали та методи.** Об'єктами наших досліджень були квашена капуста, розсіл, штами мікроорганізмів, селективні та поживні середовища.

Чисті культури мікроорганізмів одержували за загальними мікробіологічними методами на відповідних селективних середовищах. Для одержання ізольованих колоній використовували такі поживні середовища: МРС, Лі, Рогози, Блікфельдта, Редді, поживний агар з сахарозою [7], МРСД [8].

За наявності в мікропрепаратах сторонніх мікроорганізмів або значної морфологічної гетерогенності процес очищення повторювали шляхом послідовних висівів у рідкі та агаризовані селективні середовища.

Подальший контроль чистоти культур здійснювали мікроскопічно відповідно до ДСТУ 7357:2013 [9]. Для цього готували препарати фіксованих клітин, фарбували за Грамом і переглядали їх з імерсійною системою за допомогою мікроскопу Motic (Fischer Bioblock) із вмонтованою відеокамерою Top View 1000 зі збільшенням у 1000 разів.

**Результати досліджень.** Дослідження проводились у відділі біотехнології Інституту продовольчих ресурсів НААН з метою поповнення банку культур цього відділу штамами різних таксономічних груп для наступного використання у біотехнології ферментованих немолочних продуктів.

Вилучення мікроорганізмів із продуктів: розсолу огірків та квашеної капусти здійснювали у кілька послідовних етапів. Спочатку одержували нагромаджувальні культури, висіваючи зразки розсолів у 3 поживні середовища (МПБ, МРС, ГБ) та культивуючи їх за температури 32 °С. Такий підхід має високий ступінь вибірковості та сприяє вилученню і нагромадженню молочнокислих стрептококів та лактобактерій.

За ферментативної переробки овочів та фруктів мікробіологічні процеси є результатом життєдіяльності природної мікрофлори, яка зазвичай присутня в них. На поверхні сировини завжди наявна велика кількість різноманітних мікроорганізмів, тому за ферментації можна спостерігати різноманітні процеси — молочнокисле, спиртове, оцтовокисле, маслянокисле, мурашинокисле бродіння, а також пліснявіння [10].

Мікрофлора і мікробіологічні процеси при квашенні капусти схожі з такими при квашенні огірків. Спостерігається декілька етапів сквашування [3]. У розсолі овочі піддаються послідовному впливу різних мікроорганізмів:

- спочатку відбувається переважний розвиток аеробної мікрофлори, присутньої на поверхні овочів. Вони продукують оцтову, мурашину, молочну кислоти, спирт і вуглекислий газ. Завдяки споживанню кисню, а також виділенню CO<sub>2</sub> і газів, створюються анаеробні умови, сприятливі для росту молочнокислих бактерій.



• потім переважає розвиток молочнокислої мікрофлори, яка спільно з дріжджами (*Saccharomyces* і *Torulopsis*) здійснює бродіння з утворенням молочної й оцтової кислот, що пригнічує розвиток небажаної мікрофлори. Спочатку розвиваються бактерії роду *Leuconostoc mesenteroides*, які надають квашеному продукту характерний запах завдяки утворенню ефірів. Далі розвиваються інші паличкоподібні молочнокислі бактерії, гомоферментативні (переважно *Lactobacillus plantarum*) та гетероферментативні бактерії роду *L. brevis*, *L. fermentum*.

На третьому етапі — спостерігається переважний розвиток дріжджів, оскільки для них створюються сприятливіші умови, ніж для молочнокислих бактерій; бродіння закінчується після вичерпання вуглеводів.

У складі розсолів квашеної капусти (домашньої (зразок № 11) та придбаній у торговельній мережі (зразок № 12) та з огірків (зразок № 13) було визначено наявність молочнокислих бактерій (МКБ); дріжджів (ДП), плісені, споруутворювальних бактерій (СУ) та бактерії групи кишкових паличок (БГКП). В усіх зразках було відзначено домінування корисної спонтанної мікрофлори різних таксономічних груп та відсутність протею, сальмонел.

У всіх досліджених продуктах встановлено високу кількість мікроорганізмів — на рівні десятків мільйонів клітин у 1 г (табл. 1).

Таблиця 1. Мікрофлора обстежених зразків

Зразок	Загальна чисельність мікроорганізмів, КУО/г	Співвідношення груп мікроорганізмів, %				
		МКБ	ДП	Плісені	СУ	БГКП
Розсіл з квашеної капусти (зразок № 11)	5,1·10 <sup>6</sup>	64	12	0	19	5
Розсіл з квашеної капусти (зразок № 12)	2,3·10 <sup>6</sup>	78	7	0	14	1
Розсіл з огірків (зразок № 13)	2,0·10 <sup>5</sup>	67	17	4	6	5

**Примітка.** МКБ — молочнокислі бактерії; ДП — дріжджі; СУ — споруутворювальні бактерії; БГКП — бактерії групи кишкових паличок.

Більшу частину від загальної кількості мікрофлори у розсолі домашньої капусти (зразок № 12) складала молочнокислі бактерії. Їхня частка від загальної кількості мікроорганізмів складала 78 %. У розсолі з огірків та капусти, придбаній у торговельній мережі молочнокислі бактерії були на рівні 64—67 % поряд з дріжджами (7—17 %). Частка споруутворювальних бактерій та дріжджів у всіх продуктах коливалась від 6 % до 19 % від загальної кількості мікрофлори (див. табл. 1).

У результаті проведеного мікробіологічного дослідження було показано, що мікрофлора розсолів була різноманітною, що впливає на формування продуктів. Аналіз літературних даних [4, 5] свідчить про те, що молочнокислі бактерії, які найширше використовують у виробництві ферментованих фруктів та овочів, відносяться до родів *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Streptococcus*. Для бактерій родини *Lactobacillaceae* характерним є утворення ряду антимікробних сполук, які забезпечують природний консервувальний ефект. Також у ферментуванні рослинної сировини беруть участь дріжджі та оцтовокислі бактерії.

Оскільки аналіз наявної інформації свідчить, що головним чинником ферментаційного процесу рослинної сировини виступають молочнокислі бактерії, тому роботу було націлено на пошук цих мікроорганізмів.

Для виділення молочнокислих бактерій було проведено глибинний посів розведень на середовища Лі, Редді, Рогози, Блікфельдта, МРСД. Чашки з посівами витримували упродовж 5 діб за різних температур культивування.

Було зафіксовано ріст колоній різних розмірів і форм як круглі, так і видовжені, мали різний колір із зонами просвітлення на середовищах Лі за температури 37 °С, МРСД (25 °С), та Блікфельдта (37 °С). При культивуванні за температури 45 °С на середовищах Лі, Рогози (30 °С та 37 °С), Редді (37 °С) колонії не вирости.

На середовищі Лі (37 °С), вирости білі та жовті колонії із зонами просвітлення, як ми припускаємо, що це можуть бути культури бактерії роду *Lactobacillus* та *Streptococcus thermophilus*, оскільки дане середовище є елективним для таких мікроорганізмів. На середовищі МРСД (25 °С) вирости колонії круглі, формою «човників» довжиною 1—5 мм, або дисків жовтого і зеленого кольору. На середовищі Блікфельдта вирости білі колонії здебільшого маленького розміру круглі та у формі дисків (рис. 1).

Із досліджених зразків було отримано 48 ізолятів мікроорганізмів — 30 з капусти і 18 із розсолу з огірків (табл. 2). Дослідженнями мікрофлори квашеної капусти та розсолу огірків

було встановлено, що вона представлена як грамнегативними, так і грампозитивними бактеріями. Зокрема, із розсолу капусти було вилучено 22 % грамнегативних і 40 % грампозитивних мікроорганізмів; із розсолу огірків — 8 % і 30 %, відповідно, від загальної кількості вилучених ізолятів.

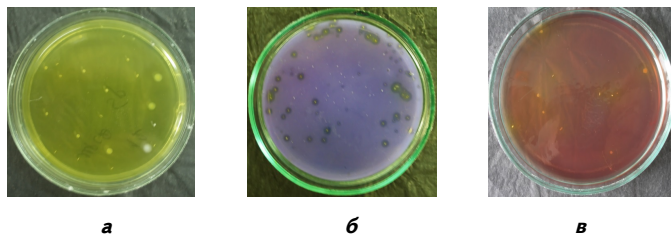


Рис. 1. Зовнішній вигляд колоній молочнокислих бактерій на селективних середовищах: а — МРСД; б — Лі; в — Блікфельдта

Таблиця 2. Характеристика ізолятів, вилучених із розсолів капусти та огірків

Джерело вилучення	Середовище та температура культивування	Кількість ізолятів	Морфологічні ознаки	Наявність зони просвітлення
Розсіл з квашеної капусти (зразок № 11)	Лі, 37 °С	3	жовта кругла, d від 1 до 2 мм	+
		3	біла видовжена d = 2 мм	+
		1	білий човник, d = 1 мм	+
		2	жовтий човник, d = 1 мм	+
	МРСД, 25 °С	5	жовта кругла, d від 1 до 3 мм	—
		2	біла кругла, d від 1 до 2 мм	—
Розсіл з квашеної капусти (зразок № 12)	Лі, 37 °С	2	жовтий човник, d = 1 мм	+
	МРСД, 25 °С	3	жовтий човник, d = 2 мм	—
		3	жовта, кругла, d від 3 до 5 мм	—
		2	зелена, кругла, d від 3 до 5 мм	—
	Блікфельдта, 37 °С	2	біла, диск, d від 1 до 2 мм	—
		2	біла, кругла, дрібна d < 1 мм	—
Розсіл з огірків (зразок № 13)	МРСД, 25 °С	3	жовта d від 1 до 5 мм	—
		5	біла, кругла, d від 1 до 5 мм	—
	Блікфельдта, 37 °С	5	біла, кругла, d від 1 до 2 мм	—
		2	жовта, d від 1 до 4 мм	—
	Поживний агар з сахарозою	3	біла, кругла, d від 1 до 3 мм	+

При аналізуванні отриманих результатів звертали увагу на колонії, що є типовими для лактобактерій, виділених із рослинної сировини. Наприклад, термофільні стрептококи утворюють поверхневі колонії округлої форми з чітко вираженою зернистістю, глибинні — човникоподібні. Стрептобактерії та бетабактерії на твердих поживних середовищах формують гладкі, блискучі колонії сферичної форми. Лейконостоки у товщі агару утворюють дрібні колонії з сіруватим відтінком [11].

Більшість ізолятів паличкоподібних форм було отримано з розсолу №11 — 23 %, з розсолу № 12 — 4,2 %, а з розсолу № 13 — 18,75 % від загальної кількості вилучених ізолятів, які виділено із середовищ Лі та МРСД. Найбільшу кількість культур кокової форми (17 %) одержали з розсолу з капусти (зразок № 12) та із розсолу для огірків (№ 13) — 12,5 %, які виділено із середовища Блікфельдта. Решту — із розсолу № 11 — 4,2 % ізолятів виділено із поживного агару із сахарозою. Слід зазначити, що частина отриманих паличок ізолятів (8,4 % від загальної кількості вилучених ізолятів) утворювали з коками стійкі сполучення. У кожному зразку таких сполучень було від 1,1 до 8,4 % від усіх відокремлених колоній. Спороутворювальні мікроорганізми становили 10,5 % із вилучених паличкоподібних ізолятів.

Мікроскопічні дослідження цих ізолятів показали наявність у досліджуваних зразках товстих та тонких паличок, розміщених поодинокі, або групами; дрібних та крупних коків,

розміщених поодинокі, попарно, ланцюжками або великими скупченнями; спороносних паличок; паличок неправильної форми, а також поліморфних бактерій.

Після проведення мікроскопії препаратів, для подальшої роботи відбирали тільки ті культури, в яких спостерігалися грампозитивні, неспороносні, морфологічно однорідні мікроорганізми. Стійкі сполучення коків з паличками та зі спороутворювальними мікроорганізмами було вилучено з наступних досліджень.

Ізольовані колонії з середовищ Лі і поживного агару з сахарозою переносили у стерильне знежирене молоко. Надалі посіви з середовища Лі поміщали в термостат за 42 °С, посіви з поживного середовища з сахарозою — в термостат за 25 °С до утворення згустку; культивування вели не довше 48 год. Ізольовані колонії з середовища МРСД, Блікфельдта переносили у рідке середовище МРС, посіви поміщали в термостат за 37 °С та у термостат за 30 °С до утворення рівномірної каламуті на 48 год. Завдяки цим операціям було вилучено чисті культури мезофільних та термофільних лактобактерій.

Із 48 ізолятів було відібрано 20 однорідних культур (42 %), серед яких 4 кокових культур і 6 паличкоподібних, виділених із капусти, та 5 кокових культур і 5 паличкоподібних, виділених із розсолу огірків.

Для наступного дослідження основним фактором відбору штамів була їхня молокозсідальна активність упродовж 24 год. Пасажі здійснювали щоденно, доти доки культура не сквашувала молоко з рівним щільним згустком без розриву і пухирців газу. Чистоту культур досягали шляхом щоденних пасажів.

Із 20 відібраних ізолятів 13 культур втратили здатність до зсідання молока. Після цього для наступних досліджень було відібрано 7 найактивніших, які були грампозитивними, неспороносними, та морфологічно однорідними.

#### **Висновки.**

1. Охарактеризовано склад мікрофлори 3 зразків розсолу з квашених овочів, зокрема, квашеної капусти двох видів та розсолу з огірків. Визначено, що найпоширенішими родами є *Lactobacillus*, *Leuconostoc* *Pediococcus*. Показано, що загальна чисельність бактерій у 1 г дослідної продукції не перевищує десятки мільйонів клітин.

2. Із дослідної продукції було вилучено 48 ізолятів. Відібрано 7 високопродуктивних культур, які були грампозитивними, неспороносними, та морфологічно однорідними з високою молокозсідальною активністю. Встановлено, що мікрофлора розсолу представлена як коками так і паличками.

3. Наступним етапом відбору цих штамів буде ретельне вивчення їх біохімічних властивостей та визначення їх таксономічного положення.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. *Машкін М.І.* Технологія молока і молочних продуктів: навчальне видання / М.І. Машкін, Н.М. Париш. — К.: Вища освіта, 2006. — 351 с.: іл. М38 ISBN 966-8081-53-6.
2. *Vinderola C.G.* Interactions among lactic acid starter and probiotic bacteria used for fermented dairy products / Vinderola C.G., Mocchiutti P., Reinheiner J.A. // *Dairy Sci.* — 2002. — Vol. 85, № 4. — P. 721—729.
3. *Chun O.K.* Antioxidant properties of raw and processed cabbages / Chun O.K., Smith N., Sakagawa A., Lee C.Y. // *Int. J. Food Sci. Nutr.* — 2004. — Vol. 55, No. 3. — P. 191—199.
4. *Yoon K.Y.*, Production of probiotic cabbage juice by lactic acid bacteria / Yoon K.Y., Woodams E., Hang Y.D. // *Bioresource Technol.* — 2006. — Vol. 97, № 12. — P. 1427—1430.
5. *Granato D.* Functional foods and nondairy probiotic food development: Trends, concepts, and products / Granato D., Branco G.F., Nazzaro F. // *Compr. Rev. Food Sci. F.* — 2010. — Vol. 9. — P. 292—302.
6. *De Vrese M.* Probiotics-compensation for lactase insufficiency / de Vrese M., Stegelmann A., Richter B. // *Am. J. Clin. Nutr.* — 2001. — Vol. 73, № 2. — P. 421—429.
7. *ГОСТ 10444.11-1989.* Продукты пищевые. Методы определения молочнокислых микроорганизмов [Текст]. — Введ. 1991-01-01. — М.: Изд-во стандартов, 1989. — 13 с.
8. *Holley R.A.* Use of MRSD medium and the hydrophobic grid membrane filter technique to differentiate between pediococci and lactobacilli in fermented meat and starter cultures / Holley R.A., Millard George E. // *International Journal of Food Microbiology.* — 1988. — Vol. 7, № 2. — P. 87—102.

9. ДСТУ 7357:2013 Молоко та молочні продукти. Методи мікробіологічного контролювання.

10. Пирог Т.П. Загальна мікробіологія: підруч.; 2-е вид., доп. і перероб. / Т.П. Пирог. — К.: НУХТ, 2010. — 632 с.

11. Банникова Л.А. Микробиологические основы молочного производства: підруч. / Л.А. Банникова. — М.: Агропромиздат, 1987. — 400 с.

## СЕЛЕКЦИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ЛАКТОБАКТЕРИЙ С ФЕРМЕНТОВАНОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

**Ц.А. Король**

*Институт продовольственных ресурсов*

*Национальной Академии Аграрных наук Украины, Киев*

**И.А. Козачок**

*Национальный университет пищевых технологий*

*Одним из перспективных направлений получения пробиотических культур является использование ферментированного растительного сырья. На данном этапе работы исследован состав микрофлоры рассолов из ферментированных овощей, в частности, квашеной капусты двух видов и рассола с огурцов. Определено, что наиболее распространенными являются молочнокислые бактерии родов *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*. Для выделения чистых культуры микроорганизмов применены общие микробиологические методы на соответствующих селективных средах. Полученные данные послужат основой для тщательного изучения их биохимических свойств и определения их таксономического положения.*

**Ключевые слова:** *микрофлора, молочнокислые бактерии, рассол, селективные среды, штаммы*

УДК 664.8, 664.9

## RESEARCH OF TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF THE POWDER ZUCCHINI OBTAINED STP-DRYING

**O.V. Nemirich, O.M. Vasheka, A.V. Gavrysh, V.E. Nosenko, S.I. Litvynchuk,**  
*National University of Food Technologies*

**T. A. Tarasenko**

*Kharkov State University of Food Technology and Trade*

---

**Key words:**

zucchini powders,  
convection drying,  
drying the mixed heat supply,  
processing characteristics,  
benefits

**Article history:**

Received 29.04.2015  
Received in revised form  
25.06.2015  
Accepted 30.06.2015

**Corresponding author:**

avnemirich@mail.ru

---

**ABSTRACT**

Researched technological properties of powders with zucchini received drying method the mixed heat supply for further involvement in the process streams production of food and food products. According to the research shows that powder with zucchini, got drying the mixed heat supply, has a higher coefficient of water absorption, the ability to bind water, fat and to form emulsion capacity compared to samples obtained convective method. Hardware design and technological modes the mixed heat supply process is directly proportional to affect the formation of pores and capillaries dried product provides a high rehydration properties. For analysis of IR spectra revealed that the mixed heat supply method enhances the quality of the dried product as opposed to convection. High technological properties of the powder zucchini formed the mixed heat supply method, creating conditions of its use in a wide range of technologies culinary products.

---

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОРОШКУ З КАБАЧКІВ, ОТРИМАНОГО ЗТП-СУШІННЯМ

**О.В. Неміріч, О.М. Вашека, А.В. Гавриш, С.І. Літвинчук, канд. техн. наук, В.Є. Носенко, канд. фіз.-мат. наук**

*Національний університет харчових технологій*

**Т.А. Тарасенко**

*Харківський державний університет харчування та торгівлі*

*Досліджено технологічні властивості порошоків з кабачків: органолептичні, регідратаційні, форми зв'язків вологи, жирутримуюча та емульгуюча здатності. Показано переваги зразків, отриманих способом сушіння зі змішаним теплопідведенням, в порівнянні з конвективним.*

**Ключові слова:** порошки з кабачків, конвективне сушіння, сушіння зі змішаним теплопідведенням, технологічні властивості, переваги.

**Вступ.** Застосування в технології кулінарної продукції овочевих порошоків, що є натуральним продуктом і містить весь спектр есенціальних інгредієнтів, є актуальним. Крім того, використання овочевих порошоків дозволяє уникнути деяких трудомістких операцій, зокрема механічної кулінарної обробки овочевої сировини, поліпшити санітарно-гігієнічні умови здійснення технологічних операцій, скоротити тривалість технологічного процесу приготування страв і кулінарної продукції та розширити їх асортимент.

**Мета досліджень.** Метою роботи є дослідження технологічних властивостей порошоків з кабачків, отриманих способом сушіння зі змішаним теплопідведенням (ЗТП-сушіння), для подальшого залучення до технологічних потоків виробництва страв та кулінарних виробів. Завданнями роботи були: визначення органолептичних, регідратаційних властивостей у полярних середовищах, жируотримуючої та емульгуючої здатностей, форм зв'язків вологи у нативних і відновлених порошках.

**Матеріали та методи.** В дослідженнях обрано порошки з кабачків дисперсністю 50...30 мкм, отримані ЗТП-сушінням [1], як дослід і конвективного сушіння як контроль. Коефіцієнт водопоглинання визначали за допомогою приладу Догадкіна [2]. Вологоутримуючу здатність — методом пресування за діаметром відпресованого відбитку зразка на фільтрувальному папері [3]. Визначення жируотримуючої здатності порошоків визначали за допомогою рефрактометра з використанням  $\alpha$ -монобромнафталіну [4]. Емульгуючу здатність визначали за методикою Гурова О.М., визначаючи точку інверсії фаз [5]. Для досліджень форми зв'язків вологи проводили термогравіметричні вимірювання [6]. ІЧ-спектри досліджували на інфрачервоному аналізаторі марки «Інфрапід-61» [7].

**Результати досліджень.** Кабачки — дешева місцева сировина, що широко районується в регіоні і є поширеною серед овочів в раціоні харчування населення України. Для формування технологічних властивостей овочів було використано спосіб ЗТП-сушіння, який характеризується невеликими економічними та сировинними затратами, а кінцевий продукт — підвищеними споживними властивостями, максимально наближеними до нативної сировини, в порівнянні з продуктами, отриманими іншими способами. З огляду на це досліджено основні технологічні властивості порошоків з кабачків з метою прогнозування їх поведінки в багатоконпонентних харчових системах: органолептичні, регідратаційні, жируотримуюча та емульгуюча здатності.

**Результати досліджень** органолептичних властивостей сушеної сировини наведено в табл. 1. Видно, що на відміну від конвективного сушіння порошок з кабачків ЗТП-сушіння має більш сприйнятні органолептичні властивості, а саме: привабливий колір, легкий аромат і присмак грибів.

Таблиця 1. Органолептичні показники порошоків з кабачків

Показник	Характеристика порошоків з кабачків дисперсністю 50...30 мкм	
	Конвективного сушіння	ЗТП-сушіння
Зовнішній вигляд	Дрібнодисперсна фракція з незначним вкращенням більш крупних часточок	
Смак	Властивий сушеним кабачкам	Властивий сушеним кабачкам, з легким присмаком грибів
Запах	Властивий сушеним кабачкам	Властивий сушеним кабачкам, з легким ароматом грибів
Колір	Від світло-кремового до білого	Жовтий з зеленими вкращеннями
Консистенція	Порошкоподібна дрібнодисперсна	

Однією з основних технологічних властивостей порошоків з кабачків є здатність до регідратації в середовищах, що традиційно прийняті в харчових технологіях: розчинах натрій хлориду (0,5 та 1,7 %), сахарози (1,1 та 5,0 %), етанової кислоти (рН = 4,5), натрій гідрокарбонату (рН = 6) за температури (20 ± 2) та (50 ± 2) °С.

Результати дослідження коефіцієнту водопоглинання (КВ) наведено в табл. 2. Як видно, найбільшим значенням даного показника характеризуються зразки порошоків з кабачків ЗТП-сушіння в порівнянні з конвективним способом. Це пояснюється меншим майже в 1,5 рази остаточним вологовмістом, розміром та формою пор, що забезпечуються особливими умовами ЗТП-сушіння на відміну від конвективного. Підвищення температури середовища до (50 ± 5) °С сприяє покращанню гідратаційної здатності порошоків обох видів сушіння.

Результати дослідження вологоутримуючої (ВУЗ), жируотримуючої (ЖУЗ) та емульгуючої здатностей (ЕЗ) наведено в табл. 3. Під час визначення ЕЗ порошки попередньо відновлювали у воді до масової частки вологи 75, 79 та 82 %, що відповідають вологості подрібнених свіжих овочів.

Встановлено (табл. 3), що аналогічно до водопоглинальної здатності у порошоків з кабачків ЗТП-сушіння виявляються підвищені значення ВУЗ та ЖУЗ в 1,53 і 1,48 разів відповідно на відміну від зразку конвективного сушіння.

Таблиця 2. КВ порошку з кабачків у полярних середовищах

Середовище	Температура, °С	КВ порошку з кабачків, кг/кг	
		конвективного сушіння	ЗТП-сушіння
Натрій гідрокарбонату (рН = 6,0)	20 ± 2	9,2 ± 0,5	12,2 ± 0,5
	50 ± 5	9,5 ± 0,5	13,0 ± 0,5
Розчин етанової кислоти (рН = 4,5)	20 ± 2	9,0 ± 0,5	12,4 ± 0,5
	50 ± 5	9,3 ± 0,5	12,8 ± 0,5
Розчин натрій хлориду 0,5 %	20 ± 2	9,4 ± 0,5	12,9 ± 0,5
	50 ± 5	9,5 ± 0,5	13,7 ± 0,5
Розчин натрій хлориду 1,7 %	20 ± 2	9,0 ± 0,5	12,2 ± 0,5
	50 ± 5	9,5 ± 0,3	13,0 ± 0,3
Розчин сахарози 1,1 %	20 ± 2	9,0 ± 0,5	11,6 ± 0,5
	50 ± 5	9,4 ± 0,5	12,4 ± 0,5
Розчин сахарози 5,0 %	20 ± 2	9,0 ± 0,5	11,8 ± 0,5
	50 ± 5	9,0 ± 0,2	12,2 ± 0,3
Молоко	20 ± 2	9,6 ± 0,5	10,5 ± 0,5
	50 ± 5	10,4 ± 0,5	11,2 ± 0,5

Таблиця 3. Технологічні властивості порошоків з кабачків

Порошок	ВУЗ, %	ЖУЗ, %	ЕЗ, %, модельних систем з масовою часткою вологи, %		
			75	79	83
конвективного сушіння	40 ± 1	25 ± 2	14,0 ± 0,7	16,0 ± 0,8	9,3 ± 0,4
ЗТП-сушіння	61 ± 2	37 ± 1	20,0 ± 0,5	24,2 ± 0,7	13,5 ± 0,6

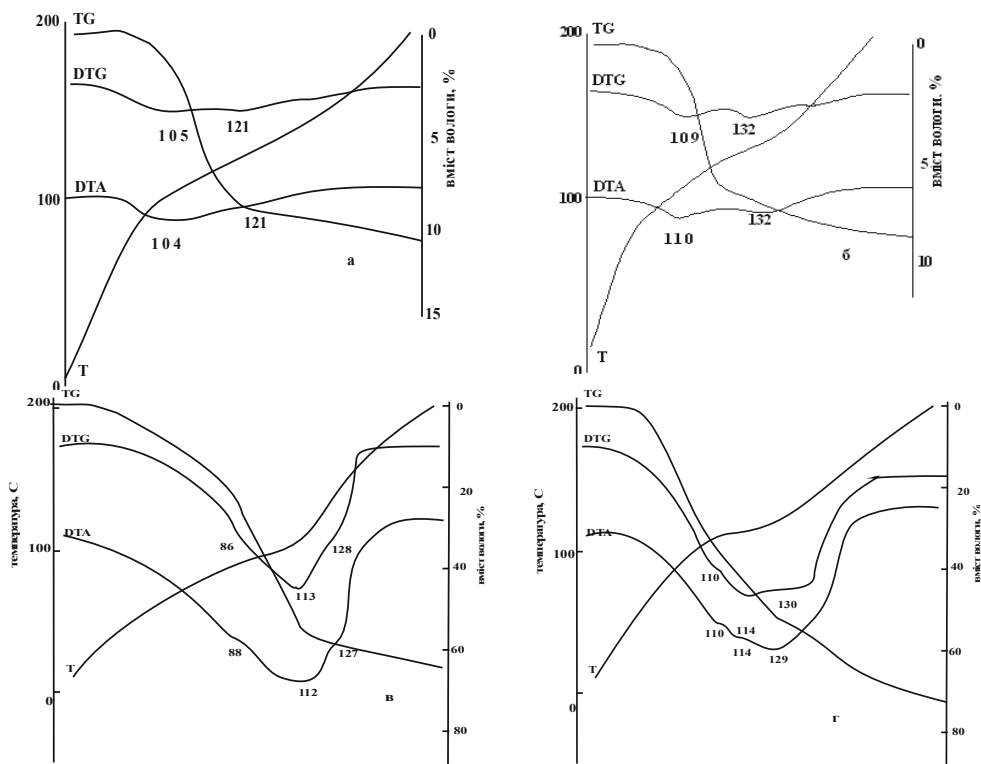
Залежність точки інверсії від вмісту вологи в модельній системі носить екстремальний характер. В інтервалі масової частки вологи 75 та 79 % ЕЗ збільшується у 1,2 разів, за цих умов вміст жиру в системах складає 61,8 % та 65,3 % відповідно. Подальше збільшення вологи з 79% до 83 % призводить до зменшення ЕЗ сушеної овочевої сировини у 1,8 разів, що відповідає вмісту жиру 64,4 % та 50,0 % відповідно.

Висока водопоглинаюча і вологоутримуюча здатності порошку із кабачків, отриманих методом ЗТП-сушіння, обумовлена декількома факторами, а саме: значним вмістом у структурі продукту дрібнодиспергованих частинок із розвиненою пористою поверхнею, а, відповідно, значною площею взаємодії частинок добавки із водною фазою та наявністю складних біополімерних комплексів органічних речовин, що проявляють виражені гідрофільні властивості.

Характеристикою системи пор та здатності поверхні порошоків до взаємодії є кількість зв'язаної вологи у їх структурі після відновлення та міцність утворених зв'язків. Для встановлення впливу способу сушіння на формування поверхні частинки порошку методом термогравіметрії проведено визначення форм зв'язків вологи у нативних порошках та після їх відновлення. За отриманими у ході досліджень дериватограмами (рис. 1), ідентифікували форми зв'язків вологи та розраховували їх відсоткове співвідношення. Аналіз форм зв'язків водної фази з компонентами порошоків здійснювали відповідно до класифікації, запропонованої П.А. Ребіндером [8]. Характер кривих ДТА порошоків із кабачків, отриманих методами конвективного та ЗТП сушіння (рис. 1 а та б), вказує на подібність процесів видалення вологи у дослідних зразках. Характерною особливістю дериваторами порошку із кабачків, отриманого методом ЗТП-сушіння, у порівнянні з контролем є зміщення температурних інтервалів та піків видалення у бік вищих температур. Отримані результати вказують на те, що у невідновленому порошку із кабачків ЗТП-сушіння залишкова волога зв'язана з його компонентами більш міцними зв'язками, ніж у порошку традиційно прийнятого конвективного сушіння.

Дериватограми відновлених порошоків із кабачків (рис. 1 в та г), вказують на залежність здатності зв'язувати та утримувати вологу добавок від способу їх отримання. Так, у порошку ЗТП-сушіння загальна кількість зв'язаної вологи на 12,8 % вища порівняно із контролем. Характер кривої ДТА відновленого порошку ЗТП-сушіння свідчить про видалення вологи із різними енергіями зв'язку (рис. 1 в).

Інтенсивний дифузійний пік, що лежить у широкому температурному діапазоні — (32...167) °С, сформований шляхом накладання температурних інтервалів видалення адсорбційної вологи моно- і полімолекулярних шарів.



**Рис. 1. Дериватограми порошоків із кабачків:**  
 а — конвективного сушіння; б — ЗТП-сушіння; в — конвективного сушіння, відновленого у воді; г — ЗТП-сушіння, відновленого у воді

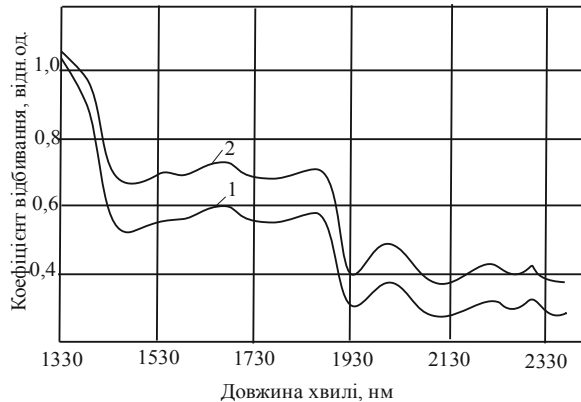
На відміну від порошку ЗТП-сушіння при конвективному способі відбувається формування більш ущільненої (нерозвиненої) структури, яка меншою мірою здатна взаємодіяти з водною фазою. Про це свідчить наявність інтервалу видалення осмотичної вологи у широкому температурному діапазоні — (32...89) °С з піком за 88 °С. У порошок з кабачків ЗТП-сушіння формується розвинена (пориста) поверхня, біополімери сировини за заощадних умов процесу не піддаються значним змінам, що сприяє збереженню їх нативних гідрофільних властивостей. Про це свідчить наявність вологи полі- та мономолекулярних шарів. У відновленому порошок з кабачків ЗТП-сушіння видалення вологи полімолекулярних шарів відбувається у два етапи з максимумами температур 110 та 114 °С. У порівнянні з контрольним зразком порошку з кабачків температурний інтервал видалення міцно зв'язаної адсорбційної вологи мономолекулярних шарів зміщений у бік вищих температур (113...167 °С).

Отже, отримані результати досліджень вказують, що використання методу ЗТП-сушіння сприяє формуванню високих регідратаційних властивостей порошку з кабачків, що відрізняються більшою в 1,2 рази здатністю зв'язувати вологу міцними зв'язками у порівнянні з конвективним сушінням.

Дані, отримані термогравіметричним методом, корелюють з результатами досліджень порошоків з кабачків, отриманих різними методами, за використання методу ІЧ-спектроскопії. Отримані результати визначення коефіцієнту відбивання дослідних овочевих порошоків наведено на рис. 2.

Проведені дослідження показали, що спектральний розподіл зразків, висушених різними способами, свідчить про різний вміст в них вологи. Також різна інтенсивність вказує і на різну кількість білка, макро- і мікроелементів в дослідних зразках.





**Рис. 2. Коефіцієнти відбивання порожків з кабачків, отриманих способами:**  
1 — ЗТП-сушіння; 2 — конвективного сушіння

Аналіз ІЧ-спектрів у середній області ІЧ-випромінювання показав наявність характеристичної смуги валентних коливань перокси-ефірів, кетонів та спряжених ациклических ангідридів ( $1743 \text{ см}^{-1}$ ). У контролі її відносна інтенсивність у 1,8...2,2 рази більша порівно із порошком кабачків, отриманого конвективним способом сушіння. Інтенсивність ІЧ-спектрів поглинання ефірів б- та в-ненасичених аліфатичних кислот ( $1174,5 \text{ см}^{-1}$ ) у контролі більша у 2,0...2,4 рази. За інтенсивністю смуг валентних ( $3463,6 \text{ см}^{-1}$  та  $3427,9 \text{ см}^{-1}$ ) та деформаційних коливань ( $1648,2 \text{ см}^{-1}$  та  $1652,7 \text{ см}^{-1}$ ), характерних для груп -ОН, встановлено, що у порошок з кабачків ЗТП-сушіння відносна кількість поверхнево адсорбованої водної фази у 2 рази більша порівняно із порошком кабачків, отриманого конвективним способом сушіння. Тобто можна зробити висновок, що спосіб ЗТП-сушки дозволяє отримати більш якісний склад сушених продуктів на відміну від конвективного.

Таким чином, високі технологічні властивості порошку з кабачків, сформовані ЗТП-сушінням, створюють передумови його широкого використання в низці технологій кулінарної продукції.

#### **Висновки.**

1. Встановлено, що порошок з кабачків, отриманий ЗТП-сушінням, має більш привабливі органолептичні, підвищені регідратаційні властивості, жирутримуючу та емульгуючу здатності в порівнянні з порошком традиційного конвективного способу.

2. Апаратурне оформлення та технологічні режими процесу ЗТП-сушіння прямо пропорційно впливають на формування пор та капілярів, що сприяє формуванню високих регідратаційних властивостей порошку з кабачків, які відрізняються більшою в 1,2 рази здатністю зв'язувати вологу міцними зв'язками у порівнянні з конвективним сушінням.

3. За аналізом ІЧ-спектрів встановлено, що спосіб ЗТП-сушки дозволяє отримати більш якісний склад сушених продуктів на відміну від конвективного.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. *Погожих Н.И.* Научные основы теории и техники сушки пищевого сырья в массообменных модулях. Специальность 05.18.12 — процессы и оборудование пищевых, микробиологических и фармацевтических производств. — Харьков, 2002. — 365 с.

2. *Крайнюк Л.Н.* К вопросу о совершенствовании методики определения водосвязывающей способности мяса и мясopодуктов / Л.Н. Крайнюк и др. // Прогресивні технології та удосконалення процесів харчових виробництв : зб. наук. праць / ХДАТОХ. — Харків, 2000. — Ч.1 — С. 119—123.

3. *Антипова Л.В.* Методы исследования мяса и мясных продуктов / Л.В. Антипова, И.А. Глотова, И.А. Рогов. — М. : Колос. 2001 — 571 с.

4. *Горальчук А.Б.* Технологія термостабільних емульсійних соусів на основі овочевої сировини [Текст]: Монографія / А.Б. Горальчук, П.П. Пивоваров; Харківський державний університет харчування та торгівлі. — Х., 2010. — 123 с.

5. *Лабораторний практикум з технології хлібопекарного та макаронного виробництва* : навч. посібник / В.І. Дробот, Л.Ю. Арсеньєва, О.А. Білик та інш. — К.: Центр навчальної літератури, 2006. — 341 с.

6. *Преч Э.* Определение строения органических соединений. Таблицы спектральных данных / Э. Преч, Ф. Бюльманн, К. Аффольтер; пер. с англ. Б.Н. Тарасевич. — М.: Мир, 2006. — 438 с.

7. *Ребиндер П.А.* О формах связи влаги с материалом в процессе сушки / П.А. Ребиндер // Интенсификации процессов и улучшение качества материалов: Всесоюз. совещ. 12—14 сент. 1958: Труды — 1958. — М. : Промиздат. — С. 14.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОРОШКА ИЗ КАБАЧКОВ, ПОЛУЧЕННОГО СТП-СУШКОЙ

**А.В. Немирич, О.Н. Вашека, А.В. Гавриш, В.Е. Носенко, С.И. Литвинчук**  
*Национальный университет пищевых технологий*

**Т.А. Тарасенко**

*Харьковский государственный университет питания и торговли*

*Исследованы технологические свойства порошков из кабачков: органолептические, регидратационные, жиродерживающая и эмульгирующая способности, формы связи влаги. Показаны преимущества образцов, полученных способом сушки со смешанным теплоподводом, в сравнении с конвективным.*

**Ключевые слова:** порошки из кабачков, конвективная сушка, сушка со смешанным теплоподводом, технологические свойства, преимущества.

УДК 635.085.55

# CONTROL THE DEGREE OF COMMINUTION

O. Shapovalenko, O. Yevtushenko, M. Kozhevnikova

National University of Food Technologies

Key words:	ABSTRACT
<p>comminution, grain, humidity, modulus particle size, grinding.</p>	<p>The article presents the results of experimental studies of the process of grinding grain and oilseeds, as well as mixtures in different proportions. Recommended creation cereal mixtures with further grinding to the required parameters.</p>
<p><b>Article history:</b> Received 24.09.2015 Received in revised form 18.09.2015 Accepted 29.09.2015</p>	<p>The results helped to calculate the size of the products grinding module, set the type of comminution. Recommended settings to achieve the module size for sunflower seeds and corn.</p>
<p><b>Corresponding author:</b> kozhevnikovam@i.ua</p>	<p>Reached values of module size, typical for the middle grinding. In the second phase of research was conducted crushing oilseeds and corn at change of humidity. Creating original mixes of sunflower seeds and corn, followed by grinding. Also in the article results crushing sunflower and corn at change of humidity.</p>

## КОНТРОЛЬ СТУПЕНЯ ПОДРІБНЕННЯ

**О.І. Шаповаленко, д-р техн. наук,**

**О.О. Євтушенко, канд. техн. наук,**

**М.І. Кожевнікова, аспірант**

Національний університет харчових технологій

*В статті наведені результати експериментальних досліджень процесу подрібнення зернової та олійної сировини, а також їх сумішей у різних співвідношеннях. Рекомендовано створення зернових сумішей з подальшим їх подрібненням до необхідних параметрів. Отримані результати, дали змогу розрахувати модуль крупності продуктів подрібнення, встановити вид помелу. Також в статті наведено результати подрібнення соняшнику та кукурудзи при зміні їх вологості.*

**Ключові слова:** подрібнення, зерно, вологість, модуль крупності, помел.

**Вступ.** Під подрібненням розуміють процес поділу твердого тіла на частини механічним шляхом під дією зовнішніх сил. При подрібненні фуражного зерна утворюється значна кількість дрібних частинок з розвинутою поверхнею, які більш ефективно засвоюються тваринами. Якість подрібнення зернової сировини оцінюється ступенем подрібнення.

Подрібнення є найбільш поширеною операцією в технологічному процесі підготовки зернової сировини на виробництві. В результаті подрібнення утворюється багато частинок з великою загальною площею поверхні, що сприяє прискоренню травлення і засвоєння поживних речовин.

Розрізняють три ступені подрібнення зернової сировини: дрібний (на ситі з отворами діаметром 3 мм залишається до 5 % сировини), середній (12 % залишку) та крупний (більше 30 % залишку) [1].

При застосуванні різних форм механічної дії, спрямованої на руйнування дисперсної структури, створюється можливість для керування її структурно-механічними властивостями, що свідчить про складні конформаційні та деструктивні перетворення біополімерів рослинної сировини [2].

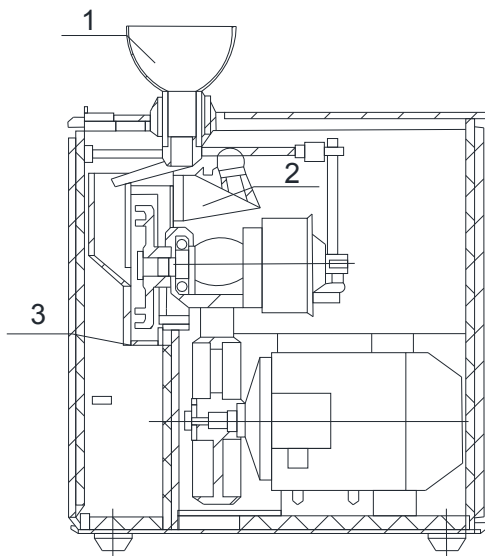
Перспективним є використання такого обладнання, яке дозволяє скоротити тривалість технологічного процесу, зменшити його енергоємність і підвищити ступінь подрібнення. Для цього подрібнювальні машини повинні забезпечити реалізацію процесів подрібнення

зернових, які одночасно поєднують пластичне деформування оболонок зерен і крихке деформування їхніх ядер, що сприяє зменшенню енерговитрат при подрібненні [3].

Для визначення оптимального співвідношення показників якості кормів потрібні відповідні інженерні розрахунки з урахуванням основ теорії подрібнення кормів.

Матеріали і методи. Сировиною для дослідження було обрано насіння соняшнику (ДСТУ 4694:2006), зерно кукурудзи (ДСТУ 4525:2006), насіння льону олійного (ГОСТ 10582-76) та їх суміші.

Подрібнення проводилось на лабораторному млині ЛМ-2 (рис. 1).



**Рис. 1. Схема лабораторного млина ЛМ-2:**

1 — воронка, 2 — вібротокот, 3 — розмельна камера

Лабораторний млин ЛМ-2 призначений для подрібнення зерна будь-яких культур вологістю не більше 25,0 %. Продукт, який підлягає подрібненню, надходить у завантажувальну воронку 1, звідти — на вібротокот 2, який подає його з заданою продуктивністю в розмельну камеру 3. Під дією тригранних молотків продукт подрібнюється, а подрібнена маса просівається через сито і по матеріалопроводу надходить в циклон. Інтенсивність повітряного потоку регулюється заслінкою.

Технічні характеристики ЛМ-2:

- Діаметр розмельного органу, мм — 140.
- Радіальний зазор між розмельними органом і ситом, мм — 3.
- Споживана потужність, кВт, не більше — 0,6.
- Габаритні розміри, мм — 445 × 342 × 630.
- Маса, кг — 60.

Крупність розмелу визначали просіюванням 100 г наважки на наборі сит з отворами діаметром 1, 2, 3 та 5 мм з подальшим зважуванням отриманих сходів із кожного сита з точністю до 0,1 г, після чого розраховували модуль крупності.

Результати. На першому етапі досліджень було проведено подрібнення зернової сировини та їх сумішей без зміни їх початкової вологості. Результати подрібнення наведено в таблиці 1.

Аналіз результатів досліджень, наведених в табл. 1, свідчить про те, що ефективність подрібнення насіння льону в порівнянні з іншими зразками є найбільшою (маса проходу сита з отворами діаметром 3 мм становить 99,5 г).

Таблиця 1. Якість подрібнення зернової сировини

Назва продуктів	Маса сходових продуктів, г					Механічні втрати, г
	5 мм	3 мм	2 мм	1 мм	Піддон	
Соняшник 100 %	2,7	19,1	23,0	25,3	28,5	0,4
Льон 100 %	0	0	21,9	45,2	31,4	0,5
Кукурудза 100 %	0,6	9,8	20,9	38,4	29,7	0,6
Соняшник-льон 50/50 %	1,0	11,1	20,0	35,1	31,8	1,0
Соняшник-кукурудза 50/50 %	1,3	16,5	20,4	27,1	34,5	0,2
Кукурудза-льон 50/50 %	0,2	5,5	19,9	37,5	36,5	0,4
Кукурудза-льон-соняшник 33/33/33 %	0,7	10,0	18,5	33,2	36,2	1,4

Отримані результати (табл. 1), дали змогу також розрахувати модуль крупності продуктів подрібнення, який свідчить про середній розмір частинок, використовуючи формулу 1:

$$X = \frac{X_0 \cdot \frac{d_1}{2} + X_1 \cdot \frac{d_1 + d_2}{2} + \dots + X_{n-1} \cdot \frac{d_{n-1} + d_n}{2}}{\sum_{i=0}^n X_i}, \text{ мм} \quad (1)$$

де  $X_0$  — прохід через сито з мінімальним розміром отворів, г,  $X_{1,2,n}$  — залишок на ситах з діаметром отворів  $d_1, d_2, d_n$  відповідно, г.

Модуль крупності прогнозований визначався як середнє арифметичне значення отриманих експериментальних даних при подрібненні 100 % сировини в залежності від її співвідношення в суміші. Результати досліджень наведено в табл. 2.

Таблиця 2. Модуль крупності продуктів подрібнення

Назва продуктів	Модуль крупності, мм	
	Прогнозований	Експериментальний
Соняшник 100 %	—	2,0
Льон 100 %	—	1,4
Кукурудза 100 %	—	1,7
Соняшник-льон 50/50 %	1,7	1,7
Соняшник-кукурудза 50/50 %	1,9	1,8
Кукурудза-льон 50/50 %	1,6	1,5
Кукурудза-льон-соняшник 33/33/33 %	1,7	1,6

Модуль крупності для соняшника, льону та кукурудзи відповідно становив 2,0 мм — крупний помел; 1,4 мм і 1,7 мм — середній помел. При порівнянні розрахункових та фактичних значень можна відзначити, що прогнозований модуль крупності та експериментальний співпали лише для суміші соняшник-льон 50/50 % (1,7 та 1,7 мм), що може бути пояснене 1 % механічними втратами (табл. 1).

При подрібненні всіх інших сумішей спостерігається позитивна динаміка щодо зменшення фактичного модуля крупності на 0,1 мм. При створенні початкової суміші соняшник-кукурудза 50/50 % з подальшим її подрібненням вдалось досягти одразу значення модуля крупності 1,8 мм, характерного для середнього помелу, на відміну від прогнозованого 1,9 мм (крупний помел).

Таким чином, за результатами контролю якості подрібнення олійної та зернової сировини можна рекомендувати створення попередніх зернових сумішей з подальшим їх подрібненням до необхідних параметрів.

На другому етапі досліджень було проведено подрібнення насіння соняшника та зерна кукурудзи при зміні їх вологості. Результати досліджень наведено на рис. 2 та 3.

Аналіз результатів досліджень, які наведені на (рис. 2) свідчить про те, що при збільшенні вологості від початкової 6,4 % до 9,4 % ступінь подрібнення соняшника зростає від 2,0 мм до 3,0 мм, що можна пояснити більшою пластичністю оболонки та ядра. Всі чотири зразки належать до крупного помелу.

Подібні результати досліджень модуля крупності було отримана і для зерна кукурудзи (рис. 3). Для неї середньозважений розмір частинок змінювався від 1,7 мм до 3,0 мм, при збільшенні вологості від 11,1 % до 14,1 %. Таким чином, помел зерна кукурудзи змінився з середнього (модуль крупності 1,7 мм) до крупного (модуль крупності 3,0 мм).

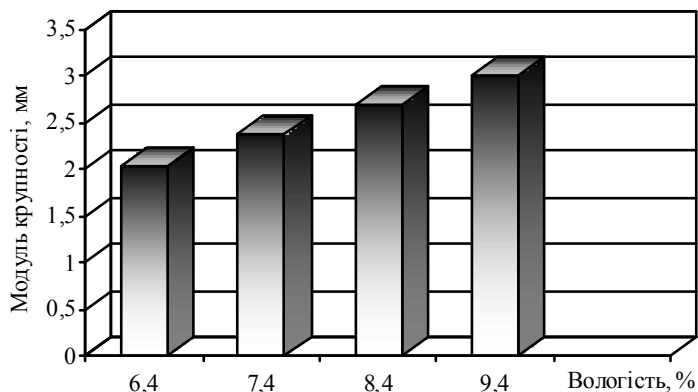


Рис. 2. Середньозважений розмір частинок насіння соняшника

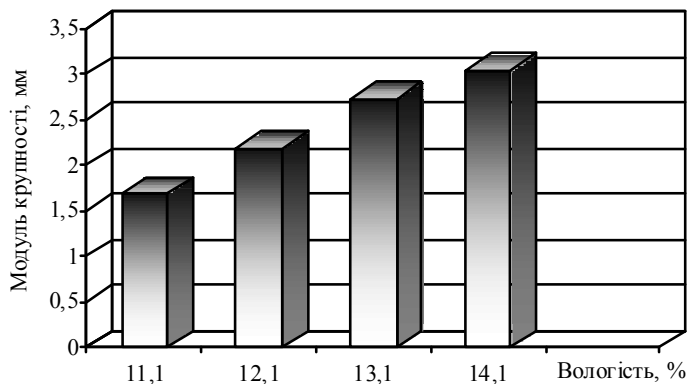


Рис. 3. Середньозважений розмір частинок зерна кукурудзи

Для ефективнішого процесу змішування сумішей необхідним фактором є подібність компонентів за крупністю, тому можна рекомендувати для суміші соняшник-кукурудза 50/50 % попереднє подрібнення насіння соняшнику при вологості 9,4 % та зерна кукурудзи при вологості 14,1 %, оскільки при цьому модуль крупності для кожного з них дорівнюватиме 3,0 мм.

Висновки. Ступінь подрібнення для соняшника, льону та кукурудзи відповідно становив 2,0 мм — крупний помел; 1,4 мм і 1,7 мм — середній помел.

При створенні початкової суміші соняшник-кукурудза 50/50 % з подальшим її подрібненням було досягнуто одразу значення модуля крупності 1,8 мм, характерного для середнього помелу, на відміну від прогнозованого 1,9 мм (крупний помел).

Таким чином, за результатами контролю якості подрібнення олійної зернової сировини можна рекомендувати створення попередніх зернових сумішей з подальшим їх подрібненням до необхідних параметрів.

При збільшенні вологості вихідної сировини було визначено зростання модуля крупності. Рекомендованими параметрами вологості для досягнення модуля крупності на рівні 3,0 мм для насіння соняшнику є 9,4 %, а для зерна кукурудзи — 14,1 %.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Бойко Ю.І. Дослідження процесу подрібнення зернових продуктів і розроблення нової конструкції кулькового подрібнювача : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.12 / Бойко Юрій Іванович ; НУХТ. — К., 2006. — 20 с.

2. *Сельскохозяйственный* машины и оборудование. Машиностроение: Энциклопедия. // Под ред. И.П. Ксеновича. — М.: Машиностроение, 2002. Т.IV — 16. — 720с.

3. *Сімахіна Г.О.* Підвищення біодоступності нутрієнтів зерна шляхом механоактивування / Г.О. Сімахіна, О.М. Корихалова // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства та торгівлі : зб. наук. пр. — 2009. — Вип. 2(10). — С. 431—435.

## КОНТРОЛЬ СТЕПЕНЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ

**О.И. Шаповаленко, О.А. Евтушенко, М.И. Кожевникова**

*Национальный университет пищевых технологий*

*В статье приведены результаты экспериментальных исследований процесса измельчения зернового и масличного сырья, а также их смесей в различных соотношениях. Рекомендовано создание зерновых смесей с последующим их измельчением до необходимых параметров. Полученные результаты, дали возможность рассчитать модуль крупности продуктов измельчения, установить вид помола. Также в статье приведены результаты измельчения подсолнечника и кукурузы при изменении их влажности.*

**Ключевые слова:** *измельчение, зерно, влажность, модуль крупности, помол.*

# HEAT TRANSFER PROCESSES EVAPORATION IN DOWNSTREAM FILM FLOWS OF SUGAR SOLUTIONS

V.P. Petrenko, O.M. Riabchuk, M.M. Myroshnik

National University of Food Technologies

---

**Key words:**

heat transfer, modelling, sugar solutions, interfacial friction, downstream film flows

**Article history:**

Received 16.09.2015  
Received in revised form 29.09.2015  
Accepted 7.10.2015

**Corresponding author:**

Petrenkovp@ukr.net

---

**ABSTRACT**

The complex of experimental studies on downstream liquid heat transfer has been carried out in the experimental unit which allows for the independent formation of phase flow rates, heat flux and concentration. The modified hydrodynamic model of parabolic viscous turbulence distribution outside laminar sublayer has been proposed, which led to the development of the liquid film heat transfer coefficient calculational methods within a rang of the evaporation form the interface. The empirical correlation which allows to calculate heat transfer to the films of water and sugar solutions are proposed, valid in all heat transfer modes, applicable in a wide range of pressure, vacuum and liquid film viscosity. The correlation for the determination of interfacial friction in the downstream film flows of water and sugar solutions at low pressure and vacuum was developed. It is valid for adiabatic and diabatic flows in the pipes of different diameters.

---

## ТЕПЛОБМІН В ПРОЦЕСАХ КИПІННЯ ТА ВИПАРОВУВАННЯ З ВІЛЬНОЇ ПОВЕРХНІ ПЛІВОК ЦУКРОВИХ РОЗЧИНІВ В НИЗХІДНИХ КІЛЬЦЕВИХ ПОТОКАХ

В.П. Петренко, О.М. Рябчук, М.М. Мирошник, канд. техн. наук

Національний університет харчових технологій

*Наведені результати моделювання теплообміну та міжфазного тертя в режимах випаровування з вільної поверхні та кипіння плівок цукрових розчинів, та відповідні рівняння для їх розрахунку.*

**Ключові слова:** теплообмін, моделювання, цукрові розчини, міжфазне тертя, низхідні кільцеві потоки

**Вступ.** Одним з основних напрямків енергозберігаючих технології — глибоке використання ВЕР, де превалює частка тепла низького потенціалу. Особливого значення набуває проблема використання ВЕР в цукровій галузі, де експлуатуються потужні випарні установки, хвостова частина яких споживає розріджену пару. За даних умов традиційний спосіб концентрування соків у випарних апаратах Роберта проблематичний, внаслідок наявності значної гідростатичної температурної депресії та низької інтенсивності тепловіддачі при кипінні в трубах в'язких сиропів в режимі природної циркуляції. Зазначені недоліки відсутні в плівкових випарних апаратах, якими комплектуються сучасні випарні установки, методи розрахунку яких в області високих концентрацій під розрідженням недосконалі.

Експериментальних робіт з теплообміну в низхідних кільцевих потоках в зазначеному діапазоні режимних параметрів мало; до того ж, моделювання двофазових потоків здійснювалось на установках, що копіювали реальний випарний апарат, де неможливо відокремити ряд впливових на теплообмін та гідродинаміку факторів.



**Матеріали та методи.** Теоретичні роботи по теплообміну в насичених до температури кипіння плівках в режимі випаровування з вільної поверхні базуються на напівемпіричних моделях турбулентності, особливістю яких є експериментально зафіксований факт пригнічення інтенсивності турбулентних пульсацій міжфазною поверхнею [1, 2, 3], а аналіз тепло-гідродинамічних процесів в турбулентних плівках здійснюють на основі пошарової моделі руху пристінної плівки [4, 5]

Вважаючи на складність аналізу на основі згаданих вище моделей турбулентності, видається ефективною проста модель розподілу турбулентної в'язкості, запропонованої М.Д. Мілліонщиківим [6], згідно якої існує ламінарий прошарок товщиною  $\delta_n^+ = 7,8$ , та турбулентний з параболічний профілем турбулентної в'язкості  $\frac{v_t}{v} = 0,39(\eta\delta_n^+ - \delta_n^+)(1 - \eta)$  в діапазоні  $\frac{7,8}{\delta_n^+} \leq \eta \leq 1$ . Якщо постійний коефіцієнт у співвідношенні М.Д. Мілліонщикова замінити на функцію  $\varepsilon_m = f(\text{Re}, \text{Re}_2)$ , то останній вираз набуває вигляду

$$\frac{v_t}{v} = \varepsilon_m (\eta\delta_n^+ - \delta_n^+)(1 - \eta), \quad (1)$$

і стає кореляцією по теплообміну в насичених до температури кипіння плівках розчинів в турбулентному режимі руху, розподіл температури в якій можна знайти з виразу

$$q = -\frac{\lambda}{\delta_n} \left( 1 + \frac{\text{Pr}}{\text{Pr}_t} [\varepsilon_m (\eta\delta_n^+ - \delta_n^+)(1 - \eta)] \right) \frac{dt}{d\eta} \quad (2)$$

Вважаючи, що  $q = \frac{\lambda}{\delta_n \eta_n} (t_{cm} - t_n)$ , інтегруючи (2), отримуємо

$$\alpha = \frac{q}{t_{cm} - t_i} = \left( \frac{\lambda R_m}{\delta_n} \right) \left\{ \eta_n R_m - 2 \left[ \arctg \left( \frac{\text{Pr}}{\text{Pr}_t} \varepsilon_m \frac{\delta_n^+ - \delta_n^+}{R_m} \right) - \arctg \left( \frac{\text{Pr}}{\text{Pr}_t} \varepsilon_m \frac{\delta_n^+ (2\eta_n - 1) - \delta_n^+}{R_m} \right) \right] \right\}^{-1}, \quad (3)$$

$$\text{де } R_m = \sqrt{\left( \frac{\text{Pr}}{\text{Pr}_t} \right)^2 \varepsilon_m^2 (2\delta_n^+ \delta_n^+ - \delta_n^{+2} - \delta_n^{+2}) - 4 \left( \frac{\text{Pr}}{\text{Pr}_t} \right) \varepsilon_m \delta_n^+}.$$

При цьому, постулюється, що термічний опір тепловіддачі зосереджено в неперервному шарі плівки, а поверхневі хвилі виконують роль її турбулізатора, що реалізується через міжфазну дотичну напругу  $\tau_p$ .

Для замикання даної моделі теплоперенесення, на основі якої отримано співвідношення (3) та отримання явного виду функції  $\varepsilon_m = f(\text{Re}, \text{Re}_2)$ , крім даних з інтенсивності теплообміну необхідні залежності для  $\tau_p$  та товщини неперервного шару плівки  $\delta_n$  в умовах наявності супутнього парового потоку.

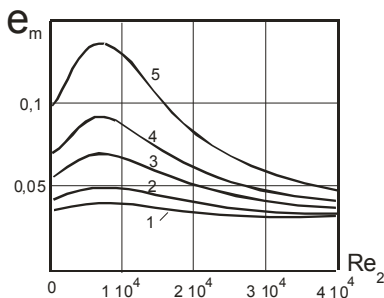
Дослідження тепло-гідродинамічних процесів в низхідних кільцевих потоках виконані на вертикальній трубі із нержавіючої сталі діаметром 22 x 1 мм довжиною 1,5 м з ділянкою стабілізації 1 м, та дослідною ділянкою довжиною 0,5 м, на якій забезпечувалось незалежне формування витрат фаз, концентрацій, температурного напору та розрідження. Модельні рідини — вода та цукрові розчини концентрацією до 72 %, об'ємна щільність зрошення яких змінювалась від  $0,04 \cdot 10^{-3}$  до  $0,55 \cdot 10^{-3}$  м<sup>2</sup>/с. Діапазон зміни швидкості парової фази — 1...45 м/с, розрідження — 0...0,8 бар, чисел Прандтля — 1,7...290. Нагрівання дослідної та стабілізаційної ділянок здійснювалось сухою насиченою паром. Вимірювались: температура стінки труби, температура парового ядра, середньомасова температура плівки, витрати фаз, перепад тиску, розрідження, товщина неперервного шару плівки, тепловий потік.

**Результати досліджень.** В результаті аналізу отримана функція  $\varepsilon_m = f(\text{Re}_1, \text{Re}_2)$ , за якої має місце відповідність розрахункових, за співвідношенням (3), та дослідних даних з інтенсивності тепловіддачі в режимі випаровування з вільної поверхні плівки при супутньому паровому потоці за умови  $\text{Pr}_t = 1$

$$\varepsilon_m = 0,03 + \left\{ \frac{0,7 \cdot 10^{-4} \operatorname{Re} (10 + 3 \cdot 10^{-3} \operatorname{Re}_2)^{1,05} \left(\frac{v}{v_b}\right)^{1,1}}{1,5 (30 + 0,05 \operatorname{Re}_2)^{0,2} \left[ \operatorname{Re}_2 \left( 5 \cdot 10^{-4} - \frac{3 \cdot 10^{-3}}{\operatorname{Re}_2^{0,3}} \right) \right]^{2,3} + \frac{40}{(0,25 \operatorname{Re})^{0,07}}} \right\}, \quad (4)$$

яка коректна в діапазоні витрат фаз  $0,05 \cdot 10^{-3} \leq \Gamma_v \leq 0,55 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$ ;  $0,5 \leq u_2 \leq 45 \text{ м/с}$ .

Графічно залежність (4) для води наведена на рис. 1.

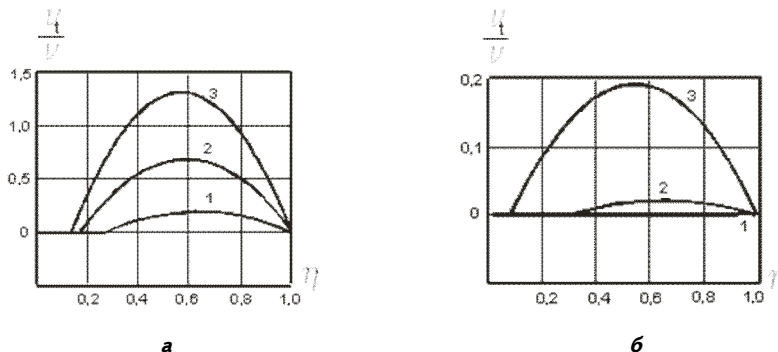


**Рис.1. Залежність  $\varepsilon_m = f(\operatorname{Re}_2)$**

**за співвідношенням (4) для води при  $t = 100 \text{ }^\circ\text{C}$ .**

1 —  $\Gamma_v = 0,05 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$ ; 2 —  $0,1 \cdot 10^{-3}$ ; 3 —  $0,2 \cdot 10^{-3}$ ; 4 —  $0,3 \cdot 10^{-3}$ ; 5 —  $0,5 \cdot 10^{-3}$ ;

Графіки залежність розподілу турбулентної в'язкості згідно (1, 4) наведені на рис. 2



**Рис. 2. Залежність  $\frac{v_t}{v} = f(\eta)$  за співвідношеннями (1, 4):**

**а** — вода при  $t = 100 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $u_2 = 10 \text{ м/с}$ ; **б** — цукровий сироп  $\text{CP} = 70 \%$ ;  $t = 100 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $u_2 = 10 \text{ м/с}$ .

1 —  $\Gamma_v = 0,1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$ ; 2 —  $0,3 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$ ; 3 —  $0,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$ .

Результати вимірювань товщини неперервного прошарку плівки води та цукрових розчинів узагальнені рівнянням

$$\delta_n = \left[ \left( \frac{3\Gamma_v v}{g} \right)^{1/3} - 0,9 \cdot 10^{-8} \operatorname{Re}^{0,95} \right] \left[ \exp(-10^{-5} \operatorname{Re}_2) \right]. \quad (5)$$

Коефіцієнт міжфазного тертя  $\xi_j$  отримано з аналізу як власних експериментальних даних, так і даних інших авторів, які моделювали водо-повітряні потоки в трубах різних діаметрів

$$\xi_i = \xi_c + 3 \cdot 10^{-3} + 4 \cdot 10^{-2} K_\delta + \frac{627(d_o / d)}{Fr_2^{1,26} \{ \exp(1 / S) - 1 \}}, \quad (6)$$

де  $S = (Fr_2 - H^{1,1} \sqrt{d / d_o}) 1,25 \cdot 10^{-2} K_\delta^{1,5}$ ;  $K_\delta = \sqrt[6]{\frac{\Gamma_v^3 v}{g^2} \sqrt{\frac{g \rho}{\sigma}}}$ ;  $H = \sqrt{\frac{\rho \sigma}{g d^2 \rho_2^2}}$ ;  $d_o = 0,013$  м;

$\xi_c = \frac{0,316}{Re_2^{0,25}}$  — коефіцієнт гідравлічного тертя на суху стінку.

Відповідно, дотична напруга на міжфазній поверхні розраховується як  $\tau_i = \xi_i \rho_2 \frac{u_2^2}{8}$ .

Співвідношення (6) дійсне при  $Fr_2 - H^{1,1} \sqrt{d / d_o} \geq 0$ . В іншому випадку  $\xi_i = \xi_c + 3 \cdot 10^{-3} + 4 \cdot 10^{-2} K_\delta$ .

Порівняння результатів розрахунку інтенсивності тепловіддачі в режимі випаровування з вільної поверхні за співвідношеннями (3, 4, 5, 6) для води та цукрового розчину з концентрацією 70 % при атмосферному тиску наведено на рис. 3, 4.

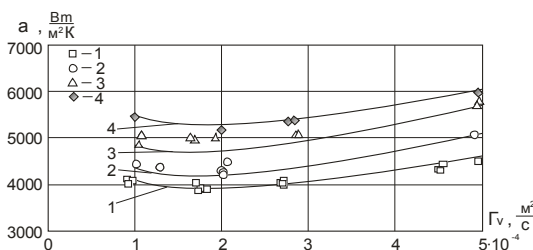


Рис. 3. Залежність  $\alpha = f(\Gamma_v)$  для води при різних значеннях швидкості пари

Лінії відповідають розрахунку за співвідношеннями (3, 4, 5, 6), 1 —  $u_2 = 5$  м/с; 2 — 12; 3 — 20; 4 — 30.

Експериментальні точки відповідають тим же значенням швидкості пари при  $t = 100$  °С

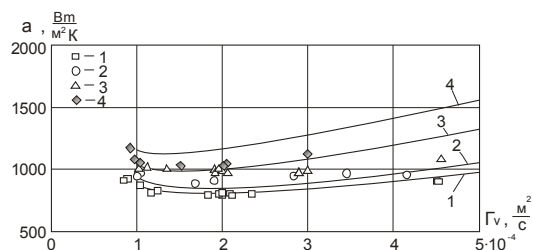


Рис. 4. Залежність  $\alpha = f(\Gamma_v)$  для цукрових розчинів концентрацією 70 % при різних значеннях швидкості пари

Лінії відповідають розрахунку за співвідношеннями (3, 4, 5, 6), 1 —  $u_2 = 5$  м/с; 2 — 12; 3 — 20; 4 — 30.

Отримані залежності (3, 4) справедливі в режимі випаровування з вільної поверхні за умови відсутності поверхневого кипіння. Аналіз даних показав, що перехід до поверхневого кипіння в плівці води відбувається, якщо досягнута гранична різниця температур між стінкою та ядром потоку рівній  $\Delta t_{\min} = \frac{2\sigma T_{\text{нас}}}{r \rho_2 R_c}$  при розмірах мікрозаглиблень на поверхні теплообміну радіусом  $R_c = 0,5 \cdot 10^{-5}$  м. В разі кипіння цукрових розчинів мінімальна різниця температур повинна бути більша на величину фізико-хімічної температурної депресії  $\Delta f_x(\overline{CP})$  при середній масовій концентрації  $\overline{CP}$ .

$$\Delta t_{\min} = \frac{2\sigma T_{\text{нас}}}{r\rho_2 R_c} + \Delta\phi x(CP) \quad (7)$$

Ефект інтенсифікації теплообміну в діапазоні  $\Delta t \geq \Delta t_{\min}$ , внаслідок виникнення поверхневого кипіння, враховується множником:

$$K_b = 1 + 0,4 \left( \frac{\Delta t - \Delta t_{\min}}{\Delta t_{\min}} \right)^{1,2}, \quad (8)$$

на який слід помножити вираз (3). Якщо температурний напір не перевищує граничного значення  $\Delta t \leq \Delta t_{\min}$ , то величина  $K_b = 1$ .

Для інженерних розрахунків коефіцієнт тепловіддачі до насичених плівок води та цукрових розчинів з концентрацією до 72 % в режимах як випаровування з вільної поверхні, так і поверхневого кипіння з супутним паровим потоком і без нього, при незначному тиску та розрідженні пропонується визначати за спрощеним емпіричним рівнянням,

$$Nu = 1,1 Re^{-\frac{1}{3}} \frac{0,85 + 0,01 Pe^{0,2} + 4,5 \cdot 10^{-4} Pe^{0,86} Pr^{-0,2} \left( \frac{L}{L_0} \right)^{0,1}}{\exp(-1,2 \cdot 10^{-5} Re_n)} K_b \quad (9)$$

справедливого в усьому дослідженому діапазоні зміни витрат фаз. ( $L_0 = 1,5$  м).

Порівняння дослідних даних з інтенсивності тепловіддачі до плівок води та цукрових розчинів з результатами розрахунку по співвідношенню (9) наведено на рис. 5, 6, 7.

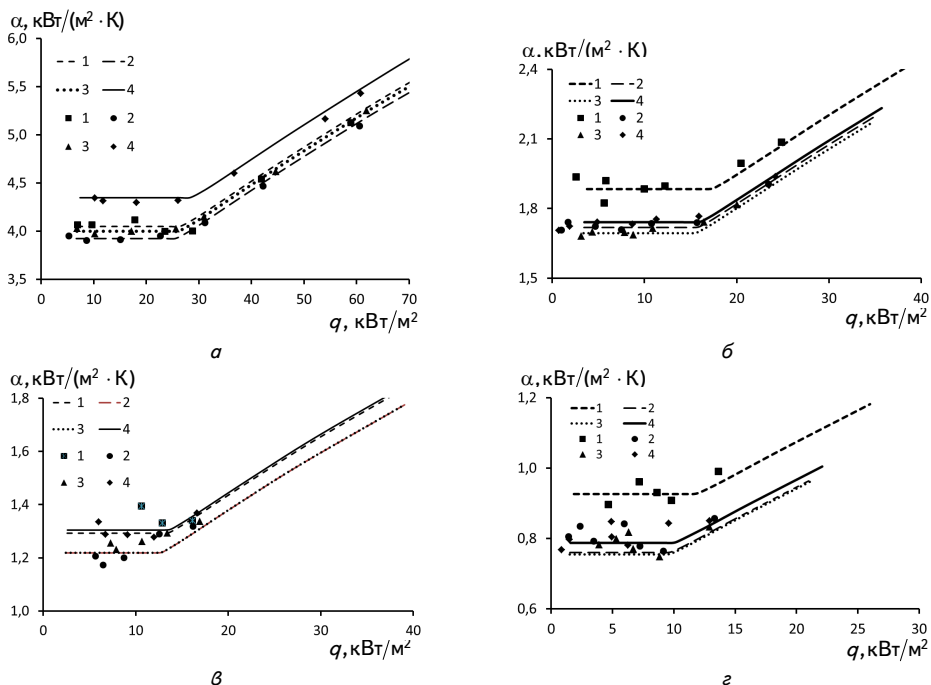
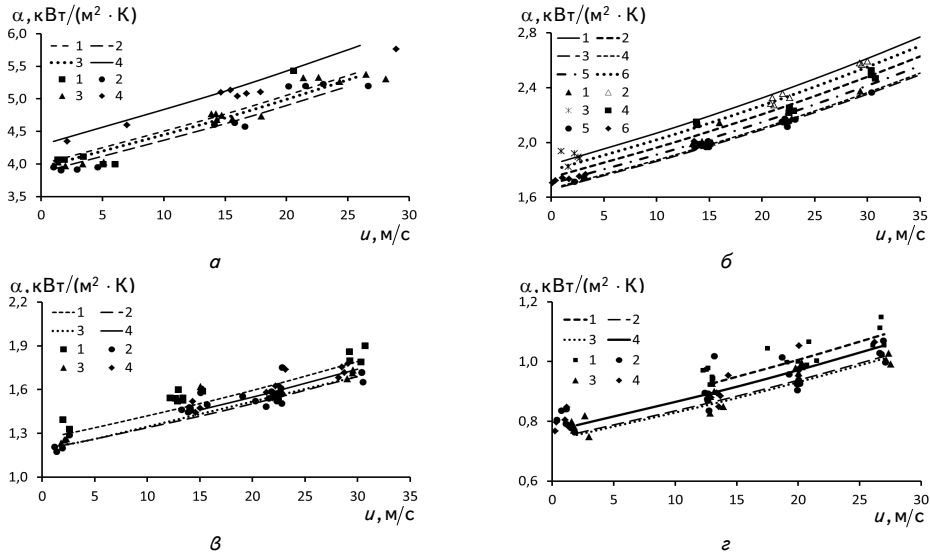


Рис. 5. Залежність  $\alpha = f(q)$  при атмосферному тиску ( $u_2 = 1...3$  м/с).

*a* — вода: 1 —  $\Gamma_v = 1 \cdot 10^{-4}$  м<sup>2</sup>/с; 2 —  $2 \cdot 10^{-4}$ ; 3 —  $3 \cdot 10^{-4}$ ; 4 —  $5,5 \cdot 10^{-4}$ ; *б* — цукровий розчин концентрацією CP = 50 %, 1 —  $\Gamma_v = 0,7 \cdot 10^{-4}$  м<sup>2</sup>/с; 2 —  $1,5 \cdot 10^{-4}$ ; 3 —  $2,2 \cdot 10^{-4}$ ; 4 —  $4 \cdot 10^{-4}$ ; *в* — CP = 60 %, 1 —  $\Gamma_v = 1 \cdot 10^{-4}$  м<sup>2</sup>/с; 2 —  $2 \cdot 10^{-4}$ ; 3 —  $3 \cdot 10^{-4}$ ; 4 —  $6 \cdot 10^{-4}$ ; *г* — CP = 70 %, 1 —  $\Gamma_v = 0,5 \cdot 10^{-4}$  м<sup>2</sup>/с; 2 —  $2 \cdot 10^{-4}$ ; 3 —  $3 \cdot 10^{-4}$ ; 4 —  $5,5 \cdot 10^{-4}$

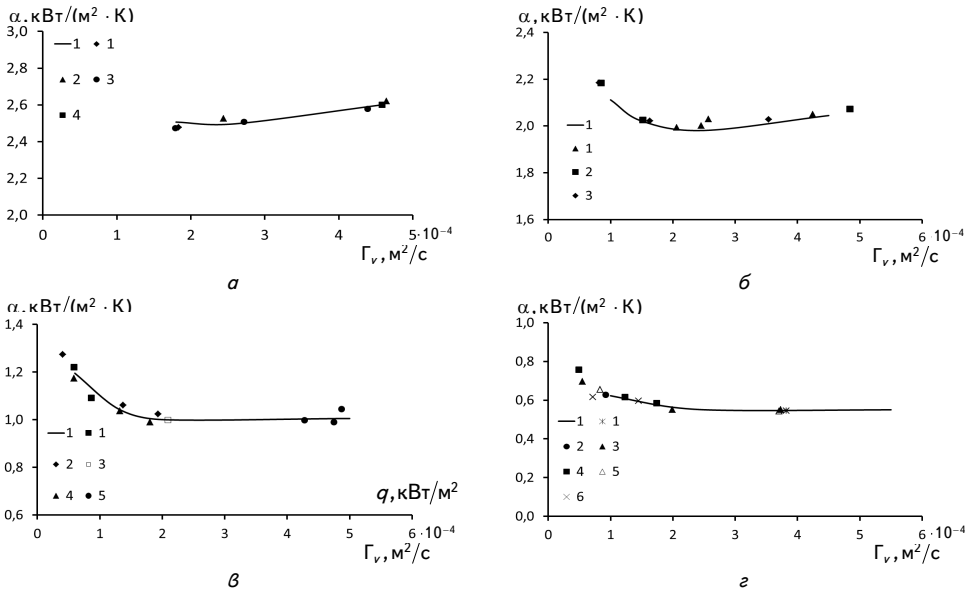
Лінії відповідають розрахунку за рівнянням (9).



**Рис. 6 Залежність  $\alpha = f(u_2)$  при атмосферному тиску**

*а* — вода: 1 —  $\Gamma_v = 1 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$ ; 2 —  $2 \cdot 10^{-4}$ ; 3 —  $3 \cdot 10^{-4}$ ; 4 —  $5,5 \cdot 10^{-4}$ ;  
*б* — цукровий розчин концентрацією  $CP = 50 \%$ , 1 —  $\Gamma_v = 0,7 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$ ; 2 —  $1 \cdot 10^{-4}$ ; 3 —  $2 \cdot 10^{-4}$ ,  
 4 —  $3 \cdot 10^{-4}$ ; 5 —  $4 \cdot 10^{-4}$ ; 6 —  $6 \cdot 10^{-4}$ ; *в* —  $CP = 60 \%$ , 1 —  $\Gamma_v = 1 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$ ; 2 —  $2 \cdot 10^{-4}$ ; 3 —  $3 \cdot 10^{-4}$ ,  
 4 —  $4,5 \cdot 10^{-4}$ ; *г* —  $CP = 70 \%$ , 1 —  $\Gamma_v = 1 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$ ; 2 —  $2 \cdot 10^{-4}$ ; 3 —  $3 \cdot 10^{-4}$ ; 4 —  $5,5 \cdot 10^{-4}$

Лінії відповідають розрахунку за рівнянням (9)



**Рис. 7. Залежність  $\alpha = f(\Gamma_v)$  в області розрідження ( $P_{\text{вак}} = 74 \text{ кПа}$ ) при швидкості пари  $u_2 = 45 \text{ м/с}$**

*а* — цукровий розчин концентрацією  $CP = 30 \%$ , 1 —  $\Delta t = 2 \text{ }^\circ\text{C}$ ; 2 — 4; 3 — 7; 4 — 9;  
*б* —  $CP = 40 \%$ , 1 —  $\Delta t = 6 \text{ }^\circ\text{C}$ ; 2 — 11; 3 — 12; *в*.  $CP = 60 \%$ , 1 —  $\Delta t = 3 \text{ }^\circ\text{C}$ ; 2 — 5; 3 — 6;  
 4 — 7; 5 — 10; *г*.  $CP = 70 \%$ , 1 —  $\Delta t = 5 \text{ }^\circ\text{C}$ ; 2 — 6; 3 — 7; 4 — 8; 5 — 10; 6 — 11

Лінії відповідають розрахунку за рівнянням (9).

Встановлено, що виміряна середньомасова температура плівки розчинів в режимі випаровування з вільної поверхні  $t_{\text{ср.м}}^{\text{досл}}$  менша за  $t_{\text{нас}} + \Delta\phi x(\text{CP})$  в залежності від швидкості парового ядра  $u_2$  та щільності зрошення  $\Gamma_v$ . Тому враховуючи, що рівнянням (9) узагальнені дані, визначених як  $\alpha = q / (t_{\text{ср.м}} - t_{\text{ср.м}}^{\text{досл}})$ , розрахунок теплового потоку при використанні рівняння (9) слід виконувати як

$$q = \alpha [t_{\text{ср.м}} - t_{\text{нас}} - \Delta\phi x(\text{CP}) + \delta\Delta t]. \quad (10)$$

Вираз для температурної поправки  $\delta\Delta t$  має вигляд

$$\delta\Delta t = \Delta\phi x(\text{CP}) \left[ 1 - \exp \left( -0,014 \cdot \sqrt[3]{\frac{u_2^3 \Gamma_v}{g}} \left( \frac{\sigma}{g \rho} \right)^{-0,5} \right) \right] \quad (11)$$

Порівняння всіх дослідних даних з інтенсивності тепловіддачі до насичених плівок води та цукрових розчинів з результатами розрахунку за співвідношенням (9) наведено на рис. 8.

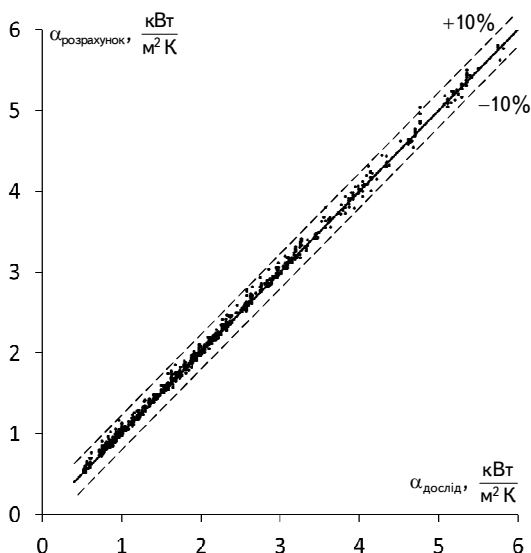


Рис. 8. Результати порівняння дослідних та розрахункових, за співвідношенням (9), даних з інтенсивності тепловіддачі до насичених плівок води та цукрових розчинів.

#### Висновки:

1. Модель процесу теплоперенесення в низхідних кільцевих потоках в режимі випаровування з вільної поверхні, згідно якої основний термічний опір зосереджено в неперервному прошарку плівки, а поверхневі хвилі виконують роль її турбулізатора через механізм дії міжфазної дотичної напруги, задовільно відображає отримані експериментально закономірності залежності інтенсивності тепловіддачі від витратних характеристик двофазового потоку при застосуванні моделі турбулентності з пригніченням її інтенсивності міжфазною поверхнею.

2. Аналіз теплообмінних процесів в режимі випаровування з вільної поверхні на основі модифікації моделі турбулентності М.Д. Мілліонщикова з параболічним профілем турбулентної в'язкості за межами ламінарного прошарку, суть якої полягає у заміні постійного коефіцієнта функцію витратних характеристик, дозволив створити кореляцію для узагальнення експериментальних даних, вигляд якої отримано з порівняння розрахункових та дослідних даних з теплообміну.

3. Отримані співвідношення для розрахунку інтенсивності тепловіддачі при кипінні та випаровуванні з вільної поверхні, а також співвідношення для міжфазного гідравлічного тертя можуть бути використані в проектних та перевірних розрахунках плівкових випарних апаратів при концентруванні цукрових розчинів в усьому, з технологічних умов допустимому, діапазоні змін витратних та режимних параметрів двофазового потоку.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. *Jepsen J.C.* The effect of wave induced turbulence on the rate of absorption of gases in falling liquid films [Текст] / J.C. Jepsen, O.K. Grosser, R.H. Perry // *A.I.Ch.E. Journal.* — 1966. — № 12. — P. 186-192.
2. *Lamourelle A.P.* Gas absorption into a turbulent liquid [Текст] / A.P. Lamourelle, O.C. Sandal // *Chemical Engineering Science.* — 1972. — Vol. 27, № 3. — P 1035—1043.
3. *Ганчев Б.Г.* Экспериментальное исследование гидродинамической структуры пленки жидкости при свободном стекании по вертикальной поверхности [Текст] / Б.Г. Ганчев, В.М. Козлов // *Теоретические основы химической технологии.* — 1973. — № 5. — С. 727—733.
4. *Grossman G.* Simultaneous heat and mass transfer in absorption of gases in turbulent liquid films [Текст] / G. Grossman, M. Heath // *Int. J. Heat Mass Transfer.* — 1984. — Vol. 27, № 12. — P 2365-2376.
5. *Василенко С.М.* Теплообмін в парорідинних течіях теплообмінних апаратів харчових виробництв [Текст] : — автореф. дис. ... д-ра. техн. Наук / С.М. Василенко. — К., 2003. — 37 с.
6. *Миллионщиков М.Д.* Основные закономерности турбулентного течения в пристенных слоях [Текст] / М. Д. Миллионщиков // *Атомн. Энергия.* — 1970. — Т. 28, вып. 4. — С. 317—320.

## ТЕПЛООБМЕН В ПРОЦЕССАХ КИПЕНИЯ И ИСПАРЕНИЯ СО СВОБОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПЛЕНОК САХАРНЫХ РАСТВОРОВ В НИСХОДЯЩИХ КОЛЬЦЕВЫХ ПОТОКАХ

**В.П. Петренко, О.М. Рябчук, М.М. Мирошник**

*Национальный университет пищевых технологий*

*Представлены результаты моделирования теплообмена и межфазного трения в режимах испарения со свободной поверхности и кипения пленок сахарных растворов, и соответствующие уравнения для их расчетов.*

**Ключевые слова:** теплообмен, моделирования, сахарные растворы, межфазное трение, нисходящие кольцевые потоки.

## BOILING IN MICRO I MACROCHANNELS (STATE-OF-THE-ART REVIEW). PART 2.

V.R. Kulinchenko

National University of Food Technologies

---

**Key words:**

micro channel,  
macro channel,  
boiling is heat emission, bubble,  
boiling modes, thermal stream.

**Article history:**

Received 20.05.2015  
Received in revised form  
14.09.2015  
Accepted 25.09.2015

**Corresponding author:**

ingmex@ukr.net

---

**ABSTRACT**

Consideration exothermic process of transmission of heat in mini or macro channel which contains a boiling liquid and can take into account any of the followings cases or any combination of these cases: process of the partial boiling in a micro channel with a chemical reaction in a contiguous reactionary chamber; process of the partial boiling in a micro channel with a chemical reaction in a contiguous reactionary chamber, whereby the temperature of catalyst rises less than on 10 °C, 5 °C, 3 °C on along length of reactionary chamber, and time of reactionary contact makes less than 300 μs; process of the partial boiling in a micro channel together with the process of change of phase in a contiguous technological chamber, by virtue of what extension temperatures in a technological chamber makes less 10 °C; process of the partial boiling in a micro channel together with the process of mixing in a contiguous technological chamber, by virtue of what extension temperatures in the chamber of mixing makes less 5 °C; process of the partial boiling in a micro channel together with the process of fermentation in a contiguous technological chamber.

---

## КИПІННЯ В МІКРО- І МАКРОКАНАЛАХ (АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД). ЧАСТИНА 2.

В.Р. Кулінченко, д-р техн. наук

Національний університет харчових технологій

*Розглянутий екзотермічний процес передачі тепла в мікро або макроканал, який містить киплячу рідину і може враховувати будь-який з наступних випадків або будь-яку комбінацію цих випадків: процес часткового кипіння в мікроканалі з хімічною реакцією в суміжній реакційній камері; процес часткового кипіння в мікроканалі з хімічною реакцією в суміжному реакційному мікроканалі; процес часткового кипіння в мікроканалі з хімічною реакцією в суміжній реакційній камері, за допомогою чого температура каталізатора підвищується менш 10, 5, 3 °C на довжині реакційної камери, а час реакційного контакту складає менше 300 мс.*

**Ключові слова:** мікроканал, макроканал, кипіння, тепловіддача, бульбашка, режими кипіння, тепловий потік.

**Теорія часткового кипіння (продовження).** Що стосується матриці вирівняних мікроканалів, де локальний тепловий потік змінюється від каналу до каналу, то утруднення, які були розглянуті вище, ще складніші. Можливі одиничні випадки, які мали б змінний профіль теплового потоку над матрицею сполучних каналів, включають, але не обмежені наступним: екзотермічні хімічні реакції, каталітичні або однорідні, тепловідвід з дистиляційної колони, етап десорбції в системі абсорбції або адсорбції, процеси екзотермічного змішування і так далі. Це може відбутися, якщо мікроканали вирівняні уперек наряду інших каналів. Що стосується ситуації із змінним потоком в каналі, то для підтримки конвективного кипіння, може виникнути необхідність в більшій кількості потоку в каналах із більшими тепловими потоками і з меншими потоками для каналів з меншими тепловими потоками.



В опублікованій літературі не відбивається єдиної думки відносно експлуатаційних характеристик кипіння в мікроканалах.

**Режим кипіння і механізми теплопередачі.** З одного боку, деякі дослідники говорять про те, що кипіння в мікроканалах є унікальним і володіє потенційними перевагами в порівнянні з макромасштабними аналогами. Наприклад, в роботі [5] приводиться критичний аналіз кипіння в потоці в каналах з гідравлічним діаметром менше 3 мм. На підставі цього аналізу, були зроблені наступні висновки:

- Під час кипіння потоку в мікроканалах зазвичай мають місце три режими потоку: окрема (ізольована) бульбашка, замкнута бульбашка або пробка, і кільцевий режим потоку (рис. 2).

- При визначенні кінцевого режиму киплячого потоку важливим чинником є вплив граничного поверхневого натягу між фазами. Підтверджується існування маленьких зародкових бульбашок до 10—20 мікрон.

Слід зазначити, що з погляду продуктивності теплообміну, ізольовані бульбашки є найбільш бажаними. У роботі [6] автори посилаються на дані і попередній теоретичний аналіз, який підтримує теорію про те, що утворення бульбашок і явище виділення в мікроканалах істотно відрізняються від аналогічних явищ у великих каналах. При кипінні з недогріванням градієнти швидкості і температури біля стінок мікроканалів можуть бути дуже великими, і ті бульбашки, які з'явилися в результаті кипіння з недогріванням або кипіння у фазі насичення, можуть бути дуже маленькими. Виникнення дуже маленьких бульбашок істотно впливає на різні процеси кипіння з недогріванням, включаючи початок бульбашкового кипіння (ПБК), початок значущої порожнини (ПЗП) і відхилення від бульбашкового кипіння, наприклад, плівкове кипіння.

Ці ж автори висувають також гіпотезу про те, що початок кипіння в мікроканалах можна регулювати термокапілярними силами, які прагнуть подавити утворення мікробульбашок на порожнинах стінки. Якщо це дійсно так, то можна припустити, що теплопередача в мікроканалах, яка значно збільшується бульбашковим кипінням завдяки прихованій теплоті паротворення, буде, насправді, виконуватися гірше, ніж в каналах звичайного розміру. У їх дослідженнях мовиться про те, що макромасштабні моделі і кореляції для тепловіддачі при кипінні, видна недооцінка при прогнозуванні теплових потоків, які необхідні для початку кипіння в мікротрубках. Серед інших чинників необхідно відзначити, що їх експерименти проводилися в повністю турбулентному режимі, тоді як більшість мікроканалів працюють в режимі ламінарного потоку.

У роботі [7] автори розглядають експериментальні дослідження коефіцієнтів теплопередачі кипіння потоку з недогріванням для вибраних холодоагентів в гладких мідних трубках невеликого діаметру. Були розглянуті наступні діапазони параметрів: діаметри трубок 0,92 і 1,95 мм, теплові потоки — від 11 до 170 кВт/м<sup>3</sup> і загальна кількість потоків маси від 110 до 1840 кг/(м<sup>2</sup>·с). Більш того, обмежений набором даних діапазон чисел Рейнольдса для рідини складає від 450 до 12000. У своїй роботі вони не визначили ні доказу того, що конвекція пригнічує член зародкоутворення, а також не навели доказу того, що акти зародкоутворення підсилюють конвективний член навіть в ламінарних і перехідних потоках. Проте ламінарні потоки можуть збільшуватися за допомогою невизначеного механізму.

У своїх експериментальних дослідженнях [8] наголошується, що основною моделлю теплообміну під час бульбашкового кипіння є збудження бульбашок. Збудження розсівається у міру того, як бульбашка рухається від нагрітої поверхні каналу.

Автори [3] проводили експерименти з бульбашковою динамікою в одиночному трапецієвидному мікроканалі з гідравлічним діаметром 41,3 мікрон. Результати цього дослідження указують на те, що утворення бульбашок в мікроканалі зазвичай росте з постійною швидкістю від 0,13 до 7,08 мікрон/мс. В деяких випадках спостерігається надзвичайно висока швидкість росту від 72,8 до 95,2 мікрон/мс. Виявилось, що на розмір тієї бульбашки, яка відривається від стінки мікроканала, впливає поверхневий натяг і гідродинамічний опір масової витрати на відміну від напруги стінки при зсуві, крім того, його можна належним чином корелювати за допомогою модифікованої форми рівняння Леві. Вони також стверджують, що частота бульбашок в мікроканалі порівнянна з частотою бульбашок в каналі звичайного розміру.

Том [9] провів аналіз останніх досліджень в області кипіння в мікроканалах. Був зроблений аналіз експериментів і теорії паротворення в мікроканалах. Він стверджує, що основним домінуючим режимом потоку, мабуть є режим витягнутих бульбашок, який може

продовжувати існувати до сухості пари 60—70 % в мікроканалах, після чого слідує кільцевий потік. Також він стверджує, що регулюючий механізм теплообміну не є ні бульбашковим кипінням, ні турбулентною конвекцією, а перехідним тонкоплівковим паротворенням. Як показують деякі дослідники, коефіцієнти теплопередачі кипіння потоку майже виключно залежать від теплового потоку і тиску насичення, тобто схожі на теплопередачу при бульбашковому кипінні у великому об'ємі і лише трохи залежать від швидкості маси і сухості пари. Проте в ході недавню проведених тестів було продемонстровано вплив швидкості маси і сухості пари, що підтримує гіпотезу про те, що при кипінні теплообмін регулюється снаряжним режимом потоку або тонко плівковим кипінням.

**Стійкість потоку.** Стійкість потоку кипіння в мікроканалі є питанням, що викликає великі побоювання. Оскільки ще не існує ніякої комплексної теорії про початок нестійкості, вона в основному вивчається по флуктуаціях і візуалізації тиску потоку. Теплообмін набагато менш ефективний для нестійкого потоку з багатьох причин, включаючи нестійкість в різних режимах потоку, утворення плівкового кипіння, зворотного потоку і слабкий розподіл потоку. Нижче приводяться цитати з наявної літератури про відомий рівень техніки по цій темі.

Брутін та ін. [10] досліджували нестійкість двофазного потоку під час конвективного кипіння, що має місце у вузьких прямокутних мікроканалах. Гідралічний діаметр складав 889 мікрон, а довжина каналу 200 мм. Експерименти проводили при потоці маси величиною  $240 \text{ кг}/(\text{м}^2\cdot\text{с})$  і теплових потоках в діапазоні від 3,3 до  $9,6 \text{ Вт}/\text{м}^2$ . За всіх цих умов утворюється парова пробка, яка блокує двофазний потік і проштовхує його назад до входу. На підставі своїх експериментальних спостережень, вони встановлюють критерій для потоку в стійкому стані як низькі коливання амплітуди флуктуації в зміряному тиску потоку менше  $1 \text{ кПа}$ , і при цьому характеристична частота коливань співвідношення менше 20 (відношення амплітуди піку до амплітуди шуму).

У наукових роботах наводиться опис ряду експериментів, які проводилися для вивчення різних режимів нестійкості кипіння для води у потоці в мікроканалах при різних значеннях теплового потоку і потоку маси. У цих експериментах використовували вісім паралельних кремнієвих мікроканалів з

однаковим трапецієвидним поперечним перерізом, з діаметром 186 мікрон і завдовжки 30 мм. Коли тепловий потік на стінці був збільшений з  $13,5$  до  $22,6 \text{ Вт}/\text{см}^2$ , а середній за часом потік маси води був зменшений з  $14,6$  до  $11,2 \text{ г}/(\text{см}^2\cdot\text{с})$ , то в мікроканалах спостерігали три види режимів нестійкого кипіння:

- Рідкий/двофазний змінний потік (РДЗП) при слабкому тепловому потоці і великому потоці маси;
- Безперервний двофазний потік (БДП) при середньому тепловому потоці і середньому потоці маси;
- Рідкий/двофазний/парової змінний потік (РДПЗП) при високому тепловому потоці і слабкому потоці маси.

Зазвичай РДЗП виникав при нижчому тепловому потоці від  $13,5$  до  $16,6 \text{ Вт}/\text{см}^2$  і вищому середньому потоці маси від  $14,6$  до  $12,7 \text{ г}/(\text{м}^2\cdot\text{с})$ ; БДП виникав при середньому тепловому потоці  $18,8 \text{ Вт}/\text{см}^2$  і середньому потоці маси  $11,9 \text{ г}/(\text{см}^2\cdot\text{с})$ , а РДПЗП виникав при вищому тепловому потоці  $22,6 \text{ Вт}/\text{см}^2$  і нижчому потоці маси  $11,2 \text{ г}/(\text{см}^2\cdot\text{с})$ . Серед трьох нестійких режимів кипіння, амплітуди коливань в РДПЗП були найбільшими при коливаннях тиску і потоку маси майже за межами тих граничних значень, які визначені для цієї фази.

Значення  $L/D_n$ . Всі експерименти з мікроканалами проводяться при певній фіксованій геометрії. Для того, щоб дати короткий опис продуктивності теплообміну для цих пристроїв, було визначено, що співвідношення довжина-діаметр, яке зазвичай рівне довжині каналу, що ділиться на гідралічний діаметр  $L/D_n$ , є зручним показником. У більшій частині літератури про відомий рівень техніки не наводяться чіткі дані про довжину каналів, використаних в їх експериментах. Нижче перерахована та література, в якій вказані ці дані.

- Брутін та ін.:  $L/D_n = 100$  і  $250$  (див. опис вище в розділі «Стійкість потоку»).
- Ву та ін.:  $L/D_n = 161$  (див. опис вище в розділі «Стійкість потоку»).
- Лі та ін.: для дослідження впливів форми каналу розміром декілька мікрометрів на режими потоку, що розвиваються, і теплову продуктивність мікросистеми використовувався

інтегрований стік теплоти з неглибоких, майже прямокутних мікроканалів. У цьому пристрої використовувалися канали з еквівалентним діаметром  $D_n=24$  мікрон і загальною довжиною 19 мм, що дало співвідношення  $L/D_n=792$ . Був зроблений висновок про те, що локальне зародкоутворення і ізольоване утворення бульбашок незначні. Домінуючий режим потоку є нестійкою областю переходу, яка сполучає зону пари у верхній течії із зоною рідини в низовій течії, і середнє місцеположення цієї області залежить від вхідної потужності.

• Уоррієр та ін.: у невеликих прямокутних каналах були проведені експерименти по однофазній вимушеній конвекції, а також експерименти по бульбашковому кипінню у фазі недогрівання і фазі насичення з використанням дослідної рідини FC-84. Дослідні ділянки складалися з п'яти паралельних каналів, причому кожен канал мав наступні розміри: гідравлічний діаметр  $D_n = 0,75$  мм і співвідношення довжина-діаметр було 409,8. Ці експерименти були проведені з горизонтально орієнтованими каналами, і при цьому до верхньої і нижньої поверхонь були підведені однакові теплові потоки. Ті параметри, які мінялися під час експериментів, включали швидкість потоку маси, недогрівання вхідної рідини і тепловий потік. Для теплообміну при кипінні в недогрітому і насиченому потоці були утворені нові кореляції теплообміну.

• Петтерсе: досліджував випаровування рідкого  $\text{CO}_2$  в мікротрубках діаметром 0,8 мм і завдовжки 0,5 м  $L/D_n=625$ . Вимірювання теплопередачі і падіння тиску були проведені при змінній паровій фракції при температурах в діапазоні від 0 до 25°C, потоці маси 190—570 кг і тепловому потоці 5—20 кВт/м<sup>2</sup>. Результати теплопередачі показують значний вплив висихання, особливо при великому потоці маси і високій температурі. Спостереження за потоком відображають винесення при більшому потоці маси, що збільшується, і домінування кільцевого потоку — пробковий потік і тонко плівкове кипіння.

**Висновки.** Наводиться опис ряду експериментів, які проводилися для вивчення різних режимів нестійкості кипіння для води у потоці в мікроканалах при різних значеннях теплового потоку і потоку маси.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Kandlikar S.G. Fundamental issues related to flow boiling in minichannels and microchannels / S.G. Kandlikar // *Experimental Thermal and Fluid Science*. — 2002. — P. 389—407.
2. Chedester R.C. A proposed mechanism for hydrodynamically-controlled onset of significant void in microtubes / R.C. Chedester, S.M. Ghiaasiaan // *International Journal of Heat and Fluid Flow*. — 2002. — P. 769—775.
3. Honda H. Enhanced boiling heat transfer from electronic components by use of surface microstructures / H. Honda, J.J. Wei. // *Experimental Thermal and Fluid Science*. 2004. — P. 159—169.
4. Forced convection and flow boiling heat transfer for liquid flowing through microchannels // *International Journal of Heat and Mass Transfer*. — 1993. — v.36, No.14. — P. 3421-2427.
5. Thome J.R. Boiling in microchannels: a review of experiment and theory / Thome J.R. // *International Journal of Heat and Fluid Flow*. — 2004. — P. 128—139.
6. Brutin D., Experimental study of unsteady convective boiling in heated minichannels / D. Brutin, P. Topt, L. Tardist // *International Journal of Heat and Mass Transfer*. — 2004. — P. 2957—2965.
7. Wu H.Y. An experimental study of convective heat transfer in silicon microchannels with different surface conditions / H.Y. Wu, P. Cheng. // *International Journal of Heat and Mass Transfer*. — 2003 — P. 2547—2556.
8. Wu H.Y. Boiling instability in parallel silicon microchannels at different heat flux / H.Y. Wu, P. Cheng. // *International Journal of Heat and Mass Transfer*. — 2004. — P. 3631—3641.
9. Warriar G.R. Heat transfer and pressure drop in narrow rectangular channels / Warriar G.R., Dhir V.K., Momoda L.A. // *Experimental Thermal and Fluid Science*. — 2002 — P. 53—64.
10. Pettersen J. Flow vaporization of  $\text{CO}_2$  in microchannel tubes / Pettersen J. // *Experimental Thermal and Fluid Science*. — 2004 — P. 111—121.

## КИПЕНИЕ В МИКРО- I МАКРОКАНАЛАХ (АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР). ЧАСТЬ 2.

**В.Р. Кулинченко**

*Национальный университет пищевых технологий*

*Рассмотрен экзотермический процесс передачи тепла в микро или макроканал, который содержит кипящую жидкость и может учитывать любой из следующих случаев или любую комбинацию этих случаев: процесс частичного кипения в микроканале с химической реакцией в смежной реакционной камере; процесс частичного кипения в микроканале с химической реакцией в смежном реакционном микроканале; процесс частичного кипения в микроканале с химической реакцией в смежной реакционной камере, с помощью чего температура катализатора повышается менее чем на 10 °С, 5 °С, 3 °С на длине реакционной камеры, а время реакционного контакта составляет менее 300 мс.*

**Ключевые слова:** микроканал, макроканал, кипение, теплоотдача, пузырек, режимы кипения, тепловой поток

# ESTIMATION OF EXPENSE FOR PNEUMATIC NOZZLE OF TECHNOLOGICAL PROCESS

L.A. Krivoplyas-Volodina, G.R. Valiulin, V.M. Lyubimov

National university of food technologies

---

## Key words:

nozzle,  
to the pneumatic highway,  
stream, pressure,  
speed, charges

## Article history:

Received 29.04.2015  
Received in revised form  
25.06.2015  
Accepted 30.06.2015

## Corresponding author:

\_lud@mail.ru

---

## ABSTRACT

With the purpose of clarification of working process and methodology of calculation of basic parameters and descriptions of stream—reactive пневмоагрегатів (blowing) studies that help to decide tasks are undertaken: analysis of possibilities of the use of nozzle on the systems of blowing in the technological process of food productions, to expect the optimal parameter of the system of blowing and expense/pl descriptions of the compressed air, specify the mathematical model of process by realization of experimental research.

Analytical research of losses of complete pressure is in running part to the pneumatic highway, is base on memberwise calculation of distribution of pressure in the section of stream of air, distribution of pressure along of axis for wind, distributions of flowrate in the cut nozzle and distribution of flowrate along the geometrical axis for stream. On the base of undertaken studies realization of diagnostics, modifications and improvements of distribution of pressure and values for descriptions of the system of pneumatic nozzle, is possible.

---

## ОЦІНКА ВИТРАТНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПНЕВМОСОПЛА ДЛЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

Л. О. Кривопляс-Володіна, Г. Р. Валиулін, В. М. Любімов, канд. техн. наук

Національний університет харчових технологій

*З метою уточнення робочого процесу і методики розрахунку основних параметрів і характеристик струминно-реактивних пневмоагрегатів (пневмосопла обдуву) проведені дослідження, які допомагають вирішити задачі: аналізу можливостей використання пневмосопла на системах обдуву в технологічному процесі харчових виробництв, розрахувати оптимальний параметр системи обдуву і витратні характеристики стисненого повітря, уточнити математичну модель процесу шляхом проведення експериментального дослідження.*

*На базі проведених досліджень можливе проведення діагностики, модифікації і поліпшення розподілення тиску і значень характеристик системи пневмосопла.*

**Ключові слова:** сопло, пневмомережа, струмінь, тиск, швидкість, витрати.

**Вступ.** Питання енергозбереження та розумного використання енергетичного потенціалу в технологічному процесі, завжди було актуальним і першочерговим. Одним із визначальних шляхів вирішення цієї проблеми є максимально ефективне використання енергоресурсів. Сьогодні багато відпрацьованої енергії стислого повітря і пари безповоротно втрачається. Іншим, не менш актуальним завданням сучасного харчового виробництва, є завдання створення пневматичного (газового), ефективного, надійного і зручного в експлуатації приводу для безпечного функціонування магістральних пневмосистем і технологічного устаткування.

**Мета досліджень.** Дослідження проводилися з метою уточнення робочого процесу і методики розрахунку основних параметрів і характеристик струминно-реактивних пневмоагрегатів (пневмосопла обдуву).

Завдання дослідження :

- виконати аналіз можливостей використання пневмосопла на системах обдуву в технологічному процесі харчових виробництв, на ділянках видалення бракованих виробів, розрахувати оптимальний параметр системи обдуву і витратні характеристики стисненого повітря;

- виконати поелементний аналіз втрат в проточній частині магістрального трубопроводу пневмомережі, яка живить сопло, і уточнити математичну модель процесу шляхом проведення експериментального дослідження.

Під час вирішення поставлених завдань, використовувався аналіз і узагальнення відомих літературних джерел [1—3], що дозволило оптимізувати дослідження. Аналітичне дослідження втрат повного тиску в проточній частині пневмомагістралі, ґрунтується на поелементному розрахунку розподілу тиску в перерізі струменя, розподілів тиску уздовж геометричної осі повітряного струменя, розподілу швидкості потоку в перерізі сопла і розподілу швидкості потоку уздовж геометричної осі струменя. Залежно від умов обдуву, таких як діаметр сопла, тиск на вході в сопло і робоча відстань до ділянки обдуву, — побудовані пневматичні схеми керування, для максимально ефективного використання енергії стисненого повітря.

Детально відслідковуючі характеристики обдуву, можливо оцінити умови роботи пневмосистеми в цілому і для технологічної ділянки обробки продуктів зокрема; розробити нові конструкції, використовуючі результати чисельного експерименту — уточнити існуючу модель робочого процесу.

**Результати досліджень.** Характер кривих (рис.2) отриманих при проведенні досліджень, підтверджує теоретичні залежності витікання газу через сопла і насадки. Масова витрата газу в процесі витікання через коротку насадку з порожнини необмеженого об'єму описується рівнянням Сен-Венана і Ванцеля [2]. При ізоентропійному витіканні, для докритичного режиму — справедливе рівняння (1), для надкритичного — залежність

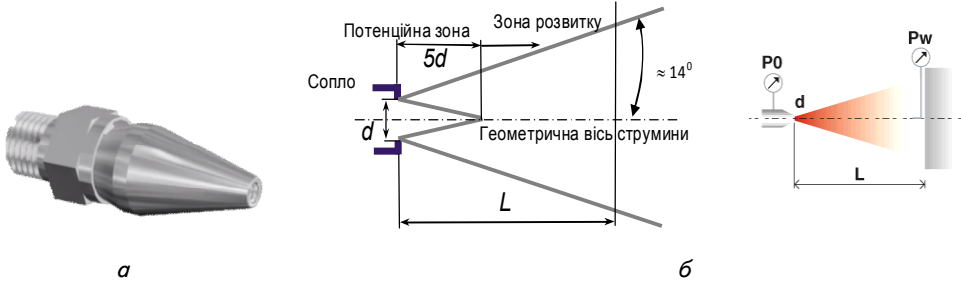
$$G_s = f p_0 \sqrt{\frac{2k}{RT_0 (k-1)} \left[ \left( \frac{p_{o.c.}}{p_0} \right)^{\frac{2}{k}} - \left( \frac{p_{o.c.}}{p_0} \right)^{\frac{k+1}{k}} \right]}, \quad \frac{p_{o.c.}}{p_0} \geq \beta_{кр}; \quad (1)$$

$$G_s = f p_0 \sqrt{\frac{k}{RT_0} \left( \frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k+1}{k-1}}}, \quad \frac{p_{o.c.}}{p_0} \leq \beta_{кр}; \quad (2)$$

де  $G_s$  — масові витрати стисненого повітря (кг/с);  $f$  — площа прохідного перерізу сопла ( $m^2$ );  $R$  — питома газова константа, Дж/(кг·К);  $T_0$  — абсолютна статична, повна температура (К);  $k$  — показник адіабати.

Чисельний експеримент, виконаний на основі законів збереження енергії і матерії, наочно підтвердив картину течії в пневмомережі з використанням сопла, і дозволив отримати робочі характеристики для технологічного устаткування. На рис.1 показано вільний струмінь, що утворюється при виході стисненого повітря з одноканального сопла в атмосферу (при проведенні досліджень використовувалося сопло Meech Air Technology, діаметром 4мм и 14 мм). Починаючи від зрізу сопла, і далі — на відстань в 5 діаметрів сопла, формується потенційна серцевина, де зберігаються швидкість потоку, кінетичний тиск і кінетична енергія, створені на зрізі сопла. Поза цією серцевиною лежить зона прискорення, яка взаємодіє з атмосферою. Вершина потенційної серцевини перетікає в зону розвитку (схожа зона), яка залучає до процесу навколишню атмосферу, а поперечний переріз струменя зростає, оскільки струмінь розширюється приблизно під кутом 14°.

Витрата в процесі виходу стисненого повітря в атмосферу розраховувалась за нормальних умов оточуючого середовища (атм. тиск 1,013 бар, температура повітря 20 °C ) за наступними залежностями (3, 4) по обчисленню об'ємних витратних характеристик повітря.



**Рис. 1. Система одноканального сопла:**  
 а — загальний вид сопла Meech Air Technology;  
 б — схема розподілення зони тиску на виході сопла

При  $P_0 \geq 0,1$  потік повітря дросельований.

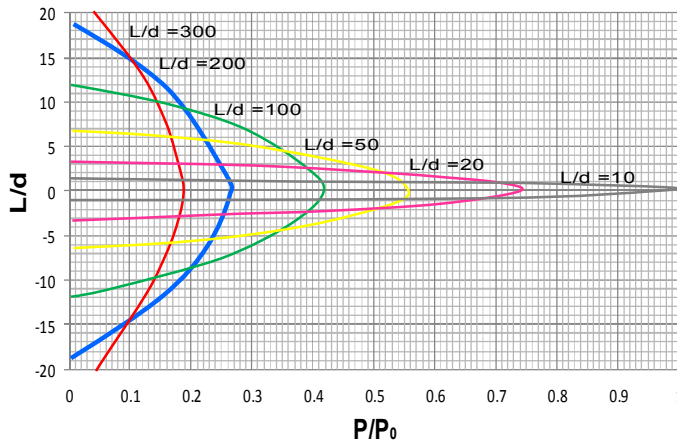
$$Q = 600C (P_0 + 0,1) \sqrt{\frac{293}{273 + t}} = 600 \frac{\pi}{20} 0,9d^2 (P_0 + 0,1) \sqrt{\frac{293}{273 + t}}; \quad (3)$$

При  $P_0 < 0.1$  потік (дозвуковий) перебуває в докритичній зоні.

$$Q = 600C (P_0 + 0.1) \sqrt{1 - \left( \frac{0.1}{P_0 + 0.1} - 0.5 \right)^2} \sqrt{\frac{293}{273 + t}}; \quad (4)$$

де,  $Q$  — об'ємні витрати [м<sup>3</sup>/хв],  $C$  — звукова провідність [м<sup>3</sup>/(с•бар)],  $D$  — діаметр сопла [м<sup>2</sup>],  $P_0$  — тиск на вході в сопло [МПа],  $t$  — температура [°C]. Звукова провідність сопла — це значення, що розраховується із врахуванням  $C = S/5$  і використанням ефективною площі  $S$ , яка отримана добутком витратного коефіцієнта 0.9 на дійсне значення.

Розподіл тиску у вільному струмені по поперечному перерізу показано на рис.2. По горизонтальній осі відкладено тиск струменя (у відносних одиницях  $P/P_0$ , де  $P_0$  — тиск на вході в сопло). По вертикальній осі відкладена відстань у напрямі поширення струменя від сопла (у відносних одиницях  $L/d$ , де  $L$  — істинна відстань,  $d$  — діаметр сопла).



**Рис. 2. Розподілення тиску в отворі пневмосопла**

Швидкість потоку стисненого повітря, на виході з сопла,  $u_0$  — з врахуванням критичного співвідношення тисків  $b=0.5$ , розраховується таким чином:

$$u_0 = 331 \sqrt{\frac{293}{273 + t}}; \tag{5}$$

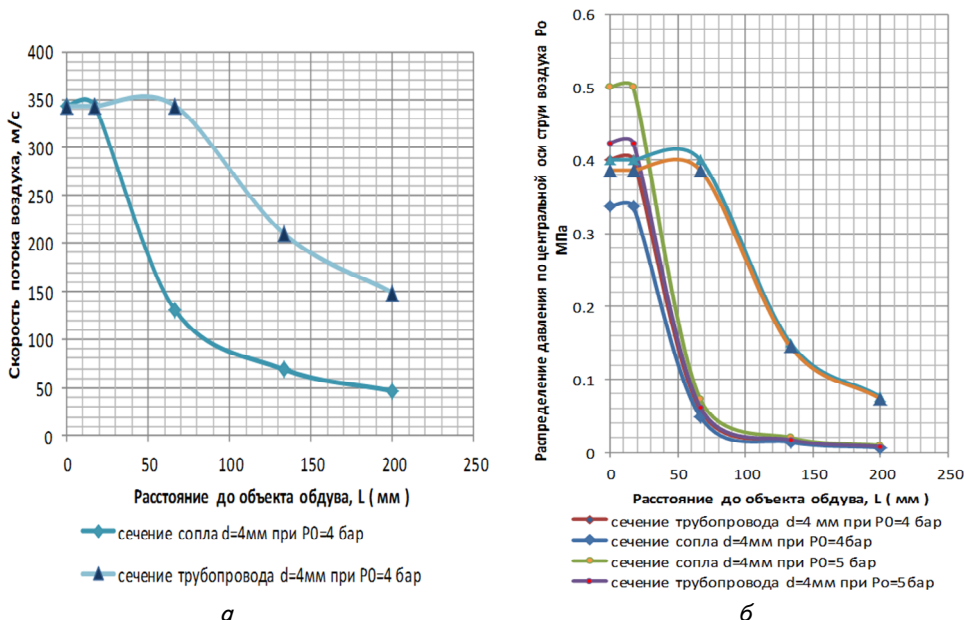
При  $P_0 < 0.1$  потік (дозвуковий) докритична зона:

$$u_0 = 740 \sqrt{1 - \left(\frac{0.1}{P_0 + 0.1}\right)^{0.286}} \sqrt{\frac{293}{273 + t}}; \tag{6}$$

Швидкість вільного струменя в зоні розвитку розраховується таким чином:

$$u = u_0 \sqrt{\frac{P}{P_0}};$$

де  $u_0$  — швидкість потоку на виході з сопла [м/с],  $u$  — швидкість в зоні розвитку [м/с],  $P_0$  — тиск на вході в сопло [МПа],  $P$  — тиск струмни [МПа],  $t$  — температура [°C]. Використовуючи задані конструктивні параметри сопла і видалення об'єкту обдування, на рис. 3 представлено основні кінематичні параметри сформованого повітряного струменя, за умови: 1) використання сопла ( $P_0 = 0.4$  МПа,  $P_0 = 0.5$  МПа  $d = 4$  мм,  $d = 14$  мм  $L = 200$  мм); 2) відкритий переріз трубопроводу без звуження на виході.



**Рис. 3. Характеристики потоку повітря на виході з перерізу сопла і перерізу трубопроводу:**

- а — розподіл швидкості в потоці по центральній осі повітряного струменя;
- б — розподіл тиску повітря по центральній осі повітряного струменя

Вибір і розрахунок характеристик компонентів і труб між регулятором і соплом для розгалужених схем пневмокерування, вимагає введення значення довжини труб, діаметру сопла і тиску на вході в сопло, а також коефіцієнт опору потоку або падіння тиску після побудови схеми керування потоком в пневмомережі.



**Висновок.** Після побудови схеми керування можна розрахувати вхідну звукову провідність і критичне відношення тисків для кожної ділянки пневмосистеми, згідно з технічною характеристикою моделі пневмокомпонента (сопла). На базі проведених досліджень можливе проведення діагностики, модифікації і поліпшення розподілення тиску і значень характеристик системи пневмосопла. Після визначення дійсної витрати повітря через робоче сопло, необхідно знайти значення коефіцієнта витрати повітря (ступінь провідності).

Якщо відношення тисків дорівнює 0,8, ступінь провідності дорівнює 1, при 0,9 дорівнює 1,5, а при 0,95 досягає 2,2. Це означає, що коли провідність трубопроводу в 1,5 рази більше провідності сопла, відношення падіння тиску складатиме 10 %, а якщо в 2 рази — то 5 %.

Тому необхідно обирати трубопроводи такого розміру, щоб їх провідність була в 2 рази більше провідності сопла. Розмір компонентів на трубопроводі обирається відповідно до розрахункової пневматичної схеми і умов обдуву на об'єкті обробки.

### ЛІТЕРАТУРА

1. *A Guide to Improving the Performance of Your Drying and Blow-off Applications with WindJet.* // Catalog.— U.S.A.: Air Products Publishing, — 2014. — 20 p.

2. *Донской А.С.* Математическое моделирование процессов в пневматических приводах / А.С. Донской. — СПб., Издание политехнического университета, 2009. — 121 с.

3. *Донской А.С.* Обобщенные математические модели элементов пневмосистем / А.С. Донской. — СПб.: СПГУТД, 2001. — 215 с.

## ОЦЕНКА РАСХОДНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПНЕВМОСОПЛА ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

**Л.А. Кривопляс-Володина, Г.Р. Валиулин, В.М. Любимов**

*Национальный университет пищевых технологий*

*С целью уточнения рабочего процесса и методики расчета основных параметров и характеристик струйно-реактивных пневмоагрегатов (пневмосопла обдува) проведены исследования, которые помогают решить задачи, анализа возможностей использования пневмосопла на системах обдува в технологическом процессе пищевых производств, рассчитать оптимальный параметр системы обдува и расходные характеристики сжатого воздуха, уточнить математическую модель процесса путем проведения экспериментального исследования.*

*На базе проведенных исследований возможно проведение диагностики, модификации и улучшения распределения давления и значений характеристик системы пневмосопла.*

**Ключевые слова:** сопло, пневмосистема, струя, давление, скорость, расходы.

# METHODOLOGICAL CONCEPTIONS FOR DEVELOPMENT OF CONTROL FOR MULTIASSORTMENT TECHNOLOGICAL PLANT

V. Ivashchuk, A. Ladanyuk

National University of Food Technologies

---

**Key words:**

multiparametric control, model,  
product range, production

**Article history:**

Received 1.09.2015

Received in revised form

25.09.2015

Accepted 1.10.2015

**Corresponding author:**

Ladanyuk@ukr.net,  
ivaschuk@nft.edu.ua

**ABSTRACT**

Multiproduct plant is a characteristic for most of main productions of food industry. However, the methods, which had been practically implemented, had been designed for either batch processes or processes, which have statically stability characteristics of raw materials and semi-finished products, what is not peculiar characteristic for processing of organic raw materials. Therefore, urgent task is formalizing of control methods of dynamically processes for simplification of methods, and adjustment them when the assortment of plant will be changed, when the range of variation of target variable of process will be expanded. The approach, which had been proposed, is using a technique of multiparametric control, which is improving the characteristics of transition process in the task for change of significance. The conditions for selection of control methods, which are taking into account the characteristics of the control object, had been pointed. The conditions, for a stable ascent obtaining to the target values of the process variables of the object, had been noted.

## МЕТОДОЛОГІЧНІ КОНЦЕПЦІЇ РОЗВИТКУ КЕРУВАННЯ БАГАТОАСОРТИМЕНТНИМИ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ВИРОБНИЦТВАМИ

В.В. Іващук, канд. техн. наук,

А.П. Ладанюк, д-р техн. наук

Національний університет харчових технологій

Багатоасортиментне виробництво є характеристикою основних виробничих комплексів харчової галузі, однак методи, що практично реалізуються, розраховані або на періодичні процеси або на процеси із статично стійкими характеристиками сировини та напівфабрикатів, що не є властивими для характеристик переробки органічної сировини. Основою статті є практичне застосування методів багатоасортиментних виробництв, де вказано на недоліки та обмеження існуючих систем керування. Запропоновані підходи використовують методику багатопараметричного керування, що дозволяє покращити характеристики перехідного процесу в задачах зміни завдання.  
**Ключові слова:** багатопараметричне керування, модель, асортимент, виробництво.

**Вступ.** Збільшення асортименту виробництва є актуальною задачею для представників великого та середнього бізнесу. Технологічні процеси, що можуть бути задіяні для виробництва багатоасортиментних продуктів, досить поширені, а галузі, в яких вони впроваджені впевнено лідирують серед пропозицій на ринку. Тут можна відзначити молочні вироби та хлібопродукти, продукти переробки фруктів.

Поширення асортиментних виробництв сповільнюють складні, зв'язані, за технологічними змінними, процеси. Їх опис залишається недостатньо визначеним, а побудові нових агрегатів передують масштабні експериментальні випробування з метою перевірки можливості забезпечувати процеси регламентними характеристиками.

Практикою доведено, що пропозиції нових продуктів часто призводять до використання нових комплексних рішень, які не використовують нових принципів чи процесів, але здійснюють розширення продуктів у певній асортиментній групі.

Так, широкий розвиток набуло асортиментне виробництво штучної продукції, яка формується подійно-орієнтованими сценаріями. В цьому напрямку, перевага бізнесу належить виробництвам, що орієновані на оперування сировиною та процесами зі стабільними характеристиками і стійкими параметрами стану. Прикладами таких виробництв є лікеро-горілчані, безалкогольні та слабоалкогольні напої, виробництво солодоців, морозива.

В той самий час великі підприємства, що характеризуються значною кількістю динамічних процесів та багатозв'язністю параметрів, рахують збитки через динаміку ринкового попиту.

Так, для систем багатоасортиментного керування актуальною задачею залишається побудова та підтримка адекватності математичних моделей, що враховують динаміку процесів, для реалізації керування визначеними параметрами стану. В силу необхідності побудови математичних моделей, що вимагають глибокого дослідження об'єкта та оцінки емпіричних залежностей, керування такими об'єктами досі не набуло широкого розповсюдження.

Широкий загальний робіт за багатоасортиментним виробництвом цілком присвячений застосуванню диференціальних автоматів та забезпеченню дискретних процесів обробки та зміні структури виробництва [1]. Багато публікацій, що створюють передумови багатоасортиментного виробництва, окреслюють існування єдиної гнучкої моделі, яка представляє складну залежність в єдиному, основному каналі керування [2, 3]. В публікаціях розглядаються питання розвитку систем автоматичного управління, об'єктивна обумовленість реалізації ними функції прогнозування, її зв'язку з іншими функціями систем автоматизованого управління (САУ), особливості моделей об'єкта, що вимагають прогнозування керування [4].

Реалізований ковзний режим керування, що дозволяє спрощувати зміну апроксимуючого функціоналу, в межах його адекватності для відповідного розмаху зміни аргументів.

Нажаль складність перетворень, що необхідні для представлення міжпараметричної залежності, залишає проблему практичного застосування актуальною, оскільки, складність апроксимуючих поліномів створює проблеми з параметричною ідентифікацією. Динамічні похибки, що виникають при використанні пошукових алгоритмів ідентифікації параметрів полінома, зводять нанівець застосування алгоритму управління за моделлю.

**Мета досліджень.** Необхідною задачею є спрощення методології керування багатоасортиментним виробництвом за моделлю, розкриття особливостей, щодо методів пониження складності перетворення моделі в задачах керування, об'єктами зі змінною характеристик виробництва. Реалізація мінімуму динамічної похибки при супроводженні керування асортиментом продуктів.

**Матеріали та методи.** Для більшості випадків керування багатоасортиментними виробництвами харчової промисловості досі застосовуються одномірні регулятори за найбільш впливовим параметром, де регламентовані значення параметрів процесу зберігаються у вигляді таблиці рецептів. В той час, як забезпечити необхідне значення цільового параметру можливо компенсацією відхилень некерованих змінних, внаслідок чого діапазон керування обраним параметром збільшується. Для випадку діапазону варіювання змінних, що призводить до суттєвої похибки через нелінійний характер реальних залежностей, відбувається втрата адекватності моделі. В цьому випадку, застосування типових алгоритмів керування призводитиме до зростання статичної помилки цільового параметру відносно завдання. Використання каскадного керування дозволяє подолати присутню в більшості об'єктів харчової галузі сталу часу, що за своїм значенням обґрунтовує незадовільну, для об'єкта, величину динамічної похибки. Разом з тим, існують об'єкти, де змінна, що б мала утворити канал керування із цільовою вихідною змінною, недоступна для керуючих діянь. Такими характеристиками можна відмітити агрегати, що працюють під вакуумом; де відсутня можливість розташування ефективного регулювального органа; де відсутня методика впливу на параметри робочого середовища.

**Результати досліджень.** Для вказаних об'єктів можна сформулювати наступні підходи по керуванню: зменшення продуктивності виробництва для забезпечення необхідних координат стану; багатопараметричне керування, для підвищення впливу на цільову технологічну змінну об'єкта.

Перший метод доцільно реалізувати у простих виробництвах, що відбуваються в одну стадію або забезпечуються апаратами періодичної дії. В іншому випадку, поєднання таких виробництв у складному безперервному ланцюзі виробництва, що часто обумовлюється вимогами напівфабрикатів та вимогами до стану робочого середовища суміжних процесів, призводить до варіанту регулювання комплексом параметрів процесу, що раніше визначалися як некеровані збурення. Так, багатопараметричне керування поряд зі своїми перевагами, що покращують керованість процесом, вимагає більш точного настроювання контурів керування, що в свою чергу спричинює збільшення розмірності вектора вхідних змінних процесу, кількість яких обмежується методиками вимірювання та метрологічними характеристиками (повторюваність та варіація результатів).

В той час, як необхідна розмірність вектора вхідних змінних принципово може бути забезпечена реалізацією керування за змінними цільового процесу, аналітичне визначення процесів в цілому залишається нездійсненним.

Проблема визначення багатозв'язного керування, яке має місце навіть при каскадному керуванні єдиною вихідною змінною, полягає у нормуванні керуючої дії групи вхідних змінних. Так, для нормування дії на єдину зміну може бути запропонована методика обмеження дії контурів до рівня допустимого околу цільового значення, в той час, як найбільш швидкий контур впливу буде здійснювати адитивне доповнення до цільового значення змінної. Інший випадок нормування — дії кожного з контурів керування, з періодичною оцінкою групової реалізації керування, наближаючи процес до цільового значення змінної. В останньому варіанті, в наслідок нелінійного співвідношення між параметрами за діапазоном варіювання, доведеться здійснювати нормування всього вектору коефіцієнтів моделі, за визначеними кордонами помилки побудованих моделей.

Застосування першої методики можна вважати доцільним у випадку ефективного ранжування контурів керування за сталими часу. Тобто коли

$$\forall T_{\min}, T_{\min} \in T, \Delta T = T_{\min} - T_i = \arg \dot{F}, \quad (1)$$

де

$$\text{var } \dot{F}(\Delta T) < \Delta, \quad (2)$$

де  $\dot{F}$  — виступає матрицею нормуючих коефіцієнтів для контурів керування та встановлює адекватність реалізації керування для незміщеного впливу на цільову змінну, за час, що визначається різницею між сталими часу  $T_i$ . Тоді як

$$F_i \langle T_{\min} \rangle \in \dot{F}, \frac{dF_i}{dt} > \frac{d\dot{F}}{dt}, \quad (3)$$

що при

$$\Delta y \xrightarrow{\frac{dF_i}{dt}} 0 \quad (4)$$

наближає цільову координату до статистично стійкого стану, де динамічна похибка керування буде обмеженою варіаціями при  $F_i \langle T_{\min} \rangle$ .

В тому ж випадку, коли фізичні явища, що формують вектор-параметрів процесу, мають одну природу, або функції, що описують міжпараметричну взаємодію об'єкта, характеризуються подібною гладкістю

$$\frac{d^2 F_{i-1}}{dt} \approx \frac{d^2 F_i}{dt} \approx \frac{d^2 F_{i+1}}{dt} \quad (5)$$

у процесі координації вихідної змінної  $y$ , оцінка групової реалізації керування буде забезпечена стійким розв'язком через

$$\Delta \geq \dot{F}(\theta), \quad (6)$$

де  $\theta$  — горизонт оцінки реалізованого керування, що не порушує адекватності моделі процесові через відношення  $\dot{F}$ .

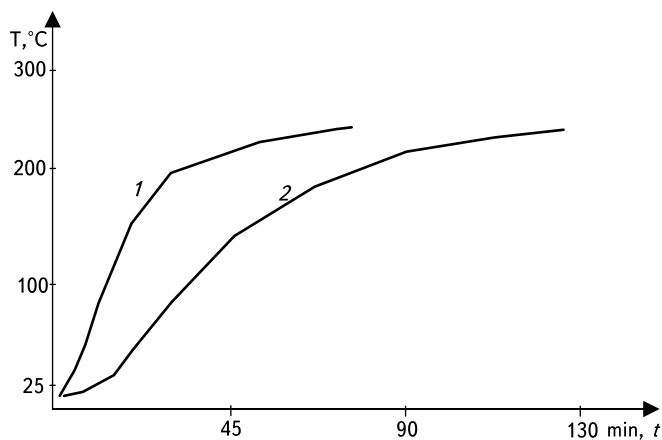
При застосуванні багатопараметричної моделі порядок поліному нелінійної моделі вироджується у розмірність.

$$y = \varphi(t), \log_{\varphi_j} y \equiv \dim \dot{F}, \quad (7)$$

де  $\varphi_j$  — старший член поліному апроксимації  $dy$ . Динамічна похибка керування обмежується як

$$\frac{dy}{dt} \leq \dot{F}(\theta) \quad (8)$$

та обумовлює збільшення розрахункових операцій під час зміни цільової координати виробничого процесу. В цілому реалізація методу багатомірного керування показує переваги більш швидкого сходження до цільового значення координати стану об'єкта (рис.1), що як у випадку будь-якого контуру спостереження призводить до зменшення динамічної похибки.



**Рис.1 Керування процесом нагрівання пічної камери:**

1 — багатомірний регулятор, 2 — стандартне керування зміною температури топкових газів

Висновки. Історично склалося, що дискретна алгебра паралельних процесів набула свого практичного розвитку. А отже існує можливість забезпечення ефективних розрахунків багатомірних моделей та їх адекватна реалізація для реальних процесів. Разом з тим, поняття пріоритетів чи врахування групової статистики за оцінкою незміщеного керування залишається без уваги дослідників предметної області.

Тому актуальним продовженням напрямку дослідження буде пошук методів оцінки та нормування ефективного впливу багатопараметричного керування.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Гончаров В.М. Організація і моделювання сучасного складального виробництва: моногр. / В.М. Гончаров, А.М. Зинченко, Н.В. Зинченко, Л.Є. Подліпенська, А.П. Татарін. — Донецьк: ТОВ «Альматео», 2005. — 160 с.

2. Salukvadze M. Identification of Nonlinear Continuous Dynamic Systems with Closed Cycle / M. Salukvadze, B. Shanshiashvili // International Journal of Information Technology & Decision Making. — 2013. — Vol. 12, No. 2. — P. 179—199.

3. Поркуян О.В. Керування нелінійними динамічними об'єктами збагачувальних виробництв на основі гібридних моделей Гамерштейна: Дис... д-ра наук: 05.13.07 / О.В. Поркуян. — Кривий Ріг, 2009.

4. Хобин В.А. Системы гарантирующего управления технологическими агрегатами: основы теории, практика применения / В.А. Хобин. — О.: ТЭС, 2008. — 306 с.

## МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ РАЗВИТИЯ УПРАВЛЕНИЯ МНОГОАССОРТИМЕНТНЫМИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОИЗВОДСТВАМИ

**В.В. Иващук, А.П. Ладанюк**

*Национальный университет пищевых технологий*

*Многоассортиментное производство является характеристикой основных производственных комплексов пищевой отрасли, однако методы, которые реализованы практически, рассчитаны либо на периодические процессы, либо на процессы со статически устойчивыми характеристиками сырья и полуфабрикатов, не свойственные для характеристик переработки органического сырья. Основой статьи является практическое применение методов многоассортиментных производств, где указано на недостатки и ограничения существующих систем управления. Предложенные подходы используют методику многопараметрического управления, что позволяет улучшить характеристики переходного процесса в задачах изменения задания.*

**Ключевые слова:** *многопараметрическое управление, модель, ассортимент, производство.*

УДК: 637.1:053

## CONSIDERING THE POSSIBILITY OF INVERSE FLOW OF HEAT DURING THERMAL FOOD PROCESSING

**V.G. Fedorov, O.I. Kepko,**  
*Uman National university of horticulture*  
**A.M. Skarboviychuk**  
*National university of food technologies*

---

**Key words:**

thermal treatment,  
heat meter,  
ballast heat flux

**Article history:**

Received 29.04.2015  
Received in revised form  
25.06.2015  
Accepted 30.06.2015

**Corresponding author:**

alex.skarb@gmail.com

---

**ABSTRACT**

Result of direct measurement of heat flux with heat meter, which was mounted at the top center surface of the piece of a green cheese is unexpected: near 30 % of the heat which is released in the cheese and discharging with the cooling air is returned to the cheese.

Return of heat to cheese is a ballast load for the chiller of ripening cheese chamber. Its elimination or minimization is a source of energy and resources saving. Ballast heat fluxes can occur in the heat treatment of food products, for example, during stabilization of the surface layer of cooked sausages with oscillating infrared roasting. Inversion heat flow occurs when the heat meter is on the opposite side (in shadow) of the transmitter. The selection of the coagulation time and the voltage on the emitter managed to reduce ballast heat flux in the central layers to one-third and the inverse flow of these layers - to zero. The maximum heat flux (and with it the total energy consumption) is reduced by 15—20 %.

---

## ВРАХУВАННЯ МОЖЛИВОСТІ ІНВЕРСНИХ ПОТОКІВ ТЕПЛОТИ ПІД ЧАС ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

**В.Г. Федоров, д-р. техн. наук,**  
**О.І. Кепко, канд. техн. наук,**  
*Уманський національний університет садівництва*  
**О.М. Скарбовійчук, канд. техн. наук**  
*Національний університет харчових технологій*

*Експериментально встановлено, що під час охолодження харчових продуктів за допомогою компресійної холодильної машини або нагрівання варених ковбас осцилюючим інфрачервоним випромінюванням з метою стабілізації поверхневого шару, виникають зворотні баластні теплові потоки (до 30 % від корисної теплоти). Наведено рекомендації щодо зменшення втрат теплової енергії.*

**Ключові слова:** *холодильне або теплове оброблення, баластний тепловий потік, тепломір*

**Вступ.** Технологічні параметри харчових продуктів (зовнішній вигляд, структура, жирність, вологість і т.п.) тісно пов'язані з їх теплофізичними характеристиками (інтенсивність переносу теплоти, теплоємність, температуропровідність, відбивна здатність тощо), як це показано в роботі [1] на прикладі молочних продуктів. Деякі фізичні характеристики є одночасно типовими технологічними параметрами — температура, густина, в'язкість,

температура плавлення або кипіння [2]. Використання новітніх засобів вимірювання теплофізичних характеристик на основі теплотрії і тепломасометрії [3] дозволяє отримувати нову інформацію про протікання технологічних процесів, економити сировину та енергію.

Об'єкти і методи досліджень. Під час вивчення дозрівання твердого сиру типу «Російський» автори встановили, що до 30 % теплоти, яка виділяється в голівці сиру за рахунок ферментативного розкладання білків, розщеплення лактози мікрофлорою та інших екзотермічних процесів і відводиться охолоджуючим повітрям, повертається в голівку сиру.

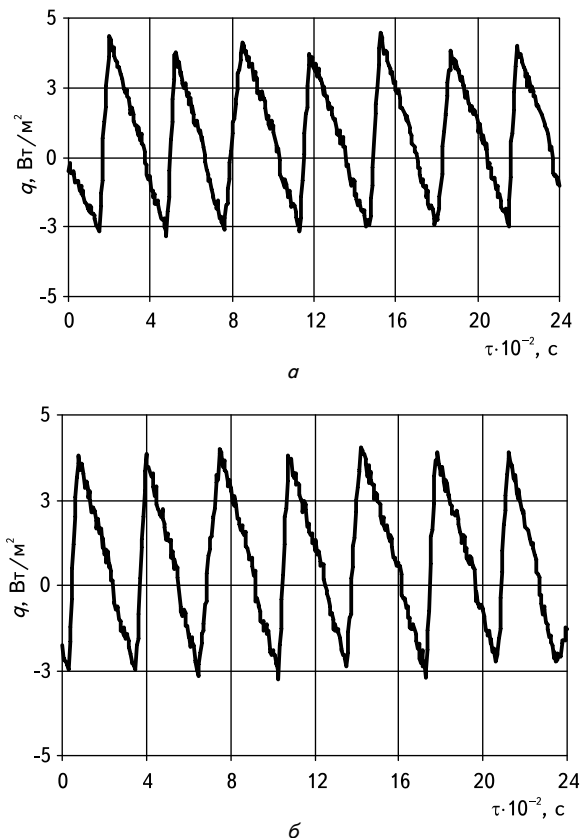


Рис. 1. Густина теплового потоку через поверхневий шар голівки сиру на 22-й (а) і 24-й (б) день дозрівання

Повернення теплоти в сир є баластним навантаженням на холодильну машину камери дозрівання сиру. Його ліквідація або зведення до мінімуму є джерелом енерго — і ресурсозбереження.

Наскільки відомо авторам, сам факт зворотних (інверсних) теплових потоків під час термічної обробки харчових продуктів не був вивчений ні у вітчизняній, ні у світовій науці.

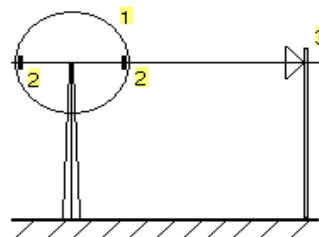
Можливо, це пояснюється тим, що дані, представлені на графіках рисунка 1, отримані прямим виміром густини теплового потоку  $q$ ,  $\text{Вт/м}^2$ , за допомогою малоінерційного малогабаритного і високочутливого тепломіра — диска діаметром 20 мм і товщиною 1,2 мм, який закріплювався в центрі верхньої поверхні голівки молодого сиру за допомогою парафіну. Тепломір реагує не тільки на включення і виключення холодильної установки, а й на флуктуації теплового потоку за рахунок зміни швидкості охолоджуючого повітря, що омиває голівку, які важко відобразити графічно при комп'ютерному виконанні малюнків.



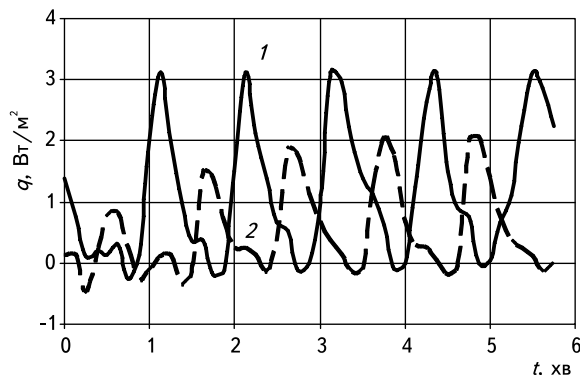
В роботі [4] визначено глибину проникнення небажаного температурного впливу в середину голівки сиру за рахунок складного знакозмінного теплообміну — можливо, постійні зміни температури у поверхневому шарі сприяють розмноженню шкідливої мікрофлори.

Баластні теплові потоки можуть виникати не тільки під час холодильної, але і теплової обробки харчових продуктів. В роботі [3] наведені результати дослідження процесу теплообміну під час стабілізації поверхневого шару варених ковбас за допомогою осцилюючого інфрачервоного обсмаження. Тепломір діаметром 14 мм і товщиною 1,5 мм фіксувався на внутрішній стороні пустолілого циліндра, в якому шприцюванням сформовано батон за рецептурою молочної ковбаси, а другий аналогічний тепломір — під поверхневим шаром фаршу товщиною 2,5 мм. Після електрокоагуляції батон виймали з циліндра і поміщали в модель термокамери на опори, що дозволяють осьове обертання батона ковбаси.

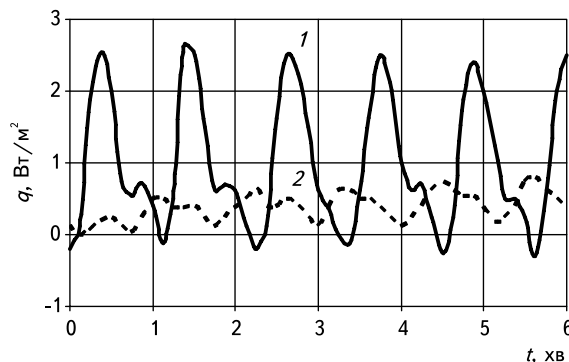
Підведення енергії до батону 1 (рис. 2) досягалось за допомогою інфрачервоного випромінювача 3. Термін стабілізації поверхневого шару (обсмаження) становив 5 — 7 хвилини, швидкість обертання батона — приблизно 1 об/хв. Тепломіри 2 розташовували на протилежних сторонах діаметра батона, так що, коли показання одного з них максимальні (проти випромінювача), другого — близькі до мінімуму або навіть негативні (рис. 3).



**Рис. 2. Схема інфрачервоної стабілізації поверхневого шару ковбаси:**  
1 — батон ковбаси; 2 — тепломіри;  
3 — випромінювач



**Рис. 3. Густина теплового потоку через поверхню батона (1) і на глибині 2,5 мм (2) до підбору раціональних параметрів обсмаження**



**Рис. 4. Густина теплового потоку через поверхню батона (1) і на глибині 2,5 мм (2) після підбору раціональних параметрів обсмаження**

Інверсія теплових потоків відбувається в момент, коли тепломір знаходиться на протилежній стороні (в тіні) від випромінювача, а температура навколишнього середовища нижча, ніж поверхня батона. Таким чином, причина виникнення зворотних теплових потоків та ж, що і під час дозрівання сиру — різниця температур «поверхня продукту - навколишне повітря» змінює знак.

При вихідних режимних параметрах обсмаження: температура ковбаси після коагуляції 62 °С, максимальна густина теплового потоку через поверхню батона 3 — 3,3 кВт/м<sup>2</sup> — не потрібний за технологією транзитний потік до глибинних шарів становить до двох третин від вислідного потоку через поверхню. Інверсія теплового потоку зафіксована тепломірами не тільки на поверхні ковбаси, а й на глибині 2,5 мм. Підбором терміну коагуляції і напруги на випромінювачі вдалося знизити баластний теплоприток в центральні шари до однієї третини (крива 1 на рис. 4), а інверсний потік від цих шарів — до нуля (крива 2 на рис. 4). Максимальну густина теплового потоку (а разом з нею і загальну витрату енергії) знижено на 15—20 %.

Результати та їх обговорення. Таким чином, пряме вимірювання густини теплових потоків дозволяє розробляти раціональні режими термічної обробки харчових продуктів і виявляти особливості перенесення теплової енергії, недоступні при вимірюванні температур. Це пояснюється тим, що тепловий потік визначається не температурою в даній точці продукту, а її градієнтом в цій точці відповідно з першим законом Фур'є:

$$q = -\lambda \text{grad}(t) = -\lambda \frac{dt}{dn}, \quad (1)$$

де  $\lambda$  — теплопровідність продукту, Вт/(м·К),  $t$  — температура поверхні продукту, К,  $n$  — напрям перенесення теплоти. Знак мінус означає, що вектори густини теплового потоку  $q$ , Вт/м<sup>2</sup>, і градієнта температури  $\text{grad}(t)$ , К/м, спрямовані в протилежні сторони. Іншими словами, температура показує потенціал теплової енергії, а густина теплового потоку — напрямок і інтенсивність її перенесення.

Якщо під час теплової обробки з баластними тепловими потоками порівняно легко боротися, то під час холодильної обробки необхідно проводити спеціальні заходи. Так, у розглянутому випадку дозрівання сиру відведення теплоти проводилося за допомогою компресорної холодильної установки, і підтримання температури охолоджуючого повітря на рівні 10±0,25 °С виконувалося терморегулюючим пристроєм. Зниження діапазону регулювання температури зменшило б кількість баластної теплоти, але при цьому пропорційно зменшилася б і кількість теплоти, що відводиться за кожен цикл включення - виключення. Разом з тим термін циклу скоротився б, що призвело б до більш швидкого зношування деталей холодильної машини. Єдиним корисним ефектом при зменшенні діапазону регулювання температури буде зменшення товщини поверхневого шару охолоджуваного продукту, в якому відбувається знакозмінне перенесення теплоти.

**Висновок.** Ідеальним рішенням у ліквідації баластних потоків теплоти при використанні компресорних холодильних машин є наявність в камері обробки продуктів буферної ємності — приміщення, де повітря добре перемішується. Якщо такої можливості немає, то терморегулюючий пристрій потрібно встановлювати якомога далі від охолоджуваних продуктів. Встановлений факт можливості виникнення баластних теплових потоків — ще один аргумент на користь переходу на абсорбційні холодильні установки з використанням вторинного тепла, потенціал якого досить великий на будь-якому харчовому підприємстві, включно з молочними та сироварними заводами.

Незалежно від того, яка застосовується система відведення тепла, слід уникати притоку зовнішнього повітря в камери охолодження і заморожування харчових продуктів, теплопритоків через огороження холодильної камери, залишати включені електричні лампи, оскільки все це є джерелом баластних теплових потоків.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Чернюшок О.А. Зв'язок технологічних і теплофізичних характеристик молочних продуктів /О.А. Чернюшок, О.В. Кочубей-Литвиненко, О.М. Скарбовійчук, В.Г. Федоров // Харчова промисловість. — 2011. — № 10,11. — С. 42—45.

2. *Скарбовійчук О.М.* Хімічний склад і фізичні характеристики молочних продуктів. Довідник /О.М. Скарбовійчук, О.В. Кочубей-Литвиненко, О.А. Чернюшок, В.Г. Федоров. — Київ: НУХТ, — 2012. — 311 с.

3. *Федоров В.Г.* Основы тепломассометрии. / В.Г. Федоров. — Киев: Вища школа, 1987. — 184 с.

4. *Федоров В.Г.* Особливості охолодження сиру під час дозрівання/ В.Г. Федоров, О.І. Кепко, О.М. Скарбовійчук // Пищевая наука и технология. — 2013. — № 4 (25). — С. 114 — 115.

## **УЧЕТ ВОЗМОЖНОСТИ ИНВЕРСНЫХ ПОТОКОВ ТЕПЛОТЫ ВО ВРЕМЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ**

**В.Г. Федоров, О.И. Кепко**

*Уманский национальный университет садоводства*

**А.М. Скарбовійчук**

*Национальный университет пищевых технологий*

*Експериментально встановлено, що во время охладження пищевых продуктов с помощью компрессионной холодильной машины или нагревания вареных колбас осциллирующим инфракрасным облучением с целью стабилизации поверхностного слоя возникают обратные балластные тепловые потоки (до 30 % от полезной теплоты). Приведены рекомендации по уменьшению потерь тепловой энергии.*

**Ключевые слова:** *холодильная или тепловая обработка, балластный тепловой поток, тепломер*

## ДО ВІДОМА АВТОРІВ

### *Шановні колеги!*

Редакційна колегія журналу «Харчова промисловість» запрошує Вас до публікації наукових робіт.

Засновник та видавець журналу: Національний університет харчових технологій.

Журнал зареєстрований Президією ВАК України (Постанова № 1-05/6 від 16.12.2009 р.) як наукове видання з технічних наук.

У журналі висвітлюються результати науково-дослідних робіт з технології харчових продуктів, хімічних, біохімічних, мікробіологічних процесів, апаратів, обладнання, автоматизації харчових ви-робництв та економіки харчової промисловості.

Обсяг статей — до 10 машинописних аркушів (до 10000 друкованих знаків).

### ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ СТАТЕЙ

Статті мають бути підготовлені з урахуванням Постанови Президії ВАК України № 7-05/6 «Про підвищення вимог до фахових видань, внесених до переліків ВАК України». Друкуються наукові статті, які мають такі необхідні елементи: постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями; аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання певної проблеми і на які спирається автор; виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття; формулювання цілей статті (постановка завдання); виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів; висновки з цього дослідження і перспективи подальших розвідок у цьому напрямі.

До публікації приймаються не опубліковані раніше статті, що містять результати фундаментальних теоретичних розробок та найзначніших прикладних досліджень викладачів, наукових співробітників, докторантів, аспірантів і студентів. Всі статті підлягають обов'язковому рецензуванню провідними спеціалістами у відповідній галузі харчових технологій, яких призначає науковий редактор журналу.

Рукопис статті надсилається у двох примірниках, українською мовою, включаючи таблиці, рисунки, список літератури.

Статті подаються у вигляді **вичитаних** роздруковок на папері формату А4 (поля з усіх сторін по 2 см, шрифт Arial або Time New Roman, кегль 14, інтервал 1,5) та електронної версії (редактор Microsoft Word) на електронному носії. На електронному носії не повинно бути інших версій та інших статей, у тексті статті — порожніх рядків. Між словами допускається лише один пробіл. Усі сторінки тексту мають бути пронумеровані.

На першій сторінці наводяться: у лівому верхньому куті — шифр УДК (напівжирним шрифтом), нижче ініціали і прізвища авторів (напівжирним шрифтом), наукові ступені авторів, назва установи, де працює автор; далі — назва статті великими напівжирними літерами, під назвою — анотація українською мовою з ключовими словами (5—6 слів / ключових словосполучень) набрана світлим курсивом; фраза «**Ключові слова**» — напівжирним шрифтом.

У кінці першої сторінки, під короткою рисою, ставиться знак авторського права, ініціали, прізвища авторів, рік.

Матеріали, представлені у статті мають бути розділені на основні змістові розділи, такі як: вступ, мета досліджень, матеріали та методи, результати досліджень, висновки. Кожен з наведених розділів статті починається з нового абзацу («**Вступ**», «**Мета досліджень**», «**Матеріали та методи**», «**Результати досліджень**», «**Висновки**» — напівжирним курсивом).

Після тексту статті в алфавітному або порядку згадування в тексті наводиться список літературних джерел (кожне джерело з абзацу). Бібліографічні описи оформляються згідно з ГОСТ 7.1—84 «Библиографическое описание документа. Общие требования и правила составления» та вимогами ВАК України. У тексті цитоване джерело позначається у квадратних дужках цифрою, під якою воно стоїть у списку літератури. Бібліографічний опис подається мовою видання. Не допускається посилання на неопубліковані матеріали. У переліку джерел мають переважати посилання на роботи останніх років.