

**Міністерство аграрної політики та продовольства  
України**



**ПРАЦІ**  
Таврійського державного  
агротехнологічного університету

**Випуск 15 Том 1**

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

**Мелітополь – 2015 р.**

УДК 621.311:631

**ПЗ.8**

Праці / Таврійський державний агротехнологічний університет –  
Вип. 15 . Т 1 – Мелітополь: ТДАТУ, 2015.– 266 с.

Друкується за рішенням Вченої Ради ТДАТУ,  
Протокол № 6 від 24 лютого 2015 р.

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

Редакційна колегія праць ТДАТУ:

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

Відповідальний за випуск – к.т.н., проф. Ялпачик Ф.Ю.

Редактор – к.т.н., доц. Самойчук К.О.

*Кафедра обладнання переробних і харчових виробництв*

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

**ISSN 2078-0877**

© Таврійський державний агротехнологічний університет, 2015.

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

УДК 631.56:633

### **ПЛАНУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОЦЕСА ОХОЛОДЖЕННЯ ЗЕРНА**

Ялпачик В.Ф., д.т.н.,

Стручаєв М.І., к.т.н.,

Верхоланцева В.О., аспірант\*

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел. (0619) 42-13-06

**Анотація** – у статті представлено функціонально – параметричну схему процесу охолодження зерна.

**Ключові слова** – атмосферне повітря, теплоємність, вологе повітря, тепло- і вологообмін, зберігання, зерно, охолодження, холодне повітря, вологомісткість.

*Постановка проблеми.* У багатьох технологічних процесах, а також у техніці й побуті, при сушінні і зволоженні матеріалу, опаленні приміщень, при пневматичному приводі механізмів як робоче тіло застосовується повітря. При розрахунку вказаних процесів необхідно знати властивості і параметри атмосферного повітря, яке завжди містить деяку кількість вологи.

Таким чином, атмосферне повітря являє собою суміш сухого повітря і водяної пари, будучи так званим вологим повітрям. При охолодженні повітря нижче температури точки роси відбувається конденсація водяної пари. У природних умовах прикладом подібного явища є утворення туману[1, 2].

*Аналіз останніх досліджень.* Виходячи з самої природи зерна та можливих втрат врожаю виникає необхідність у захисті його від активного впливу факторів абіотичного середовища, а також у створенні таких умов протягом зберігання, які б попереджували інтенсивний обмін речовин у клітинах зерна. Проблемою зберігання зерна займалися багато вітчизняних і зарубіжних дослідників. Аналіз розроблених ними способів зберігання, у тому числі застосування рециркуляції зернових сумішей з різним співвідношенням сухого і вологого зерна, показує широку спрямованість виконаних досліджень, але потребує більш детальнішого дослідження, тому проблема

---

© Ялпачик В.Ф., д.т.н., професор, Стручаєв М.І., к.т.н., доцент, Верхоланцева В.О., аспірант

\* Науковий керівник – д.т.н., професор Ялпачик В.Ф.

залишається актуальною і в даний час. Вирішити це завдання успішно можна тільки із застосуванням відповідних методів підготовки продукту та закладання і збереження його у необхідних умовах. Зокрема, при наявності необхідної технічної бази, а, саме, сховищ для зберігання із необхідним устаткуванням, збудованих з урахуванням особливих властивостей зерна[3, 4].

*Постановка завдання.* Метою даної роботи є аналіз процесу охолодження зерна з точки зору планування експериментальних досліджень.

*Основна частина.* Системний аналіз передбачає, перш за все, декомпозицію та спрощення процесу з метою виділення найбільш суттєвих особливостей об'єкту. При моделюванні технологічного процесу його показують різними схемами: функціональними, параметричними та операторними. Найбільш інформативною є параметрична схема, що дає уяву про всі фактори, які характеризують технологічний процес охолодження.

Через шар зерна пропускають охолоджене атмосферне повітря.

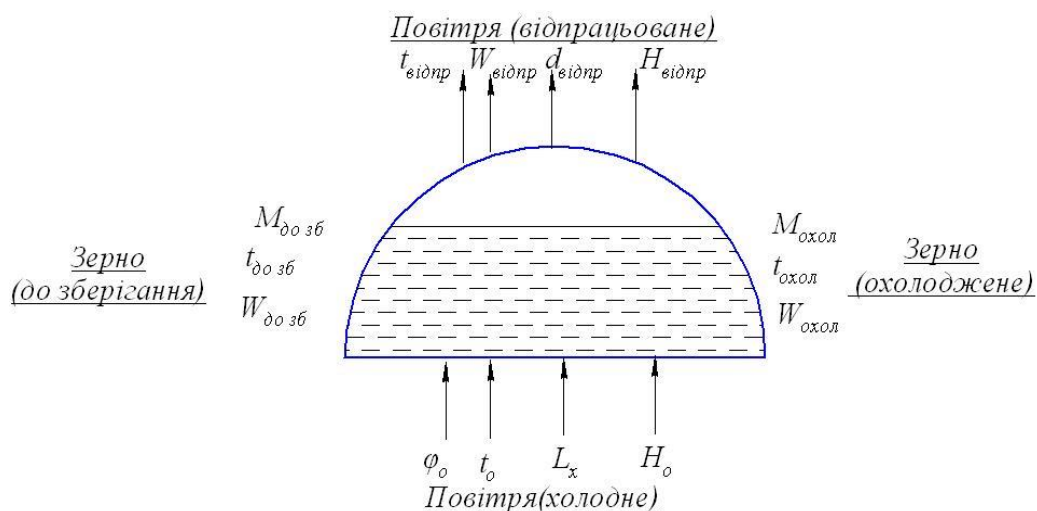


Рис. 1 Функціонально – параметрична схема

У процесі охолодження зерна з нього випаровується частина вологи[5, 6, 7].

Витрата вологи (кг / с), що видаляється при охолодженні

$$W_{ox} = M_{охол} \frac{(W_{до зб} - W_{охол})}{(1 - W_{до зб})}, \quad (1)$$

де  $M_{охол}$  - маса охолодженого зерна, кг;

$W_{охол}$  - вологість охолодженого зерна,  $\frac{\text{кг(вологи)}}{\text{кг(зерна)}}$

$W_{до зб}$  - вологість до зберігання зерна,  $\frac{\text{кг(вологи)}}{\text{кг(зерна)}}$

Витрата повітря для охолодження зерна.

$$L_x = \frac{W_x}{d_{відпр} - d_o}, \quad (2)$$

де  $L_x$  - витрата холодного повітря, кг/с;

$W_x$  - вологість холодного повітря;

$d_{відпр}$  - вологомісткість відпрацьованого повітря з камери,

$$\frac{\text{кг(пару)}}{\text{кг(сухого повітря)}};$$

$d_o$  - вологомісткість повітря на вході в камеру,  $\frac{\text{кг(пару)}}{\text{кг(повітря)}}$ ;

Тепловий баланс охолоджувача зерна.

$$L(H_{відпр} - H_{дозб}) = Q_{дод.теп.} + W \cdot C_v \cdot t_{хол.пов.} - M_{дозб} \cdot C_{дозб} \cdot (t_{дозб} - t_{охол}), \quad (3)$$

де  $L_x$  - витрата холодного повітря, кг/с;

$H_{відпр}$  - ентальпія відпрацьованого повітря, кДж/кг;

$H_{дозб}$  - ентальпія повітря до зберігання, кДж/кг;

$Q_{дод.теп.}$  - додатковий теплоприток (через стіни, підлогу, стелю, обладнання), кДж/с;

$W$  - кількість ваги, що випаровується із зерна, кг/с;

$C_v$  - теплоємність води, кДж/(кг·°С);

$t_{хол.пов.}$  - температура холодного повітря, °С;

$M_{дозб}$  - маса холодного зерна, кг;

$C_{дозб}$  - теплоємність холодного зерна, кДж/(кг·°С);

$t_{дозб}$  - температура зерна до зберігання, °С;

$t_{охол}$  - температура охолодженого зерна, °С;

Коефіцієнт тепло- і вологообміну в охолоджуваному зерноскладі.

$$\Delta_x = C_v \cdot t_{дозб} + q_{м.х.} - q_{дод.теп.}, \quad (4)$$

де  $\Delta_x$  - коефіцієнт тепло- і вологообміну в охолоджуваному зерноскладі;

$C_v$  - теплоємність води, кДж/(кг·°С);

$t_{дозб}$  - температура зерна до зберігання, °С;

$q_{м.х.}$  - питома кількість теплоти, що віддається охолоджуваним зерном, кДж/кг;

$q_{дод.мен.}$  - питомі притоки теплоти (через стіни, підлогу, стелю, устаткування, інфільтрація), кДж/кг;

$$q_{м.х.} = M_{відпр} \cdot C_з (t_{відпр} - t_{охол}) \quad (5)$$

де  $M_{дозб}$  - маса зерна, кг;

$C_з$  - теплоємність зерна, кДж/(кг·°С);

Рівняння тепло- і вологообміну, яке описує зміни параметрів охолоджуючого вологого повітря

$$H = H_{дозб} + \Delta_x \cdot (d - d_{відпр}), \quad (6)$$

де  $H$  - поточне значення ентальпій вихідного повітря, кДж/кг;

$H_{дозб}$  - ентальпія повітря на вході, кДж/кг;

$\Delta_x$  - коефіцієнт тепло- і вологообміну в охолодженому зерносховищі, кДж/(кг вологи);

$d$  - поточне значення вологомисткості повітря,  $\frac{кг(вод.пара)}{кг(повітря)}$ ;

$d_{дозб}$  - вологомисткість відпрацьованого повітря,  $\frac{кг(вод.пара)}{кг(повітря)}$ ;

Підставимо (4) і (5) у рівняння (6),

$$H = H_{дозб} + [C_в \cdot t_{дозб} + M_{дозб} \cdot C_з (t_{дозб} - t_{охол}) - q_{дод.мен.}] \cdot (d - d_{відпр}) \quad (7)$$

Питому кількість теплоти, що відводиться від охолоджуваного матеріалу висловимо через рівняння конвективного теплообміну Ньютона-Рихмана

$$q_{м.х.} = \alpha \cdot (t_{дозб} - t_{охол}), \quad (8)$$

$\alpha$  - коефіцієнт тепловіддачі, Вт/м<sup>2</sup>·с

Висловимо  $\alpha$  через критерії подібності  $G_r$  (критерій Грассгофа),  $P_r$  (критерій Прандтля),  $N_u$  (критерій Нуссельта),  $R_e$  (критерій Рейнольдса).

Критерій Грассгофа

$$G_r = \frac{\beta \cdot g \cdot d^3 \cdot \Delta t}{\nu^2}, \quad (9)$$

де  $\beta = \frac{1}{T}$  - об'ємний коефіцієнт теплового розширення, 1/°С ;

$g$  - прискорення вільного падіння,  $\text{м/с}^2$ ;  
 $d$  - діаметр зерна,  $\text{м}$ ;  
 $\Delta t$  - різниця температур,  $^{\circ}\text{C}$ ;  
 $\nu$  - кінематичний коефіцієнт в'язкості повітря,  $\text{м}^2/\text{с}$ .

Критерій Прандтля

$$P_r = \frac{\nu}{a}, \quad (10)$$

де  $a$  - коефіцієнт теплопровідності,  $\text{м}^2/\text{с}$ .

Критерій Нуссельта

$$N_u = \frac{\alpha \cdot d}{\lambda}, \quad (11)$$

$\lambda$  - коефіцієнт теплопровідності,  $\text{Вт/м} \cdot ^{\circ}\text{C}$ .

Критерій Рейнольдса

$$R_e = \frac{w \cdot d}{\nu}, \quad (12)$$

$w$  - швидкість повітря,  $\text{м/с}$ .

Критеріальне рівняння

$$N_u = 0,15 R_e^{0,33} \cdot P_r^{0,43} \cdot G_r^{0,1} \left( \frac{P_r}{P_{r3}} \right)^{0,25}, \quad (13)$$

Звідки

$$\alpha = \frac{N_u \cdot \lambda}{d} = \frac{\left[ 0,15 \cdot R_e^{0,33} \cdot P_r^{0,43} \cdot G_r^{0,1} \left( \frac{P_r}{P_{r3}} \right)^{0,25} \right] \cdot \lambda}{d}, \quad (14)$$

Остаточне рівняння тепло і вологообміну, яке описує зміни параметрів охолоджуючого вологого повітря приймає вигляд:

$$H = H_{\text{дооб}} + \left( C_s \cdot t_{\text{дооб}} + \frac{\left[ 0,15 \cdot R_e^{0,33} \cdot P_r^{0,43} \cdot G_r^{0,1} \left( \frac{P_r}{P_{r3}} \right)^{0,25} \right] \cdot \lambda}{d} \cdot (t_{\text{дооб}} - t_{\text{видпр}}) - g_{\text{доп.мел.}} \right) \cdot (d - d_{\text{видпр}}) \quad (15)$$

На підставі цього рівняння можна розрахувати, представити в графіках, порівняти експериментальні дані з теоретичними.

*Висновки.* Внаслідок проведеного аналізу було складено рівняння тепло – і вологообміну, завдяки якому можливо розрахувати зміни, які відбуваються під час зберігання зерна.

Література:

1. *Кутателадзе С.С.* Основы теории теплообмена. / С.С. Кутателадзе – М.: Атомиздат, 1979. – 415с.

2. *Рогов И.А.* Консервирование пищевых продуктов холодом (теплофизические основы). / И.А. Рогов, В.Е. Куцаков, В.И. Филиппов, С.В. Фролов – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1999.- 176с.:ил.- (Учебники и учеб.пособия для высших учебных заведений).

3. *Тихонов Н. И.* Хранение зерна [Текст] : учеб. пособие / Н. И. Тихонов, А. М. Беляков; ФГОУ ДПОС «ВИПККА», Каф. инновац. технологий. – Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2006. – 108 с.

4. Применение искусственно охлажденного воздуха при хранении зерна за рубежом. Баум А. Е. Серия «Элеваторная промышленность», М., ЦНИИТЭИ Минзага СССР, 1977, 28с.

5. *Баскалов А.П.* Теплотехника : Учебник для вузов / А.П. Баскалов, Б.В. Берг, О.К. Витти и др.; Под ред. А.П. Баскалова. – М.: Энергоиздат, 1982.- 264с.

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

7. Спосіб вентильовання сільськогосподарської продукції у сховищах: пат. 72101 UA. / В.О. Верхованцева, В.Ф. Ялпачик, О.В. Гвоздєв. – Заяв. 03.01.2012; опубл. 10.08.2012 Бюл. №15.

## ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЦЕССА ОХЛАЖДЕНИЯ ЗЕРНА

Ялпачик В.Ф., Стручаев Н.И., Верхованцева В.А.

**Аннотация** – в статье представлена функционально - параметрическая схема процесса охлаждения зерна.

## PLANNING EXPERIMENTAL STUDY OF GRAIN COOLING

Yalpachik V., Struchaev N., Vercholantseva V.

### *Summary*

**In the article presents a functional - parametric circuit cooling process grain.**



УДК 677.11.021

## **КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНА ЗМІШАНА ПРЯЖА З ВОЛОКНАМИ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО ЯК АЛЬТЕРНАТИВА ІМПОРТОВАНИЙ СИРОВИНІ**

Бойко Г.А., м.н.с.,

Чурсіна Л.А., д.т.н.

*Херсонський національний технічний університет*

Тел. (050) 827-48-85

**Анотація** – дану роботу присвячено створенню нового асортименту змішаної пряжі на основі волокон льону олійного з покращеними споживними властивостями за рахунок додавання натуральних та хімічних волокнистих компонентів, які сприяють підвищенню якісних показників пряжі, з метою одержання високоякісних екологічно чистих текстильних товарів широкого вжитку для забезпечення конкурентоспроможності вітчизняного ринку текстильної продукції.

**Ключові слова** – прядиво, льон олійний, споживні властивості, конкурентоспроможність.

*Постановка проблеми та її актуальність.* В останні роки у зв'язку з техногенними катастрофами і загостреною екологічною обстановкою у світі все більше значення надається гігієнічності та екологічній чистоті одягу, домашнього текстилю та інших предметів побуту. Тому створення екологічно чистого текстилю набуло підвищеної актуальності і стало перспективним напрямком розвитку ринку текстильної продукції [1].

Але, на жаль, більшість вітчизняних текстильних підприємств працюють на дорогій імпортованій сировині, до того ж, часто не кращої якості. Так, згідно з даними Держкомстату, частка імпортованої сировини для текстильних виробів становить приблизно 80 %, і лише 20% текстильної сировини виготовляється вітчизняним виробництвом [2]. Через відсутність вітчизняної сировинної бази виготовлення тканин з натуральної сировини на українських підприємствах знизилося до мінімуму, а використання імпорту призводить до значного підвищення вартості пряжі та, як наслідок, дорогої готової продукції. Розв'язання цієї проблеми можливе за рахунок застосування екологічно чистої, натуральної вітчизняної сировини, що забезпечить якість одержаної на її основі пряжі та

виготовлених з неї текстильних виробів. Адже за умови забезпечення необхідною, якісною та дешевою сировиною текстильна галузь спроможна не тільки повністю задовольнити потреби вітчизняного ринку з усіх видів текстильної продукції, а й успішно конкурувати на міжнародному ринку.

*Аналіз останніх досліджень.* Тому останнім часом дослідження у текстильній галузі спрямовані на використання натуральних волокон, які не повинні імпортуватися в Україну. Найбільша увага приділяється застосуванню вітчизняної сировини (конопель, льону та вовни) для виготовлення пряжі. Провідними закордонними науковцями В.В. Живетіним, Л.Н. Гінзбургом, Є.Л. Пашиним (Росія), Л. Мурфі, Х. Берінгом, Х. Віеландом (Німеччина), Р. Козловським (Польща), П.Л. Каполетто (Італія) доведено, що волокно льону олійного відрізняється високими гігієнічними властивостями, але має низьку міцність [3]. Одним із шляхів вирішення цієї проблеми є розробка інноваційної екологічно чистої пряжі на основі натурального волокна льону олійного з додаванням хімічних та натуральних волокон у такій кількості, яка б забезпечила підвищення міцності пряжі зі збереженням усіх показників якості.

*Постановка завдання.* Сучасна мода вимагає створення текстильних товарів з меншою матеріаломісткістю, з поліпшеною якістю, конкурентоспроможних на світовому ринку. Це можливо тільки в тому випадку, якщо товари будуть вироблятися з прядива з високими фізико-механічними та гігієнічними властивостями. Для створення екологічного прядива з високими споживчими властивостями за доступною ціною необхідно мати натуральну вітчизняну сировину високої якості, якою є волокно льону олійного.

Специфікою ринку короткого волокна з льону олійного є наступна обставина – виробництво даної продукції є інноваційним для України. Тому організація промислового виробництва конкурентоздатних високоякісних товарів на основі порівняно дешевої, щорічно відновлюваної лляної сировини є прикладом комплексного вирішення економічних і соціальних проблем. Впровадження принципово нових технологій комплексної переробки льону олійного на Україні – це перший крок до виходу вітчизняних виробників на європейський ринок з інноваційною продукцією, яка може повністю конкурувати з імпортними товарами.

*Основна частина.* Для того, щоб довести конкурентоспроможність змішаної пряжі з волокна льону олійного з натуральними та хімічними волокнами, на базі лабораторії кафедри товарознавства, стандартизації та сертифікації Херсонського національного технічного університету були визначені основні

споживні властивості інноваційної пряжі та визначена її конкурентоспроможність [4].

Спочатку для визначення конкурентоспроможності змішаної пряжі з вітчизняною натуральною сировиною – волокном льону олійного було проаналізовано експорт/імпорт пряжі та сировини, та їх цінову політику для підприємств легкої промисловості. Статистичні дані Держкомстату України щодо експорту/імпорту текстильної сировини наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Експорт/імпорт текстильної сировини станом на січень 2013 р.

№ з/п	Найменування сировини	Експорт		Імпорт	
		кг	тис. USD	кг	тис. USD
1.	Нитки шовкові	-	-	963,0	114,8
2.	Вовна	-	-	199382,0	350,8
3.	Пряжа з вовни	-	-	8470,0	23,1
4.	Бавовна	-	-	42207,0	160,4
5.	Пряжа з бавовни	-	-	657267,1	2134,9
6.	Льон	103790,0	104,9	-	-
7.	Пряжа лляна	-	-	330,0	5,8
8.	Поліефірні волокна	139060,7	208,8	978629,0	1694,6
9.	Акрилові волокна	-	-	19890,0	65,5
10.	Пряжа із синтетичних волокон	-	-	476141,3	1159,0

Аналізуючи табличні дані, зазначимо, що потреби українського споживача в текстильній продукції задовольняються здебільшого товарами на основі імпортованої сировини. З таблиці видно, що Україна всього на 1% забезпечена власною лляною сировиною та практично позбавлена власної бавовни, а її текстильним підприємствам вкрай потрібні целюлозні волокна.

Зараз легка промисловість втрачає свої позиції не тільки на зовнішньому, але й на внутрішньому ринках, оскільки орієнтація підприємств на імпорт призвела до практично повної відсутності товарів із вітчизняної сировини. До того ж, українські виробники значно відстають від конкурентів із провідних країн світу як у технологічному рівні підприємств, так і в забезпеченні асортименту товарів та відповідності дизайну виробів тенденціям сучасної моди.

Проблема підвищення конкурентоспроможності вітчизняних текстильних товарів на етапі входження України до Світової організації торгівлі потребує особливої уваги до їх споживних

властивостей у зв'язку з можливим розширенням ринків збуту. Тому визначення споживних властивостей нової змішаної пряжі було покладено в основу визначення її конкурентоспроможності. Основні споживні властивості нового асортименту змішаної пряжі представлені в табл. 2.

Таблиця 2 – Споживні властивості змішаної пряжі на основі волокон льону олійного

№ з/п	Споживні властивості пряжі	Змішана пряжа		
		льон олійний-бавовна	льон олійний-вовна	льон олійний-лавсан
1.	Відносне розривне навантаження, сН/текс	7,7	10,7	12,3
2.	Відносне розривне подовження, %	9,3	12,6	19,6
3.	Лінійна густина пряжі, текс	65	73	68
4.	Номер нитки	15	14	15
5.	Фактичне число скручень пряжі, кр/м	708,6	777,2	525,0
6.	Фактична вологість, %	9,5	18,9	4,8

Аналіз проведених досліджень з визначення споживних властивостей отриманої пряжі дозволив спрогнозувати сфери подальшого використання пряжі в трикотажному виробництві. Для виробництва асортименту трикотажних тканин костюмного призначення сезону осінь-весна велике значення матиме льоно-бавовняна пряжа середньої крутки, лінійна густина якої становить 65 текс, розривне навантаження 7,7 сН/текс, що відповідає нормативним вимогам на льоновомісну пряжу для трикотажного виробництва.

За найбільшим показником гігроскопічності 18,9% було обрано льоно-вовняну пряжу для виробництва трикотажних тканин костюмного призначення. За найбільшим показником розривного навантаження 12,3 сН/текс було обрано льоно-лавсанову пряжу для виготовлення трикотажних тканин для верхнього одягу [5].

Таким чином, після здійснення дослідницько-інформаційної роботи, формування вимог до нових волокнистих сумішей, визначення основних споживних властивостей інноваційної змішаної пряжі; обґрунтування мети аналізу конкурентоспроможності даного асортименту змішаної пряжі, вибору (зразка, еталона) для порівняння було розраховано інтегральний показник конкурентоспроможності

змішаної пряжі з волокнами льону олійного з додаванням натуральних та хімічних волокон, який представлено в табл.3.

Таблиця 3 – Результати оцінювання конкурентоспроможності змішаної пряжі з волокон льону олійного та бавовни

Показник конкурентоспроможності товару	Значення показника якості					
	пряжа льон олійний-бавовна	пряжа льон-довгунець-бавовна	пряжа льон олійний-вовна	пряжа льон-довгунець-вовна	пряжа льон олійний-лавсан	пряжа льон-довгунець-лавсан
Комплексний показник якості	1,24	1,12	1,13	1,10	1,39	1,08
Ціна продукту, грн/кг	30,00	56,5	27,89	45,8	28,85	38,9
Інтегральний показник конкурентоспроможності	2,07	1	1,70	1	1,73	1

Аналізуючи дані табл. 3, можна зробити висновок про конкурентоспроможність змішаної пряжі на основі льону олійного з додаванням хімічних і натуральних волокон, адже в усіх випадках інтегральний показник конкурентоспроможності більший за одиницю.

Таким чином, проведені розрахунки інтегрального показника конкурентоспроможності підтвердили, що нова змішана пряжа на основі волокон льону олійного з додаванням натуральних і хімічних волокон має конкурентні переваги над базовим зразком – пряжею з коротких волокон льону-довгунця як за ціновими, так і за технічними параметрами. Виходячи з цього, можна зробити висновок, що змішану пряжу на основі волокон льону олійного доцільно виробляти та використовувати для виготовлення вітчизняних трикотажних виробів.

*Висновки.* Українські товари легкої промисловості користуються великим попитом у всьому світі, але питання пошуку дешевої вітчизняної сировини залишається відкритим. Таким чином, волокно льону олійного може стати додатковим джерелом сировини для вітчизняних текстильних підприємств, що сприятиме зменшенню валютних витрат держави на закупівлю волокнистої сировини та пряжі за кордоном.

Тому важливого значення набуває використання волокнистої частини льону олійного під час створення екологічно чистих

текстильних товарів при відповідній підготовці та переробці льоноволокна із застосуванням композиційних поєднань різних волокнистих компонентів. Волокна, що містяться у стеблах льону олійного, мають товарознавчу цінність не тільки для виробників целюлози, а й для створення змішаної пряжі для підприємств із виготовлення текстильних виробів. Тому зараз особливої актуальності набуває створення екологічно чистого вітчизняного текстилю, оскільки його реалізація сприятиме підвищенню рентабельності вирощування льону олійного й вирішенню проблем кризового стану вітчизняної економіки та забезпечення текстильною сировиною підприємств багатьох галузей промисловості з метою одержання широкого асортименту конкурентоспроможних текстильних товарів.

Література.

1. *Пиріг Л.В.* Розвиток вітчизняного виробництва текстилю/ Л.В. Пиріг, Г.В.Озимок: матер. міжн. практ.конф., 7 травня 2008. – Львів. – С.49-51.
2. Державна служба статистики України [Електронний ресурс]: ЛАЗ. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.
3. *Живетин В.В.* Масличный лён и его комплексное развитие / В.В. Живетин, Л.Н. Гинзбург. – М.: ЦНИИЛКА, 2000. – 389 с.
4. *Бойко Г.А.* Перспективы использования смесей волокон льна масличного с другими натуральными волокнами / Г.А. Бойко, Л.А. Чурсина, Т.Н. Головенко, И.А. Меньяло-Басистая // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013. – № 2(344). – С. 47-50.
5. *Бойко Г.А.* Товарознавчі властивості інноваційної продукції з льону олійного / Бойко Г.А.,Т.М. Головенко, І.О. Меньяло // Товарознавчий вісник: зб. наук. пр. Луцького національного технічного університету. – Луцьк,2011. –№ 4. – С. 20-25.

## **КОНКУРЕНТОСПОСОБНАЯ СМЕСОВАЯ ПРЯЖА С ВОЛОКНАМИ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО КАК АЛЬТЕРНАТИВА ИМПОРТИРУЕМОГО СЫРЬЯ**

Бойко Г.А., Чурсина Л.А.

**Аннотация** - данная работа посвящена созданию нового ассортимента смесовой пряжи на основе волокон льна масличного с улучшенными потребительскими свойствами за счет добавления натуральных и химических волокнистых компонентов, которые способствуют повышению качественных показателей пряжи, с целью получения высококачественных экологически чистых текстильных товаров широкого

**потребления для обеспечения конкурентоспособности отечественного рынка текстильной продукцией.**

**COMPETITIVELY MIXED YARN FROM THE FIBER OF  
OILSEED FLAX, AS AN ALTERNATIVE TO IMPORTED RAW  
MATERIALS**

Boyko G., Chursina L.

*Summary*

**This work is devoted to the creation of a new range of mixed yarn from fibers of oilseed flax with improved consumer properties by the addition of natural fiber and chemical components that contribute to increase the quality of yarn, to produce high-quality environmentally friendly textile consumer goods for the domestic market competitiveness textile products.**

УДК 669.01:621.9

## ПІДГОТОВКА СОНЯШНИКОВОГО ЛУШПИННЯ ДО БРИКЕТУВАННЯ

Ялпачик В.Ф., д.т.н.,

Стручаєв М.І., к.т.н.,

Ялпачик Ф.Ю., проф.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

*Тел (0619)42-13-06*

**Анотація** - у роботі розглянуто підготовку соняшникового лушпиння до брикетування шляхом сушіння, з подальшим використанням брикетів у якості палива для твердопаливних котлів.

**Ключові слова** - підготовка соняшникового лушпиння до брикетування, сушіння, сушильний барабан, завантажувальний бункер, топка, шнек, вологість сировини.

*Постановка проблеми.* У даний час питання економії енергоресурсів є досить актуальним. Використання рослинних відходів як палива набуває важливого значення, враховуючи, що, наприклад, теплота згоряння соняшникового лушпиння складає 18 ... 22 МДж/кг (4285 ... 5200) ккал/кг [1].

Промисловість почала випускати різні прес-гранулятори та прес-брикетувальники для пресування сухих рослинних відходів [2,3]. Досвід реальної роботи прес-брикетувальника показав, що при подачі лушпиння підвищеної вологості в пресуючу камеру, де відбувається його стискання і одночасне нагрівання до температури 280-310°C, вода, яка є у лушпинні, закипає, утворюючи пару високого тиску, яка «вистрілює» брикет з величезною силою, руйнуючи його і створюючи небезпеку для працівників.

Тому однією з основних попередніх операцій перед брикетуванням соняшникового лушпиння є його сушіння.

*Аналіз останніх досліджень.* Робота присвячена розгляду питання підготовки соняшникового лушпиння до брикетування шляхом сушіння. Оскільки сушильний апарат виконує технологічний прийом, що впливає на наступні операції і їх результат, то роль сушильного апарату пов'язана з основним технологічним процесом виготовлення паливних брикетів із соняшникового лушпиння.



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

Умовно сушильні апарати можна підрозділити на три типорозміри: для промислового виробництва, для дрібнотоварного виробництва і для підсобного господарства.

*Формулювання цілей статті.* Основна мета статті – показати послідовність розрахунку процесу сушіння для підготовки соняшникового лушпиння до процесу брикетування.

Завдання роботи полягає у тому, щоб запропонувати методику визначення кількості води, яку необхідно видалити з лушпиння, та розрахунку кількості палива, необхідного для її видалення шляхом сушіння у сушильному апараті. Дати основні конструктивні параметри сушильного апарату, що дозволяють виконати технологічний процес сушіння соняшникового лушпиння.

*Основна частина.* Установка брикетування відходів рослинної сировини дозволяє отримувати високоякісні паливні брикети з широкого різноманіття відходів рослинного походження, у тому числі відходів олійних культур, таких як лушпиння соняшника, з подальшим використанням отриманих брикетів у вигляді палива для котлів різних модифікацій. Брикети виробляються без хімічних закріплювачів під високим тиском. Прес для брикетів складається з приймального бункера, шнека-дозатора, шнека, що пресує, дільника, витяжної парасольки.

Попередньо висушені до необхідної вологості (6...8%) рослинні відходи надходять у приймальний бункер і далі рівномірно шнеком-дозатором подаються у пресуючу камеру, де відбувається стиснення і одночасне нагрівання подрібненої маси до температури 280- 310 °С. Під впливом температури поверхня брикета оплавлюється, що сприяє дуже тривалому зберіганню і зручному транспортуванню продукції. У результаті термічної обробки відбувається виділення природної в'язучої речовини – сполучного: лігніну, а при сильному стисненні відбувається брикетування сировини до заданої щільності 950 ... 1200 кг/м<sup>3</sup>. Після пресування брикет виходить з преса і розділювачем розділяється на брикети певної довжини. Отримані брикети надходять на охолодження і зберігання.

Сушарка призначена для безперервного сушіння рослинної сировини: лушпиння соняшник перед його брикетуванням. Експлуатація сушарки проводиться у закритих приміщеннях з установкою вентиляційно-димовідсмоктувального обладнання. Сушарка – це барабан, до якого примикають завантажувальний бункер і топка (калорифер). Основною частиною сушарки є похилий

циліндричний барабан. Усередині барабана встановлений обертовий шнек зі спеціальними лопатями, що забезпечують рівномірний розподіл і добре перемішування матеріалу.

Агентом сушіння є гаряче повітря. Нагрівання сушильного агента відбувається у топці (калорифер). Усередині барабана за всією його довжиною розташований шнек з лопатями, які при обертанні сприяють пересипанню лушпиння, його перемішуванню з одночасним поступовим переміщенням до розвантажувального отвору. При обертанні шнека лопаті захоплюють і піднімають матеріал, а потім він, падаючи униз, омивається гарячим повітрям. Висушений матеріал автоматично видаляється через розвантажувальний отвір.

Нами розроблена методика визначення кількості води, яку необхідно видалити з лузги, та розрахунку кількості палива, необхідного для її видалення шляхом сушіння у сушильному апараті. Для цього необхідно задатися наступними умовами: наприклад, для сушіння використовуємо атмосферне повітря при початковій температурі  $t_1 = 20^\circ\text{C}$  і вологості  $\varphi = 60\%$ . У калорифері сушильний агент (повітря) підігрівають до  $t_2 = 95^\circ\text{C}$  і направляють у сушарку, звідки він виходить при  $t_3 = 35^\circ\text{C}$ .

Для виконання розрахунків необхідно визначити кінцеву відносну вологість повітря,  $\varphi_2\%$  (для запобігання конденсації вологи вона повинна бути менше  $95\%$ ); витрату повітря на 1 кг вологи, що випаровується,  $V$ ,  $\text{м}^3/\text{кг}$  (знаючи витрату повітря, можна точно підібрати номер вентилятора); витрату теплоти на 1 кг вологи, що випаровується,  $q$ ,  $\text{кДж}/\text{кг}$  (знаючи витрату теплоти, можна визначити необхідну для якісного сушіння витрату дров у топці).

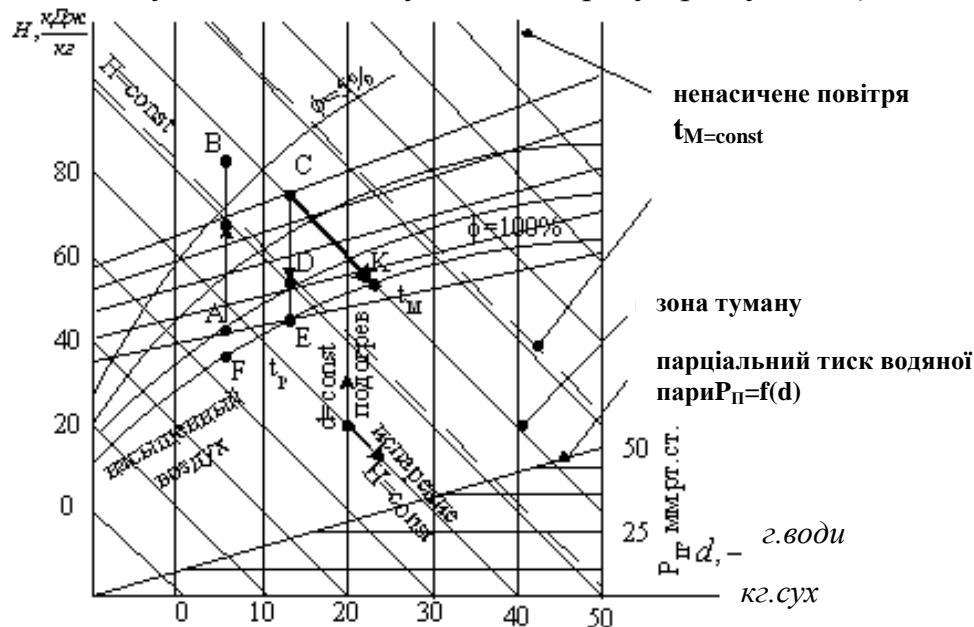


Рис. 1. Розрахунок процесу сушіння соняшникового лушпиння за  $Hd$ -діаграмою Рамзина

1. За  $Hd$ -діаграмою (рис. 1) [1,4] знаходимо точку «А» на перетині ліній  $t_1=20^\circ\text{C}$  і  $\varphi_1 = 60\%$  і для неї визначаємо вміст води в кубометрі повітря (вологеміст), рівний  $d_1 = 8,9$  грамів на кг і ентальпію  $H_1 = 42,7$  кДж/кг.

2. Проводимо лінію  $d = \text{const}$  з точки «1» до перетину з ізотермою  $t_2= 95^\circ\text{C}$ . Точка перетину «В» характеризує стан повітря на виході з топки.

3. З точки «В» проводимо лінію  $H = \text{const}$  до перетину з ізотермою  $t_3 = 35^\circ\text{C}$ . Точка перетину «К» характеризує стан повітря на виході з сушарки. Вміст вологи сушильного агента (повітря) на виході з сушарки буде:  $d_3 = 33$  грам/кг; ентальпія на виході з сушарки буде:  $H_3 = 120$  кДж.

4. Визначаємо зміну вологомісткості вологого повітря відносно 1 кг сухого повітря:  $\Delta d = d_3 - d_1 = 33 - 8,9 = 24,1$  грам/кг.

Тобто, 1 кілограм повітря може забрати з соняшникового лушпиння 24,1 грама води і видалити її у вигляді водяної пари (дуже важливо, щоб пара не була сконденсована в сушарці або на її виході).

5. Визначаємо витрату сухого повітря у кг на випаровування 1 кг вологи:

$$l = \frac{1000}{d_3 - d_1} = \frac{1000}{24,1} = 41,5, \text{ кг/кг}$$

6. Визначаємо витрату сухого повітря у  $\text{м}^3$  на випаровування 1 кг вологи:

$$V = l/\rho = 41,5/1,29 = 32,2 \text{ м}^3/\text{кг}.$$

7. Витрата теплоти в топці на нагрівання 1 кг повітря

$$\Delta H = H_3 - H_1 = 120 - 42,7 = 77,8 \text{ кДж/кг}.$$

8. Витрата теплоти в топці на нагрів  $1 \text{ м}^3$  повітря

$$\Delta H = \Delta H/\rho = 77,8/1,29 = 60,3 \text{ кДж/м}^3.$$

9. Витрата теплоти на 1 кг випаровуваної вологи (тобто на 41,5 кг сухого повітря):

$$q = l \cdot \Delta H = 41,5 \cdot 77,3 = 3208, \text{ кДж/кг}$$

10. Продуктивність сушарки за кількістю випаровуваної вологи:

$$W_{c.y.} = G_1 \frac{W_1 - W_3}{100 - W_3} = 400 \cdot (22 - 8)/(100 - 8) = 60,86 \text{ кг/год}.$$

При різній вихідній вологості, щоб висушити соняшкову лузгу до 8%, необхідно видалити з 400 кг соняшникового лушпиння від 20 до 61 кілограма води.

11. Продуктивність сушарки за кількістю висушеного соняшникового лушпиння:

$$G_3 = G_1 - W_{cy} = 400 - 60,86 = 339,14 \text{ кг/год}.$$

12. Тривалість процесу сушіння соняшникового лушпиння: Тривалість (експозиція) сушіння значною мірою впливає на якість

висушуємого соняшникового лушпиння і не може бути обрана довільно. З метою забезпечення максимальної якості соняшникового лушпиння швидкість сушіння повинна відповідати допустимому вологоз'єму - зниженню вологості в одиницю часу. Для соняшникового лушпиння величина  $\tau$  (тривалість процесу сушіння) визначається зі співвідношення:

$$\Delta W = W_1 - W_2 = 0,185\tau + 3 \text{ хв}$$

Враховуючи, що при русі уздовж барабана соняшникове лушпиння частину часу перебуває у шарі при слабкому випаровуванні, величину  $\tau$  слід прийняти рівною не менше 12 хв.

13. Тепловий баланс сушильного барабана визначається з рівняння теплового балансу для дійсного процесу сушіння:

$$q = l(H_1 + H_0) = l(H_2 - H_0) + q_m + q_{mp} + q_5 + q_{доб} - C_{вл} t_{н.л.}$$

Величина  $\Delta q$  - це втрачена (якщо  $\Delta q < 0$ ) або додатково підведена (якщо  $\Delta q > 0$ ) кількість теплоти на 1 кг вологи.

14. Визначення чисельного значення величини  $\Delta q$ :

$$\Delta = q_{доб} + C_{вл} t_3' - (q_m + q_{mp} + q_5)$$

додаткова кількість теплоти, внесеної у сушильну камеру (в даному випадку  $q_{доб}=0$ ); фізична кількість теплоти вологи, веденої з матеріалом (соняшникового лушпинням):  $C_{вл} t_3''$  кДж/(кг·град);  $C_{вл} = 4,19$  кДж/кг; кількість теплоти, що витрачається на нагрівання матеріалу (соняшникового лушпиння)

$$q_m = \frac{G_2 C_3}{W_{c\delta}} + (t_3'' - t_3'')$$

$$C_3 = 4,19 \left[ \frac{0,37(100 - W_2) + W_2}{100} \right] \text{ кДж/(кг·град)},$$

$C_3$  - масова теплоємність соняшникового лушпиння:

Витрата кількості теплоти на прогрів транспортних пристосувань, (у даному випадку  $q_{mp}=0$ ); втрати теплоти в навколишнє середовище

$$q_5 = \frac{1}{W_{c\delta}} KF_{c\delta} \Delta t$$

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} \text{ Вт/м}^2.$$

де  $\alpha_1$  - коефіцієнт тепловіддачі від димових газів до внутрішніх стінок сушильного барабана, Вт/(м<sup>2</sup>·град).

Приймаємо  $\alpha_1 = \alpha_2 = 1,163 (5 + 3,4v)$  Вт/(м<sup>2</sup>·град);

$v$ , м/сек - швидкість димових газів всередині сушильного барабана, орієнтовно  $v = 3$  м/сек;

$\delta = 0,003$  м - товщина стінки барабана;

$\lambda = 57$  Вт/м<sup>2</sup>·гр - коефіцієнт теплопровідності стінки барабана;

$\Delta t$  - температурний напір

$$\Delta t = \frac{\Delta t_{\delta} - \Delta t_m}{2,3 \lg \frac{\Delta t_{\delta}}{\Delta t_m}}$$

$F$  - площа поверхні сушильного барабана, м<sup>2</sup>

$$F_{c\delta} = \pi D H + \frac{2\pi D^2}{2} \text{ м}^2.$$

15. Витрата палива для дійсної сушарки

$$B = \frac{g_c W_{c.б.}}{Q_p \eta_m \eta_{mp}} = 3,208 * 60,86 / (14 * 0,6) = 23,24, \text{ кг/год.}$$

де  $\eta_m = 0,9$  - к.к.д. топки, враховує тепловипромінювання трубопроводів.

При різній вихідній вологості щоб видалити з 400 кг соняшникового лушпиння, від 20 до 61 кілограма води, необхідно спалити від 7 до 23,24 кілограмів дров на годину. Вид палива можна підібрати за таблицями 1 і 2

Таблиця 1 – Характеристика стандартних палив

Родовище	Марка	Склад горючої маси, %				
		C <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	S <sub>2</sub>
Донецький басейн	Д	75	5,5	18,1	1,6	5,8
Донецький басейн	Г	80,5	5,4	8,3	1,5	4,3
Донецький басейн	ПЖ	83	5,1	5,6	1,5	4,8
Донецький басейн	АМ	93,5	1,5	8,0	1,0	1,7
Донецький басейн	АШ	98,5	1,8	8,5	1,0	2,2
Торф фрезерний		57,8	6,0	33,4	2,5	0,3
Торф кусковий		57,8	6,0	33,4	2,5	0,3
Мазут «40» малосірч.		87,5	11,2	0,7		3,2

Таблиця 2 – Характеристика деревних палив

Назва палива	Склад робочої маси палива, %					
	Вологість, %	Зола %	C <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
Солома	10	4,0	43	5	37,5	0,5
Дрова сухі	20	1	45	4	29,5	0,5
Тирса волога	60	0,5	57	5	37,2	0,6

Розрахунок гідравлічного опору газового тракту і вентилятора для сушильного барабана:

1. Опір шару соняшникового лушпиння

а) Число Рейнольдса,  $R_e = \frac{vd}{\nu}$   $v = 3$  м/сек;  $d = 0,01$  м;  $\nu = 20 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/сек

б)  $a = \frac{490}{R_e} + \frac{100}{\sqrt{R_e}} + 5,85$ ;  $H = 4,7$  м - довжина сушильного барабана

$\rho_z = 1,04$  кг/м<sup>3</sup> - щільність димових газів;  $C_1 = \frac{1-\xi}{\xi}$ ;  $\xi = \frac{\rho_k - \rho_m}{\rho_k}$

$\rho_k = 1200$  кг/м<sup>3</sup> - щільність соняшникового лушпиння;

$\rho_m = \frac{0,25(G_1 + G_2)\eta}{0,75 \cdot 2 \cdot V_\sigma}$  - щільність соняшникового лушпиння в шарі;

$\eta = 0,33$  - коефіцієнт заповнення барабана  $V_\sigma = \frac{\pi D^2}{4} H$  - об'єм барабана, м<sup>3</sup>;  $d = 0,008$  м - розмір частки (соняшникового лушпиння).

2. Гідравлічний опір циклону:  $\Delta S_y = 30$  мм.вод.ст .

3. Гідравлічний опір топки:  $\Delta S_m = 5$  мм.вод.ст .

4. Місцевий опір і витрати на тертя

$$\sum \Delta S_m = 0,1(\Delta S_3 + \Delta S_y + \Delta S_m).$$

5. Загальний гідравлічний опір тракту

$$\Delta S = \Delta S_3 + \Delta S_y + \Delta S_m + \sum \Delta S_m \text{ мм.вод.ст}$$

6. Дінамічний напір:  $H_\sigma = \frac{v_\sigma \rho_z}{2 \cdot 9,81}$  мм.вод.ст,  $v_\sigma = 24$  м/с - швидкість

газового потоку у вхідному вікні вентилятора,  $\rho_z = 1,04$  кг/м<sup>3</sup>

7. Повний напір вентилятора:  $H_n = H_\sigma + \Delta S$

8. Вибір вентилятора сушильного барабана за швидкістю у вхідному вікні ( $v_\sigma = 24$  м/с) і подачі вентилятора (витраті сухого повітря у м<sup>3</sup> на випаровування 1 кг вологи):  $V = l/\rho = 41,5/1,29 = 32,2$  м<sup>3</sup>/кг.

Продуктивність сушарки за кількістю випаровуваної вологи:

$$W_{c.y.} = G_1 \frac{W_1 - W_3}{100 - W_3} = 400 \cdot (22 - 8) / (100 - 8) = 60,86 \text{ кг/год.}$$

$$Q_{\text{час}} = V \cdot W_{c.y.} = 32,2 \cdot 60,86 = 0,54 \text{ м}^3/\text{с} = 1959,7 \text{ м}^3/\text{год.}$$

визначаємо номер вентилятора типу Ц9-57. №3

9. Потужність, споживана вентилятором

$$N = 1,15 \cdot \frac{Q_{\text{сек}} H_n}{1,02 \cdot \eta} = 1,15 \cdot 0,54 \cdot 1000 / (1,02 \cdot 0,44) = 1,3 \text{ кВт.}$$

$\eta$  - к.к.д. вентилятора визначаємо за номограмою  $\eta = 0,44$ .

Для вентилятора Ц4-70. № 2,5

$$N = 1,15 \cdot \frac{Q_{\text{сек}} H_n}{1,02 \cdot \eta} = 1,15 \cdot 0,54 \cdot 700 / (1,02 \cdot 0,44) = 0,9 \text{ кВт.}$$

*Висновки.* Запропонована методика може бути використана для практичного застосування при розрахунку підготовчих операцій перед брикетуванням рослинних відходів, наприклад, соняшникового лушпиння.

При різній вихідній вологості щоб висушити соняшникове лушпиння до 8%, необхідно видалити з 400 кг соняшникового лушпиння від 20 до 61 кілограма води.

При різній вихідній вологості щоб видалити з 400 кг соняшникового лушпиння від 20 до 61 кілограма води, необхідно спалити від 7 до 23,24 кілограмів дров на годину.

Необхідно встановити додатковий відсмоктуючий вентилятор типу Ц9-57 №3, або Ц4-70 № 2,5 на виході з сушарки.

Трубу від топки до сушильного барабана і сам сушильний барабан необхідно теплоізулювати, що зменшить теплові втрати і буде запобігати конденсації водяної пари.

Література:

1. *Завражнев А.И., Николаев Д.И.,* Механизация приготовления и хранения кормов.- М.:Агропромиздат.1990.-336с.

2. *Егорчиков М.И., Шамоу И.Г.* Кормоцехи животноводческих ферм.-М.:Колос 1983.-175с.

3. Технологія виготовлення паливних брикетів з лузги соняшнику в умовах сільгосп підприємства /В.Лілевман, Н.Легкодух//Техніка і технологія в АПК – 2010.– №3 с.7-9.

4. *Голубович А.В.* Теория и технология сушки.- М.:Агропромиздат –1987г. – 142 с.

5. *Атанзевич В.И.* Сушка.- М.:Агропромиздат,1989. – 239 с.

## **ПОДГОТОВКА ПОДСОЛНЕЧНИКОВОЙ ЛУЗГИ К БРИКЕТИРОВАНИЮ**

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

**Аннотация – в работе рассмотрена подготовка подсолнечной лузги к брикетированию путем сушки с дальнейшим использованием брикетов в качестве топлива для твердотопливных котлов.**

## **PREPARATION OF SUNFLOWER HUSK TO BRIQUETTING**

Yalpachik V., Struchaev N., Yalpachik F.

### *Summary*

**Preparation of sunflower husk to briquetting by drying, with the further use of preforms as a fuel for hard fuel caldrons are considered.**

УДК 677.11.021

**ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЦЕЛЮЛОЗОВМІСНИХ  
МАТЕРІАЛІВ З ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО**

Прохорова Н.І., м.н.с.,

Домбровська О.П., к.т.н.,

Тіхосова Г.А., д.т.н.

*Херсонський національний технічний університет*

Тел. (050)980-80-41

**Анотація** – робота присвячена розробленню вітчизняної екологічно безпечної та дешевої технології одержання целюлозовмісних матеріалів високої якості з лубу льону олійного для паперової промисловості. Проаналізовані фізико-хімічні властивості отриманих целюлозовмісних матеріалів та фізико-механічні властивості виготовлених зразків паперу.

**Ключові слова** – целюлозовмісні матеріали, льон олійний, фільтрувальний папір, фізико-хімічні та фізико-механічні властивості.

*Постановка проблеми.* Целюлозовмісні матеріали є важливою сировиною для багатьох галузей промисловості.

Українські та зарубіжні вчені довели, що однорічні лубоволокнисті рослини можуть майже повністю замінити деревинну сировину на підприємствах з отримання целюлозовмісних матеріалів [1]. На жаль, існуючі технології одержання целюлозовмісних матеріалів із лубу льону олійного не можуть забезпечити їх необхідну якість, а, отже, не дозволяють замінити імпортовану сировину вітчизняною.

В Україні солома льону олійного зазвичай не використовується, оскільки класична технологія переробки стебел луб'яних культур нерентабельна через особливості будови та хімічного складу стебел льону олійного.

Науковці кафедри товарознавства, стандартизації та сертифікації Херсонського національного технічного університету довели, що луб цієї культури є цінною сировиною, яка містить близько 70% целюлози. Таким чином, луб льону олійного за умови застосування новітніх технологій переробки може бути використаний у вітчизняному виробництві в якості целюлозовмісних матеріалів для виготовлення фільтрувального паперу.



*Аналіз останніх досліджень.* Під час попередніх досліджень у якості сировини використовувалися льон-довгунець, льон олійний та коноплі, а дослідження здійснювалися в одному напрямку - хімічне варіння з подальшим хімічним відбілюванням [1-3].

Хімічне варіння – багатоетапний процес, який складається з підготовки сировини перед варінням, варіння (зазвичай натронне) при температурі 170° та високому тиску протягом трьох і більше годин, промивання гарячою та холодною водою, оброблення кислотою або лугом, промивання гарячою та холодною водою, сушіння [1]. Дана технологія шкідлива для навколишнього середовища, дуже дорога, а продукт, отриманий з льону олійного за такою технологією, має посередню якість.

*Постановка завдання.* Важливим і актуальним завданням є розроблення екологічно безпечної та дешевої технології одержання целюлозовмісних матеріалів високої якості з лубу льону олійного, що, в свою чергу, надасть українським підприємствам можливість використовувати якісну вітчизняну сировину.

*Основна частина.* Головною метою хімічного варіння є процес делігніфікації. Виходячи з цього, було проаналізовано сучасний ринок безпечних біологічних препаратів та обрано препарат, який пригнічує життєдіяльність патогенної мікрофлори й водночас сприяє розвитку лігніно- та пектиноруйнівних мікроорганізмів. Запропоновано застосовувати мочіння лубу льону олійного в розчині обраного біологічного препарату замість повного циклу варіння. На даний час існує промислове підтвердження, що цей препарат є одним із кращих мікробіологічних препаратів. Він є основою сільськогосподарської ЕМ-технології та використовується у сільському господарстві для покращення стану ґрунту, живлення рослин, приготування компосту. До його складу входять: пектиноруйнівні гриби роду *Aspergillus*; молочнокислі бактерії, що сприяють розпаду лігнінів; актиноміцети, які за своєю будовою займають проміжне положення між бактеріями та грибами й виробляють антибіотичні речовини з амінокислот, що виділяються фотосинтезуючими бактеріями та органічними речовинами [4, 5].

Були проведені порівняльні дослідження з отримання небіленої та біленої целюлозовмісної сировини з лубу льону олійного. Одна проба лубу льону олійного пройшла весь процес сульфітного варіння та відбілювання. Чотири проби лубу протягом декількох діб вимочували в розчинах препарату різної концентрації, а потім проби були промиті та відбілені за тією ж рецептурою.

З метою оцінювання ефективності розробленої технології були проведені дослідження з визначення основних фізико-хімічних показників вихідної сировини – лубу льону олійного, небіленого та

біленого матеріалів, отриманих за запропонованою технологією, а також біленого матеріалу, отриманого за допомогою сульфітного варіння та перекисного відбілювання. Одержані результати наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Фізико-хімічні показники льону олійного та отриманих із нього матеріалів

Сировина та отримані матеріали	Вихід целюлози від абсолютно сухої речовини, %	Вміст лігніну, %	Вміст пектину, %
Луб льону олійного	70,60	14,00	11,50
Небілений матеріал, отриманий за запропонованою технологією	85,10	6,30	8,50
Білений матеріал, отриманий за запропонованою технологією	96,00	0,69	0,46
Білений матеріал, отриманий за допомогою сульфітного варіння та перекисного відбілювання	90,00	2,00	0,80

Аналіз наведених даних свідчить, що технологія мочіння з біопрепаратом із подальшим відбілюванням є не просто ефективною, а більш ефективною, ніж класичне сульфітне варіння з подальшим перекисним відбілюванням.

З отриманої за запропонованою технологією целюлози під час подальших досліджень виготовили зразки фільтрувального паперу, які були протестовані в науково-дослідній лабораторії ТОВ «Цюрупинський паперовий комбінат» (ТОВ «ЦПК»). Фізико-механічні показники якості цих зразків фільтрувального паперу визначалися згідно з такими стандартами: ГОСТ 131-94, ISO 439-80, ISO 534-80, ГОСТ 13525.8-86, ISO 1924/1-83. Результати визначення якості фільтрувального паперу, одержаного з лубу льону олійного, наведені в табл. 2. Фізико-механічні показники фільтрувального паперу, виготовленого за запропонованою технологією, порівнювали з фізико-механічними показниками фільтрувального паперу із

целюлози, отриманої за існуючою технологією, які також наведені в табл. 2 в останньому рядку .

Таблиця 2 – Фізико-механічні показники якості фільтрувального паперу із целюлози, отриманої з лубу льону олійного

Спосіб отримання целюлози	Маса паперу площею 1 м <sup>2</sup> , г	Повітропроникність, при $\Delta p=200$ Па, $S=10$ см <sup>2</sup> , л/м <sup>2</sup> сек	Абсолютний опір продавлюванню, кПа	Руйнівне зусилля, кН/м	Товщина, мм
Замочування у 1,25 % розчині препарату з подальшим відбілюванням	108	1400/1135	62	2,4	0,60
Замочування у 2,5 % розчині препарату з подальшим відбілюванням	108	1160/900	62	3,1	0,63
Замочування у 4 % розчині препарату з подальшим відбілюванням	100	1040/870	57	4,1	0,55
Замочування у 5 % розчині препарату з подальшим відбілюванням	100	1400/1100	68	4,1	0,58
Сульфітне варіння з подальшим відбілюванням	96	1280/900	30	2,0	0,60

Як видно з наведених даних, зразки фільтрувального паперу, виготовленого з целюлози, отриманої згідно із запропонованою технологією за допомогою мочіння у розчині препарату з подальшим відбілюванням, відрізняються від паперу, одержаного із целюлози, отриманої сульфітним способом, більш високими фізико-механічними показниками, такими як повітропроникність, абсолютний опір продавлюванню та руйнівне зусилля.

Загальновідомо, що папір виготовляють різними способами із суміші целюлоз, одержаних із різноманітної сировини, з різним відсотковим співвідношенням компонентів залежно від необхідних фізико-механічних характеристик кінцевого продукту.

У зв'язку з тим, що фільтрувальний папір також виробляють із суміші целюлоз для забезпечення необхідних фізико-механічних показників, були одержані й протестовані зразки фільтрувального паперу із суміші целюлози, отриманої у процесі досліджень, та

хвойної біленої целюлози (ХБЦ). Таке співвідношення компонентів було запропоновано для того, щоб найкраще оцінити, як застосування даної целюлози впливатиме на фізико-механічні показники якості фільтрувального паперу. Результати визначення фізико-механічних показників якості фільтрувального паперу наведені в табл. 3.

Таблиця 3 – Фізико-механічні показники якості фільтрувального паперу із суміші целюлози, отриманої з лубу, та хвойної біленої целюлози у співвідношенні 1:1

Спосіб отримання целюлози	Маса паперу площею 1 м <sup>2</sup> , г	Повітропроникність, при $\Delta p=200$ Па, $S=10$ см <sup>2</sup> , л/м <sup>2</sup> сек	Абсолютний опір продавлюванню, кПа	Руйнівне зусилля, кН/м	Товщина, мм
Замочування у 1,25% розчині препарату з подальшим відбілюванням та ХБЦ	92	550/510	56	5,8	0,50
Замочування у 2,5 % розчині препарату з подальшим відбілюванням та ХБЦ	108	520/465	57	5,0	0,50
Замочування у 4 % розчині препарату з подальшим відбілюванням та ХБЦ	96	480/455	58	5,5	0,50
Замочування у 5 % розчині препарату з подальшим відбілюванням та ХБЦ	100	430/400	60	7,8	0,55
Сульфитне варіння з подальшим відбілюванням та ХБЦ	100	595/510	56	4,0	0,59

Наведені в табл. 2, 3 дані свідчать, що зразки фільтрувального паперу із суміші, яка складається з целюлози, отриманої за

запропонованою технологією, та хвойної біленої целюлози у співвідношенні 1:1, відрізняються від паперу, виготовленого з целюлози, отриманої сульфітним способом, більш високими фізико-механічними показниками, такими як повітропроникність, абсолютний опір продавлюванню та руйнівне зусилля.

#### *Висновки.*

1. Застосування запропонованої технології дозволяє набагато скоротити технологічний процес отримання біленої або небіленої целюлозовмісної сировини з лубу льону олійного до 5 стадій: холодноводне мочіння у розчині препарату, сушіння, відбілювання, промивання, сушіння. Таке скорочення не лише знижує шкоду, завдану навколишньому середовищу, та значно здешевлює процес виробництва целюлози й підвищує якість одержаного продукту.

2. Використання целюлозовмісних матеріалів, отриманих за запропонованою технологією для виготовлення фільтрувального паперу, дозволяє одержувати папір з високими фізико-механічними показниками, що дасть змогу не лише застосовувати вітчизняну сировину замість імпортованої, а й підвищити якісні показники паперу.

#### *Література:*

1. *Дейкун І.М.* Розробка технології одержання лляної целюлози для хімічної переробки: автореферат дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.18.05 / І.М. Дейкун – К., 2005. – 22 с.

2. Пат. № 87049 Україна, МПК D01B1/00. Спосіб одержання целюлози із волокна льону олійного / Меньяло-Басиста І.О., Тіхосова Г.А.; заявник та патентовласник Херсонський національний технічний університет. - № у 2013 06466; заявл. 24.05.2013; опубл. 27.10.2014, Бюл. № 2.

3. Інноваційні технології одержання нетканих та целюлозовмісних матеріалів з льону олійного: [монографія]/ Чурсіна Л.А., Тіхосова Г.А., Головенко Т.М., Меньяло-Басиста І.О. – Херсон: Грінь Д.С., 2014. – 304 с.

4. ЕМ-технологія [Електронний ресурс] /<http://baykal/agronet/ru/06/htm>

5. ЕМ-технологія. Удобрения, которые возрождают почву. Роль микроорганизмов [Електронний ресурс] <http://em.rpoargo.com/role.htm>

## **ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЦЕЛЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО**

Прохорова Н.И., Домбровская О. П., Тихосова Г.А.

*Аннотация* - работа посвящена разработке отечественной экологически безопасной и дешевой технологии получения целлюлозосодержащих материалов высокого качества из луба льна масличного для бумажной промышленности. Проанализированы физико-химические свойства полученных целлюлозосодержащих материалов и физико-механические свойства изготовленных образцов бумаги.

## **PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF CELLULOSE CONTAINED OF MATERIALS FROM FLAX OILY**

Прохорова Н.И., Домбровская О. П., Тихосова

### *Summary*

Article is sanctified to development of home environmentally sound and cheap technology of receipt of cellulose contained materials of high quality from the bast of flax oily for paper industry. Analysed physical and chemical properties of the got cellulose contained materials and physicochemical properties of the made standards of paper.

УДК 677.11(477)

## ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОБНИЦТВА ОРГАНІЧНОГО ГЕОТЕКСТИЛЮ В УКРАЇНІ

Бобирь С.В., здобувач\*

Кузьміна Т.О., д.т.н.,

Тернова Т.І., к.т.н.,

*Херсонський національний технічний університет*

Тел. (0552) 51-71-72

**Анотація** – у роботі здійснена оцінка фізико-механічних параметрів волокна, одержаного в процесі розстилу соломи льону олійного із застосуванням біологічно-активного препарату. Визначено придатність лляного волокна для виготовлення органічного геотекстилю широкого асортименту. Обґрунтовано перспективи виробництва вітчизняного геотекстилю з натуральної льоносировини для забезпечення економічної незалежності нашої країни від аналогічної імпортованої продукції.

**Ключові слова** – органічний геотекстиль, солома льону олійного, лляне волокно, біологічно-активний препарат, якісні показники.

*Постановка проблеми.* Останнім часом міжнародний науковий інтерес сфокусований на темі – «green composite» («зелений композит»). Перспектива часткової заміни синтетичних волокон, а також виробництво геополотен з 100 % натуральних (грубих) волокон льону олійного пов'язані з економічними перевагами і зростаючими екологічними вимогами в усьому світі.

Науковці та виробники багатьох країн, таких як Канада, США, Німеччина, Росія, Білорусь та ін., активно займаються розробкою нових проектів та бізнес-планів комплексної переробки льону олійного з метою виготовлення композиційних, текстильних та геотекстильних нетканих матеріалів різного функціонального призначення [1, 2].

Україна, на жаль, у даному питанні відстає від провідних зарубіжних країн. Існує багато вітчизняних діючих приватних підприємств із виробництва нетканих матеріалів, але тільки деякі з них випускають геотекстильні полотна. Це переважно синтетичний геотекстиль із імпортованих поліефірних і поліпропіленових волокон.

---

© Бобирь С.В., здобувач, Кузьміна Т.О., д.т.н., професор, Тернова Т.І., к.т.н., доцент.

\* *Науковий керівник – д.т.н., професор Кузьміна Т.О.*

Таке становище, в першу чергу, пов'язане з відсутністю на вітчизняних переробних підприємствах комплексної технології переробки лляної сировини, придатної для виготовлення нового виду продукції – органічного геотекстилю. Відсутні також дослідження, спрямовані на визначення відповідності якісних характеристик отриманих волокон нормативним вимогам за напрямками їх застосування у секторі нетканого технічного текстилю [3].

*Аналіз останніх досліджень.* В Україні протягом останнього десятиліття значно збільшилися посівні площі, відведені під льон олійний. Дана тенденція спостерігається по всій країні, але особливо в південно-східній її частині через сприятливі ґрунтово-кліматичні умови. Так, з 2000 р. по 2013 р. посівні площі цієї культури в Україні збільшилися з 2,27 тис. га до 60 тис. га.

Льон олійний може бути безвідходною технічною культурою багатостороннього використання. Однак сьогодні основний продукт, отримуваний при вирощуванні цієї рослини – насіння.

Льон олійний у значній мірі експортна культура. У 2012 р. експортний потенціал льону олійного склав близько 30 тис. тонн. Основними продуктами переробки є лляна олія, макуха і шрот. Але в Україні немає достатнього досвіду використання лляної олії як за кордоном, що не стимулює його виробництво. Макуха ж льону використовується приватним сектором лише в регіонах виробництва даного продукту [4].

Стебла ж цієї культури у переважній більшості не мають збуту й прямо в полі заорюються або спалюються. Зі стебел льону олійного можна отримувати в середньому 19 % цінного целюлозовмісного короткого волокна, що може стати основним джерелом для одержання екологічної рослинної технічної сировини для виготовлення органічного геотекстилю різного функціонального призначення українського виробництва [5].

Органічний геотекстиль (біотекстиль, біомати, біополотна) виготовлений з волокна льону олійного, має ряд переваг перед геосинтетикою. Основні сфери його застосування – ландшафтне та дорожнє будівництво (за винятком залізничних колій та асфальтових покриттів), а також агропромисловий комплекс.

Органічний геотекстиль має менший термін служби при використанні із землею через її біологічно руйнівні властивості. Але така продукція більш екологічна, після експлуатації на 100% розкладається, не залишаючи негативних наслідків навколишньому середовищу. Застосування дешевого лляного волокна для виготовлення геотекстилю дає можливість істотно знизити вартість виробництва [3].



В умовах економічної кризи нашої держави переробка стебел льону олійного на волокно одночасно з його насінням може забезпечити вітчизняні підприємства нетканих матеріалів натуральною рослинною сировиною та стати прибутковим джерелом фінансових надходжень в аграрний сектор та промисловість.

*Постановка завдання.* Завданням даної роботи є проведення оцінки якісних характеристик лляного волокна, одержаного в процесі розстилу соломи льону олійного із застосуванням штучного зволоження розчином біологічно-активного препарату з метою визначення його придатності для використання у виробництві органічного геотекстилю.

*Основна частина.* Вченими кафедри товарознавства, стандартизації та сертифікації Херсонського національного технічного університету було розроблено декілька біологічних способів одержання трести з соломи льону олійного в кліматичних умовах півдня України. Проведені попередні дослідження оцінки якості волокна, отриманого з такої трести, свідчать про його придатність у виробництві широкого асортименту продукції для різних галузей промисловості. Але до цього часу не було проведено дослідів з визначення потенційної придатності лляного волокна для виготовлення нового виду продукції в Україні, такого, як органічний геотекстиль.

Для даних експериментальних досліджень було використано волокно льону олійного, одержане в результаті обробки стебел соломи розчином біологічно-активного препарату «Триходермін» з концентраціями 1,5 % і 2 % під час розстилу на льонищі. За зазначеним способом було отримано патент на корисну модель [6].

Оцінку якості проводили за наступними фізико-механічними параметрами: вміст костриці, розривне навантаження скрученої стрічки та середня масодовжина. Якісні показники волокна, отриманого після механічної обробки трести льону олійного в лабораторних умовах і льоноволокна, регламентованого згідно з нормативними документами [7, 8], наведено відповідно у табл. 1.

Порівняльний аналіз наведених у табл.1 даних показує, що якісні показники одержаного волокна відповідають державним стандартам на лляну сировину, призначену для виробництва геотекстилю з натуральних волокон.

Для розрахунку середньої масодовжини було виконано детальне розсортування волокон за групами довжини. На основі одержаних даних у вигляді середніх значень побудовано діаграми розподілу волокон за довжиною, які математично оброблено за допомогою програмних пакетів: Mathcad 13, CurvExpert 1.4.

Таблиця 1 – Порівняльна характеристика якісних показників лляного волокна


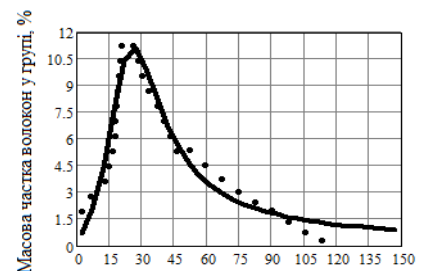
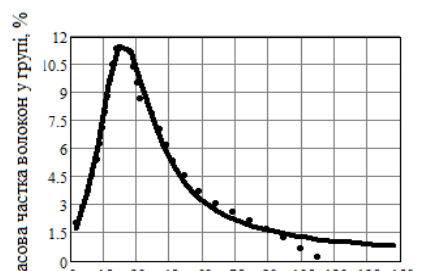
Найменування	Вміст костриці, %	Розривне навантаження скрученої стрічки, даН, не менше	Середня масо-довжина, мм
Отримане волокно	23,7-26,8	5,1-5,8	39,7-47,2
Стандартні вимоги до волокна для виготовлення геотекстилю з натуральної льоносировини	22,0-29,0	5,0	20,0-50,0

На підставі математичної обробки експериментальних даних, отриманих під час дослідження процесу розподілу волокон, виділених із стебел трести льону олійного за довжиною, було одержано 8 математичних моделей, 3 з яких мали доволі високий коефіцієнт кореляції ( $r > 0,95$ ) та мінімальне середнє квадратичне відхилення ( $S$ ), що є достатніми для проведення технологічних розрахунків, які наведено відповідно у табл. 2.

Аналізуючи одержані результати (табл. 2), можна зробити висновок, що для всіх варіантів дослідів отримані моделі є адекватними. Так, при обробці лляної соломи водою обрано найкращою за математичними розрахунками модель, яка відповідає розподілу Гауса. А при обробці стебел льону біологічно-активним препаратом «Триходермін» з концентраціями 1,5 % і 2 % найкращими математичними моделями обрано раціональну функцію.

Результати даних побудованих діаграм розподілу волокон за довжиною показують, наскільки змінюється масова частка волокон у кожній групі в динаміці процесу розстилу стебел соломи льону олійного на льонищі. На основі отриманих даних було проведено розрахунки середньої масодовжини, яка свідчить, що при обробці стебел льону біопрепаратом з концентраціями 1,5 % і 2 % цей показник знижується на 13,5 мм і на 16,6 мм у порівнянні з контрольним варіантом, де солону зволожували водою. Це свідчить, що при застосуванні біопрепарату волокно стає більш розволокненим.

Таблиця 2 – Властивості теоретичних моделей процесу розподілу волокон за довжиною, одержаних у процесі розстилу

№ з/п	Математична модель	Коефіцієнт кореляції, $r$ , та середнє квадратичне відхилення, $S$	Графік
1	2	3	4
<b>При обробці водою (контрольний варіант)</b>			
1	<p style="text-align: center;"><b>Gaussian Model</b></p> $M_{gaus} = \frac{1}{0,04956 \cdot \sqrt{2 \cdot \pi}} \cdot e^{\frac{-(x-53,669)^2}{1227,73999}}$	$r = 0,993$ $S = 0,349$	 <p style="text-align: center;">Масова частка волокон у групі, % Середня довжина волокон у групі, мм</p>
<b>При обробці препаратом «Триходермін» з концентрацією 1,5 %</b>			
2	<p style="text-align: center;"><b>Rational Function</b></p> $Y_1(x) = \frac{0,258 + 0,1356 \cdot x}{1 - 0,06186 \cdot x + 0,0014005 \cdot x^2}$	$r = 0,956$ $S = 1.033$	 <p style="text-align: center;">Масова частка волокон у групі, % Середня довжина волокон у групі, мм</p>
<b>При обробці препаратом «Триходермін» з концентрацією 2 %</b>			
3	<p style="text-align: center;"><b>Rational Function</b></p> $Y_1(x) = \frac{1,1659 + 0,1274 \cdot x}{1 - 0,0632575 \cdot x + 0,001527587 \cdot x^2}$	$r = 0,989$ $S = 0,537$	 <p style="text-align: center;">Масова частка волокон у групі, % Середня довжина волокон у групі, мм</p>

*Висновки.* Таким чином, здійснена оцінка якісних показників лляного волокна, одержаного в процесі біологічного приготування трести з соломи льону олійного в кліматичних умовах півдня України, свідчить, що отримане волокно відповідає нормативно-технічним документам на сировину, призначену для виробництва геотекстилю з натуральних лляних волокон.

За умови застосування волокна льону олійного, як основного джерела рослинної технічної сировини для виготовлення органічного геотекстилю, наша країна може зробити перший крок до виходу на європейський рівень з виробництва екологічно чистої конкурентоспроможної продукції – нетканого технічного текстилю широкого асортименту. Це, в свою чергу, може стати додатковим джерелом фінансових надходжень в економіку нашої держави.

Література:

1. *Живетин, В.В.* и др. Лён и его комплексное использование [Текст]: учеб. пособ. / В.В. Живетин, Л.Н. Гинзбург, О.М. Ольшанская. – М.: Информ-знание, 2002. – 400 с.

2. Cormatex: Новые возможности в области производства нетканых материалов из сырья растительного происхождения [Электронный ресурс] // Легкая промышленность. Курьер. – 2011. – № 5. – Режим доступа к журналу: <http://www.lp-magazine.ru/lp-magazine/2011/05/324>

3. *Бобирь, С.В.* та ін. Товарознавчі властивості льоносировини для армування геотекстильних полотен [Текст] / С.В. Бобирь, Т.О. Кузьміна, С.С. Бабіч // Товароведческий вестник: сб. наук. тр. Луцкого нац. техн. ун-та. – Луцк, 2014. – № 7. – Луцк, 2014. – № 7. – С. 33-40.

4. *Махно, Ю.* та ін. Найцінніша з сільгоспкультур [Електронний ресурс] / Ю. Махно, Т. Товстановська, Є. Сагайдак, М. Ягло // Аграрний тиждень. Україна. – 2014. – № 9-10. – Режим доступу до журналу: <http://a7d.com.ua/plants/17184-naycnnsa-z-slgospkultur.html>

5. *Семак, Б.Б.* Рослинна технічна сировина – суттєвий резерв поповнення вітчизняного ринку екологічно безпечних товарів [Електронний ресурс] / Б.Б. Семак // Ефективна економіка. – Дніпропетровськ: Дніпропетровський державний аграрний університет. – 2012. – № 1. – Режим доступу до журналу: <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=888>

6. Пат. U 81140 Україна, МПК D01B 1/00. Спосіб одержання трести з соломи льону олійного / Бобирь С.В., Островська А.В., Кузьміна Т.О.; заявник та патентовласник Херсонський національний технічний університет. – № u201214321; заявл. 14.12.2012; опубл. 25.06.2013, Бюл. №12.

7. Геотекстиль та віднесені до геотекстилю вироби. Необхідні характеристики для застосування у дорожньому будівництві (за

винятком залізничних колій та асфальтових покриттів): ДСТУ EN 13249:2005 (EN 13249:2000, IDT). – [Чинний від 2006-01-07]. – К.: Держспоживстандарт, 2006. – 24 с. (Регіональний стандарт України).

8. Геотекстиль та віднесені до геотекстилю вироби. Необхідні характеристики для використання у роботах з контролювання ерозії (захист узбережжя, берегові покриви): ДСТУ EN 13253:2006 (EN 13253:2000, IDT). – [Чинний від 2008-01-01]. – К.: Держспоживстандарт, 2008. – 24 с. (Регіональний стандарт України).

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОИЗВОДСТВА ОРГАНИЧЕСКОГО ГЕОТЕКСТИЛЯ В УКРАИНЕ**

Бобырь С.В., Кузьмина Т.О., Терновая Т.И.

**Аннотация – в работе осуществлена оценка физико-механических параметров волокна, полученного в процессе расстила соломы льна масличного с применением биологически активного препарата. Определена пригодность льняного волокна для изготовления органического геотекстиля широкого ассортимента. Обоснованы перспективы производства отечественного геотекстиля из натурального льняного сырья для обеспечения экономической независимости нашей страны от аналогичной импортируемой продукции.**

## **PROSPECTS OF THE PRODUCTION OF ORGANIC GEOTEXTILES IN UKRAINE**

Bobyry S., Kuzmina T., Ternovaya T.

### *Summary*

**Assessment of physical and mechanical parameters of the fiber, which is obtained in the process of flax straw spreading using biologically active drug, is carried out. Suitability of flax fiber for the manufacture of a wide range of organic geotextiles is determined. Prospects of the production of domestic of geotextiles from of natural flax raw materials to ensure the economic independence of our country from the analogous imported products, is substantiated.**

УДК 677.011.021.1

## АНАЛІЗ ВЛАСТИВОСТЕЙ ГЕОТЕКСТИЛЮ, ЩО ЗАСТОСОВУЄТЬСЯ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ В УКРАЇНІ ТА США

Тіхосова Г.А., д.т.н.,

Князєв О.В., к.т.н.,

Тулученко Н.В., аспірант\*

Херсонський національний технічний університет

Тел. (0552) 51-71-72

**Анотація** – у статті проаналізовані стандарти на геотекстильні матеріали та розглянуто їх основні властивості стосовно застосування у сільському господарстві.

**Ключові слова** – тканий та нетканий геотекстиль, дорожній геотекстиль, властивості, стандарти.

*Постановка проблеми.* У сільському господарстві за останні роки геотекстиль набув неабиякого попиту. Впровадження новітнього матеріалу передбачає освоєння іноземного досвіду та проведення порівняльного аналізу властивостей вітчизняного та закордонного геотекстилю, зокрема виробленого за вимогами США. Усе це в результаті дало б вітчизняним виробникам можливість удосконалити вимоги до властивостей геотекстилю та поліпшити технології виробництва.

*Аналіз останніх досліджень.* Праці, що присвячені геотекстильним матеріалам, здебільшого містять визначення поняття та функції цих матеріалів. Прикладами є дослідження Полікарпова І.С., Терешкевича Н.А. [1] та Кириченко О.В., Пелика Л.В. [2]. У першому випадку визначено такі основні поняття, як геосинтетика, геотекстильний матеріал, тканий і нетканий геотекстиль. Крім того, означено основні функції геотекстильних матеріалів, вивчено теоретичні аспекти їх застосування у різних галузях народного господарства. У другому – визначені характеристики геотекстильних матеріалів залежно від їх функцій.

Вагома частка робіт з теми дослідження присвячена питанням виробництва геотекстильних матеріалів [3–4]. У першій статті розглядаються хімічні волокна, що використовуються у виробництві геотекстильних матеріалів, подано їх характеристику та визначено вплив на формування властивостей геотекстиля. У другій статті

проаналізовано сучасні способи отримання геосинтетичних матеріалів. Наведені характеристики текстильних волокон, які широко використовуються для виробництва геосинтетичних матеріалів у більшості європейських країн. Особлива увага приділяється порівняльній характеристиці сучасних геосинтетичних нетканих матеріалів.

Однак у доступній літературі нами не виявлено результатів дослідження функцій геотекстилю у сільському господарстві та аналізу властивостей геоматеріалів щодо їх сільськогосподарського призначення.

*Формулювання цілей статті (постановка завдання).* Проаналізувати функції геотекстилю у сільському господарстві, розглянути існуючі вітчизняні та вимоги США до матеріалу та визначити його роль для забезпечення виконання заданих функцій у сільському господарстві.

*Основна частина.* У сільському господарстві екологічність і надійність використовуваного матеріалу знаходиться на першому місці, тому інтенсивне використання у цій галузі є цілком виправданим. Для цього матеріалу характерна висока хімічна стійкість і низький ступінь термоокислювального старіння. Структурні властивості роблять геотекстиль нечутливим до процесів гниття. Висока міцність матеріалу дозволяє не боятись впливу на нього гризунів та комах, грибків та плісені. Ці характеристики роблять геотекстиль оптимальним матеріалом, що використовується у сільському господарстві [5].

Стійкість до ультрафіолетового випромінювання, високий опір на розрив, водопроникність, відмінні фільтруючі і дренажні властивості дають можливість застосовувати геотекстиль у якості прошарку для розділення; фільтруючого шару, захисту гідроізоляції, армуючого шару, бар'єру для проростання рослин.

Виконуючи функцію розділення, геотекстиль допомагає уникнути деформацій земляного і дорожнього полотна у результаті змішування дрібнозернистих і крупнозернистих матеріалів; підвищити несучу здатність за рахунок запобігання втрати крупнозернистих матеріалів при їх змішуванні з ґрунтовою підстилкою і досягти більшого коефіцієнта ущільнення; зберегти дренажну здатність крупнозернистого шару. У результаті цього даний матеріал має наступні переваги: зниження сукупних витрат, так як допускається використання дешевших крупнозернистих матеріалів; зменшення витрат на укладання завдяки економії часу; збільшення часу функціонування дренажної системи. У результаті використання геотекстильних матеріалів утворюються природні ґрунтові фільтри: крупні фракції ґрунту після вимивання дрібних осідають на

геотекстилі. Пропускна здатність такої системи залежить від водопроникності ґрунту, кількості та розміру пор матеріалу, причому геотекстиль практично не схильний до засмічення, замулювання.

Геотекстиль під час відновлення пошкодженого ґрунту і нарощування родючого шару застосовується як прошарок між старим виснаженим і новим родючим ґрунтами. Він перешкоджає їх змішуванню, проростанню бур'яну. Також даний матеріал використовується для зонування під час висаджування різноманітних декоративних рослин, влаштування квітників, обмеження зростання коренів дерев і чагарників [2].

Варто використовувати геотекстиль і через його фільтруючу властивість (структура матеріалу не дозволяє проходити часткам ґрунту в пори плівки) та високому модулю пружності (матеріал витримує значні навантаження практично без деформації). Невеликі пошкодження не впливають на властивість матеріалу виконувати свої функції і не приводять до руйнування конструкції. Саме тому геотекстиль ідеальний для покриття теплиць, парників, для дренажних робіт і формування газонів. Даний матеріал допомагає створити в парниках оптимальний мікроклімат зі зменшенням випаровування з ґрунту та із захистом від згубних ультрафіолетових променів [5].

На жаль, вимоги до геотекстилю, що використовується у сільському господарстві, не регламентовані, тому українським аграріям доводиться обирати матеріал для цієї галузі за закордонними параметрами. Згідно з вимогами США, застосовуваний тканий та нетканий геотекстиль має відповідати усім базовим вимогам, наведеним у табл. 1 та табл. 2, для того, щоб оптимально виконувати усі покладені на нього вищевикладені функції [6].

Таблиця 1 – Вимоги до тканого геотекстилю

Властивість	Назва міжнародного стандарту	Клас I	Клас II та III	Клас IV
Міцність на розтягнення (фунтів). Мінімальне значення	ASTM D 4632	200 в будь-якому основному напрямку	120 у будь-якому основному напрямку	180 у будь-якому основному напрямку
Міцність на розрив (фунтів на квадратний дюйм). Мінімальне значення	ASTM D 3786	400	300	Не допустимі



Продовження таблиці 1

Відносне видовження (відсотків). Мінімальне значення	ASTM D 4632 Grab Test	<50	<50	<50
Прокол (фунтів). Мінімальне значення	ASTM D 4833	90	60	60
Ультрафіолетове світло (% залишкової міцності на розрив)	ASTM D 4355 (150 годин експозиції)	70	70	70
Видимий розмір отворів. Мінімальне значення (мм)	ASTM D 4751	0,1	0,1	0,1
Відсоток відкритої площі (%)	CWO-02215-86	4,0	4,0	1,0
Проникність (л/с)	ASTM D 4491	0,10	0,10	0,10

Таблиця 2 – Вимоги до нетканого геотекстилю

Властивість	Метод випробувань	Клас I	Клас II	Клас III	Клас IV*
Міцність на розтягнення (фунтів). Мінімальне значення	ASTM D 4632	180	120	90	115
Міцність на розрив (фунтів на квадратний дюйм). Мінімальне значення	ASTM D 3786	320	210	180	Не допустимі
Відносне видовження (відсотків). Мінімальне значення	ASTM D 4632 Grab Test	>50	>50	>50	>50

Продовження таблиці 2

Прокол (фунтів). Мінімальне значення	ASTM D 4833	80	60	40	40
Ультрафіолетове світло (% залишкової міцності на розрив)	ASTM D 4355 (150 годин експозиції)	70	70	70	70
Видимий розмір отворів. Максимальне значення (мм)	ASTM D 4751	0,04	0,04	0,04	0,04
Проникність (л/с)	ASTM D 4491	0,70	0,70	0,70	0,70

\*Теплозв'язаний або пов'язаний смолою геотекстиль може бути використаний для IV класу [6].

Широко використовують дорожній геотекстиль у сільському господарстві завдяки розділяючій, армуючій, фільтруючій та дренажній функціям. Міцність матеріалу дозволяє попередити вивітрювання і висушування ґрунту. Під час дощу волога відводиться у дренажні кювети (тим самим попереджується заливання та розмиття доріг). Використання геотекстилю знижує деформацію дорожнього полотна, створює армуючий шар на м'якому ґрунті, не допускає нерівномірне проникнення насипного матеріалу у ґрунт [5].

У відповідності до галузевих будівельних норм України ГБН В.2.3-37641918-544:2014 "Автомобільні дороги. Застосування геосинтетичних матеріалів у дорожніх конструкціях. Основні вимоги" властивості, за якими оцінюють придатність геосинтетиків для заданої області застосування, наведені в табл. 3, а значення властивостей – у табл. 4 [7].

У відповідності до стандартів США дорожній геотекстиль, що використовується у дорожніх конструкціях, має відповідати основним нормам, які зазначені у нормативних документах кожного штату окремо. Узагальнивши відомості штатів Вайомінг, Кентуккі, Північної Кароліни, Колорадо та Флориди, можна зробити висновки про загальні вимоги до матеріалу, які наведені в табл. 5 [8–12].

Таблиця 3 – Критерії вибору геосинтетиків для застосування у дорожніх конструкціях

Назва показника	Область застосування геосинтетиків						
	Розділення	Фільтрування	Дренування	Армування	Захищення	Ізолування	Протиерозійний захист
I. Проектні критерії							
I.1 Механічні							
Міцність при розтяганні				+		+	
Максимальне відносне видовження на момент розриву	+		+	+	+		
Повзучість при розтяганні	+		+		+		
Коефіцієнт тертя між ґрунтом і геосинтетиком			+	+			
I.2 Гідравлічні							
Фільтруюча здатність матеріалу	+	+	+	+			+
Дренуюча здатність матеріалу під навантаженням			+				
Характерний розмір отворів		+	+				+
II. Технологічні критерії							
Статичне проколювання плунжером*	+	+	+	+	+	+	+
* Випробування з статичним проколюванням плунжером не використовують для геосинтетиків з відкритою структурою, таких як георатки, геосітки тощо.							

Таблиця 4 – Характеристики деяких геосинтетиків

Назва показника	Одиниця вимірювання	Норма
Фізичні властивості		
Поверхнева щільність	г/м <sup>2</sup>	135–2000
Товщина	мм	0,25–7,5
Механічні властивості		
Грейферна міцність	кН	0,45–4,5

Продовження таблиці 4

Міцність на розтяг: - для розділення - для розділення - для армування	кН/м	9 – 13 13 – 30 30 – 1200
Міцність на втому (витривалість)	кількість циклів	50–100
Міцність на роздирання	Н	90–1300
Статичне проколювання плунжером	Н	45–450
Коефіцієнт зсуву	%	60–100
Анкерна міцність матеріалу при вириванні з масиву ґрунту	% (від міцності геотекстилю)	50–100
Гідравлічні властивості		
Характерний розмір отворів	мм	2,0–0,075
Фільтруюча здатність матеріалу	$c^{-1}$	0,02–2,2
Дренуюча здатність матеріалу під навантаженням	$m^2/хв$	0,01–2,0·10 <sup>-3</sup>
Стійкість		
Пошкоджуваність при вкладанні	% (від міцності геотекстилю)	0–70
Стійкість до агресивних середовищ		
Температурна деградація (при дії високих температур, гаряча вода, гарячий асфальтобетон тощо)	°С	для волокон АСМ – не менше 170; для геотекстильної підложки – не більше 130

Таблиця 5 – Узагальнені характеристики дорожнього геотекстилю США

Назва показника	Одиниця вимірювання	Мінімальне значення
Відносне видовження	%	15
Міцність шову	фунт	500
Міцність проколювання	кг	1250
Трапецоїд на разрив	кг	180
Видимий розмір отворів	мм	0,3
Діелектрична проникність	$1/\epsilon$	0,15
Ультрафіолетова деградація	год.	на 150 годин 70% міцності зберігається протягом усього заняття

*Висновки.* У результаті проведеного дослідження узагальнені функції, які геотекстильні матеріали виконують у сільському господарстві країн світу. У відповідності до умов України виділена пріоритетна функція їх застосування у дорожніх полотнах. Стосовно цієї функції проведений порівняльний аналіз стандартів до дорожніх покриттів в Україні та США.

Оскільки властивості геотекстильних матеріалів для різного цільового використання у сільському господарстві в Україні нерегламентовані, тому доцільно до появи вітчизняних стандартів використовувати іноземні. Їх залучення полегшить українським аграріям процедуру вибору геотекстильних матеріалів у залежності від функцій використання.

Перспективи подальших досліджень автори пов'язують із освоєнням досвіду Росії, Німеччини, Великобританії та інших країн у досліджуваному питанні.

#### Література:

1. *Полікарпов І.С.* Геотекстильні матеріали. Основні поняття, сфера застосування. / І.С. Полікарпов, Н.А. Терешкевич // Кооперативна модель економічного розвитку в умовах глобалізації: матеріали наукової конференції професорсько-викладацького складу і

аспірантів. – Львів: Видавництво Львівської комерційної академії, 2012. — С. – 91 – 93.

2. *Кириченко О.В.* Функції геотекстильних матеріалів у ландшафтному дизайні / О.В. Кириченко, Л.В. Пелик // Полтавський університет економіки і торгівлі. — 2014. / [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://dspace.puet.edu.ua/handle/123456789/2106>

3. *Кириченко О.В.* Застосування хімічних волокон у виробництві геотекстильних матеріалів // Товарознавчий вісник. – Херсон, 2013. – Вип. 6. – С. 61–65.

4. *Пелик Л.В.* Сучасні тенденції отримання технічних геосинтетичних матеріалів / Л.В. Пелик, О.В. Кириченко // Вісник Хмельницького національного університету. – Хмельницьк, 2014. – Вип. 213. – С. 261–263.

5. Официальный сайт компании "ALECON TECHNOLOGY". Эффективное применение геотекстиля в сельском хозяйстве [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http://alecon.co.il/stat\\_partners/primjenjenje-gjeotjekstilja.html](http://alecon.co.il/stat_partners/primjenjenje-gjeotjekstilja.html)

6. 210-VI-DN-24 — Guide for the Use of Geotextiles — Valid from 19/12/1991 by order United States Soil Dep-nt of Conswmtion Agriculture Service from 01/11/91.— Washington, D.C, 1991. — 10 p.

7. ГБН В.2.3-37641918-544:2014 — Автомобільні дороги. Застосування геосинтетичних матеріалів у дорожніх конструкціях. Основні вимоги — Діючий с 01.01.2015 за постановою міністерства інфраструктури України від 02.09.2014 за наказом № 428. — К., 2014. — 143 с.

8. Standard Specifications for Road and Bridge Constructions — Valid from 18/03/2010 by order State of Wyoming Department of Transportation from 18/03/2010.— Cheyenne, Wyoming, 2010. — 871 p.

9. Standard Specifications for Road and Bridge Constructions — Valid from 15/06/2012 by order State of Kentucky Department of Transportation from 15/06/2012.— Frankfort, Kentucky, 2012. — 668 p.

10. Standard Specifications for Road and Structures — Valid from 01/01/2012 by order State of North Carolina Department of Transportation.— Raleigh, North Carolina, 2012. — 815 p.

11. Standard Specifications for Road and Bridge Constructions — Valid from 01/01/2013 by order State of Florida Department of Transportation.— Tallahassee, Florida, 2013. — 1148 p.

12. Standard Specifications for Road and Bridge Constructions — Valid from 01/01/2011 by order State of Colorado Department of Transportation.— Denver, Colorado, 2011. — 778 p.

**АНАЛИЗ СВОЙСТВ ГЕОТЕКСТИЛЯ, ПРИМЕНЯЕМОГО  
В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ В УКРАИНЕ И США**

Тихосова Т.А., Князев О.В., Тулученко Н.В.

*Аннотация* – в статье проанализированы стандарты на геотекстильные материалы и рассмотрены их основные свойства относительно применения в сельском хозяйстве.

**ANALYSIS OF GEOTEXTILES PROPERTIES  
USED IN AGRICULTURE OF UKRAINE AND US**

Tihosova T., Knyazev J., Tuluchenko N.

*Summary*

**In the article the standards for geo-textile materials and their basic properties are discussed in relation to the application in agriculture.**

УДК 677.027.5.04

## **ПЕРЕРАБОТКА ЛЬНЯНОЙ СОЛОМЫ МЕХАНО-ХИМИЧЕСКИМ СПОСОБОМ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КАЧЕСТВЕННОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ**

Богданова О.Ф., к.т.н.,

Головенко Т.Н., к.т.н.,

Князев А.В., к.т.н.

Херсонский национальный технический университет

Тел. (0552) 51-71-72

***Аннотация*** – в данной работе освещены результаты исследований по переработке стеблей льна-кудряша механо-химическим способом с целью получения отечественной целлюлозы. Полученная качественная целлюлоза из соломы льна-кудряша может расширить сырьевую базу целлюлозно-бумажного производства Украины.

***Ключевые слова*** – стебли, солома, лен-кудряш, механическая переработка, химический способ, целлюлоза.

*Постановка проблемы.* При производстве целлюлозы на Украине одним из основных вопросов является вопрос о сырьевой базе. Как известно, сырьем для этой продукции служит техническая древесная целлюлоза, получаемая варкой древесины хвойных пород по сульфитному способу.

Однако наша страна не обладает лесными насаждениями в достаточной мере и поэтому отечественная бумажная промышленность собственной сырьевой базы не имеет. В связи с вышеизложенным, производители целлюлозы вынуждены закупать значительное количество сырья за границей, что, с одной стороны, удорожает стоимость готовой продукции, а, с другой стороны, затрудняет работу транспорта.

*Анализ последних исследований.* Украина, как земледельческий район, производящий рожь, пшеницу, ячмень, овес, согласно статистических данных, ежегодно дает от 16 до 24 млн. тон соломы, из которой не более 0,2% используется как промышленное сырье.

Для производства целлюлозы наиболее ценным источником сырья, наряду с древесиной и однолетними растениями, считаются лубяные волокна, которые по своей форме и размерам напоминают либрифорные волокна лиственной древесины. Средняя длина волокон соломы составляет 1,0 - 1,5 мм, среднее отношение длины к ширине 50:-:100:1. Сырьем для получения целлюлозы могут быть не только



хвойные, но и лиственные породы деревьев и однолетние растения. Для этого может оказаться пригодным и лен-кудряш, который, главным образом состоит на 75% из целлюлозы. Данную культуру сеют, в основном для сбора семян, из которых получают ценное льняное масло. Такая практика широко распространена в странах Европы, а, особенно, в США. Солома льна-кудряша сжигается и только в небольших количествах перерабатывается на низкосортную паклю.

При этом, как показали научные исследования, в льняном стебле имеются пучки, состоящие из длинных малодревесневших волокон (10% лигнина). Древесина (костра) содержит 28% лигнина.

В США и в Канаде перерабатывают некоторое количество пеньковой полумассы на целлюлозу для производства филигранной и других тонких сортов бумаги, от которых требуется высокая прочность, например, бумаги для воздушной почты, документной и для денежных знаков [1].

Переработка соломы льна-кудряша, то-есть декортикация стеблей, представляет собой большие трудности, поскольку в них, в отличие от тресты, содержатся еще одревесневшие клетки, клетки эпидермиса и большие сосуды. За наружным слоем эпидермиса имеется паренхимная ткань с пучками лубяных волокон в виде концентрированного слоя. Эта волокнистая часть стебля отделена камбиальным слоем от внутренней древесинной его части (костры). Лубяные волокна крепко связаны с остальной частью стебля клеящими веществами, так называемыми пектинами. Чтобы ослабить или нарушить эту связь, необходимо пектиновые вещества превратить в растворимое состояние. Для этого стебли льна на полях при естественных природных условиях подвергают расстилу (стланцевая треста) или мочке в специальных производственных емкостях (моченцовая треста).

Обращает на себя внимание тот факт, что при переработке стланцевой или моченцовой тресты традиционные режимы получения целлюлозы (варка) не обеспечивают достаточного провара и бумага получается с большим содержанием костры. Кроме того, в полученной целлюлозе остаются зольные вещества. Как известно, остатки золы в бумажном изделии служат причиной его недолговечности и снижении качественных свойств.

*Постановка задания.* Целью нашей работы является изучение влияния механо-химического способа переработки соломы льна-кудряша для получения качественной целлюлозы с возможностью ее применения в бумажной промышленности.

*Основная часть.* Для проведения исследований, а, именно, получения целлюлозы, в качестве источника сырья применяли стебли соломы льна-кудряша. Данные стебли подвергались механической обработке (декортикации), а затем проводили щелочную варку.

При выборе оборудования для выделения луба руководствовались его доступностью, а также наличием на отечественных производствах. Традиционный процесс выделения луба из соломы льна-кудряша представлен на рис. 1.

Процесс сушки проводят в сушильных машинах. Проминают стебли подсушенной соломы на мяльных машинах с 25 парами рифленых вальцов, которые являются ее основной рабочей частью. Данные вальцы расположены параллельно друг другу в специальной станине и имеют разный профиль: от крупных профилей в начале машины, до более мелких – в конце. Данные мяльные машины предназначены для декортикации всех видов льняной соломы.



Рис. 1. Процесс выделения луба из соломы льна

После мятья полученная кудель проходит через трясильно-трепальную машину – куделеочиститель, который предназначен для переработки турбинных отходов. Он состоит из неподвижного подающего стола, питающего валика, бильного барабана, трясилки и пневматического устройства. Этот куделеочиститель устанавливается непосредственно за мяльной машиной; все вместе представляет собой единый мяльно-трепально-трясильный агрегат.

Применение механического способа обработки соломы льна-кудряша на декортикационной установке заключается в целесообразности предварительного, в нужной степени, разделения лубяных и древесных частей стебля. Это соответствует требованиям технологического процесса варки, так как лубяное и древесное волокно одного и того же сырья требует различных режимов варки.

При декортикационной обработке механическим путем в стебле соломы разрушается связь между лубоволокнистой и древесной его частью, что обеспечивает интенсивное проникновение варочного

раствора. Учитывая некоторые потери при обработке, выход луба из соломы льна-кудряша составляет 20–22% и 77% одревесневших волокон. Степень закорстности луба 10–15%. Значительно закорстанный луб повышает зольность этого материала.

Поэтому нужна тщательная сортировка и очистка закорстного волокна перед его химической обработкой. Для того, чтобы свести закорстность к минимуму, то есть 1-2%, необходим весьма тщательный прочес полученного материала.

Для переработки льняной соломы существует много химических способов, но лишь немногие из них имеют промышленное значение. Большая часть предложенных способов основана на применении щелочей, например, гидрата окиси натрия, гидрата окиси вместе с сульфидом натрия, карбоната натрия, извести, тринатрийфосфата и сульфита натрия. Кроме этого, предлагается хлор и азотная кислота.

Чтобы получить из соломы высококачественную целлюлозу, необходимо стремиться к увеличению содержания в продукте альфа-целлюлозы и к уменьшению его зольности. Этим определяется выбор способа варки соломы льна-кудряша. Для удаления спутников клетчатки (лигнина, пентозанов и др.) пригодны все основные методы получения целлюлозы (натронный, сульфитный, сульфатный и моносulfатный). Но для перевода в раствор зольных составных частей исходного материала, состоящих в главной массе до 70% из кремниевой кислоты, необходимо применять только щелочные способы. В данной работе использовались три щелочных способа делигнификации луба льна-кудряша: натронный, сульфатный и моносulfитный [2, 3].

Процесс производства целлюлозы по механо-химическому способу состоит из следующих операций:

- резка сырья;
- сортировка сырья;
- механическая обработка (декортикация);
- предгидролиз;
- щелочная варка сырья;
- промывка щелочной целлюлозы;
- сортировка целлюлозы;
- отбелка целлюлозы;
- промывка целлюлозы;
- сушка целлюлозы.

В результате проведенных опытов установлены оптимальные условия химической обработки луба льна-кудряша. Итак, при сульфатном способе, количество химикатов при расходе активной щелочи составляет: NaOH – 15%, Na<sub>2</sub>S – 5% к весу сырья; при натронном способе – NaOH – 15–20%; при моносulfатном способе, состоящем главным образом из

сернистонатриевой соли  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ , концентрация ее составляет 10%, т.е. оптимальное соотношение  $\text{NaOH}:\text{Na}_2\text{SO}_3$  можно считать 2:1.

Щелочные варки осуществлялись в лабораторном котле периодического действия при  $\text{pH} = 12,0$ . Сульфатная и натронная варка проводились при температуре  $160-180^\circ\text{C}$  и давлении  $0,7-1,2$  МПа, тогда как моносльфитная – при температуре  $130-150^\circ\text{C}$  и давлении  $0,6-1,2$  МПа. Химический состав щелочной целлюлозы при различных способах определялся по известным методикам. Для сравнения данные образцов щелочной целлюлозы, полученной при сульфатном, натронном и моносльфитном способах варки, после декорткации стеблей и без их декорткации, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительные качественные показатели щелочной целлюлозы с декорткацией стеблей и без нее

№ з/п	Химический состав щелочной целлюлозы	Значения щелочной целлюлозы					
		механо-сульфатная	сульфатная	механо-натронная	натронная	механо-моносльфитная	моносльфитная
1.	Выход, %	59,5	55,5	57,5	53,1	45,5	40,5
2.	Лигнин, %	2,18	2,65	2,38	2,85	3,15	3,85
3.	Зольность, %	1,75	2,18	2,25	2,55	3,65	3,72
4.	Альфа-целлюлоза, %	90,1	84,19	89,15	82,47	79,12	72,47
5.	Пентозаны, %	5,92	6,32	6,52	6,98	12,5	14,12

Анализ полученных результатов показывает эффективность действия механической обработки (декорткации) перед щелочными варками, т.е. снижается зольность и повышается содержание альфа-целлюлозы. Наглядно иллюстрируется преимущество механической обработки соломы льна-кудряша перед сульфатной варкой по сравнению с традиционной сульфатной, натронной и моносльфитной. Однако и ее показатели значительно хуже установленных данных для высококачественной целлюлозы.

Для получения щелочной целлюлозы из соломы льна-кудряша применялся перед щелочными варками водный предгидролиз. Жесткие условия предгидролиза могут вызвать конденсацию лигнина из луба льна-кудряша, поэтому необходимо опытным путем находить оптимальные условия предгидролиза, которые не вызывают торможения делигнификации при последующих щелочных варках и в то же время

способствуют достаточно эффективному удалению пентозанов и низкомолекулярных фракций.

По результатам исследований хорошие результаты получаются, если водный предгидролиз луба льна-кудряша проводить после механической обработки перед основными щелочными варками при температуре 155-170<sup>0</sup>С в течение 30-60 минут. Качественные показатели щелочной целлюлозы, полученной сульфатным, натронным и моносльфитным способами варки с декортикацией и с предварительным водным гидролизом представлены в табл. 2.

Таблица 2 - Химический состав образцов механо-химической целлюлозы с предгидролизом

№ з/п	Химический состав механо-химической целлюлозы с предгидролизом	Значения механо-химической целлюлозы с предгидролизом		
		механо-сульфатной	механо-натронной	механо-моносульфитной
1.	Выход, %	56,5	54,2	42,65
2.	Лигнин, %	1,8	2,00	3,05
3.	Зольность, %	1,2	1,40	2,90
4.	Альфа-целлюлоза, %	94,1	92,75	79,57
5.	Пентозаны, %	2,5	2,9	8,05

Проведение водного предгидролиза перед механо-сульфатной, механо-натронной и механо-моносльфитной варкой значительно снижает количество зольности целлюлозы, которая находится в пределах 1,2-2,9 %, чем при основной сульфатной, натронной и моносльфитной варке и на удаление низкомолекулярных фракций. При механо-сульфатном способе с предгидролизом значительно снижаются пентозаны в 2,4 раза по сравнению с механо-сульфатным без предгидролиза и целлюлоза имеет буроватый цвет. Но в таком виде она не пригодна для выработки белой бумаги.

Поэтому в дальнейшем для улучшения качественных показателей полученной целлюлозы проводили ее отбелку. Отбелку льняной целлюлозы проводили в одну стадию, которая заключается в воздействии перекиси на свежую целлюлозную массу при контролируемых условиях температуры, щелочности и концентрации. Процесс перекисной отбелки состоит из трех этапов:

- 1) быстрого и полного смешивания раствора перекиси с массой;
- 2) выдерживания смеси до окончания отбелки;
- 3) обработки массы восстанавливающими и нейтрализующими средствами для уничтожения остающихся следов перекиси в массе.

Перекисную отбелку полученной льняной целлюлозы при механо-сульфатном способе с предгидролизом проводили при расходе от 0,5 до 5,0% перекиси водорода при температуре 50-90<sup>0</sup>С. Перекись каталитически разлагается в присутствии железа, меди, свинца и некоторых энзимов. Для того, чтобы помешать каталитическому влиянию следов этих металлов и стабилизировать белильный раствор, во время его приготовления к перекиси добавляют силикат натрия с концентрацией от 3,0 до 5,0%. Для разрушения остатков перекиси к концу периода отбелки в нейтрализующее вещество вводят восстановитель. Подкисление массы до рН = 5,5-6,5 повышает белизну. Лучшим средством для этой цели является раствор сернистой кислоты, так как она не только снижает рН, но и разрушает оставшуюся перекись. Обычно на это требуется концентрация кислоты SO<sub>2</sub> от 0,3 до 1,0% от веса сухой массы [5].

Испытание качественных свойств небеленой и беленой целлюлозы проводили в соответствии с ГОСТ 14363.4-89. Размол проводили в течение 10-15 минут в стандартном аппарате до степени помола 45<sup>0</sup>-60<sup>0</sup> ШР. Затем целлюлозу отливали на листоотливном аппарате, отливки подсушивали и определяли их физико-механические показатели. Результаты исследований качественных характеристик полученной небеленой и беленой целлюлозы из стеблей соломы льна-кудряша по механо-сульфатному способу с предгидролизом представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Сравнительные данные целлюлозы беленой и небеленой, полученной по механо-сульфатному способу с предгидролизом

№ з/п	Физико-механические характеристики целлюлозы	Наименование способов обработки целлюлозы	
		Небеленая	Беленая
1.	Степень помола, <sup>0</sup> ШР	52	51
2.	Разрывная длина, м	5430	5425
3.	Сопротивление на растяжимость, %	4,10	3,95
4.	Число двойных перегибов, шт.	115	113
5.	Сопротивление надрыва, г	43,0	40,0
6.	Альфа-целлюлоза, %	94,1	93,9
7.	Зольность, %	1,5	0,5
8.	Белизна, %	21,5	74,0

Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что механо-сульфатный способ с предгидролизом дает возможность получить достаточно прочную льняную целлюлозу по всем физико-

механическим характеристикам за исключением сопротивления надрыва. Относительно низкое сопротивление надрыва обусловлено, по-видимому, малой длиной волокна, однако надо заметить, что луб меньше укорачивается при размоле и поэтому сопротивление надрыва мало снижается в процессе бумажного производства. Особенностью перекисной отбелки, как белящего реагента, является то, что она хорошо отбеливает сорные примеси, находящиеся в образце льняной целлюлозы.

Как показали результаты проведенных исследований, обработка льняной целлюлозы перекисью водорода повышает ее отбелку в 3,4 раза (т.е. белизна ее составляет 74%.) Кроме этого, перекисная отбелка льняной целлюлозы снижает зольность льняной целлюлозы в 3 раза и сохраняет содержание альфа-целлюлозы и ее прочностные свойства.

Критический анализ стандартных требований к технической беленой и небеленой целлюлозе дал возможность определить основные физико-механические показатели качества льняной целлюлозы, по которым можно прогнозировать функциональное ее предназначение для целлюлозно-бумажного производства.

*Выводы:* в результате проведенных исследований получена качественная целлюлоза из стеблей соломы льна-кудряша по сульфатному способу с предварительной их механической обработкой и предгидролизом. Качественные физико-механические характеристики льняной целлюлозы объясняют ее целесообразность получения и многофункциональное использование в целлюлозно-бумажной промышленности.

#### Литература:

1. *Живетин В.В.* Лен и его комплексное использование / В.В. Живетин, Л.Н. Гинзбург, О.М. Ольшанская // – М.: Информ. - Знание, 2002. – С.400.

2. *Поляков Ю.А.* Производство сульфатной целлюлозы / Ю.А. Поляков, В.Н. Рошин // – М.: Лесная промышленность, 1987. – С.312.

3. *Шитов Ф.А.* Технология целлюлозно-бумажного производства / Ф.А. Шитов // М.: Лесная промышленность, 1978. – С.384с.

4. *Непенин Ю.Н.* Технология целлюлозы / Ю.Н. Непенин // – М.: Лесная промышленность, 1990. – Т.2: Производство сульфатной целлюлозы. – С.600.

5. Деклараційний патент на винахід. Спосіб відбілювання лляного целюлозного напівфабрикату / Богданова О.Ф., Путінцева С.В., Чурсіна Л.А. // № 33428 А від 15.02.01. Бюл. № 1 2001 р.

## **ПЕРЕРОБКА ЛЛЯНОЇ СОЛОМИ МЕХАНО-ХІМІЧНИМ СПОСОБОМ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ЯКІСНОЇ ЦЕЛЮЛОЗИ**

Богданова О.Ф., Головенко Т.М., Князев О.В.

*Анотація* – у даній роботі висвітлено результати досліджень по переробці стебел льону-кудряша механо-хімічним способом з метою отримання вітчизняної целюлози. Отримана якісна целюлоза зі стебел соломки льону-кудряша розширить сировинну базу целюлозно-паперової промисловості України.

## **PROCESSING FLAX STRAW MECHANOCHEMICAL METHOD TO OBTAIN QUALITATIVE OF CELLULOSE**

Bogdanova O., Golovenko T., Knyazev A.

### *Summary*

**In this work, the results of research on processing flax stalks mehanhimicheskim way to obtain domestic cellulose. Getting quality cellulose from straw flax can expand the raw material base of cellulose and paper production in Ukraine.**



УДК 631.361; 635.6

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ РУХУ ЗЕРНОВИХ ЧАСТОК У РОБОЧІЙ КАМЕРІ ПАЛЬЦЕВОЇ ДРОБАРКИ

Ялпачик О.В., асистент,

Буденко С.Ф., к.т.н.,

Самойчук К.О., к.т.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел.(0619) 42-13-06

**Анотація** - з метою встановлення раціональних співвідношень конструктивних параметрів зернової дробарки прямого удару проведено моделювання процесу подрібнення зерна з використанням програмних комплексів ANSYS та SolidWorks. Отримані поля розподілу швидкостей та ліній руху зернових часток по об'єму дробарки свідчать про досить вузький діапазон розподілу швидкостей у зоні подрібнення та зменшену кількість циркуляційних рухів у порівнянні з іншими типами молоткових дробарок. Результати моделювання корелюють з результатами експериментів за крупністю часток зернової суміші.

**Ключові слова:** подрібнення зерна, пальцева дробарка прямого удару, моделювання, частота обертання, швидкість.

*Постановка проблеми.* Близько 45...50% усього світового виробництва зерна використовується для годівлі сільськогосподарських тварин, в основному, у вигляді комбінованих кормів. Незважаючи на розмаїтість рецептур, основою всіх комбінованих кормів є зерно злаків, насіння бобових та продукти їхньої переробки, що становлять від 60 до 90% всієї маси будь-якого комбінованого корму [1].

У комбікормах, що виробляються нашою промисловістю, частка зерна становить 70...73%, а у комплексних кормових сумішах, які готують у цехах господарств, доходить до 85%. Слід відмітити, що подрібнювання зерна при переробці його на корм є одним з найбільш енергоємних процесів комбікормового виробництва [2].

Таким чином, створення нових та удосконалювання існуючих засобів подрібнення фуражного зерна є, безумовно, важливою актуальною задачею.

*Аналіз останніх досліджень.* Основи теорії подрібнювання були закладені В.Л. Кирпичевим, Ф. Кіком, Ф. Бондом, П.А. Ребіндером. У

середині та в кінці ХХ сторіччя вагомий вклад у теорію і практику внесли вчені школи ЛСПІ, яку очолював С.В. Мельников.

За останні роки в Україні, Росії та країнах ближнього зарубіжжя був захищений ряд кандидатських і докторських дисертацій, тим чи іншим чином присвячених вдосконаленню конструкцій машин та технологічного процесу подрібнювання кормів.

Достатньо великий об'єм досліджень за виявленням закономірностей процесу дроблення провели вчені ТДАТУ (свого часу МІМСГ, ТДАТА), ця робота не припиняється і продовжується, в тому числі, і авторами даної публікації.

*Основна частина.* З аналізу найбільш розповсюджених типів подрібнювачів зерна можна виділити схеми, які передбачають попередню сепарацію продукту (зерна), що поступає у дробарку і, тим самим, забезпечують більш високу якість кінцевого продукту.

Найбільш перспективною, на наш погляд, є схема з попередньою сепарацією продукту і подрібненням кожної фракції на окремих частинах ротора.

Аналіз наукових публікацій, проведений авторами даної роботи, дозволив виявити наступні найбільш перспективні шляхи вдосконалення конструкцій дробарок прямого удару:

- зниження питомих витрат енергії і питомої металоємності за рахунок застосування у якості робочих органів дробарки надтонкого молотка у вигляді тонкого металевго стержня або металевої струни;
- організація процесу попередньої сепарації зерна за розміром;
- зниження циркулюючого навантаження у результаті прискореного відводу подрібнених часток з робочої камери;
- раціональна організація режиму аспірації робочого простору зернової дробарки;
- збільшення інтенсивності сепарації решітної поверхні за рахунок застосування спеціальної форми поверхні решета;
- максимальне використання периферійної і торцевої поверхонь робочої камери.

У Таврійському державному агротехнологічному університеті розроблений і запатентований спосіб та створене обладнання для подрібнення зерна прямим ударом робочих органів у вигляді металевих пальців [3, 4]. Така дробарка з попередньою сепарацією зернового матеріалу, функціональна схема якої показана на рисунку 1, є компактною, не потребує потужного привода і може ефективно використовуватися на малих переробних підприємствах.

В основу даної схеми покладене наступне положення: якщо камеру зверху завантажувати рівномірно розподіленим потоком зерна, то весь потік подрібненого матеріалу буде рухатися униз, паралельно осі обертання ротора, і дрібні частки, маючи меншу швидкість

обертання, будуть легше виділятися з потоку, знижуючи тим самим переподрібнення і підвищуючи якість одержаного продукту.

Дробарка працює таким чином. Попередньо очищене зерно без сортування на фракції за розміром надходить через бункер-дозатор 15 до живильного бункера 5, де, проходячи по внутрішньому конусу 7, який виконано у вигляді набору сепаруючих конусів, що мають розподільчу поверхню з брахистохронною властивістю, між якими розташовані щілинні отвори 9, розподіляється на фракції (наприклад, на три фракції, як показано на рисунку стрілками I, II, III), за рахунок чого підвищується продуктивність пристрою.

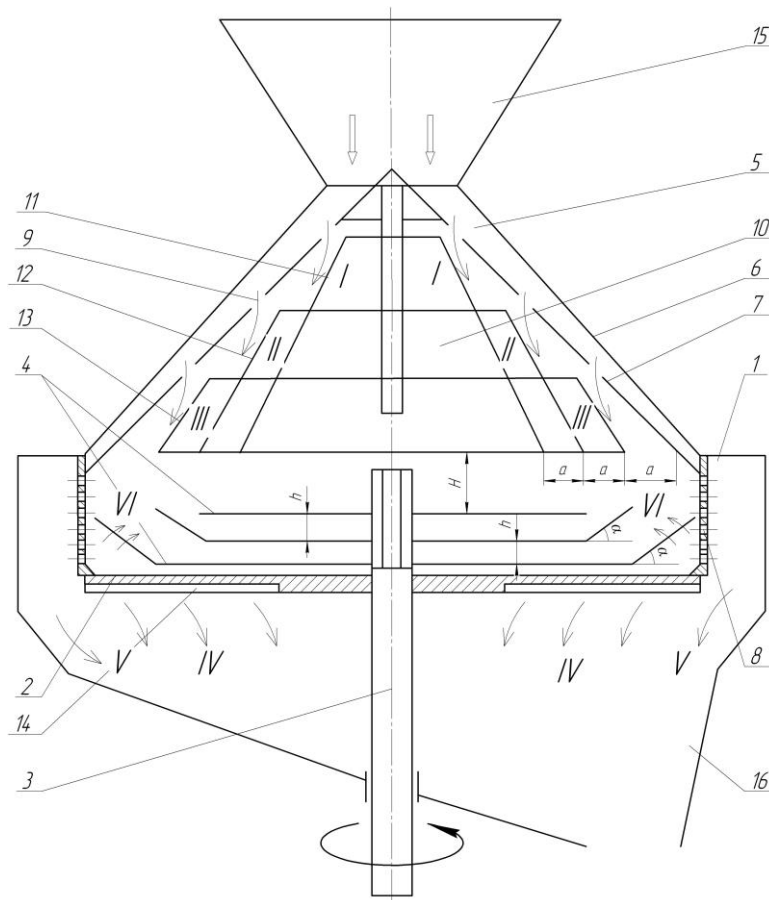


Рис. 1. Схема робочої камери дробарки зерна прямого удару.

1 - корпус; 2 - диск; 3 - вал; 4 - робочі елементи; 5 - живильний бункер; 6 - конус зовнішній; 7 - конус внутрішній; 8 - циліндрична перегородка; 9 - щілинні отвори; 10 - розподільник фракцій; 11, 12, 13 - суцільні конуси; 14 – клиноподібні канали; 15 - бункер; 16 - вихідний патрубок.

Кожна фракція зерна окремо рівномірно розподіляється розподільником фракцій 10. Дрібна фракція поступає на поверхню розподільчого конуса 11, середня – на конус 12, велика – на конус 13. Кількість щілинних отворів 9 відповідає кількості суцільних конусів

розподільника фракцій 10 та кількості рядів робочих елементів 4.

Довжина робочих елементів 4 першого ряду дорівнює радіусу основи другого від валу суцільного конуса розподільника фракцій 10, а відстані до точок згину кінців робочих елементів наступних рядів дорівнюють відповідним радіусам основ суцільних конусів.

Така конструкція забезпечує рівномірне надходження зерна кожної фракції окремо на свою частку диска 2, де й реалізується однократний прямий удар робочими елементами ротора (стержнями) 4 у площині, перпендикулярній площині падіння зерна.

Для регулювання об'ємної кількості кожної фракції зерна в залежності від початкового фракційного його складу суцільні розподільчі конуси 11, 12 та 13 виконані з можливістю вертикального регулювання їх положення по висоті кожного конуса окремо.

Наприклад, якщо зерно має велику кількість дрібної фракції, то опускають конуси 12 і 13, що збільшує зону прийому дрібної фракції.

Подрібнена суміш часток зерна попадає на диск 2 і рухається уздовж клиноподібних каналів 14, здобуваючи при цьому необхідну швидкість під дією відцентрових сил. При русі часток суміші уздовж каналів 14 клиноподібної форми вони сепаруються відповідно розміру, як показано на рисунку стрілками IV.

Частки, розмір яких перевищує максимальний розмір сепаруючих каналів 14 диска та частки, які не виділилися через канали диска, під дією відцентрових сил з великою швидкістю відкидаються на циліндричну перегородку 8, яка виконана у вигляді жалюзійного сепаратора. Тут також вони сепаруються відповідно свого розміру і виводяться із зони дроблення, як показано стрілками V.

Частки, розмір яких перевищує максимальний розмір сепаруючих каналів циліндричної перегородки 8, відбиваються від неї (показано стрілками VI) та попадають у зону дії робочих елементів (стержнів) 4, дробляться ними, сепаруються відповідно до свого розміру і виводяться з зони дроблення (стрілки IV, або V).

Далі продукти лущення та подрібнення попадають до вихідного патрубку 16 та направляються на подальшу переробку.

Встановлення показників процесу руху і взаємодії продукту подрібнення та робочих органів дробарки в лабораторних умовах є складним і трудомістким, а в деяких випадках зовсім неможливим. Тому для одержання наочного зображення процесів, що протікають у робочій камері дробарки, було вирішено застосувати моделювання за допомогою сучасних обчислювальних комплексів.

Для визначення швидкості потоків всередині робочої камери пальцевої дробарки був використаний програмний комплекс ANSYS Workbench, що являє собою комп'ютерну систему для проектування і виконання зв'язаного міждисциплінарного аналізу методом кінцевих

елементів. Програма, яка була застосована для даних досліджень, мала модуль CFX, що дає можливість надійно та ефективно проводити розрахунки, пов'язані з динамікою руху часток з урахуванням імпульсних коливань.

За заданими реальними параметрами в комп'ютерній програмі SolidWorks побудовані 3D-моделі дробарки з подальшою симуляцією процесу у програмному комплексі ANSYS. Одна з цих моделей представлена на рисунку 2.

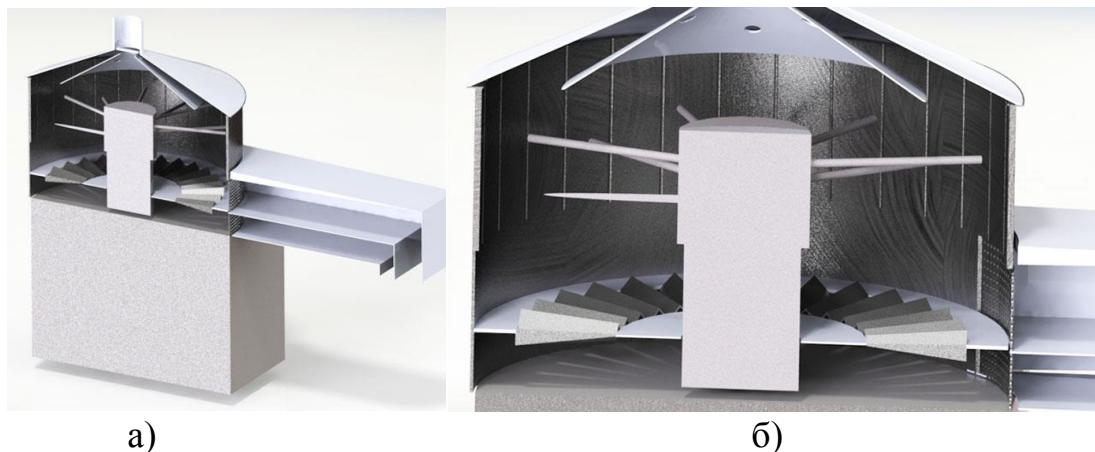


Рис.2. 3-D модель пальцевої дробарки з вертикальним ротором  
а) загальний вигляд; б) робоча камера дробарки.

Досліджувався вплив частоти обертання ротора дробарки на розподіл швидкості потоків зерно-повітряної суміші по об'єму порожнини робочої камери, змінення тиску в порожнині камери, турбулентна кінетична енергія, її дисипація, інші показники процесу.

Моделювання проводилось при фіксованих значеннях частоти обертання ротора  $n=1500, 2000$  та  $2500$  об/хв., що відповідало коловим швидкостям кінців пальців дробарки  $47,1; 62,8$  і  $78,5$  м/с.

Отримані наочні зображення ліній швидкісних потоків зернової суміші в порожнині робочої камери дробарки та перерізи полів швидкостей по перетину робочої камери показані на рис. 3.

Збільшення частоти обертання ротора, безсумнівно, у значній мірі впливає на змінення швидкості потоків всередині робочої камери дробарки. Діапазон значення швидкості потоків у різних частинах порожнини камери при частоті обертання  $n = 1500$  об/хв становить від  $42,9$  до  $10,2$  м/с, при  $n = 2000$  об/хв – від  $57,2$  до  $10,6$  м/с і при частоті  $n = 2500$  об/хв він коливається в межах  $62,1 \dots 10,25$  м/с. Значення швидкості на перерізах швидкості також мають подібні діапазони.

Швидкості в основних зонах подрібнення (розташування пальців ротора дробарки) мають коливання у межах від  $18$  до  $25\%$ , що дозволяє стверджувати про рівномірне подрібнення часток.

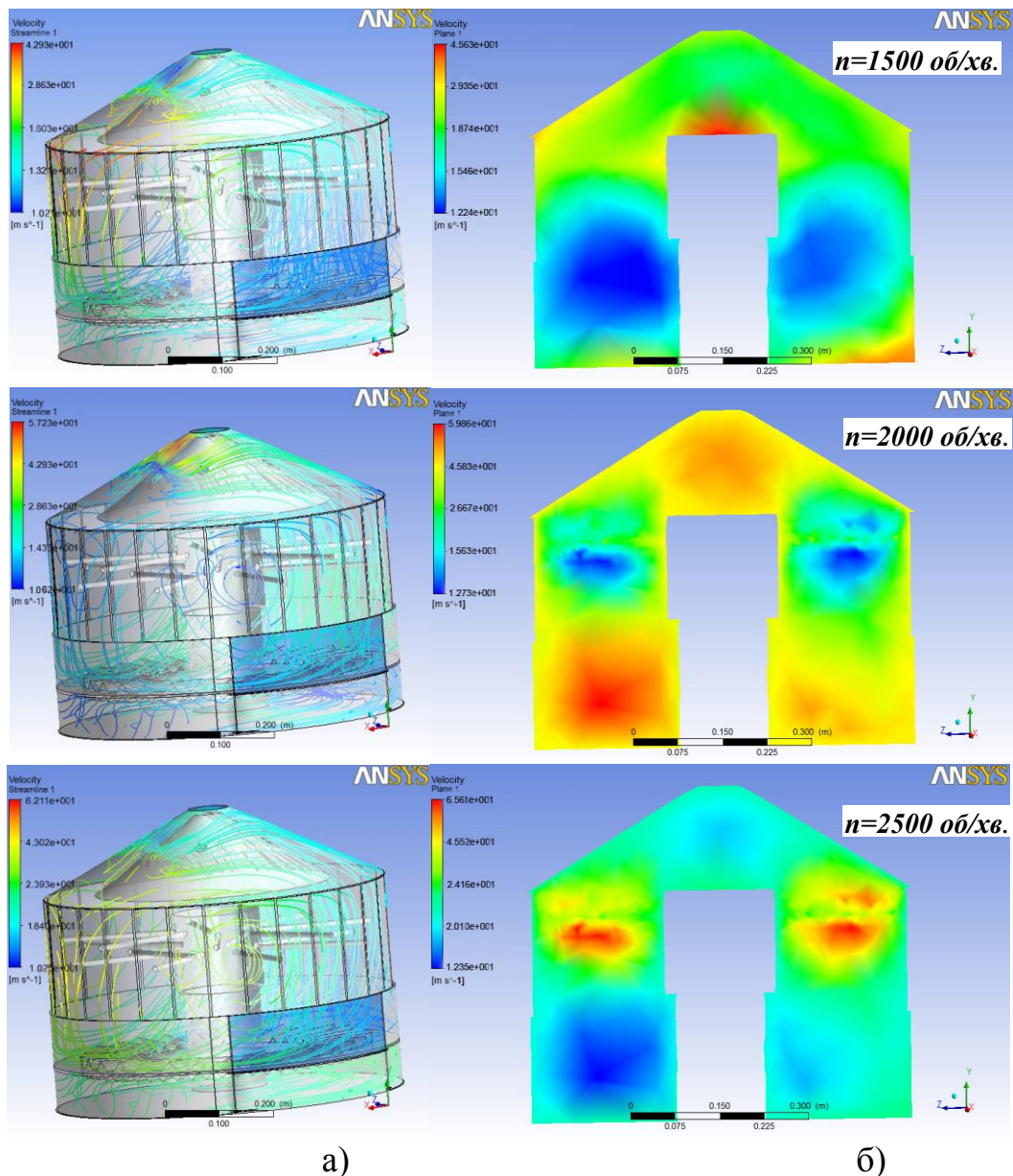


Рис. 3. Лінії (а) та плани швидкості (б) потоку зернової суміші в робочій камері дробарки при різній частоті обертання ротора

Як видно з рисунків, геометричний характер траєкторій швидкісних потоків на всіх досліджених частотах обертання має ідентичний вигляд і наочні зображення відрізняються лише масштабом значень швидкості. У порожнині камери достатньо чітко вирізняються певні зони з різними значеннями швидкості. Кількість циркуляційних рухів часток зерна до виходу з зони подрібнення або виведення з дробарки на кожній частині ротора дорівнює від 3 до 8.

Такі значення свідчать про достатньо низьку ймовірність умов для переподрібнення зернового матеріалу та високу енергетичну ефективність пальцевої дробарки.

Представлені зони змінення швидкості переміщення повітряно-

продуктової суміші по об'єму робочої камери можуть давати конкретні відомості, потрібні на стадії розрахунку, проектування і розробки високоефективних конструкцій дробарки.

Аналіз наведених у даній роботі та у роботах [5, 6] результатів експериментальних досліджень дає можливість зробити висновок, що для одержання якісного продукту (за значенням модуля помелу) в дробарці з вертикальним ротором слід підтримувати частоту обертання ротора у межах від **1800** до **2500** об/хв. Для одержання грубого помелу треба знижувати частоту обертання ротора і, навпаки, для дрібного помелу – підвищувати частоту обертання. Ці результати добре корелюють з результатами проведеного комп'ютерного моделювання.

*Висновки.* Пальцева дробарка з пристроєм для попередньої сепарації зерна є ефективним пристроєм для подрібнення зернового матеріалу. У результаті моделювання процесу руху зерно-повітряної суміші в камері дробарки визначено, що кількість циркуляційних рухів часток зерна до виходу з зони подрібнення або виведення з дробарки на кожній частині ротора дорівнює від 3 до 8, а швидкості в основних зонах подрібнення (розташування пальців ротора дробарки) мають коливання у межах від 18 до 25%, що дозволяє стверджувати про рівномірне подрібнення часток і високу енергоефективність процесу подрібнення у таких дробарках.

Результати комп'ютерного моделювання добре корелюють з експериментальними дослідженнями модуля помелу зерна, значення якого становить 1,4...2,2 мм, що повністю відповідає зоотехнічним вимогам.

#### Література

1. Загорский С.М. Повышение эффективности приготовления кормов за счет совершенствования рабочих органов измельчителя / С.М. Загорский - Автореф. дисс. канд. техн. наук. С-Пб - Пушкин, 2008. - 20 с.

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

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

4. Шпиганович Т.О. Обґрунтування конструктивних параметрів дробарки зерна прямого удара з попередньою сепарацією зернового матеріалу// Т.О. Шпиганович, О.В. Ялпачик. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. - Мелітополь: ТДАТУ. Вип. 10, Т.3. - 2010. - С.23-35.

5. Ялпачик О.В. Визначення розподілу величини удару часток по поверхні деки дробарки прямого удару з вертикальним ротором / О.В. Ялпачик, К.О. Самойчук, О.В. Гвоздєв // Вісник Львівського національного аграрного університету. Агроінженерні дослідження 6. № 15, - Львів:, 2011, - С. 165-173.

7. Ялпачик О.В. Експериментальні дослідження дробарки зерна прямого удару з вертикальним ротором / О.В. Ялпачик, Гвоздєв О.В., Самойчук К.О. // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій, випуск 40, том 1, Одеса, 2011, - С. 218-222.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ДВИЖЕНИЯ ЗЕРНОВЫХ ЧАСТИЦ В РАБОЧЕЙ КАМЕРЕ ПАЛЬЦЕВОЙ ДРОБИЛКИ**

Ялпачик О.В., Буденко С.Ф., Самойчук К.О.

Аннотация - с целью установления рациональных соотношений конструктивных параметров зерновой дробилки прямого удара проведено моделирование процесса измельчения зерна с использованием программных комплексов ANSYS и SolidWorks. Полученные поля распределения скоростей и линий движения зерновых частиц по объему дробилки свидетельствуют о довольно узком диапазоне распределения скоростей в зоне измельчения и уменьшенном количестве циркуляционных движений в сравнении с другими типами молотковых дробилок. Результаты моделирования коррелируют с экспериментальными данными по крупности частиц зерновой смеси.

## **RESEARCH OF PROCESSES OF MOVEMENT OF GRAIN FRACTION IN THE WORKING CHAMBER OF THE FINGER CRUSHER**

Yalpacik O., Budenko S., Samoichuk K.

### *Summary*

With the aim of establishing a rational ratios of the structural parameters of grain crusher direct impact simulated the process of grinding grain using software packages ANSYS and SolidWorks. Obtained field distribution of velocity and movement of grain particles by volume crusher indicate a rather narrow range of distribution of velocities in the grinding zone and reduced the number of circulating movements in comparison with other types of hammer mills. The simulation results correlate with the experimental data on particle sizes of the grain mixture.



УДК 631.563.4

## ВИЗНАЧЕННЯ ВІДСТАНИ МІЖ СОПЛАМИ ФОРСУНОК ПРОТИТЕЧІЙНО-СТРУМИННОГО ЗМІШУВАЧА БЕЗАЛКОГОЛЬНИХ НАПОЇВ

Самойчук К.О., к.т.н,

Полудненко О.В., асистент\*,

Циб В.Г., ст. викладач

*Таврійський державний агротехнологічний університет (ТДАТУ)*

Тел.(06192) 42-13-06

Бездітний А.О., к.т.н.

*Мелітопольський державний педагогічний університет імені Б.**Хмельницького*

Тел. (06192) 44-04-59

**Анотація** – у статті наведено результати аналітичних досліджень визначення оптимальної відстані між соплами форсунок протитечієно-струмінного змішувача і представлено результати комп'ютерного моделювання процесу змішування рідких компонентів у струмінному змішувачі.

**Ключові слова** – рідина, форсунка, струмінне перемішування, моделювання, дослідження.

*Постановка проблеми і її зв'язок із найважливішими науковими та практичними завданнями.* Процеси перемішування знайшли досить широке розповсюдження у різних галузях харчової промисловості, зокрема при виробництві безалкогольних напоїв. При виготовленні безалкогольних напоїв одним з основних процесів є перемішування рідких компонентів. З огляду на зростаючі об'єми виробництва безалкогольних напоїв актуальними є розробка і впровадження у виробництво змішуючих апаратів, які забезпечать якісне перемішування рідких компонентів при мінімальних витратах енергії і часу.

*Аналіз останніх досліджень і публікацій.* У результаті аналізу різних конструкцій струмінних змішуючих апаратів було виділено протитечієно-струмінний, який поєднує у собі високу ефективність перемішування і можливість дозування підмішуваних компонентів. [4]

Протитечієно-струмінний змішувач (рис. 1) складається з двох форсунок 2, встановлених співвісно, корпусів камер вводу

---

© Самойчук К.О., к.т.н., доцент, Полудненко О.В., інженер, асистент\*, Циб В.Г., інженер, ст. викладач., Бездітний А.О., к.т.н., доцент.

\* Науковий керівник Самойчук К.О.к.т.н.

підмішуваного компонента 3 і ежекторів 4. Змішування відбувається у центральній частині камери змішування 1. У результаті проникнення часток одного струменя у зустрічний досягається висока рівномірність розподілу компонентів.

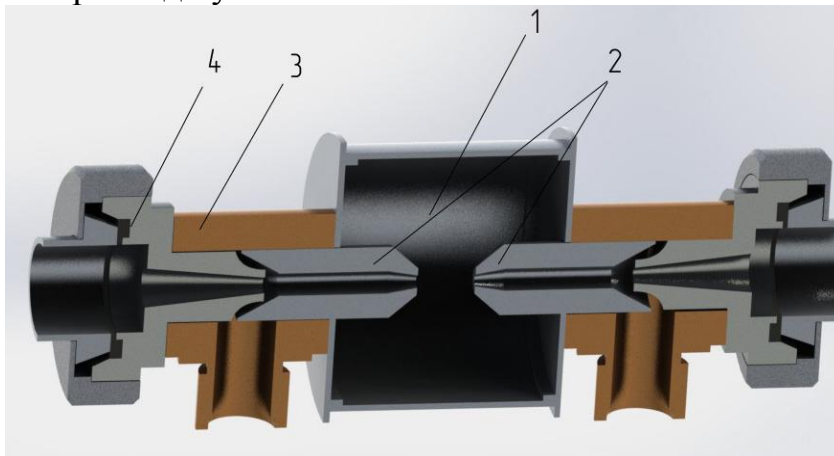


Рис. 1. Протитечійно-струминний змішувач:  
1 – камера змішування; 2 – форсунка; 3 – корпус камери уводу підмішуваного компонента; 4 – ежектор.

*Постановка завдання.* Не зважаючи на очевидні переваги струминних змішувачів, такі апарати на сьогоднішній день є практично не дослідженими. Основною метою досліджень таких апаратів є визначення їх конструктивних, технологічних, енергетичних і якісних показників роботи. При визначенні конструктивних параметрів одним з основних завдань є визначення оптимальної відстані між форсунками.

*Виклад основного матеріалу дослідження.* Якість змішування залежить від багатьох факторів (конструкції змішувача, інтенсивності змішування, якостей перемішуваних рідин та інш.) і визначає в подальшому якість вихідного продукту.

Основними критеріями, які визначають процес перемішування, є число Рейнольдса, турбулентність, кінетична енергія турбулентності та величина її дисипації за площею зіткнення струменів [2].

Процес перемішування підготовленої води з купажним сиропом при протитечійно-струменевому змішуванні відбувається у два етапи. На першому з них перемішування води з сиропом відбувається у змішуючому каналі (соплі) форсунки. Фактично, процес перемішування води з сиропом на цьому етапі можна представити як окремий випадок перемішування у струминному апараті (потік підготовленої води передає кінетичну енергію потоку купажного сиропу шляхом безпосереднього контакту (змішування); потоки робочого і інжектваного компонентів надходять до камери змішування, де відбувається вирівнювання швидкостей), але основний

процес змішування буде відбуватися при зіткненні струменів.

Задача про зіткнення струменів належить до числа класичних. Найбільш повно вона викладена у роботах [5, 6, 7], де наведені аналітичні рішення задач про зіткнення будь-якої кількості струменів, як вільних, так і тих, що витікають з каналів з прямокутними стінками. Для випадку зіткнення двох струменів під довільними кутами задача є невизначеною, але має рішення у випадку протилежних напрямків струменів. Отримані рівняння для визначення швидкості кожної точки такого потоку, виходячи з ширини струменів і зсуву одного струменя відносно іншого (який звичайно не повинен перевищувати суми ширини струменів, інакше струмені не зіткнуться).

Схематично представимо це (рис. 2) з рядом припущень:

- вісі струменів рідини перетинаються;
- конструкція, форма та розміри форсунок, надлишковий тиск рідини, що подається через них, ідентичні, що, у свою чергу, формує симетричні відносно осі форсунок струмені рідини з ідентичними параметрами;
- не враховуємо відбиття струменів рідини від стінок камери, де розташовані форсунки;

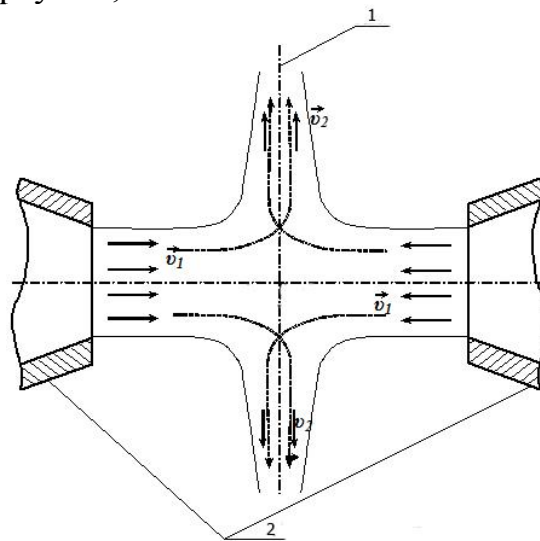


Рис. 2. Схема зіткнення струменів рідини.

1 – лінія розділу потоків; 2 – сопла форсунок;  $v_1$  – швидкість руху рідини при виході з сопла форсунки;  $v_2$  – швидкість руху потоку рідини після зіткнення струменів.

– вважаємо, що швидкість ядра струменя дорівнює швидкості потоку рідини на периферії. Ця умова практично виконується при малих відстанях від сопла, адже сопла форсунок плануються розташувати якомога ближче одне до одного, щоб збільшити швидкість зіткнення струменів [8];

– при зростанні концентрації купажного сиропу в напої від пропорції 1:3 до 1:6 щільність рідини збільшується на 2%, тому при подальших розрахунках зміна щільності напою не враховується.

Рідина при виході з сопла форсунки рухається зі швидкістю  $v_1$ . Після зіткнення потік рідини змінює напрямок руху на  $90^\circ$  і рухається зі швидкістю  $v_2$ , яка зменшується при збільшенні відстані від осі форсунок.

Із збільшенням швидкості струменя зростає число Рейнольдса, а, значить, зростає турбулентність потоку. Таким чином, для збільшення ступеня перемішування купажного сиропу з підготовленою водою необхідно збільшувати швидкість струменів рідини у момент зіткнення. Зрозуміло, що при збільшенні відстані між соплом та лінією розділу струменів швидкість потоку зменшується, завдяки чому буде зменшуватися і ступінь перемішування.

Відома залежність для визначення об'єму рідини, що витікає з форсунки за одиницю часу [9]. Для протитечійно-струминного змішувача, що складається з двох форсунок, можна записати

$$Q = \mu \frac{\pi d^2}{2} \sqrt{\frac{2}{\rho} \cdot \Delta p}, \quad (1)$$

де  $\mu$  – коефіцієнт витрат (залежить від конструкції форсунки);

$d_c$  – діаметр сопел форсунок, м;

$\rho$  – щільність рідини, кг/м<sup>3</sup>;

$\Delta p$  – перепад між тиском рідини у середині форсунки і тиском навколишнього середовища, в яке витікає рідина.

Крім того, при зближенні форсунок на деяку величину  $a_{min}$  площа живого перерізу струменів, що відводяться, стане менше площі отворів сопел форсунок, внаслідок чого при незмінному значенні надлишкового тиску зменшиться продуктивність змішувача (1).

Розрахуємо мінімальну відстань між соплами форсунок  $a_{min}$  із умови забезпечення найвищої продуктивності змішувача.

Для отримання найбільшої продуктивності протитечійно-струминного змішувача необхідно, щоб площа циліндричної поверхні, утворена соплами форсунок  $S_2$ , м<sup>2</sup> (на рис. 3 відмічена штриховою лінією), була більше за площу отворів форсунок [10], тобто

$$S_2 > 2 \frac{\pi d_c^2}{4}.$$

Враховуючи, що  $S_2 = \pi d_c a$ , після перетворень отримаємо  $a > \frac{d_c}{2}$ , тобто  $a_{min} = 0,5 d_c$ . Звідки при  $a \geq d_c / 2$  продуктивність протитечійно-струминного змішувача визначається за формулою (1), а при  $a < d_c / 2$  – за формулою  $Q = \mu \pi d_c a \sqrt{2 \rho_m \cdot \Delta p}$ .

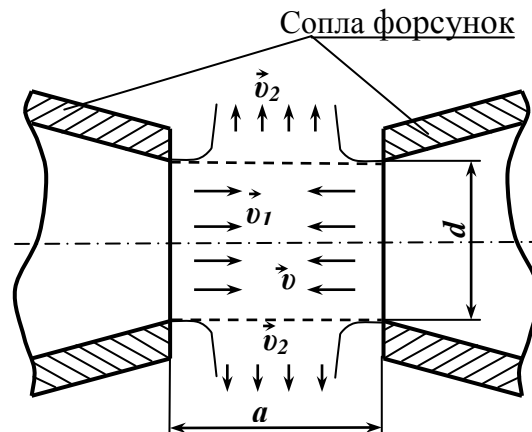


Рис. 3. Схема визначення мінімальної відстані між соплами форсунок з умови отримання найбільшої продуктивності протитечійно-струминного змішувача.

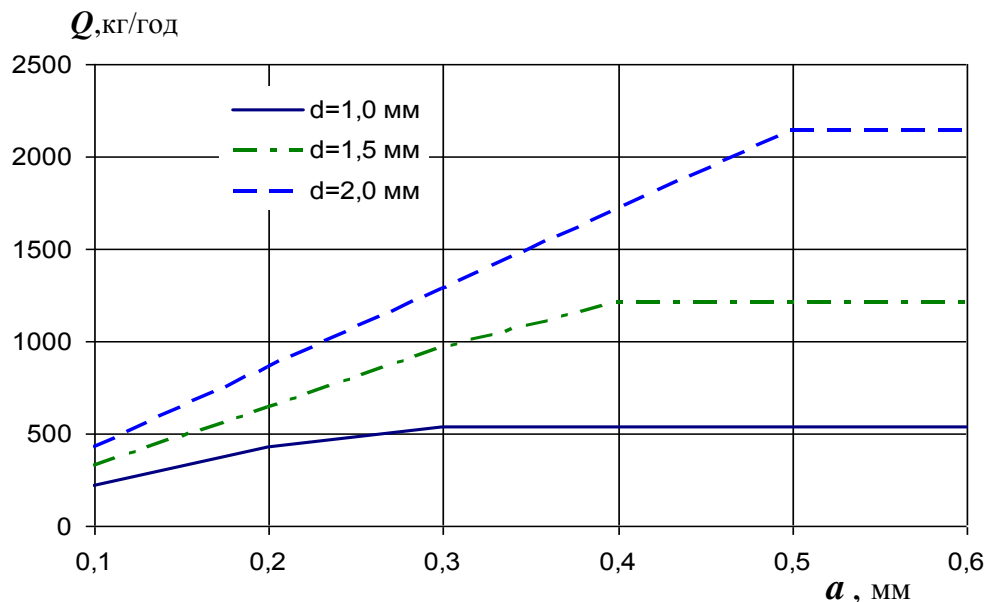


Рис. 4. Залежність продуктивності від відстані між соплами форсунок.

Одночасно зі зменшенням продуктивності змішувача при зближенні форсунок до відстані, що менше за половину діаметра сопла, змінюється швидкість струменя у момент зіткнення. При  $a > d_c / 2$  швидкість струменя перед зіткненням  $v_1$  (приймали рівною швидкості струменя при виході з форсунки) (рис. 5, а). При  $a < d_c / 2$  швидкість потоку молока до зіткнення  $v_3$  буде менше за  $v_1$  при незмінному значенні надлишкового тиску (рис. 5, б)  $v_3 < v_1$ .

Остання нерівність витікає з умови нерозривності потоку:

$$\pi d_c a v_1 = 2 \frac{\pi d_c^2}{4} v_3, \text{ тобто } \frac{v_1}{v_3} = \frac{d_c}{2a}. \text{ І при умові } a < d_c / 2 \text{ отримаємо}$$

нерівність  $v_3 < v_1$ . Остання нерівність витікає з умови нерозривності потоку  $\pi d_c a v_1 = 2 \frac{\pi d_c^2}{4} v_3$ , тобто  $\frac{v_1}{v_3} = \frac{d_c}{2a}$ . Швидкість струменя перед зіткненням при  $a < d_c / 2$  можна розрахувати як  $v_3 = v_1 \frac{2a}{d_c}$ .

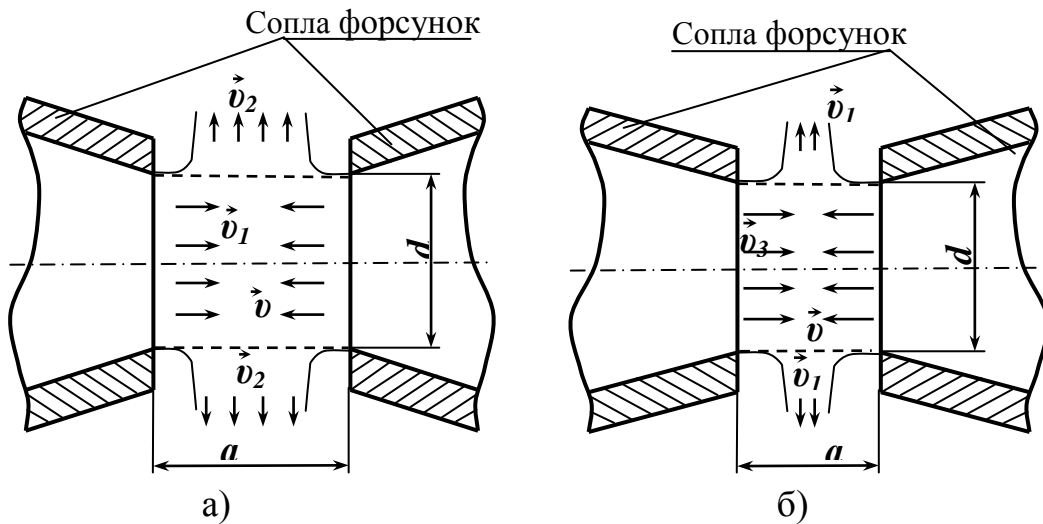


Рис. 5. Схема зіткнення струменів а) при  $a > d/2$  і б) при  $a < d/2$ .

Завдяки моделюванню процесу змішування у програмному комплексі ANSYS було створено поле швидкостей у камері змішування при постійному значенні тиску подачі 0,2 МПа, щільності рідини 1035 кг/м<sup>3</sup> (рис. 6).

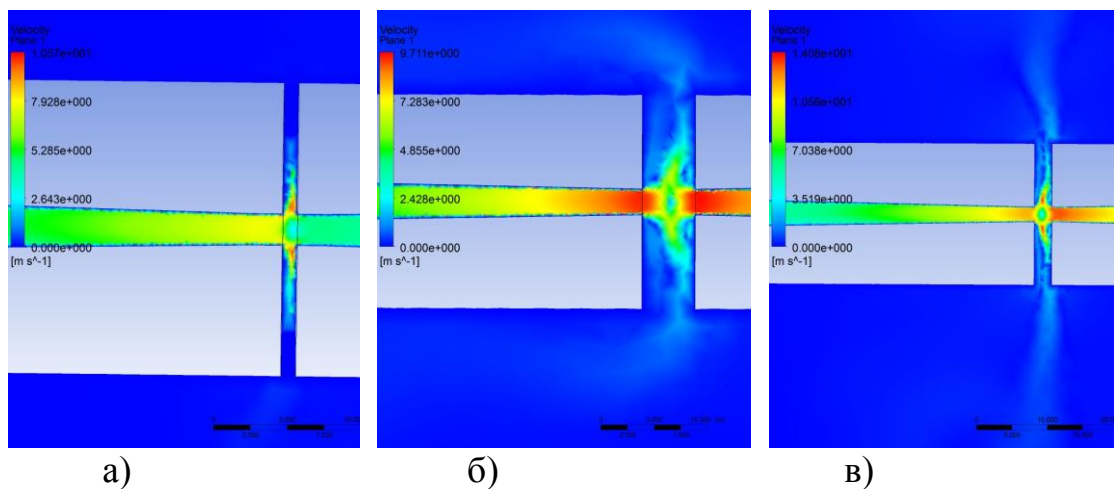


Рис. 6. Поле швидкостей: а) при відстані між форсунками  $a = 0,5d_c$ ; б) при відстані між форсунками  $a = d_c$ ; в) при відстані між форсунками  $a = 2d_c$ .

При відстані між форсунками  $a=0,5d_c$  найбільшу швидкість потік рідини має після зіткнення струменів, яка у 1,3...1,5 разів більше за швидкість при виході рідини з форсунки. Максимальна швидкість у даному випадку сягає значення 10 м/с. При відстані між форсунками  $a=d_c$  максимальна швидкість однакова в зоні виходу рідини з форсунки і в зоні між торцевими поверхнями форсунок і сягає значення 14 м/с. При відстані між форсунками  $a=2d_c$  максимальну швидкість потік рідини має у зоні виходу з форсунки. Швидкість потоку в зоні між торцевими поверхнями форсунок є у 1,7...1,9 разів меншою за швидкість при виході рідини із форсунки і сягає значення 9,5м/с.

З умови отримання високого ступеня змішування рідини швидкість у момент зіткнення повинна бути максимальною. Тому максимальна якість змішування досягається при  $a=d_c$ .

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** Аналіз отриманих результатів свідчить про те, що оптимальна відстань між соплами форсунок протитечійно-струминного змішувача з умови отримання найбільшої продуктивності і найвищого ступеня перемішування (при постійному значенні надлишкового тиску) залежить від діаметра сопел форсунок і повинна дорівнювати діаметру сопла форсунки.

У подальшому планується перевірити результати теоретичних досліджень експериментальними дослідженнями і розробити лабораторний пристрій для дослідження струминного змішування та провести експериментальні дослідження.

#### Література

1. Ландау Л.Д. Теоретическая физика: Учебное пособие для вузов. Т. VI. Гидродинамика / Л.Д.Ландау, Е.М.Лифшиц - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2001 г. 731 страница
2. Мелешко В.В. Смешивание вязких жидкостей/ В.В.Мелешко, Т.С. Краснопольская// Нелинейная динамика. – 2005. – Т.1. – С. 69-109.
3. Чаусов Ф.Ф. Отечественные статические смесители для непрерывного смешения жидкостей/ Ф.Ф.Чаусов // Химическое и нефтегазовое машиностроение. 2009. № 3. с. 11 - 14.
4. Самойчук К.О., Полудненко О.В. «Обоснование конструкции смесителя жидких компонентов с помощью компьютерного моделирования»// Актуальные проблемы научно-технического прогресса в АПК: сборник научных статей. – Ставрополь: АГРУС Ставропольского гос. Аграрного у-та, 2013 – 140с. ст. 86 – 92.
5. Абрамович Г. Н. Теория турбулентных струй / Г. Н. Абрамович . – М.: Физматгиз, 1960. – 715с.

6. Биркгоф Г. Струи, следы и каверны / Г. Биркгоф, Э. Саратонелло. – М.: Мир, 1964. – 395 с.
7. Гуревич М.И. Теория струй идеальной жидкости / М.И. Гуревич – [2-е изд.]. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1979. – 536 с.
8. Эльперин И.Т. Процессы переноса во встречных струях / Эльперин И.Т., Мельцер В.Л., Павловский Л.Л., Енякин Ю.П. – Минск: Наука и техника, 1972. – 216 с.
9. Справочник по гидравлике / [В.А. Большаков, Ю.М. Константинов, В.Н. Попов и др.] ; под ред. В.А.Большакова, – [2-е изд.]. – К.: Вища шк. Головное изд-во, 1984. – 343 с.
10. Самойчук К.О. Обґрунтування параметрів та режимів роботи протитечіно-струменевого гомогенізатора молока [Текст] : автореферат... канд. техн. наук, спец.: 05.18.12 - процеси та обладнання харчових, мікробіологічних та фармацевтичних виробництв / К.О.Самойчук. – Донецьк : МОН Укр. Донецький нац. ун-т економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського, 2008. — 20 с.

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ СОПЛАМИ ФОРСУНОК ПРОТИВОТОЧНО-СТРУЙНОГО СМЕСИТЕЛЯ БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ**

Самойчук К.О., Полудненко О. В., Цыб В.Г., Бездетный А.О.

**Аннотация** - в статье приведены результаты аналитических исследований определения оптимального расстояния между соплами форсунок противоточно-струйного смесителя и представлены результаты компьютерного моделирования процесса смешивания жидких компонентов в струйном смесителе.

### **DETERMINATION OF DISTANCE BETWEEN SPRAYERS NOZZLES OF COUNTERFLOW MIXER OF SOFT DRINKS**

Samoychuk K., Poludnenko O., Tsyb V, Bezdetniy A.

**In the article results of analytical researches of determination of optimal distance between sprayers nozzles of counterflow mixer and the results of computer design of process of mixing of liquid components in a stream mixer are presented.**



УДК:[631.563:635.156]:678.048

## **ВИБІР ОПТИМАЛЬНИХ КОНЦЕНТРАЦІЙ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ ПЛОДІВ ОГІРКА**

Прісс О.П., к.с.-г.н.,

Жукова В.Ф., к.с.-г.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел.(0619) 44-81-03

**Анотація** – роботу присвячено вибору оптимальних концентрацій біологічно активних речовин для зберігання плодів огірка. Встановлено, що оптимальна концентрація іонолу становить 0,036%, хлорофіліпту 0,50%. Виявлено, що використання комплексної композиції Хл+І+Л дозволяє зберігати огірки 24 доби з виходом стандартної продукції після зберігання 89,46...92,04%.

**Ключові слова:** антиоксиданти, концентрація, огірки, зберігання.

Баланс між окисненням і відновленням через систему антиоксидантів має вирішальне значення у підтримці здорових біологічних систем.

*Постановка проблеми.* Високі дози окремих антиокиснювальних сполук можуть бути токсичними у зв'язку з їх прооксидантними ефектами при високих концентраціях або здатності реагувати з фізіологічно нормальними концентраціями АФК, які необхідні для оптимального клітинного функціонування [1]. Концентрації екзогенних антиоксидантів повинні обернено корелювати з ендogenousним пулом антиоксидантів.

*Основна частина.* Вибір концентрації іонолу. На основі аналізу літературних джерел та попередніх досліджень [2-4] базовим компонентом обрано синтетичний антиоксидант іонол (І). Оскільки обмежена розчинність препарату вимагає введення додаткових компонентів, застосовували антиоксидант та емульгатор природного походження лецитин (Л). Лецитин створює стабільну емульсію лише в концентрації 4 %.

Обробка антиоксидантними препаратами перед закладанням на зберігання дозволяє продовжити термін зберігання до 5 діб залежно від концентрації іонолу (табл. 1).

Неефективним для подовження терміну зберігання виявилось застосування лецитину та 0,012% іонолу. Концентрація 0,024% дозволяє подовжити термін зберігання на 3 доби, що довше в 1,2 рази порівняно з контролем. Застосування більших доз іонолу дає можливість зберігати огірки протягом 20 діб.

Таблиця 1 – Природна втрата маси огірків за дії антиоксидантів,  $\bar{x} \pm s_x$ , n=5

Варіант обробки	Тривалість зберігання, діб	Афіна		Маша	
		Природна втрата маси, %	Середньодобові втрати маси, %	Природна втрата маси, %	Середньодобові втрати маси, %
При температурі 6±0,5°C					
Контроль	15	4,60±0,11	0,31±0,01	4,04±0,06	0,27±0,00
Л	15	3,44±0,08	0,23±0,01	3,33±0,07	0,22±0,00
0,012 I+Л	15	3,21±0,09	0,21±0,01	3,18±0,04	0,21±0,00
0,024 I+Л	18	3,06±0,07	0,17±0,00	2,75±0,09	0,15±0,00
0,036 I+Л	20	2,94±0,08	0,15±0,00	2,67±0,07	0,13±0,00
0,048 I+Л	20	2,96±0,08	0,15±0,00	2,76±0,07	0,14±0,00
0,060 I+Л	20	2,93±0,06	0,15±0,00	2,68±0,11	0,13±0,00
НІР <sub>0,95</sub>	-	0,24	0,014	0,22	0,012
S <sub>x</sub> , %	-	2,50	2,52	2,50	2,36
При температурі 8±0,5°C					
Контроль	15	5,58±0,10	0,37±0,01	4,43±0,11	0,30±0,01
Л	15	4,18±0,11	0,28±0,01	3,72±0,07	0,25±0,00
0,012 I+Л	15	3,98±0,07	0,27±0,00	3,53±0,09	0,24±0,01
0,024 I+Л	18	3,54±0,11	0,20±0,01	3,44±0,06	0,19±0,00
0,036 I+Л	20	3,41±0,04	0,17±0,00	3,08±0,05	0,15±0,00
0,048 I+Л	20	3,36±0,09	0,17±0,00	3,09±0,10	0,15±0,00
0,060 I+Л	20	3,29±0,10	0,16±0,00	3,12±0,09	0,16±0,00
НІР <sub>0,95</sub>	-	0,28	0,016	0,25	0,02
S <sub>x</sub> , %	-	2,43	2,42	2,50	2,54

Використання антиоксидантів сприяє істотному зниженню природних втрат маси при зберіганні огірків за різних температурних режимів. Скорочення середньодобових втрат маси відбувається при застосуванні лецитину та усіх випробуваних концентрацій іонолу (в 1,2...2,3 рази). Максимальне достовірне зменшення середньодобових втрат маси зафіксоване при використанні 0,036% іонолу. Підвищення температури зберігання призводить до зростання втрат маси. Однак при застосуванні іонолу в концентрації 0,036% середньодобові втрати

маси за температури 6 °С достовірно не різняться від тих же показників при 8 °С.

Результати трифакторного дисперсійного аналізу середньодобової втрати маси огірків обох гібридів (фактор А) за різних температур зберігання (фактор В) дозволяють встановити високу ефективність застосування антиоксидантів (фактор С). Частка впливу фактора С складає понад 85 %, що вказує на ключову роль обробки антиоксидантами для скорочення втрат маси при різних температурних режимах.

При дисперсійному аналізі впливу гібриду (фактор А) та температури зберігання (фактор В) на вихід стандартної продукції встановлено, що максимальний вплив має температура зберігання (частка впливу 41,76%), а частка впливу фактора А складає 17,60%.

Трифакторний аналіз впливу гібриду (фактор А), температури зберігання (фактор В), обробки лецитином та 0,012% іонолом (фактор С) доводить переважаючий вплив температурного фактору (32,63%) та достовірну ефективність (23,14%) застосування антиоксидантів на збільшення виходу стандартної продукції після зберігання.

Щоб отримати експериментальні точки для побудови кривої дозозалежності виходу стандартної продукції при зберіганні огірків за дії іонолу всі дослідні групи огірків зберігали до 20 діб. Для побудови моделі обрали середні дані двох гібридів (рис. 1).

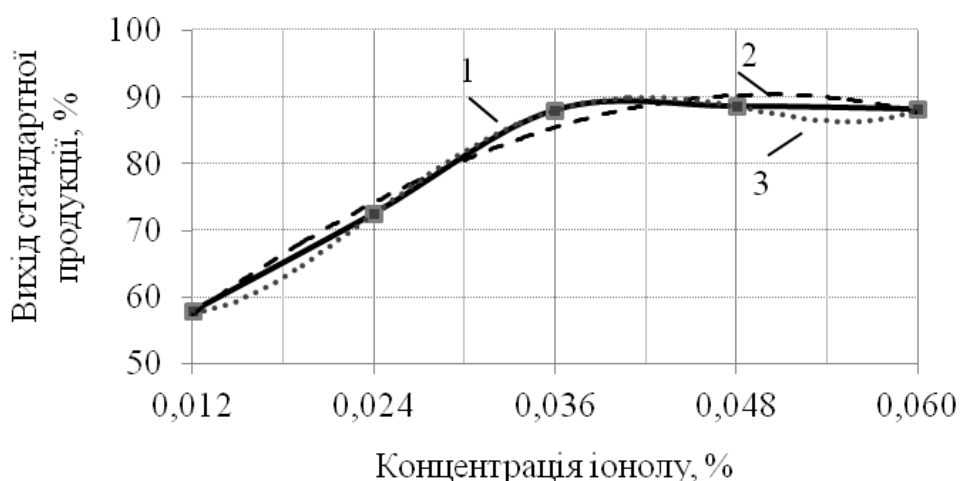


Рис. 1. Залежність виходу стандартної продукції від концентрації іонолу: 1 – експериментальна крива; 2 – апроксимована поліномініальна крива ступеню 3; 3 – апроксимована поліномініальна крива ступеню 4.

Виходячи зі значень коефіцієнта детермінації обрані кращі регресійні моделі нелінійного типу. Поліномініальна модель ступеню 3:

$$y = -1571x^3 - 1,8023x^2 + 23,25x + 36,145, \quad R^2=0,983, \quad (1)$$

де  $y$  – вихід стандартної продукції після зберігання, %;  
 $x$  – концентрація іонолу, %.

Поліномініальна модель ступеню 4:

$$y = 1,2385x^4 - 15,02x^3 + 59,59x^2 - 77,603x + 89,65, \quad R^2=1 \quad (2)$$

Регресійна модель (2) має максимальний коефіцієнт детермінації, а, отже, є кращою. Проте, як відомо, ефективність антиоксидантів залежить від дози препарату нелінійно. У великих концентраціях антиоксиданти починають діяти у зворотному напрямку, прискорюючи вільнорадикальні реакції [5]. Прогностичні значення отриманих моделей матимуть вигляд (рис.2):

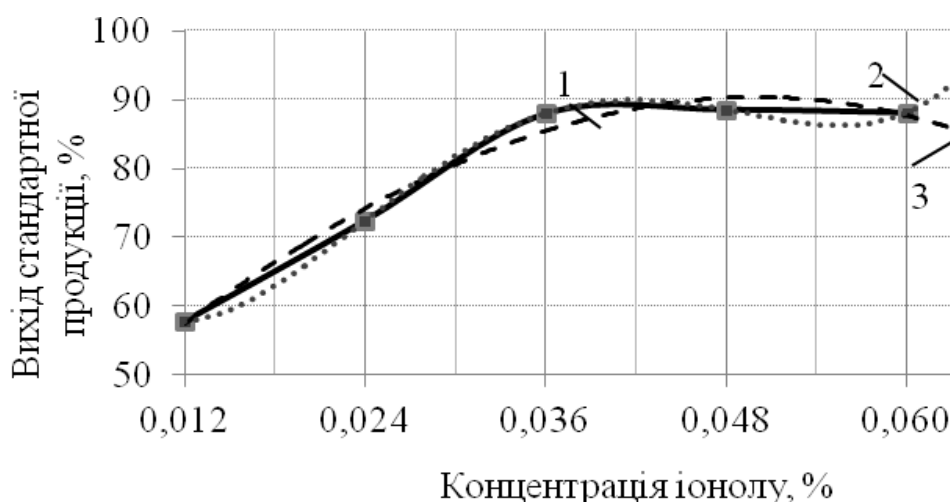


Рис. 2. Прогностичні залежності виходу стандартної продукції від концентрації іонолу: 1– експериментальна крива; 2 – апроксимована поліномініальна крива ступеню 3; 3 – апроксимована поліномініальна крива ступеню 4.

Найбільш точно описує залежність виходу стандартної продукції від концентрації іонолу регресійна модель 1. Відповідно до цієї моделі концентрація іонолу 0,048 є найбільш ефективною. Максимальне достовірне зростання виходу стандартної продукції виявлено при застосуванні 0,036% іонолу, збільшення виходу стандартної продукції при вищих дозах недостовірне.

Результати трифакторного дослідження по встановленню впливу гібриду (фактор А), температури зберігання (фактор В) та обробки іонолом 0,036 % (фактор С) дозволяють встановити високу достовірну ефективність застосування іонолу для збільшення виходу стандартної продукції після зберігання у порівнянні з плодами без обробки на рівні 48,14%. Частка впливу фактора В удвічі менше (20,35%).

За використання іонолу 0,036% пошкоджуючий вплив низьких температур зменшується (20,35 проти 32,63 %). Антиоксиданти компенсують негативну дію низьких температур. Саме плоди з низькотемпературними ушкодженнями становлять переважну частину відходів. Тому в подальших дослідженнях огірки зберігали при 8 °С.

Вибір концентрації хлорофіліпту. Випробовували хлорофіліпт (Хл) у концентрації 0,25...1% у поєднанні з 4% лецитину. Їх застосування дозволяє продовжити термін зберігання огірків на 3 доби та зменшити природну втрату маси (табл. 2).

Таблиця 2 - Природна втрата маси огірків за дії антиоксиданту та хлорофіліпту,  $\bar{x} \pm s\bar{x}$ , n=5

Варіант обробки	Тривалість зберігання, діб	Афіна		Маша	
		Природна втрата маси, %	Середньодобові втрати маси, %	Природна втрата маси, %	Середньодобові втрати маси, %
При температурі 6±0,5°C					
Контроль	15	4,60±0,11	0,31±0,01	4,04±0,06	0,27±0,00
0,25 Хл+Л	18	3,93±0,08	0,22±0,00	3,73±0,09	0,21±0,01
0,50 Хл+Л	18	3,46±0,09	0,19±0,00	3,66±0,07	0,20±0,00
0,75 Хл+Л	18	3,43±0,06	0,19±0,00	3,68±0,06	0,20±0,00
1 Хл+Л	18	3,38±0,13	0,19±0,01	3,69±0,09	0,21±0,01
НІР <sub>0,95</sub>	-	0,31	0,018	0,23	0,013
S <sub>x</sub> , %	-	2,74	2,75	2,01	1,98
При температурі 8±0,5°C					
Контроль	15	5,58±0,10	0,37±0,01	4,43±0,11	0,30±0,01
0,25 Хл+Л	18	4,27±0,04	0,24±0,00	3,95±0,10	0,22±0,01
0,50 Хл+Л	18	4,14±0,08	0,23±0,00	3,84±0,06	0,21±0,00
0,75 Хл+Л	18	4,04±0,08	0,22±0,00	3,81±0,11	0,21±0,01
1 Хл+Л	18	4,05±0,06	0,23±0,00	3,79±0,11	0,21±0,01
НІР <sub>0,95</sub>	-	0,22	0,014	0,27	0,02
S <sub>x</sub> , %	-	1,69	1,75	2,24	2,29

Додавання хлорофіліпту дозволяє суттєво підвищити вихід стандартної продукції після зберігання за рахунок скорочення нестандартної частини (рис. 3).

Побудована теоретична регресійна модель залежності виходу стандартної продукції від концентрації хлорофіліпту практично співпадає з експериментальними даними (рис. 4).

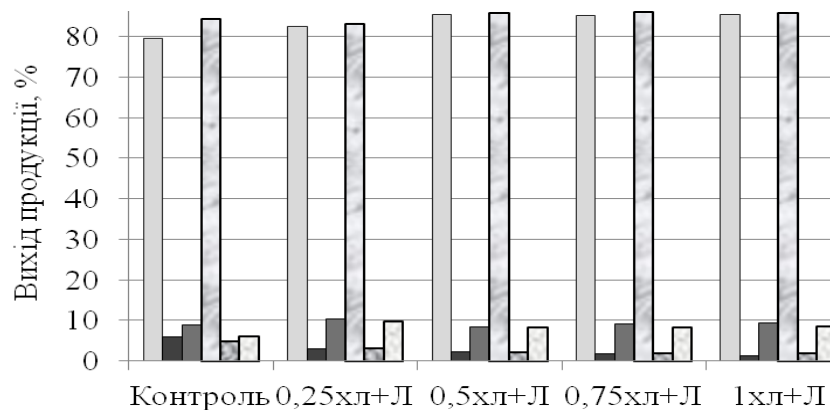


Рис. 3. Товарна оцінка плодів огірка після зберігання при 8 °С за дії біологічно активних речовин:

□ - стандартні Афінa (НІР<sub>0,95</sub> = 3,00); ■ - нестандартні Афінa (НІР<sub>0,95</sub> = 0,69); ▒ - відходи Афінa (НІР<sub>0,95</sub> = 2,58); □ - стандартні Маша (НІР<sub>0,95</sub> = 2,12); ▒ - нестандартні Маша (НІР<sub>0,95</sub> = 0,62); □ - відходи Маша (НІР<sub>0,95</sub> = 3,35).

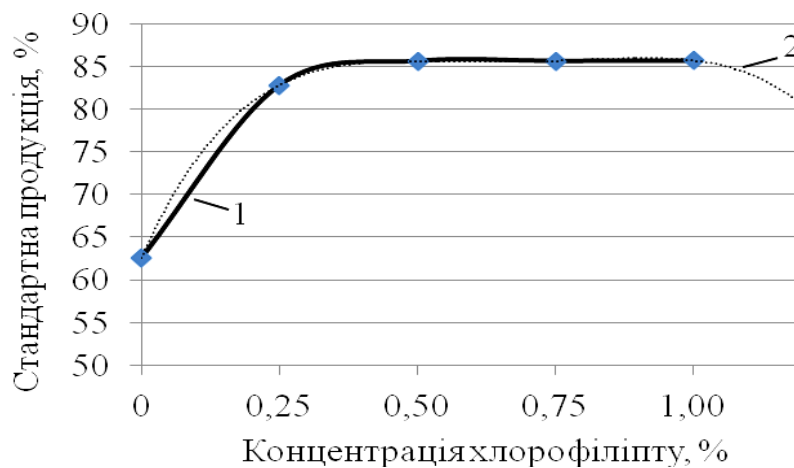


Рис. 4. Залежності виходу стандартної продукції від концентрації хлорофіліпту: 1 – експериментальна крива; 2 – апроксимована поліномініальна крива ступеню 4.

Регресійна модель залежності виходу стандартної продукції від концентрації хлорофіліпту має вигляд:

$$y = -0,4858x^4 + 7,2833x^3 - 40,249x^2 + 97,277x - 1,225, R^2=1 \quad (3)$$

де  $y$  – вихід стандартної продукції після зберігання, %;

$x$  – концентрація хлорофіліпту, %.

Отже, оптимальною концентрацією Хл є 0,50 %.

Рівень відходів після зберігання при 8 °С сягає 8,18... 10,30% залежно від концентрації хлорофіліпту та гібриду огірків. Сумісна дія Хл та І подовжує термін зберігання огірків на 3...6 діб залежно від концентрації Хл, а застосування комплексної композиції Хл+І+Л дозволяє зберігати огірки 24 доби без втрати товарної якості (табл. 3).

Таблиця 3 - Товарна якість плодів огірка після зберігання при 8±0,5 °С за дії антиоксидантів,  $\bar{x} \pm s\bar{x}$ , n=5

Гібрид	Варіант обробки	Тривалість зберігання, діб	Фактична кількість продукції, %			Природна втрата маси, %
			стандартна	нестандартна	відходи	
Афіна	Контроль	15	77,50±1,06	6,83±0,59	9,52±0,69	6,15±0,08
	0,25 Хл+І	18	82,85±1,27	4,30±0,14	9,17±1,29	3,69±0,10
	0,50 Хл+І	21	86,77±0,74	4,64±0,52	4,70±0,42	3,89±0,06
	0,75 Хл+І	21	86,96±1,14	3,76±0,21	5,31±0,94	3,97±0,07
	Хл+І+Л	24	89,46±0,94	4,07±0,34	4,18±0,69	2,28±0,04
	НІР <sub>0,95</sub>	-	3,29	1,15	2,71	0,22
	Sx, %	-	1,29	8,11	13,74	1,84
Маша	Контроль	15	81,85±0,92	4,99±0,27	7,88±0,79	5,28±0,07
	0,25 Хл+І	18	84,42±1,37	5,15±0,48	6,86±1,01	3,58±0,07
	0,50 Хл+І	21	88,34±1,26	4,02±0,40	3,89±0,94	3,75±0,11
	0,75 Хл+І	21	88,16±1,22	3,97±0,29	4,06±0,95	3,81±0,10
	Хл+І+Л	24	92,04±1,09	3,06±0,35	2,69±0,95	2,21±0,08
	НІР <sub>0,95</sub>	-	3,68	1,20	2,77	0,28
	Sx, %	-	1,41	9,42	17,89	2,49

*Висновки.* Застосування антиоксидантів дозволяє подовжити термін зберігання огірків на 3...9 діб, середньодобові втрати маси скорочуються у 1,2...2,3 рази. Оптимальна концентрація іонолу – 0,036%, хлорофіліпту – 0,50%. При застосуванні композиції Хл+І+Л втрати маси скорочуються у 3,9...4,1 рази, огірки зберігаються 24 доби з виходом стандартної продукції 89,46...92,04%.

## Література

1. Bouayed J. Exogenous antioxidants - double-edged swords in cellular redox state: health beneficial effects at physiologic doses versus deleterious effects at high doses / J. Bouayed, T. Bohn // Oxid Med Cell Longev. - 2010. - № 3 (4). P. - 228–237.

2. Пат. 31851 України, МПК А 23 В 7/14. Речовина для обробки ягід і плодових овочів перед зберіганням / Прісс О.П., Сердюк М.Є., Коляденко В.В., Прокудіна Т.Ф., Жукова В.Ф.; заявник та власник охоронного документа Таврійський державний агротехнологічний університет. – № у 2007 13781; заявл. 10.12.07; опубл. 25.04.08, Бюл. № 8.

3. Пат. 32164 України, МПК А 23 В 7/14. Спосіб підготовки плодових овочів до зберігання / Калитка В.В., Прісс О.П., Прокудіна Т.Ф., Жукова В.Ф.; заявник та власник охоронного документа Таврійський державний агротехнологічний університет. – № у 2007 13758; заявл. 10.12.07; опубл. 12.05.08, Бюл. № 9.

4. Сердюк М.Є. Використання антиоксидантних препаратів для запобігання біотичним та абіотичним стресам під час зберігання плодів та ягід / М.Є.Сердюк // Хімія, агрономія, сервіс. – 2010. – №7. – с. 52-53.

### **ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ ПЛОДОВ ОГУРЦА**

Прісс О.П., Жукова В.Ф.

**Аннотация** – работа посвящена выбору оптимальных концентраций биологически активных веществ для сохранения плодов огурца. Установлено, что оптимальная концентрация ионола составляет 0,036%, хлорофиллипта 0,50%. Выявлено, что использование комплексной композиции Хл+І+Л позволяет хранить огурцы 24 сут. с выходом стандартной продукции после хранения 89,46...92,04%.

### **CHOICE OF THE BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES OPTIMAL CONCENTRATION OF TO THE FETUS CUCUMBER**

Priss O., Zhukova V.

**Abstract** - the article is devoted to the choice of optimal concentrations of biologically active substances for the cucumber. The optimal concentration of ionol 0,036 %, chlorophyllipt 0,50%. Revealed that the use of the complex composition of Хл+І+Л lets storage cucumbers 24 days with a standard products 89,46...92,04%.



УДК 631.53.027.3

## МЕТОДИКА ОБҐРУНТУВАННЯ КІЛЬКІСНОГО СКЛАДУ КОМПОЗИЦІЙ ДЛЯ ДРАЖУВАННЯ НАСІННЯ

Сербій Є.К., к.т.н.

УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого

Тел. (04471) 330-62

**Анотація** – у статті обґрунтовано оптимальні техніко-технологічні показники дражованого насіння та наведено методику визначення раціонального кількісного складу композицій для дражування насіння.

**Ключові слова** – міцність, вологість, щільність, пористість, дражоване насіння, обчислювальний експеримент.

*Постановка проблеми.* Важливе місце в системі заходів, спрямованих на підвищення врожайності сільськогосподарських культур, займає підготовка насінневого матеріалу до висіву, а дражування – це один з перспективних напрямків у аграрному виробництві.

Звичайно, дражоване насіння дорожче, але позитивних моментів значно більше [1], що практично підтверджено майже повним заповненням ринку дражованим насінням цукрового буряку, а частка недражованого на ринку України вже на сьогодні невелика та зменшується щороку. При сприятливих ґрунтово-кліматичних умовах використання дражованого насіння позитивно впливає на вегетаційний процес розвитку рослини – наприклад, додача 56% врожаю ріпчастої цибулі у порівнянні з контролем [12]. Внаслідок того, що першими почали дражувати дрібне насіння на Заході, стрімко інвестуючи цю галузь з нарощенням об'ємів експорту в аграрні країни, дражоване насіння, наявне на нашому ринку, в основному, є результатом розробки провідних закордонних фірм - KWS, Germaines Seed Technology, Даниско, Штрубе-Дикман, Сингента, Seed Processing Holland and Leba, Incotec.

Сьогодні на ринку присутнє дражоване насіння овочів - цукровий буряк, капуста, цвітна капуста, столовий буряк, морква, кольорова морква, селера, цикорій, корн-салат, баклажани, ендивій, фенхель, огірки, цибуля-порей, цибуля, петрушка, перець, перець чілі, паприка, салат, редис, шаллота, шпинат, томати та квіти – петунія, бегонія (в 1 г бегонії міститься від 80 до 85 тисяч насінин).

Зменшення залежності від імпорту, розвиток власної науки та створення нових робочих місць є підґрунтям актуальності та своєчасності задачі встановлення базових техніко-технологічних показників та обґрунтування кількісного складу композицій для дражування насіння.

Основними агрономічними показниками якості насіння є лабораторна схожість  $k_s^L \in [0 \dots 1] \subset R$  та енергія проростання  $k_{сп}^L \in [0 \dots 1] \subset R$ . Згідно з ДСТУ 2153:2006 лабораторна схожість – це відношення кількості пророслого насіння до кількості висіяного, енергія проростання – показник, що характеризує швидкість проростання насіння за певний проміжок часу (3-4 доби).

Українські ДСТУ створено на базі ГОСТ, наявних міжнародних стандартів та директив, приміром ISTA. Це зрозуміло й логічно на фоні євроінтеграції України, оскільки ми рівняємось на новітні технології та методи аналізу, розроблені провідними установами інших країн [1].

Відповідно до діючої нормативно-правової бази за ДСТУ та технічних регламентів існують вимоги до безпеки та регламентовано якісні показники насінневого матеріалу. Так, з метою поставки на ринок здорового насінневого матеріалу відповідно до Директиви 2002/55/ЕС Ради Європи, компанія Бейо користується різними стратегіями з управління ризиками, які стосуються запобігання і контролю перенесення хвороб насінневим матеріалом [2]. Процес включає в себе та не обмежується програмою, розробленою Міжнародною федерацією виробників насіння ISHI-VEG [3], з тестування насінневого матеріалу на присутність збудників хвороб рослин, захищений спосіб виробництва насіння, інспекцію насінневого матеріалу, різні обробки насіння та інші ефективні методи дезінфекції насінневого матеріалу.

Оскільки оболонка дражованого насіння до висіву при зберіганні і після висіву у ґрунті виконує різні функції, то і техніко-технологічні властивості драже в ці етапи мають бути різними. Таким чином, базові техніко-технологічні показники дражованого насіння необхідно поділяти на множини властивостей, притаманних драже у стані зберігання  $V_D^Z$  та у ґрунті  $V_D^G$  – міцність у сухому  $F_{разр}^Z > 0 \in R$  та зволоженому  $F_{разр}^G > 0 \in R$  станах (при вологості під час зберігання  $W_D^Z \in [0 \dots 1] \subset R$  та польовій у ґрунті  $W_D^G \in [0 \dots 1] \subset R$ ), щільність  $\rho_D^Z > 0 \in R$ ,  $\rho_D^G > 0 \in R$  та пористість  $k_P^Z \in [0 \dots 1] \subset R$ ,  $k_P^G \in [0 \dots 1] \subset R$  відповідно, а також незмінні властивості: гігроскопічність  $k_f > 0 \in R$  та максимальна вологоємність оболонки драже  $W_D^{max} \in [0 \dots 1] \subset R$ :

$$V_D^Z = \{F_{разр}^Z, W_D^Z, \rho_D^Z, k_P^Z, W_D^{max}, k_f\}, V_D^G = \{F_{разр}^G, W_D^G, \rho_D^G, k_P^G, W_D^{max}, k_f\}.$$

До цих показників будь-які вимоги відсутні, але саме вони можуть бути визначальними при формуванні якісних показників

насіння у польових або лабораторних умовах. Наприклад, одне й те саме дражоване насіння при різних зовнішніх умовах (продуктивна вологість  $W_D \in [0 \dots 1] \subset R$ , гранулометричний склад ґрунту та інші) буде по різному насичуватись вологою та змінювати свою міцність, щільність та пористість, формуючи різні умови для проростання насіння, що спричинить різні польові якісні показники насіння – схожість  $k_s^G \in [0 \dots 1] \subset R$  та енергію проростання  $k_{ep}^G \in [0 \dots 1] \subset R$ .

Так, за даними досліджень у сертифікованій лабораторії ТОВ «Сесвандерхаве-Україна» енергія проростання насіння гібридів цукрового буряку Плутон, Коала і Леопард становила  $k_{ep}^L = 94 \dots 96\%$ , схожість –  $k_s^L = 98\%$ . Це саме насіння у полі та районних державних насінневих інспекціях показало енергію проростання  $k_{ep}^G = 20 \dots 66\%$ , схожість –  $k_s^G = 62 \dots 82\%$ . Повторний аналіз цих самих партій насіння у лабораторіях Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН показав енергію проростання  $k_{ep}^L = 91 \dots 96\%$ , схожість –  $k_s^L = 94 \dots 97\%$  [1].

Таким чином, при обґрунтуванні кількісного складу композицій для дражирування насіння доцільно враховувати природно-кліматичні та техніко-технологічні умови та орієнтуватись на ті значення техніко-технологічних показників драже, що відповідають світовому рівню у цій галузі та не суперечать сприятливим умовам на проростання насіння.

Міцність дражованого насіння формує здатність зберегти цілісність форми при збереженні, транспортуванні та висіві у сухому стані драже ( $F_{разр}^Z \rightarrow max$ ), а також визначає можливість без перешкод прорости насінині крізь оболонку драже у вологому ґрунті ( $F_{разр}^G \rightarrow min$ ). Недостатня міцність сухого драже може призвести до його руйнування, втрат та забивання висівного апарату сівалки. Занадто міцне драже у вологому стані може блокувати пророщування ростка з насінини та спричинити затримку розвитку чи навіть загибель рослини. За даними досліджень за методикою [4] міцність дражованого насіння цукрових буряків від одного з лідерів на українському ринку – фірми KWS при вологості зберігання до 9,0% становить  $F_{разр}^Z = 40 \dots 45H$ .

Гігроскопічність визначає, як швидко оболонка драже зможе поглинати вологу з навколишнього середовища і яка частина з цієї вологи буде доступна для рослини (продуктивна капілярна та слабо зв'язана вода). Враховуючи неминучі нерівності дна борозни, неоднорідність насінневого ложа у вигляді різних за розміром і формою ґрунтових агрегатів, наявності пустот, кожна дражована насінинка буде мати різну площу контакту з вологим ґрунтом. І в цьому випадку найбільшим чином гігроскопічність буде впливати на

рівномірність появи сходів – енергію проростання  $k_{сп}^G$ . За даними досліджень за методикою [4, 5] при лабораторних умовах за ДСТУ 2153.2006 оболонка драже KWS руйнується (міцність приблизно дорівнює міцності неущільнених ґрунтових агрегатів, яким за структурою упорядкування елементів як у аморфних речовин найбільш притаманні пластичні властивості)  $F_{разр}^G \rightarrow 0$  за час до 24 годин.

Пористість оболонки драже безпосередньо впливає на обмінні режими насінини. Більшість ґрунтів вважаються задовільними при загальній їх пористості в межах 50...65% та відносній кількості капілярних пор не менше 50%.

Щільність ґрунту  $\rho_G > 0 \in R$  є інтегральним показником, який набув широкого використання, оскільки його найбільш просто визначити, та узагальнено характеризує твердість, розпушеність й вологість ґрунту, а також визначається гранулометричним складом. Оскільки запропонована композиція [6, 7] для дражирування насіння складається з тих самих базових елементів що і ґрунт, то доцільно бажану щільність насиченого вологою драже у ґрунті базувати на оптимальній щільності ґрунту – для овочевих культур  $\rho_D^G = 1,0 \dots 1,2 \text{ гр/см}^3$ .

Різноманіття ґрунтово-кліматичних та техніко-технологічних умов використання дражованого насіння та різні вимоги до кожної культури обумовлюють відповідне різноманіття композицій для дражирування.

*Формування цілей статті.* Розробити методику обґрунтування кількісного складу композицій для дражирування насіння, адаптованих до певних ґрунтово-кліматичних та техніко-технологічних умов вирощування.

*Аналіз останніх досліджень.* У процесі дражирування насінини пошарово обволікаються захисною оболонкою, що створює драже кулястої форми. До складу оболонки входять живильні речовини, мікроелементи і регулятори росту. Вони забезпечують сходкам нормальний розвиток на ранніх етапах. Крім того, оболонка включає і захисні засоби, що знищують або відлякують комах-шкідників та пригнічують гриби.

Витрати насіння зменшуються у два-три рази, відпадає необхідність проріджування, підвищується не тільки рівномірність посіву, але і однорідність дружних сходів. Насіння проростає у більш сприятливих умовах, використовуючи наявні в оболонці драже вологу і живильні речовини, причому на найбільш вразливих етапах свого розвитку. Тому рослини з драже виявляються сильнішими і стійкішими до різких змін погодних умов, а також інвазії шкідників і хвороб [8].

Першими основними наповнювачами для драже були торф, деревинне борошно, а в якості клейких речовин - поліакриламід і бентонітова глина, речовини, які тверді за своїм складом. Такі насінини починуть проростати лише тоді, коли розмокне та розчиниться їх захисна тверда оболонка, а при відсутності вологи і зовсім не проростуть. У певних умовах при посіві дражованого насіння сходи можуть з'явитися пізніше, або не зійти взагалі, якщо посів проведено в недостатньо вологий ґрунт.

Отже, у дражованого насіння підвищена потреба у волозі, менший період зберігання. Наприклад, необроблене насіння капусти зберігається 4-5 років, дражоване - не більше 1 року, а якщо зберігати його при високій вологості повітря, може статися передчасне проростання.

Відповідно до ґрунтово-кліматичних умов вирощування розрізняють різні підходи в дражуванні і відповідні торгові назви драже - плазмові, лазерні, гелеві або "ЕМ" [9] та інші.

Гелеві драже містять спеціально розроблений склад гелю, який, набухаючи в ґрунті, довго утримує вологу і створює сприятливі умови для пророщування насіння у ґрунті, що дозволяє отримати насіння з більш високою схожістю та енергією проростання. Так, навіть влітку при падінні температури вночі відбувається конденсація води в ґрунті, а гелева оболонка має властивість її абсорбувати і тримати біля насінини. Навіть якщо трапиться посуха, насіння у гелевій оболонці буде забезпечене водою протягом двох-трьох тижнів. Якщо ж пройдуть зливи, надлишок води не буде загрожувати насінині: гелева оболонка пропускає повітря і утримає рівно стільки вологи, скільки потрібно [10].

ЕМ-драже містять в оболонці корисні мікроорганізми, які значно підвищують стійкість і врожайність.

У насінні-спринтері шляхом спеціальної обробки проростки насіння приводять у стан «пробудження» і в такому вигляді консервують до посіву. За сприятливих умов насінини миттєво проростають, сходи з'являються раніше і дружніше [9].

Прецизійне пророщування насіння - це активація процесу схожості для отримання більш швидкого та одночасного проростання насіння після його висіву в ґрунт. Це також дозволяє отримувати більш вирівняну товарну продукцію та здійснювати більш точний хімічний контроль забур'яненості.

Враховуючи різні ґрунтово-кліматичні умови вирощування та різні вимоги рослин до ґрунтових умов кожен виробник має свою власну лінійку марок дражованого насіння. Так, англійська компанія Germain's Seed Technology має наступні основні марки дражованого насіння:

- Охукоте – щільне драже, що розколюється у вологому ґрунті, адаптоване для моркви, цибулі-порей, салату, зеленої цибулі.

- Охумелт - драже, яке покращує використання і придатність до вирощування дрібних насінин. Гранула швидко тоне від контакту з вологою даючи насіниці доступний кисень і світло. Це корисно для швидкого проростання чутливих насінин тютюну і квітів.

- Ppl (Propellet Light) - висока якість нещільного драже, придатне для всіх овочевих культур.

- Pph (Propellet Heavy) - універсальне щільне драже, яке розщеплюється у ґрунті, що забезпечує швидке поглинання кисню, розроблено для салату.

- Prodrill - марка драже, що дозволяє точно сіяти з використанням сівалки точного висіву. Драже також сприяє стійкості і функціональності насінин у несприятливих польових умовах, створено для салату.

- Proflo (допоміжні пристрої) - щільне інкрустоване покриття, призначене спеціально для вакуумних сівалок, для молодого листя салату.

- Proflo precise (допоміжне точне) - щільне, точно інкрустоване драже, призначене для поліпшення розділення драже і витрат повітряного потоку при використанні вакуумної сівалки, спроектовано для салату.

- Propel - полегшене драже, яке розколюється і розщеплюється швидко і акуратно при розміщенні у вологих умовах проростання, що дозволяє використовувати насінинами кисень і поглинати світло для проростання. Драже точно каліброване і призначено для посіву багатьох культур: для цибулі, цибулі-порей і моркви.

- Propill – створене селекціонерами драже, придатне для пересадки продукції у лотки і торф'яні блоки, для селери [11].

Забарвлення насіння різних фірм неоднакове. Так, фірма KWS забарвлює дражоване насіння у помаранчевий колір, Даниско - зелений, Штрубе-Дікман - блакитний, Сингента - синій.

Таким чином, природно-кліматичні та техніко-технологічні умови, а також вимоги насіння до зовнішніх умов є визначальними при розробленні методики обґрунтування кількісного складу композицій для дражування.

*Основна частина.* Проростання насіння - явище дуже складне і багато в чому ще непізнане. К.А. Тімірязєв зазначав: «навіть чи будь-яке явище в житті рослини звертало на себе так багато уваги, як саме перше її проявлення: воно викликало роздуми і вчених, і мислителів, і поетів; воно оповите навіть якимось покривом поетичної таємничості; ми бачимо в ньому уособлення самого життя, символ пробудження від сну і смерті» [13].

Чисельне визначення та оперування поняттям схожості стало можливим, коли були встановлені оптимальні умови пророщування насіння [23, 24, 25]. Зрозуміло, що такі умови легко створити в лабораторії і дуже часто неможливо в полі. Саме ці лабораторні умови покладено в стандарти по визначенню схожості насіння [14, 15, 16, 17]. Разом з іншими теоретично-прикладними результатами дослідників і виробників [9, 10, 18, 19] узагальнено множину  $V_G$  сприятливих ґрунтово-кліматичних умов пророщування овочевого насіння, які має забезпечувати і оболонка дражованого насіння при різних, іноді несприятливих, ґрунтово-кліматичних умовах.

Зовнішні природно-кліматичні умови при природньому пророщуванні насіння можна розділити на дві категорії: напруго нерегульовані – температура ґрунту (побічно можливо впливати агростроками висіву), освітленість (опосередковано можна корегувати глибиною заробляння насіння), тип ґрунту (частково можливо змінити його фізико-механічні властивості) та безпосередньо регульовані: продуктивна вологість  $W_D$ , щільність  $\rho_G$ , пористість ґрунту  $k_{PG} \in [0 \dots 1] \subset R$ . Таким чином, більшість насіння усіх овочевих культур дуже вибагливо відноситься до зовнішніх умов: тип ґрунту має бути легким або середнім за механічним складом (піщано-глинистий, суглинок, піщаний, супіщаний, що формує фільтраційну здатність  $k_{fG} > 0 \in R$  та міцність агрегатів ґрунту  $F_{\text{разр}} \approx 0$ ), багатим на гумус ( $> 4\%$ ), з мінімальною вологоємністю  $W^{max} = 45 \dots 50\%$ , лужність має бути в межах 6,0...7,0 НВ, пористість  $k_{PG} = 50 \dots 65\%$ , відносна вологість  $W_{G \text{отн}} = 75 \dots 85\%$  НВ, продуктивна вологість  $W_D = 15 \dots 25\%$ , щільність  $\rho_G = 1,0 \dots 1,2$  г/см<sup>3</sup>:  
 $V_G = \{W_D, W^{max}, k_{PG}, \rho_G, F_{\text{разр}}, k_{fG}\}$ .

Разом з тим серед дрібного насіння овочевих культур можна виділити категорію, яка має довгий період проростання: морква (10 діб), цибуля (12 діб), салат (10 діб), баклажан (14 діб), перець (15 діб), табак (10 діб), томат (10 діб) і для яких необхідно забезпечити умови більш вільної аерації для запобігання розвитку гнилісних бактерій. Окрім того, існують різні за вологістю  $W_D$  природно-кліматичні та штучні умови висіву насіння та вирощування овочевих культур: на зрошенні, без зрошення на богарі, при надмірному зволоженні, у захищеному ґрунті, для пересадки і пророщування у лотках. Також, бажання отримати більш ранні врожаї спонукає виробників до дражирування праймованого (яровизованого, пророщеного при стресових умовах) насіння моркви, цибулі, салату. Адаптування дражованого насіння до наявних засобів механізації для висіву та економічна доцільність отримання високих якісних показників його роботи спричинило появу вирівняного за розмірами, каліброваного

дражованого насіння (моркви, цибулі) з гладкою поверхнею та меншими коефіцієнтами тертя.

Отже, можна виділити наступний перелік незалежних та частково комбінованих в одному драже опцій (елементів з наряду призначення), які також формують технологічні властивості драже (табл.1):

- для насіння збільшеного терміну проростання;
- для вирощування на зрошенні або без зрошення в умовах дефіциту або надлишку вологи, для подальшого вирощування розсади у лотках;
- для праймованого насіння;
- для полегшення точного висіву;
- для поєднання декількох насінин в одному драже.

Таблиця 1 – Технологічні властивості дражированого насіння

№	Призначення	Культура	Технологічні властивості
1	Для насіння збільшеного терміну проростання	Морква, цибуля, салат	Щільне драже, розколюється у вологому ґрунті
2	Вирощування на зрошенні	Усі овочеві культури	Універсальне, щільне, розщеплюється у ґрунті
3	При дефіциті вологи	Усі овочеві культури	Полегшене драже для посадки при коливанні рівня вологості
4	При надлишку вологи	Усі овочеві культури	Полегшене, оболонка від контакту з водою відділяється від насінини
5	Для вирощування розсади у лотках	Усі овочеві культури	Створене селекціонерами специфічне драже
6	Для захищеного ґрунту	Усі овочеві культури	Створене селекціонерами специфічне драже
7	Для праймованого насіння	Морква, цибуля, салат	Гігроскопічне, переважна частина капілярної вологи
8	Для точного висіву	Усі овочеві культури	Драже вирівняне за розмірами з гладкою поверхнею
9	Мультилід	Дрібнонасінні культури	Під оболонкою більш ніж одна насінина



Виходячи з бажаної близькості  $k_s^G \rightarrow k_s^L$  та  $k_{сп}^G \rightarrow k_{сп}^L$  множина техніко-технологічних властивостей дражированого насіння у ґрунті має бути максимально наближена до оптимальних лабораторних умов пророщування насіння:  $V_D^G \rightarrow V_G: \{\forall x \in V_D^G, x \rightarrow y, y \in V_G\}$ . Отже, кожне драже повинно мати мінімальну вологемність  $W_D^{max} = 45...50\%$ , лужність - 6,0...7,0 НВ, міцність  $F_{разр}^Z = 40...45$  Н у сухому стані та у ґрунті максимально швидко за час релаксації  $t_A^G$  (не більш ніж за добу) поглинати кількість води, яка необхідна для набуття оболонкою драже бажаних властивостей: пористість -  $k_p^G = 50...65\%$ , вологість -  $W_D^G = 15...25\%$ , щільність -  $\rho_D^G = 1,0..1,2$  гр/см<sup>3</sup>.

Для обґрунтування раціональних кількісних складів драже проведені дослідження, за якими розроблено теоретично-емпіричну дискретну модель структури дражированої насінини (з визначенням її статистичних показників - щільності, пористості) [20, 21] (рис. 1, а), процесу її руйнування при деформуванні (визначення  $F_{разр}^G$  і  $F_{разр}^Z$ ) [22] (рис. 1, б, в) та модель поглинання ґрунтової води ( $W_D^{max}$ ,  $k_f$ ) за час  $t_A^G$  знаходження у ґрунті (рис. 2).

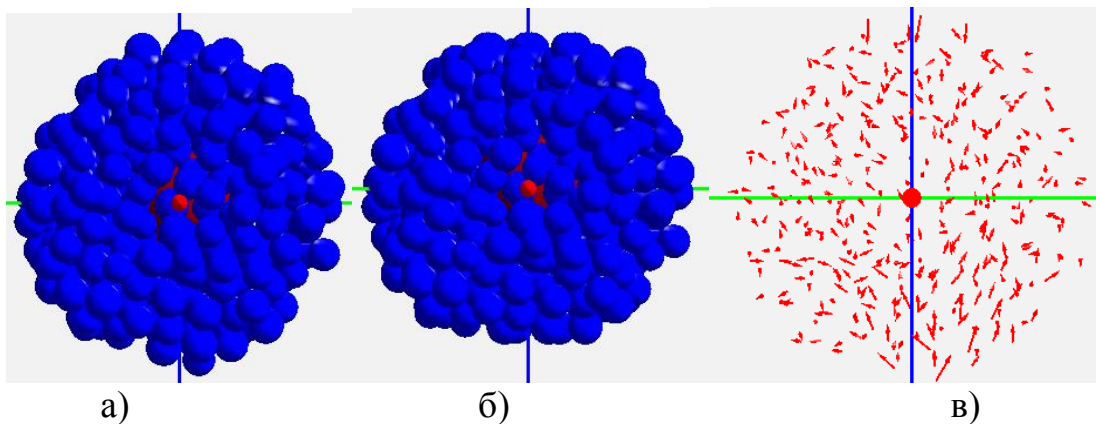


Рис. 1. Дискретна модель дражированої насінини: а – недеформоване драже, б – деформоване драже, в – векторне поле швидкостей часток.

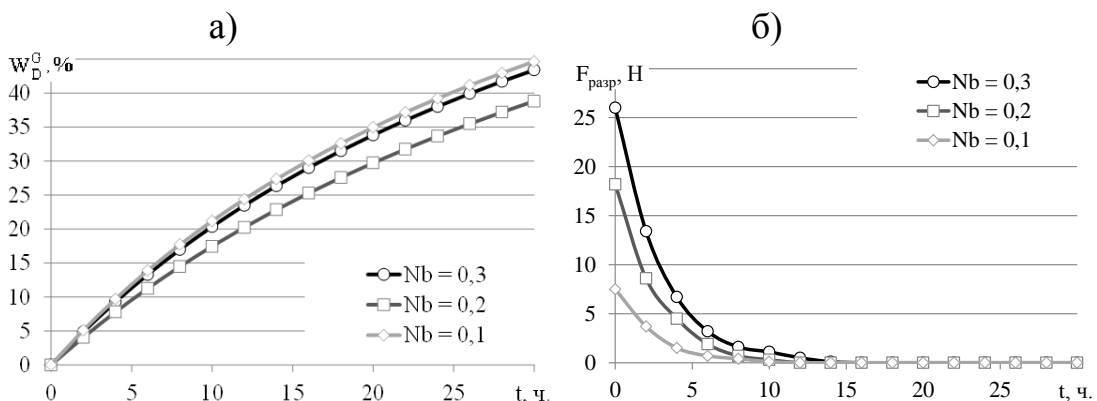


Рис. 2. Динаміка властивостей дражированого насіння ( $N_g = 0,1$ ,  $D_d = 5,0$  мм,  $D_s = 0,63$ мм) у ґрунті продуктивною вологістю  $W_D = 20\%$ : а – зміна вологості драже за часом, б – динаміка міцності за часом

Множиною керуючих факторів  $K_F$  (змінними) при реалізації обчислювального експерименту з використанням розробленої моделі є кількісний склад драже (відносна кількість бентоніту  $N_b$  і гумату  $N_g$ , фракція піску  $D_s$  [6, 7]), продуктивна вологість  $W_D$  та час знаходження у ґрунті  $t_A^G$ , а відгуками моделі (цільовими функціями, які фактично є критеріями оптимальності) – множина змінних властивостей оболонки дражированого насіння  $V_D^G$ : міцність  $F_{\text{разр}}^G$ , вологість  $W_D^G$ , щільність  $\rho_D^G$ , пористість  $k_p^G$  і вологоємність  $W_D^{\text{max}}$  драже.

За наявними відгуками  $V_D^G$  моделі драже задача багатокритеріальної оптимізації полягає у пошуку вектора керуючих змінних  $K_F$ , що задовольняє накладеним обмеженням і оптимізує векторну функцію, елементи якої відповідають цільовим функціям.

Критерієм оптимальності в даному випадку може бути величина, отримана «згорткою» критеріїв у один комплексний, званий цільовою функцією (або функцією корисності) або одна з цільових функцій при накладенні обмежень на інші. Однак усі наведені цільові функції мають бути максимально наближені до ґрунтових умов на пророщування насіння  $V_D^G \rightarrow V_G$ , оптимальні значення яких регламентовано. Отже, доцільно в якості критерію оптимальності вибрати мінімізацію часу  $t_A^G$  набуття властивостей драже, наближених до оптимальних ґрунтових умов. Отже, умовою оптимізації є:  $V_D^Z \xrightarrow{\min(t_A^G)} V_D^G$ .

Дана умова оптимізації забезпечує обґрунтування раціонального кількісного складу композиції для дражування насіння при заданій вологості ґрунту і передбачає збереження цілісності драже при висіві і максимальне інтенсивне проникнення ґрунтової вологи з прискореним формуванням щільності, пористості і міцності драже, придатних для проростання насіння.

Результати реалізованих обчислювальних експериментів за запропонованою методикою з монокомпозиційним складом оболонки драже свідчать про неможливість отримання драже з властивостями, які повністю відповідають обґрунтованим умовам  $V_D^G$ :  $F_{\text{разр}}^Z = 26\text{Н}$  [22]. Це свідчить про доцільність дослідження полікомпозиційного багатошарового складу драже – основний шар запропонованої композиції формує кулеподібне драже діаметром  $D_d$  з оптимальними ґрунтовими властивостями, а зовнішній шар з бентоніту товщиною  $H_b$  надає необхідну міцність (рис. 3). Раціональність використання цього принципу підтверджено світовими лідерами з виробництва дражованого насіння, які поверх основного шару наносять захисний шар штучних полімерних компонентів.

Таким чином, реалізація одного обчислювального експерименту дає можливість отримати час  $t_A^G$ , за який драже певного кількісного складу в заданих умовах (керовані змінні  $K_F$ ) набуває необхідні властивості  $V_D^G$ .

Серія подібних обчислювальних експериментів за обґрунтованою матрицею планування експерименту дозволить встановити функціональну залежність часу  $t_A^G$  від керованих змінних (рис. 4). Слід підкреслити, що оптимізація передбачає розгляд усіх рішень, що потрапляють в область допустимих значень керуючих змінних  $K_F$ . Оскільки в процесі пошуку рішень доцільно частку параметрів обґрунтовувати з наведених обмежень і оптимальних умов на пророщування насіння і не проводити повний перегляд можливих варіантів композицій драже, то рішення буде «раціональним» (рис. 5). І все-таки процедура пошуку раціонального рішення частково за деякими параметрами буде включати оптимізацію.

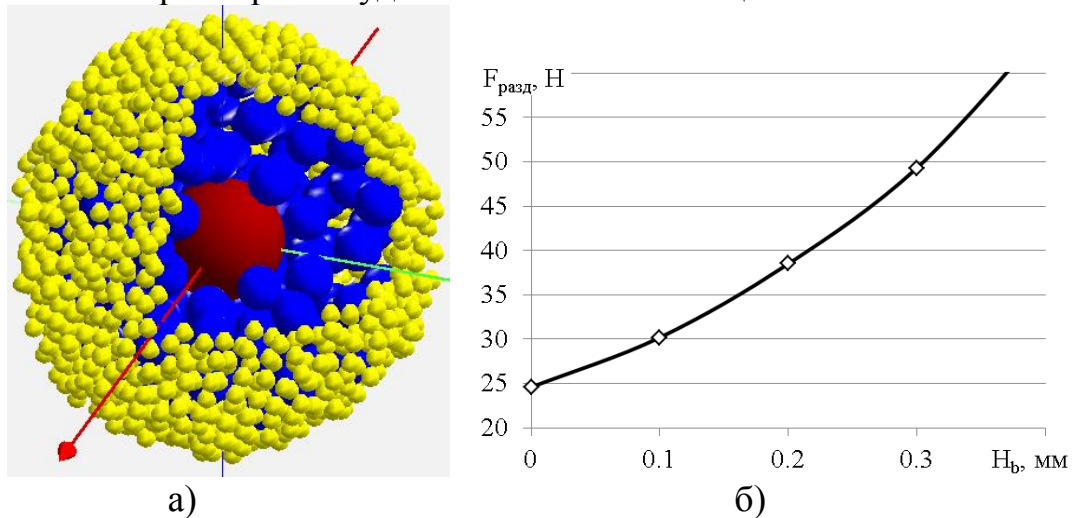


Рис. 3 - Багатошарове дражоване насіння ( $N_g = 0,1$ ,  $D_d = 5,0$  мм,  $D_s = 0,63$ мм): а – дискретна модель, б – залежність міцності драже  $F_{разр}^Z$  від товщини шару бентоніту  $H_b$

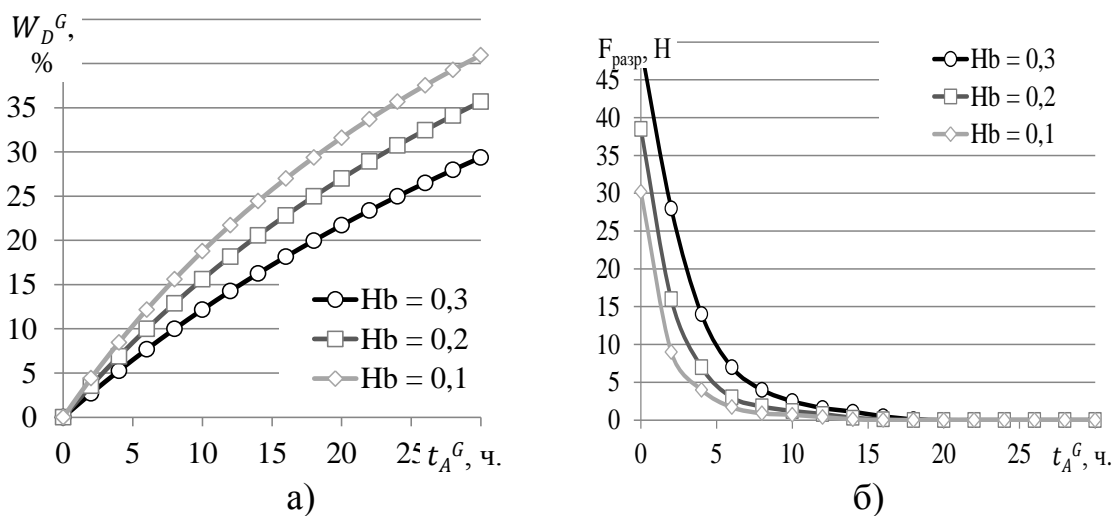


Рис. 4 – Динаміка властивостей багатошарового дражованого насіння ( $N_g = 0,1$ ,  $D_d = 5,0$  мм,  $D_s = 0,63$ мм,  $N_b = 0,3$ ) у ґрунті продуктивною вологістю  $W_D = 20\%$ : а – зміна вологості драже за часом, б – динаміка міцності за часом

На даний час широкого розповсюдження набули чисельні методи оптимізації першого порядку (метод градієнтного спуску, по координатний спуск, метод спряжених градієнтів, квазіньютонівські методи, алгоритм Левенберга-Марквардта), стохастичні методи (метод Монте-Карло, імітація відпалу, еволюційні алгоритми, диференційна еволюція, мурашиний алгоритм, метод роя часток) та методи нелінійного програмування.

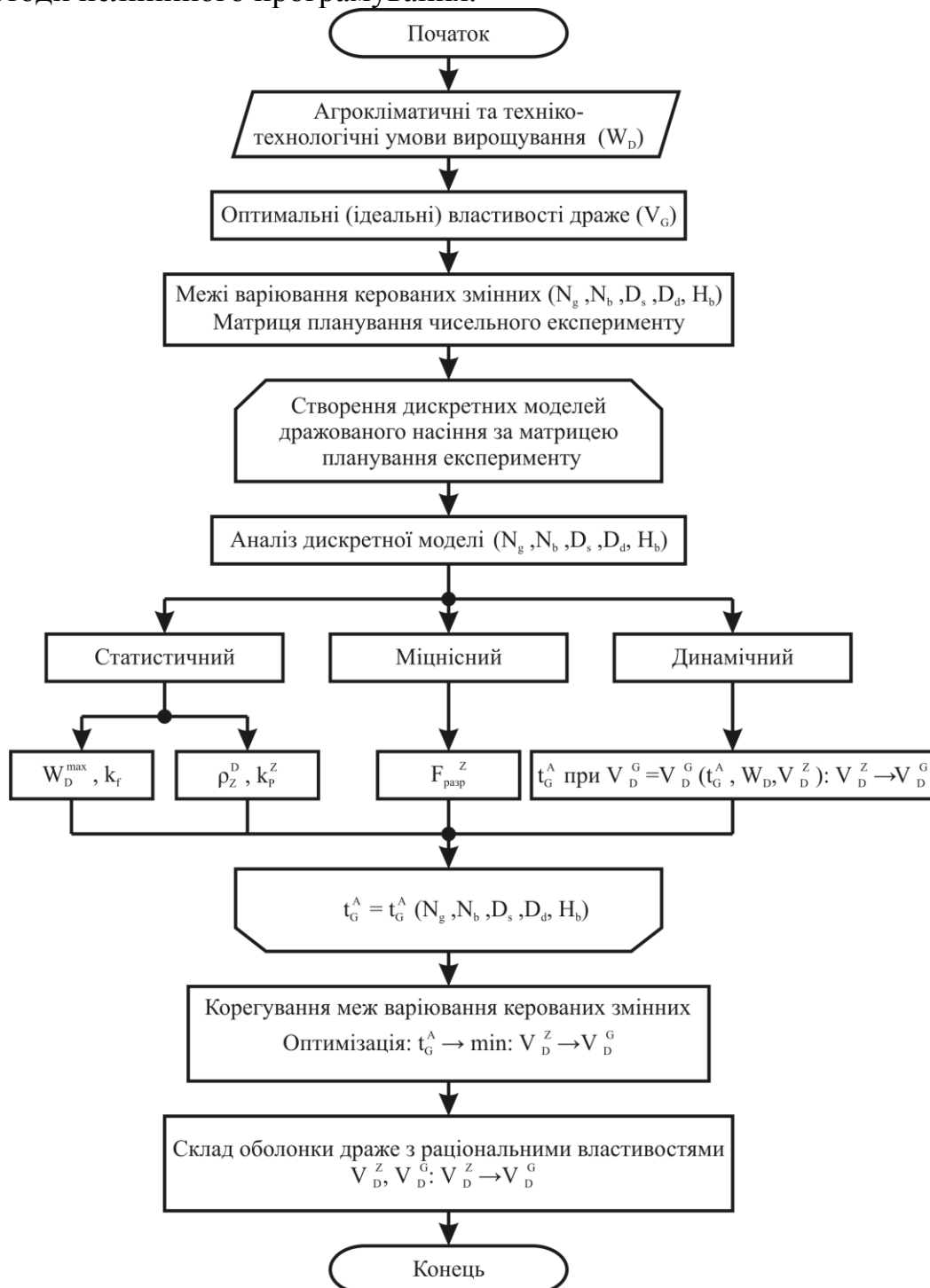


Рис. 5. Алгоритм обґрунтування кількісного складу композиції для дражування насіння

*Висновки.* Обґрунтовано оптимальні техніко-технологічні показники дражованого насіння: мінімальна вологості 45...50%, лужність 6,0...7,0НВ, міцність 40...45 Н у сухому стані при зберіганні та у ґрунті, максимально швидко поглинати вологу для формування пористості 50...65%, вологості 15...25%, щільності 1,0..1,2 гр/см<sup>3</sup>.

Розроблено методику обґрунтування кількісного складу композицій для дражування насіння.

Встановлено, що створення зовнішнього шару драже з бентоніту збільшує його міцність у сухому стані майже в два рази до 49Н та в ґрунті оболонка драже поглинає вологу до набуття оптимальних властивостей за термін часу до 16...18 годин.

#### Література

1. *Іониць Ю.* Проблеми визначення лабораторної схожості насіння цукрових буряків // Пропозиція, 2012. – №6 [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://www.propozitsiya.com>
2. Специфікація насіння [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://www.bejo.ua/>
3. Manual of Seed Health Testing Methods [Електронний ресурс] / Режим доступу: [http://www.worldseed.org/isf/ishi\\_vegetable.html](http://www.worldseed.org/isf/ishi_vegetable.html)
4. *Сербій Є.К.* Міцнісні властивості компонентів для дражування насіння/ Є.К. Сербій // Праці ТДАТУ – Вип. 22. Т.4. – Мелітополь: ТДАТУ, 2014. – стр. 70-81
5. *Сербій Є.К.* Гідрофільні властивості компонентів для дражування насіння / Є.К.Сербій, І. О. Гусар // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: збірник наук. пр. / ДНУ УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. - Дослідницьке, 2014. – Вип. 18 (32), кн. 2. – стор. 141-153
6. *Сербій Е.К.* Природные компоненты для дражирования семян / Е.К. Сербий // Материалы Международной научно-технической конференции «Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве». Т.2. – Минск, 2012, стр. 253-261
7. *Сербій Є.К.* Можливості пролонгованого використання елементів дражувальної оболонки насіння овочевих культур/ Є.К. Сербій, М.Л. Новохацький // Праці ТДАТУ – Вип. 12. Т.4. – Мелітополь: ТДАТУ, 2012. – стр. 70-80.
8. *Рыжкова А.* Для чего нужны дражированные семена <http://lovesad.ru/ogorod/2948-dlia-chego-nyjny-drajirovannye-semena.html>
9. *Бочкова И.* Семена: дражированные, пророщенные, плазменные и лазерные // [http://www.supersadovnik.ru/article\\_agro.aspx?id=1003206](http://www.supersadovnik.ru/article_agro.aspx?id=1003206)

10. Дrajированные семена моркови в гелевой оболочке [Электронный ресурс] / Режим доступа: [www.babushkinadacha.ru](http://www.babushkinadacha.ru)
11. Seed Pelleting [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://germains.com/our-technologies/vegetables-flowers/seed-pelleting/>
12. Физиологические основы всхожести семян. К.Е. Овчаров 1969. М., «Наука», 280 с.
13. *Тимирязев К.А.* Жизнь растений. М., Гос. изд-во сельскохозяйственной литературы. 1949, стр. 66.
14. ДСТУ 2240-93 - Насіння сільськогосподарських культур. Сортові та посівні якості. Технічні умови / Держстандарт України. – 1994. – 74 с.
15. ДСТУ 4138-2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості / Держспоживстандарт України. – 2003. – 175 с.
16. ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести / Министерство сельского хозяйства СССР. – 1984 г. – 64 с.
17. ГОСТ Р 52171-2003. Семена овощных, бахчевых культур, кормовых корнеплодов и кормовой капусты. Сортвые и посевные качества. Общие технические условия / ВНИИ селекции и семеноводства овощных культур. – 2003 г. – 19 с.
18. INCOTEC (Integrated coating & seed technology) [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.semagro-msw.ru/incotec>
19. Holland Seed Coating Systems [Электронный ресурс] / Режим доступа: [www.hollandseedcoating.com](http://www.hollandseedcoating.com)
20. *Сербій Є.К.* Дискретна модель дражированої насінини/ Є.К. Сербій // Збірник наук. праць. Випуск 17 (31): “Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України”. Том 2. - Дослідницьке: УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, 2013. Стор. 158-176.
21. *Сербій Є.К.* Статистичне дослідження дискретної моделі дражированої насінини/ Є.К. Сербій // Сільськогосподарські машини: Зб. наук. ст. – Вип. 28. – Луцьк: РВВ Луцького НТУ, 2014. – стор. 86-101
22. *Сербій Е.К.* Концепция дискретного моделирования дражированных семян/ Е.К. Сербій // Материалы Международной научно-технической конференции «Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве», Т. 2. – Минск - РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», 2014. - стр. 137-147

23. Реймерс Ф.Э. Растение во младенчестве/ Ф.Э. Реймерс. – 2-е изд. Перераб. – Новосибирск: Наука, 1987. – 184 с. (Человек и окружающая среда)

24. Строна И. Г. Общее семеноведение полевых культур/ И. Г. Строна – М.: Колос, 1966. – 464 с.

## **МЕТОДИКА ОБОСНОВАНИЯ КОЛИЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ ДРАЖИРОВАНИЯ СЕМЯН**

Сербий Е.К

**Аннотация - в статье обоснованы оптимальные технико-технологические показатели дражированных семян и приведена методика определения рационального количественного состава композиций для дражирования семян.**

## **METHODOLOGY OF THE STUDY THE QUANTITATIVE COMPOSITIONS FOR PELLETTED SEEDS**

*Serbi E.*

### *Summary*

**The optimal technological indicators index seed and the technique of definition of rational quantitative compositions for pelleted seeds are considered in this article.**

УДК 635.658: [577.112 – 035.2:54.02]

## **ЗМІНА ВЛАСТИВОСТЕЙ СОЧЕВИЦІ ПІД ЧАС БІОАКТИВАЦІЇ**

Атанасова В.В., к.т.н.

*Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса,*  
Тел. (067) 987-29-89

**Анотація** - у статті показано, що сочевиця є досить розповсюдженою аграрною культурою, має багатий хімічний склад і є цінним джерелом рослинного білка. Обґрунтовано доцільність застосування сочевиці для пророщування. У повній мірі вивчено зміну найбільш вагомих показників сочевиці в процесі пророщування, досліджено фракційний склад білків.

**Ключові слова** - сочевиця, пророщування, крохмаль, амілаза, білок.

*Постановка проблеми.* У раціоні людини після злакових культур бобові посідають другу сходинку за обсягом споживання та є джерелом рослинного протеїну. Високий вміст білка припадає на зерно і в середньому складає 20... 40 % на суху масу продукту [1]. Зернобобові культури (як сочевиця, горох, чина тощо) відносяться до рослин, які культивувались ще за 7000 років до н. е. та вирощуються у наш час у багатьох країнах. Деякі види зернобобових (квасоля, сочевиця, горох) не втратили свого значення і сьогодні як різновид продовольчих культур для населення, особливо в державах, що набувають свого розвитку.

Сочевиця є цінною бобовою сировиною, яка служить важливим джерелом харчового білка зі збалансованим амінокислотним складом, містить незначну кількість жиру, є цінним джерелом як розчинної, так і нерозчинної клітковини, комплексу вуглеводів, вітамінів і мінеральних елементів (Na, Ca, Fe, P та Cu). До того ж, вона не накопичує шкідливих або токсичних речовин (нітратів, радіонуклідів та ін.), завдяки чому вважається екологічно чистим продуктом [2...4]. До останнього сторіччя зерно сочевиці використовували у харчуванні, що дозволяло розширити асортимент перших страв і, перш за все, задовольняло потребу людей у рослинному білку.

Бобові відіграють велику роль у землеробстві, так як їх корені занурюються у глибинні шари ґрунту, містять багато азотистих



з'єднань, що робить бобові кращими попередниками для більшості агрокультур.

В Україні до середини минулого століття площа під цією культурою становила майже 100 тис. га, але в 60 – х роках її посіви різко зменшилися і сочевицю було майже забуто, але дарма. Ця культура відзначається значною посухостійкістю, рано звільняє площу і використовує вологу лише з шару ґрунту до 1 м, тому є відмінним попередником під озиму пшеницю та інші культури. Високі смакові якості, цінні дієтичні властивості стали причинами того, що сочевиця має значний попит серед споживачів багатьох країн світу. Закупівельна ціна на неї перевищує ціну на пшеницю у 3...5 разів. Споживання сочевиці на внутрішньому ринку незначне. Тому найбільш перспективним є виробництво її для експорту. Імпортерами сочевиці є країни Сходу: Індія, Пакистан, Іран, Малайзія тощо – там споживають здебільшого дрібнонасінову сочевицю. А також країни Середземномор'я і Західної Європи: Іспанія, Італія, Німеччина, де переважно споживають крупнонасінову сочевицю [1, 2]. Крім того, необхідно розробити такі технологічні підходи, які б дозволили більш широко використовувати цю сировину на внутрішньому ринку.

Сочевицю об'єднують у два основних підвиди: крупнонасінову тарілку (макросперма) та дрібнонасінову кормову сочевицю (мікросперма). До крупнонасінової сочевиці відносяться, в основному, столові сорти. Насіння крупне, 5,5...9 мм в діаметрі, плоске, однокольорове. Сорти сочевиці цього підвиду відносяться до трьох різновидів: нуммулярія, атровіренс, глаукосперма. До дрібнонасінової відносяться як продовольчі, так і кормові сорти. Насіння дрібне або середнє, 2...5,5 мм у діаметрі, різне за кольором. Сорти сочевиці цього підвиду відносяться до чотирьох різновидів: вульгарис, субнуммулярія, мутабіліс, віолясценс [1].

Сочевиця добре пристосована до умов помірного клімату. Надмірне зволоження і часті опади сприяють сильному росту вегетативної маси і зниженню насінневої продуктивності. Молоді рослини сочевиці толерантні до легких приморозків, що дає змогу сіяти її рано навесні.

В Україні зареєстровані такі сорти сочевиці: Красноградська 49, Красноградська 250, Луганчанка, Дніпровська 3 та інші. Усі вони придатні для вирощування у Степу та Лісостепу, а також характеризуються доволі високими якісними показниками.

Сухе зерно сочевиці добре зберігається до переробки у страви, однак потребує попереднього замочування для скорочення тривалості теплової обробки та застосування певних методів обробки, які дозволять знизити негативний вплив олігосахаридів як рафіноза і стахіоза та високополімерних білкових структур на процес травлення.

Нами встановлено [5], що одним із таких фізіологічних підходів до біотрансформації сполук сировини є пророщування. У результаті пророщування підсилюється дія ферментів зерна, починаються процеси розчинення відкладених у ендоспермі складових речовин до більш простих. Крохмаль перетворюється у декстрини і мальтозу, а білки – в амінокислоти. Таким чином, процес пророщування супроводжується виключним зростанням активності ферментів і розщепленням складних запасних речовин на більш прості, що є більш розчинними та сприяють розвитку зародку.

Пророслі зерна (прозери) - це продукти лікувально-оздоровчого харчування, бо в них підвищується вміст вітамінів, мінералів, рослинних ферментів та фітогормонів. Саме наявність фітогормонів є унікальною особливістю пророслих зерен, що визначають їх біологічну активність і лікувальні властивості. Ці властивості значною мірою зумовлені вмістом легкозасвоюваних цукрів, яким надається велике значення у профілактиці багатьох захворювань шлунково-кишкового тракту, діабету, жовчнокам'яної хвороби, атеросклерозу, онкопатології тощо. Вони володіють високою біологічною активністю і сприяють передусім нормалізації обмінних процесів, підвищенню вмісту гемоглобіну в крові, зниженню рівня холестерину. Не менш важливими є також їх функції щодо поліпшення розумової та фізичної працездатності, підвищення опірності організму інфекціям, виведення радіонуклідів. Прозерам властива ще й загальнозміцнююча та тонізуюча дія, завдяки їм поповнюється дефіцит вітамінів та макро й мікроелементів в організмі. Тому використання пророслих зерен у технології страв лікувально-оздоровчого призначення є доцільним і перспективним.

*Формування цілей статті.* Технологічна переробка та якість готових страв із сочевиці суттєво залежить від її сорту. Порівняльний аналіз харчової та біологічної цінності сочевиці проводили на сортах: Красноградська 49, Красноградська 250, Луганчанка, Дніпровська 3. В усіх досліджуваних зразках визначали загальний хімічний склад за стандартними методиками. Особливу увагу приділяли визначенню масової частки білку та крохмалю. Визначення крохмалю проводили поляриметричним методом [6], фракційний склад білків визначали за Осборном [7];

*Основна частина.* Важливим аспектом науки на сьогодні є пошук джерел білкових продуктів, серед яких особливе значення приділяється білкам рослинного походження. Біохімічні перетворення білків та вуглеводів, які відбуваються у зерні, відбуваються у нашому організмі під час перетравлювання цих поживних речовин. Звісно, що в значній мірі хімічний склад пророслих зерен залежить від якості вихідної сировини та умов пророщування. Багатий хімічний склад

сочевиці обумовлює наявність у продукті з пророслого зерна численних макро та мікрокомпонентів. У табл. 1 наведено основні компоненти сухої і пророщеної сочевиці у розрахунку на 100 грамів продукту та у перерахунку на суху масу.

Таблиця 1 - Хімічний склад зерна сочевиці, на 100 г  
(n=3, p≥0,95)

Показники	Масова частка, г/100г			
	Сухе зерно		Зерно пророщене	
	На загальну масу	На сухі речовини	На загальну масу	На сухі речовини
Вода	14,5	-	40,0	-
Білки	27,6	32,3	20,1	33,5
Жири	1,1	1,3	0,6	1,0
Вуглеводи засвоювані:	46,4	54,3	32,5	54,2
моно- і дисахариди	3,0	3,5	4,5	7,5
крохмаль	43,4	50,8	28,0	46,7
Вуглеводи незасвоювані:	7,4	8,6	4,7	7,8
клітковина	3,8	4,4	2,7	4,5
пектин	3,6	4,2	2,0	3,3
Зола	2,9	3,4	2,1	3,5
Вітаміни, мг/100г				
β-каротин	0,03	0,03	0,02	0,03
Вітамін В <sub>1</sub> (тіамін)	0,5	0,58	0,6	1,0
Вітамін В <sub>2</sub> (рібофлавін)	0,21	0,25	0,38	0,63
Вітамін РР (ніацин)	1,8	2,1	2,3	3,8
Вітамін В <sub>9</sub> (фолієва кислота)	100	116,9	190	316,6
Вітамін Е	0,5	0,58	6,8	11,3
L – аскорбінова кислота	Сл.	Сл.	25,0	41,7
Макроелементи, мг/100г				
Калій	675	789,5	441	735

## Продовження таблиці 1.

Кальцій	85,0	99,5	82,3	137,2
Магній	80,0	93,6	55,4	92,4
Фосфор	249,0	291,2	174,8	291,4
Хлор	75,0	87,7	48,1	80,2
Мікроелементи, мкг/100г				
Залізо	11700	13684,2	8413,9	14023,1
Калорійність, ккал	294	-	207,5	-

Вода, яка поглинається, необхідна для розчинення і перетворення речовин під дією ферментів з високомолекулярних до низькомолекулярних. Підвищення гідролітичної активності ферментів є основним показником значних біохімічних змін, які відбуваються під час пророщування. Особливо високу активність набуває  $\alpha$  – амілаза, фермент амілолітичного комплексу, який накопичується лише в процесі дозрівання і проростання [8]. Під час проростання сочевиці розщеплюється близько 20...24 % крохмалю. Показано, що на початку проростання зерна сочевиці активність амілолітичних ферментів зростає, досягає максимального значення, а потім починає спадати (табл. 2).

Таблиця 2- Зміна активності амілази сочевиці під час пророщування

Час, діб	Активність амілази сочевиці, ум. од.
0	3,5
1	4,2
2	7,5
3	10,5
4	19

Одночасно з розщепленням крохмалю відбувається гідроліз білкових речовин, який здійснюється у результаті збільшення активності протеолітичних ферментів і призводить до утворення легкозасвоюваних речовин. При пророщуванні збільшується концентрація водо- та солерозчинних фракцій білка. За фракційним складом білків досліджуваних зразків (табл. 3) можна зробити висновок про те, що сочевиця сорту Луганчанка містить на 17,8 % і на 11,0 % більше білків сольової фракції, ніж сорти Дніпровська 3 та Красноградська 49 відповідно, білків водної фракції у сорті Луганчанка на 4,5 % менше, ніж у сорті Дніпровська 3 та на 2,8 % більше, ніж у сорті Красноградська 49. Лужна фракція білків

сочевиці сорту Луганчанка найменша (4,5 %), що свідчить про їх кращу засвоюваність у організмі. Після пророщування білки цієї фракції складають лише 2,7 %. Також ця фракція при пророщуванні зменшується й в інших сортах. Спиртова фракція складає дуже незначну частку в усіх сортах, а після пророщування сочевиці такі білки практично відсутні. Загальна кількість білків в усіх досліджених сортах сочевиці приблизно однакова й відрізняється від сумарної кількості фракційних білків на величину нерозчинного осаду, який складає для сухого зерна близько 1,4 %, а для пророщеного 1,2 %.

Таблиця 3- Фракційний склад білків сочевиці, %

Сорт сочевиці	Водна фракція		Сольова фракція		Лужна фракція		Спиртова фракція	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Луганчанка	14,3	16,1	11,8	13,2	4,5	2,7	0,3	0,1
Дніпровська 3	15,0	16,2	9,7	10,4	5,6	3,7	0,2	-
Красноградська 49	13,9	15,3	10,5	12,8	6,7	4,3	0,4	0,1

Примітка: 1 – на загальну масу, 2 – на суху речовину

При пророщуванні сочевиці всіх сортів загальна кількість білка в них зростає на 1,2...2,3 %.

*Висновки.* Показано, що сочевиця є досить розповсюдженою аграрною культурою, має багатий хімічний склад і, в першу чергу, є цінним джерелом рослинного білка. Обґрунтовано доцільність застосування для пророщування сочевиці сортів Луганчанка, Дніпровська 3 та Красноградська 49. Показано, що за фракційним складом білків сочевиця вищезазначених сортів є більш адаптованою до організму людини. Масова частка лужної та спиртової фракцій незначна, а у пророщеній сочевиці практично відсутня. Встановлено, внаслідок дії амілаз зменшується вміст крохмалю, який розщеплюється з утворенням значної кількості декстринів та розчинних цукрів.

#### Література

1. Сорта чечевицы. Издательство сельскохозяйственной литературы, журналов и плакатов. Москва – 1982. 52 с.
2. *Месяц И. И.* Возделывание основных зернобобовых культур в странах Европы. Москва – 1981. 72 с.
3. *Гордеев, А. В., Бутковский А. В.* Роль зерна в формировании структуры питания населения [Текст] // Зернові продукти і комбікорми. – 2004. - № 3. – с. 4 – 9.

4. *Новиков, М.М.* Фізіолого-біохімічні основи формування якості врожаю сільськогосподарських культур [Текст]. М.: – МСХА. - 1994 р. – 189 с.

5. *Тележенко Л. М.* Дослідження якості пророщеного зерна сочевиці при холодильному зберіганні [Текст] // Тележенко Л. М., Атанасова В. В. // Наукові праці ОНАХТ випуск 39, том 1, 2011. Публікується за матеріалами міжнародної науково – технічної конференції «Сучасні проблеми холодильної техніки і технології», присвяченої 90-річчю з дня народження професора В. Ф. Чайковського. – Одеса – 2011. - с. 270 – 273.

6. Лабораторный практикум по общей технологии пищ. прод. 2-е изд. [Текст] // Под ред. З. Ф. Фалуниной, М.: 1978. – с 50 - 55.

7. *Марх А.Т.* Технохимический контроль консервного производства/ А. Т. Марх, Т. Ф. Зыкина, В. Н. Голубев. – М.: Агропромиздат, 1989. – 304 с.

8. *Казаков Е.Д.* Биохимия зерна и хлебопродуктов/Е.Д. Казаков, Г. П. Кириленко. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 512 с.

## **ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ ЧЕЧЕВИЦЫ ПРИ БИОАКТИВАЦИИ**

Атанасова В. В.

*Аннотация* – в статье показано, что чечевица довольно распространенная аграрная культура, имеет богатый химический состав и является ценным источником растительного белка. Обоснована целесообразность применения чечевицы для проращивания. В полной мере изучено изменение наиболее весомых показателей чечевицы в процессе проращивания, исследован фракционный состав белков.

## **CHANGING THE PROPERTIES OF LENTIL WHEN BIOAKTYVATING**

Atanasova V.

### *Summary*

**Abstract** - the paper shows that lentils are fairly common agricultural culture has a rich chemistry and are a valuable source of vegetable protein. Expediency of lentils for sprouting. Fully The change of the most important indicators of lentils during germination was studied fractional composition of proteins.

УДК 664.8.03:634.11

## ПРОГНОЗУВАННЯ ВМІСТУ СУХИХ РЕЧОВИН У ПЛОДАХ СЛИВИ ЗАЛЕЖНО ВІД ПОГОДНИХ ЧИННИКІВ

Сердюк М. Є., к.с.-г.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел. (0619) 44 – 81 – 03

**Анотація** – роботу присвячено дослідженню впливу погодних чинників на процес накопичення сухих речовин плодами сливи. Встановлено, що основним погодним чинником, який має найбільш істотний вплив на величину масової частки сухих речовин у плодах сливи в умовах південно-степової підзони України є середня температура повітря останнього місяця формування плодів.

**Ключові слова** – плоди сливи, сухі речовини, прогнозування, модель, кореляція, сорт, температура, опади, вологість.

*Постановка проблеми.* Слива користується попитом у багатьох країнах світу. Вона дуже популярна і в Україні. Це пов'язано з хорошими смаковими якостями плодів та їх великим значенням для здоров'я людини. Багато століть їх використовують у народній медицині під час лікування шлунково-кишкових і ниркових захворювань, подагри, ревматизму та інших [1].

Відмінні смакові якості плодів сливи обумовлені високим вмістом сухих речовин. Рівень цього показника залежить від багатьох факторів [2]. Однак останнім часом відзначається зростаючий негативний вплив погодних чинників під час формування плодів. З огляду на це, питання прогнозування вмісту сухих речовин у плодах сливи залежно від погодних чинників є актуальним для галузей зберігання та консервування.

*Аналіз останніх досліджень.* У плодах сливи накопичується 10-31 % сухих речовин, таких, як цукри, вітаміни Р, С, В1, В2, Е, біологічно активні речовини, пектини, мінеральні речовини, необхідні людині. За енергетичною поживністю вони поступаються лише винограду та вишні, перевершуючи яблука, груші, абрикоси, персики, смородину, малину та полуницю. Саме тому сливи вважаються цінним продуктом для споживання як у свіжому вигляді, так і хорошою сировиною для переробки [1,3].

Кількість сухих речовин у сливах є визначальним показником при виготовленні чорносливу, варення, джемів, повидла, соків, желе, мармеладу, пастили, цукатів та інших продуктів [4].

Рівень вмісту сухих речовин впливає на інтенсивність та спрямованість окисно-відновних процесів при зберіганні плодової продукції та обумовлює вибір температурно-вологісного режиму [5].

При низькому вмісті сухих речовин та надлишку води в плодах посилюються процеси її випаровування [6]. Плоди, що містять більшу кількість сухих речовин, відрізняються кращою здатністю утримувати сік [7].

Коливання сухих речовин одного помологічного сорту залежить від кліматичних особливостей місцевості, від метеорологічних умов року, ступеню стиглості плодів, агротехнічних прийомів [8, 9].

Серед погодних чинників стресовими найчастіше вважають суми активних та ефективних температур, мінімальні та максимальні температури, середню та мінімальну відносну вологість повітря, кількість опадів та гідротермічний коефіцієнт як всього вегетаційного періоду, так і останнього місяця формування плодів [10].

Так, у роботах російських вчених відзначено, що надмірні опади перед збиранням врожаю сприяють значному зниженню масової частки сухих речовин, що в свою чергу, погіршує збереженість плодів та збільшує норми витрати сировини при переробці [11,12].

Проте, в літературних джерелах відсутні данні про вплив погодних чинників на величину масової частки сухих речовин плодів сливи, вирощених в умовах південно-степової підзони України. У зв'язку з цим, для завчасного прогнозування роботи переробних підприємств та плодосховищ очевидна актуальність виявлення взаємозв'язку між зазначеними показниками.

*Формулювання цілей статті.* З огляду на вищесказане метою наших досліджень було наукове обґрунтування впливу погодних чинників на процес накопичення сухих речовин у плодах сливи в умовах південно-степової підзони України та створення математичної моделі прогнозування.

Для реалізації поставленої мети було необхідним вирішити наступні завдання: проаналізувати погодні умови вегетаційного періоду, визначити масову частку сухих речовин у плодах сливи під час збирання плодів, встановити взаємозв'язок між процесами накопичення сухих речовин та погодними чинниками, розробити математичні моделі прогнозування вмісту сухих речовин.

*Основна частина.* Дослідження проводилися у 2003-2012 роках. З метою вивчення впливу погодних факторів на вміст сухих речовин у плодах сливи використано щоденні метеорологічні дані за період з 2003 по 2012 рр., зібрані на Мелітопольській метеостанції.



Для дослідження були обрані плоди сливи трьох сортів, які внесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні: Волошка, Угорка італійська, Стенлей. Плоди збирали з дерев, типових для сорту та одного віку. Агрофон на дослідній ділянці задовольняв вимогам агротехніки.

Розрахунок математичних моделей проводили за наступною схемою [13]:

1. Визначення масової частки сухих речовин у плодах сливи. Масову частку сухих речовин визначали арбітражним методом [14].

2. Створення комп'ютерної бази погодних умов у роки досліджень. При цьому відбиралися такі показники: мінімальна, середня і максимальна температури, сума опадів (СО), кількість днів з опадами більше одного міліметра, середня та мінімальна відносна вологість повітря (ВВП). На їх основі були розраховані гідрометричні коефіцієнти (ГТК), перепади температури за певні періоди, суми активних (САТ) і ефективних температур (СЕТ), інші показники.

3. Визначення на основі парних кореляційних залежностей погодних чинників, які максимально впливають на процес накопичення сухих речовин у плодах сливи. Для розрахунків відбирали дані за 10 років, щоб забезпечити 95 – відсотковий рівень достовірності отриманих результатів.

4. Розрахунок багатofакторної моделі залежності вмісту сухих речовин у плодах сливи в зв'язку з погодними чинниками. При формуванні багатofакторної моделі використовували функцію лінійної залежності:  $Y = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + \dots + a_nX_n$ .

При аналізі та обробці експериментальних даних і прогнозуванні кінцевого результату використовували методи варіаційної статистики: проводили математичну обробку, парний і множинний кореляційний і регресивний аналізи – за Б. А. Доспеховим [15], використовуючи комп'ютерні програми «MS office Excel 2007», пакет «Statistica 6» і персональний комп'ютер.

Регіон проведення досліджень розташований у південно-степовій підзоні України. Ландшафт – рівнинний. Клімат – атлантично-континентальний з високим температурним режимом. Середньорічна температура повітря коливається у межах 9,1...9,9 °С. Абсолютний річний максимум температури – 41,5 °С – зафіксовано 18.08.2010. Найбільш теплими місяцями є липень і серпень з середньомісячними температурами від 20,5 до 23,1 °С. Абсолютний річний мінімум температури – мінус 31 °С – відзначався 14 січня 1950 року. Середньорічна сума активних температур вище 10 °С з квітня по жовтень становить 3316°С. За кількістю опадів регіон відноситься до зони з недостатнім зволоженням. За рік середня кількість опадів становить 475 мм. Середньорічна відносна вологість повітря

знаходиться у межах 73%. Посушливість клімату обумовлена пануванням сухих північно-східних і, особливо, східних вітрів. Середньорічна швидкість руху вітру – 3,7 м/с. Накопичення вологи в ґрунті відбувається, головним чином, восени, частково взимку і ранньою весною, гідротермічний коефіцієнт (ГТК) змінюється від 0,22 до 0,77. Недостатня кількість вологи в ґрунті негативно відбивається на врожайності плодкових насаджень та якості плодів, тому дефіцит вологи можна компенсувати тільки за рахунок зрошення, яке, на жаль, у зв'язку з економічними проблемами практично не застосовується.

Плоди сливи, вирощені в умовах південно-степової підзони України, характеризувалися достатньо високим вмістом сухих речовин, середнє значення якого знаходилось на рівні 17,8% (табл. 1).

Таблиця 1 – Вміст сухих речовин у плодах сливи (2003 – 2012 рр.)

Помологічний сорт	Середнє значення	min	S.F.	V, %
		max		
Волошка	19,314±1,198	$\frac{17,879}{21,567}$	1,21	6,2
Стенлей	17,939±2,040	$\frac{15,078}{20,987}$	1,39	11,4
Угорка італійська	16,085±1,654	$\frac{14,098}{18,195}$	1,29	10,3
Середнє за сортами	17,779±2,097	$\frac{14,098}{21,567}$	1,53	11,8
НІР <sub>05</sub>	0,091			

З даних, наведених у таблиці 1, видно, що найбільшою масовою часткою сухих речовин та стабільністю даного показника відрізнялись плоди сливи сорту Волошка (V= 6,2%, S.F.=1,21). Найменший середній вміст сухих речовин за 10 років дослідження зафіксований у плодах сливи сорту Угорка італійська, а найбільша мінливість показника - у плодах сорту Стенлей (V=11,4%, S.F.=1,39).

Отже, за вмістом сухих речовин та їх стійкістю до дії абіотичних факторів в умовах південно-степової підзони України найбільш придатним до зберігання та переробки є сорт сливи Волошка.

Слід зазначити, що для плодів сливи протягом десятирічних досліджень не було відзначено високої мінливості масової частки сухих речовин у сортовому розрізі в межах одного вегетаційного періоду. Так, мінімальний коефіцієнт варіації та коефіцієнт стабільності Левіса був зафіксований для аналізованого показника

плодів урожаю 2008 ( $V=7\%$ ,  $S.F.=1,15$ ), а максимальний – 2011 ( $V=13,1\%$ ,  $S.F.=1,30$ ) року. Такі значення коефіцієнта варіації свідчать, що у зазначені роки мінливість масової частки сухих речовин поміж сортами знаходилась на низькому та середньому рівні.

Дисперсійним аналізом встановлено, що на накопичення сухих речовин плодами сливи більш вагомий вплив ( $53,1\%$ ) має фактор А (погодні умови у роки досліджень). Вплив фактору В (сортіві особливості) є нижчим на  $12\%$  і становить  $41,2\%$  (рис. 1). Таким чином, можна зробити висновок про доцільність прогнозування вмісту сухих речовин у плодах сливи залежно від погодних чинників.

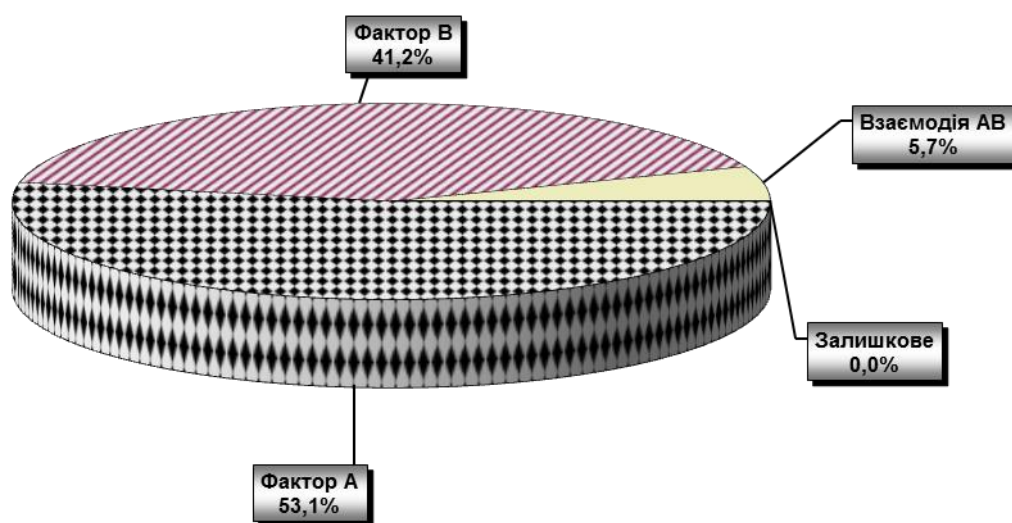


Рис. 1. Частка впливу факторів на накопичення сухих речовин плодами сливи, %: фактор А – погодні умови у роки досліджень, фактор В – сорт, АВ – взаємодія факторів А і В, випадкові та інші фактори.

Для створення математичної моделі прогнозування був проведений множинний кореляційний та регресійний аналізи, за результатами яких визначені чинники, які мають найбільший вплив на формування аналізованого показника. Всього було досліджено 24 фактори довкілля, які можуть мати істотний вплив на формування масової частки сухих речовин у плодах сливи. Для 8 з них були встановлені сильні кореляційні зв'язки (табл. 2).

Аналіз представлених даних дає можливість стверджувати, що на формування масової частки сухих речовин плодів сливи більш вагомий вплив мають умови останнього місяця формування плодів. Серед погодних факторів, які характеризують вегетаційний період та рік вцілому, сильний зв'язок встановлений тільки з САТ та СЕТ вище  $15^{\circ}\text{C}$ . Слід зазначити, що с температурними показниками встановлений прямий зв'язок, а з показниками зволоження – зворотній.

Рівняння залежності масової частки сухих речовин плодів сливи від погодних чинників (з вірогідністю 95%) має вигляд:

Таблиця 2 – Результати кореляційного аналізу впливу чинників довкілля на масову частку сухих речовин у плодах сливи (2003 – 2012 рр.)

Позначення	Погодний чинник	Коефіцієнт кореляції
X <sub>1</sub>	Середньорічна САТ	0,75±0,23
X <sub>2</sub>	СЕТ >15°C	0,84±0,19
X <sub>3</sub>	Середні максимальні температури останнього місяця формування плодів	0,98±0,07
X <sub>4</sub>	Середні мінімальні температури останнього місяця формування плодів	0,92±0,14
X <sub>5</sub>	Середні температури останнього місяця формування плодів	0,99±0,05
X <sub>6</sub>	САТ останнього місяця формування плодів	0,98±0,07
X <sub>7</sub>	Середня ВВП останнього місяця формування плодів	-0,82±0,20
X <sub>8</sub>	Абсолютна мінімальна ВВП останнього місяця формування плодів	-0,84±0,19

$$Y = 0,00073X_1 - 0,00033X_2 - 0,12307X_3 - 0,73245X_4 + 1,12240X_5 + 0,001535X_6 + 0,04426X_7 - 0,00783X_8 - 9,08653$$

де Y – масова частка сухих речовин у плодах сливи, %

X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>, X<sub>3</sub>, X<sub>4</sub>, X<sub>5</sub>, X<sub>6</sub>, X<sub>7</sub>, X<sub>8</sub> – незалежні погодні чинники, наведені в таблиці 2.

При цьому коефіцієнт множинної кореляції R=0,99, коефіцієнт детермінації R<sup>2</sup> = 0,99, скорегований коефіцієнт детермінації – 0,99, критерій F(8,1) = 148,05, рівень значимості p < 0,0635, при стандартній помилці оцінки – 0,138.

Після виключення з рівняння факторів, які у незначній мірі впливають на результат, а також колінеарних факторів, рівняння прийняло остаточний вигляд:

$$Y = 0,0008X_1 - 0,6718X_4 + 0,9280X_5 + 0,0154X_6 + 0,0462X_7 - 10,0695$$

де Y – масова частка сухих речовин у плодах сливи, %

X<sub>1</sub>, X<sub>4</sub>, X<sub>5</sub>, X<sub>6</sub>, X<sub>7</sub> – незалежні погодні чинники, наведені в таблиці 2.

При цьому коефіцієнт множинної кореляції  $R=0,99$ , коефіцієнт детермінації  $R^2 = 0,99$ , скорегований коефіцієнт детермінації –  $0,99$ , критерій  $F(5,4) = 652,02$ , рівень значущості  $p < 0,00001$ , при стандартній помилці оцінки –  $0,08315$ .

Приватні коефіцієнти еластичності (рис. 2) факторів  $X_1$  (САТ за рік),  $X_4$  (середні мінімальні температури останнього місяця формування плодів),  $X_6$  (САТ останнього місяця формування плодів) та  $X_7$  (середня ВВП останнього місяця формування плодів) менше 1, а  $X_5$  (середні температури останнього місяця формування плодів) більше 1.

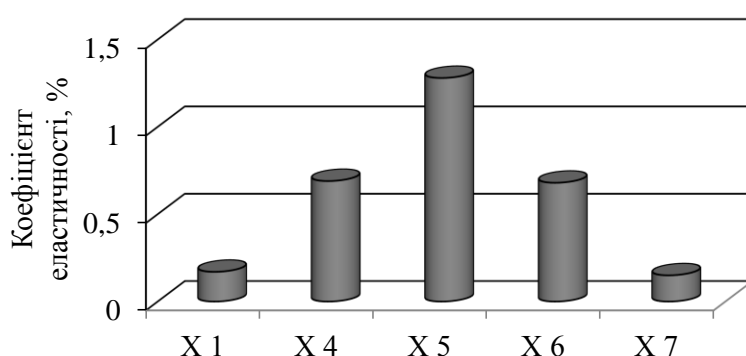


Рис. 2. Значення коефіцієнтів еластичності  $E, \%$  для моделі залежності вмісту сухих речовин у плодах сливи від погодних чинників.

*Висновки.* Основним погодним чинником, який має найбільш істотний вплив на процес формування масової частки сухих речовин у плодах сливи, що вирощені в умовах південно-степової підзони України є середня температура останнього місяця формування плодів.

За допомогою методів варіаційної статистики була розроблена багатофакторна модель виду  $Y = 0,0008X_1 - 0,6718X_4 + 0,9280X_5 + 0,0154X_6 + 0,0462X_7 - 10,0695$ , яка дає можливість завчасно прогнозувати вміст сухих речовин у сливах залежно від погодних чинників.

#### Література:

1. *Еремін Г.В.* Ускорение и повышение эффективности селекции плодовых культур [Текст] / Г.В. Еремін, Р.Ш. Заремук, И.И. Супрун. – Краснодар: Просвещение-Юг, 2010. – 55 с.

2. *Причко Т.Г.* Влияние условий среды на качество плодов / Т.Г. Причко [Текст] // Системообразующие экологические факторы и

критерии зон устойчивого развития плодоводства на Северном Кавказе. – Краснодар, 2001. – С. 213 – 222.

3. *Заремчук Р.Ш.* Качество плодов перспективных сортов сливы домашней для Краснодарского края [Электронный ресурс] / Р.Ш. Заремчук, С.В. Богатырева, Т.Л. Смелик // Плодоводство и виноградарство Юга России - 2014 г. - № 28(04) – С.9. Режим доступа: <http://journal.kubansad.ru/pdf/14/04/03.pdf>.

4. *Заремчук Р.Ш.* Комплексная оценка сортов сливы в условиях юга России [Текст] /Р.Ш. Заремчук, Т.Г. Причко // Садоводство и виноградарство. – 2003. – № 1. – С. 20-21.

5. *Седова З.А.* Улучшение качества плодов яблони в связи с совершенствованием сортимента: дис. ...доктора сельскохозяйственных наук: 06.01.05 / Седова Зинаида Афанасьевна. – Орел, 1984. – 485 с.

6. *Mikhailik V. A, Dmitrenko N. V., Snezhkin Yu.* F(2014) Change in the Specific Heat Capacity of Parenchymal Tissues of Apples due to Dehydration: Journal of Engineering Physics and Thermophysics, Volume 87, Issue 1, pp 48-53.

7. *Roweands Ray,* (1998) Fruit juice flows with growing soft drinks market// Brew. and Beverage Ind. Int.- 1998.- № 1.- P.23-24, 26.

8. *Артеменко М.М.* Слива [Текст]/ М.М. Артеменко, В.П. Ласкавий // Дім, сад, город.- 1995.- № 6.- С.13-15.

9. *Филиппова Р.Л.* Роль фруктовых и овощных соков в профилактике заболеваний [Текст] / Р.Л. Филиппова, Е.М. Володина, А.Ю. Колесников// Пищевая промышленность.- 1999.- № 6.- С.64-65.

10. *Бублик М.О.* Інтегральна оцінка погодних факторів для вирощування плодкових культур [Текст] / М.О. Бублик // Вісник аграрної науки. – 2002. - №6. – с. 31 – 33.

11. *Щербаков В. Г.* Биохимия растительного сырья [Текст] / В.Г. Щербаков, В.Г. Лобанов, Т.Н. Прудникова. – М.: Колос, 1999. – 279 с.

12. *Бублик М.О.* Інтегральна оцінка погодних факторів для вирощування плодкових культур [Текст] / М.О. Бублик // Вісник аграрної науки. – 2002. - №6. – с. 31 – 33.

13. *Щербаков В. Г.* Биохимия растительного сырья [Текст] / В.Г. Щербаков, В.Г. Лобанов, Т.Н. Прудникова. – М.: Колос, 1999. – 279 с.

14. *Гудковский В.А.* Проблемы и перспективы обеспечения свежими фруктами и повышение состояния здоровья людей [Текст] / В.А. Гудковский // История, современность и перспективы развития садоводства России: Материалы международной конференции 15 – 17 ноября 2000 г., Мичуринск, 2000. – с. 38 – 45.

15. *Бублик М.О.* Методологічні та технологічні основи підвищення продуктивності сучасного садівництва [Текст] / М.О. Бублик. – К.: Нора-прінт, 2005. – 286 с.

16. *Найченко В.М.* Технологія зберігання і переробки плодів та овочів [Текст] / В.М. Найченко, І. Л. Заморська. – Умань.: видавець «Сочінський», 2010. – 328 с.

17. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) [Текст] / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351с.

## **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ СУХИХ ВЕЩЕСТВ В ПЛОДАХ СЛИВЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОГОДНЫХ ФАКТОРОВ**

Сердюк М. Е.

**Аннотация** - работа посвящена исследованию влияния погодных факторов на процесс накопления сухих веществ плодами сливы. Установлено, что основным погодным фактором, который имеет наиболее существенное влияние на величину массовой доли сухих веществ в плодах сливы в условиях Южной степной зоны Украины, является средняя температура воздуха последнего месяца формирования плодов.

## **PREDICTION OF THE DRY MATTER CONTENT IN THE FRUIT OF PLUM, DEPENDING ON WEATHER FACTORS**

Serdyuk M.

### *Summary*

**Abstract** - The paper investigates the influence of weather factors on the accumulation of dry matter plum fruit. The average air temperature of the last month of the fruit formation is found as the major weather factor that have the most significant effect on the magnitude of the mass fraction of solids in fruits plums in a southern steppe zone of Ukraine.

УДК 631.361.43: 664.788

## **ОПТИМІЗАЦІЯ ЕНЕРГОВИТРАТ ПРОЦЕСУ ПОДРІБНЕННЯ ЗЕРНА ШЛЯХОМ ВДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ДРОБАРКИ ЗЕРНА**

Гвоздєв О.В., к.т.н.,

Ялпачик О.В., аспірант\*

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел. (0619) 42-13-06

**Анотація** – робота присвячена аналізу останніх досягнень по створенню обладнання для подрібнення зерна та оптимізації енерговитрат процесу подрібнення зерна шляхом вдосконалення конструкції дробарки зерна.

**Ключові слова** – подрібнення зерна, аналіз стану, дробарка, оптимізація енерговитрат, вдосконалення, конструкція.

*Постановка проблеми.* У сучасних умовах споживання зерна нормована його витрата при годуванні великої рогатої худоби має велику актуальність, тим більше, що конкуренція на ринку кормів постійно вимагає пошуку нових шляхів підвищення якості кормових сумішей і зниження виробничих витрат.

Якість тваринницької продукції можлива лише при годуванні великої рогатої худоби збалансованою, високоякісною кормовою продукцією. Оскільки організм тварини засвоює усього лише 20...25% енергії корму, то завдання полягає у зменшенні втрати енергії корму шляхом підвищення його поживної цінності. Для цього при годуванні тварин використовують комбікормові суміші, внаслідок чого продуктивність збільшується на 1... 10%, а витрата корму на одиницю продукції знижується на 15...20% [1].

Подрібнення значною мірою впливає на ефективність використання кормів, а також є однією з важливих і самих енергоємних операцій у технології виготовлення комбікормів. На подрібнення припадає близько 65 % загальних витрат, що складає приблизно 33% собівартості готової продукції [1,2].

Технологічні схеми подрібнення зерна сьогодні розвиваються у напрямку зниження енерговитрат, поліпшення якості, рівномірності подрібнення, розширення технологічних можливостей, повної

---

© Гвоздєв О.В., к.т.н., доцент, Ялпачик О.В., аспірант

\* Науковий керівник Гвоздєв О.В. к.т.н., доц.



механізації завантаження й вивантаження, а також раціональної організації процесу подрібнення [1,3,4].

Однак при цьому необхідно уникати переподрібнення, оскільки при дрібному помелі зростають втрати від розпилення борошнистих пилоподібних фракцій, а питома витрата енергії на подрібнення збільшується у 2-3 рази в порівнянні із середнім і грубим помелом. При цьому дрібна частина корму погано засвоюється тваринами.

Тому подрібнювачі зернових матеріалів повинні забезпечити відповідний модуль помелу (в залежності від виду тварин) з мінімальним вмістом пиловидної фракції.

*Аналіз останніх досліджень.* У рішенні поставленої задачі важливу роль грає процес дроблення усіх інгредієнтів, що входять у кормову суміш. Промисловістю випускається безліч різних типів і модифікацій молоткових дробарок, що викликає труднощі у виборі найбільш оптимальної установки для досягнення необхідної якості суміші і мінімальних витрат енергії.

Аналіз літературних джерел з цього питання показав, що є різні види молоткових дробарок, такі, як: решітні молоткові дробарки з вісьовим поданням, молоткові дробарки відкритого типу, роторні закритого типу, дискові з розгінними робочими органами і так далі. На підставі теоретичних передумов прийшли до висновку, що молоткові подрібнювачі мають ряд недоліків: велика металоємність і енергоємність, нерівномірний гранулометричний склад подрібнення продукту, швидкий знос робочих органів [5].

Підвищити ефективність подрібнення зерна можливо за рахунок багатоступеневого подрібнення та видалення подрібнених часток із дробильної камери при переході від одного ступеня подрібнення до другого, що забезпечить, відсутність переподрібнення матеріалу й відбувається зменшення маси циркулюючого навантаження [4].

Нами розроблені спосіб і пристрій для подрібнення зерна прямим ударом робочих органів у вигляді металевих пальців [6,7,8,9].

Така дробарка прямого удару досить компактна, не вимагає використання потужного приводного устаткування і може ефективно використовуватися на малих тваринницьких фермах [9].

Удосконалення процесу подрібнення зерна повинне полягати в підвищенні ефективності передачі частці енергії при активному ударі робочого органу по матеріалу. Конструкції камери подрібнення, а також робочих органів повинні виключати такий недолік як переподрібнення матеріалу й зменшення маси циркулюючого навантаження.

Виходячи з аналізу вищевикладеного, ми припускаємо наступне. Якщо завантажувати камеру зверху рівномірно розподіленим потоком зерна, то весь потік подрібненого матеріалу буде рухатися униз,

паралельно осі обертання ротора і дрібні частки, маючи меншу швидкість обертання, будуть легше видалятися з потоку, знижуючи тим самим переподрібнення й підвищуючи якість одержуваного продукту.

*Постановка завдання.* Метою даної роботи є оптимізація енерговитрат процесу подрібнення зерна шляхом вдосконалення конструкції дробарки зерна.

*Основна частина.* З метою економічної доцільності для виконання усіх умов роботи дробарки зерна були вивчені конструкції молоткових дробарок і розроблена лабораторна установка.

Дробарка працює таким чином (рисунок 1). Попередньо очищене зерно без сортування на фракції за розміром надходить через бункер – дозатор 15 до живильного бункеру 5, де, проходячи по внутрішньому конуса 7, який виконано у вигляді набору сепаруючих конусів, що мають розподіляючу поверхню брахистохронної властивості, між якими розташовано щілинні отвори 9, розподіляється на фракції, наприклад, на три фракції, як показано на кресленні стрілками I, II, III, за рахунок чого підвищується продуктивність пристрою. Кожна фракція зерна окремо рівномірно розподіляється розподільником фракцій 10. Дрібна фракція поступає на поверхню розподільного конусу 11, середня – на конус 12, велика – на конус 13. Кількість щілинних отворів 9 відповідає кількості суцільних конусів розподільника фракцій 10 та кількості рядів робочих елементів 4, причому у кожному ряду, крім першого, кінцівки робочих елементів 4 розташовані під кутом  $\alpha$ . Кут  $\alpha$  вигину кінцівок робочих елементів визначається за формулою:

$$\alpha = \text{actg} \frac{h}{a}, \quad (1)$$

де  $h$  – відстань між рядами робочих елементів 4;

$a$  – відстань між основами суцільних конусів розподільника фракцій 10.

Довжина робочих елементів 4 першого ряду дорівнює радіусу основи другого від валу суцільного конуса розподільника фракцій 10, а відстані до точок вигину кінцівок робочих елементів наступних рядів дорівнюють відповідним радіусам основ суцільних конусів.

Таке подавання забезпечує рівномірне надходження зерна кожної фракції окремо на свою частку диска 2, де й реалізується однократний прямий удар у площині, перпендикулярній площині падіння зерна робочими елементами (стержнями) 4. Для регулювання об'ємної кількості кожної фракції зерна в залежності від початкового фракційного складу суцільні розподільчі конуси 11, 12, 13 виконані з

можливістю вертикального регулювання за висотою кожного конуса окремо.

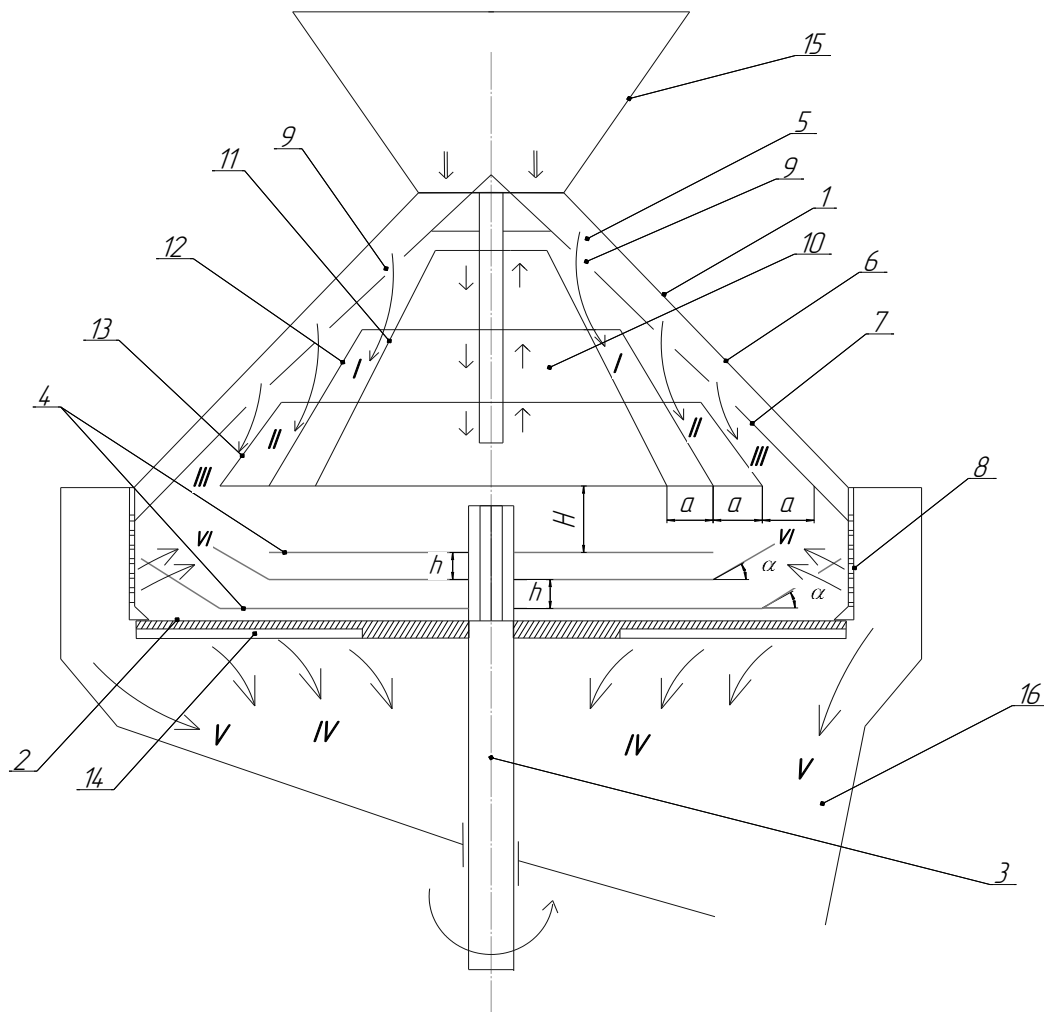


Рисунок 1 – Схема розробленої конструкції дробарки зерна.

1- корпус; 2 – диск; 3 – вал; 4 - робочі елементи у вигляді тонких стержнів; 5 - живильний бункер; 6 - конус зовнішній; 7 - конус внутрішній; 8 - циліндрична перегородка; 9 - щілинні отвори; 10 - розподільник фракцій; 11, 12, 13 - набір суцільних конусів; 14 - канали клиноподібної форми; 15 - бункер – дозатор; 16 - вихідний патрубок;

Наприклад, зерно має велику кількість дрібної фракції, тоді опускають конуси 12 і 13, що збільшує зону прийому дрібної фракції.

Подрібнена суміш часток зерна попадає на диск 2 і рухається уздовж каналів 14 клиноподібної форми, здобуваючи при цьому необхідну швидкість під дією відцентрових сил. При русі часток суміші уздовж каналів 14 клиноподібної форми вони сепаруються відповідно своєму розміру, як показано на кресленні стрілками IV.

Частки, розмір яких перевищує максимальний розмір сепаруючих каналів 14 диска, й частки, які не виділилися через канали диска, під дією відцентрових сил з великою швидкістю відкидаються на циліндричну перегородку 8, яка виконана у вигляді жалюзійного сепаратора. Тут також вони сепаруються відповідно своєму розміру й виводяться із зони дроблення, як показано на кресленні стрілками V.

Частки, розмір яких перевищує максимальний розмір сепаруючих каналів циліндричної перегородки 8, відбиваються від неї (як показано на кресленні стрілками VI) и попадають у зону дії робочих елементів (стержнів) 4, дробляться ними, сепаруються відповідно своєму розміру й виводяться з зони дроблення, як показано на кресленні стрілками IV, або V.

Далі продукти лушення та подрібнення попадають до вихідного патрубку 16 та направляються на подальшу переробку.

Таке сполучення суттєвих ознак, як виконання внутрішнього конусу у вигляді набору сепаруючих конусів, що мають розподіляючу поверхню брахистохронної властивості, дозволяє забезпечити підвищення продуктивності подрібнення, так як поверхні брахистохронної властивості є поверхні найшвидшого скату, а узгодженість кількості щілинних отворів, кількості суцільних конусів розподільника фракцій, кількості рядів робочих елементів та погодженості їх конструктивного виконання з конструктивним виконанням основ суцільних конусів веде до підвищення вірогідності руйнування часток зерна одним ударом і видалення дрібних часток із дробильної камери в міру їхнього утворення, збільшенні вірогідності та енергії зіткнення зернівок різних розмірів зі стержнями, що підвищує рівномірність фракційного складу подрібнених часток, рівномірність лушення та подрібнення, збільшує продуктивність та знижує енергоємність процесу.

Одній з найважливіших проблем процесу подрібнення, зокрема зернових кормів, являється проблема підвищеної витрати електричної енергії. Наше завдання - понизити енерговитрати за допомогою вдосконаленої кормодробарки і робочих органів у вигляді стержнів.

Технічним результатом цього устаткування є підвищення ефективності подрібнення і зниження енергоємності за рахунок збільшення вірогідності та енергії зіткнення зернівок різних розмірів зі стержнями і видалення дрібних часток із дробильної камери в міру їхнього утворення.

На цей вид конструкції дробарки отриманий патент [10].

Кількість енергії, необхідна для подрібнення якого-небудь матеріалу до певних розмірів, залежить від багатьох чинників: розміру, вологості, форми, взаємного розташування часток, міцності, крихкості, однорідності початкового матеріалу, виду і стану робочих

поверхонь машини. Тому встановити аналітичну залежність між витратою енергії на подрібнення, фізико-механічними властивостями подрібнюваного матеріалу і результатом процесу можна лише в загальному вигляді.

Витрата енергії на подрібнення сировини залежить від багатьох параметрів, найважливішими з яких є : продуктивність, міра подрібнення, структурно-механічні властивості матеріалу, що переробляється, його вологість і інші, а також споживана потужність на подрібнення продукту.

Енергоємність процесу найчастіше визначають за відомою формулою:

$$W = \frac{P_{роб}}{Q}, \quad (2)$$

де  $P_{роб}$  - потужність електродвигуна дробарки при робочому навантаженні, кВт;

$Q$  - продуктивність дробарки, т/год.

Енергоємність процесу подрібнення у дробарці може бути визначена за наступним виразом:

$$W = \frac{P_{роб} - P_{xx}}{Q}, \quad (3)$$

де  $P_{xx}$  - потужність дробарки на холостому ході, кВт.

При виконанні експериментальних досліджень головне місце відводиться питанням визначення корисної потужності, споживаної установкою при подрібненні. Велике різноманіття вживаного устаткування дає можливість порівняти отримані результати.

Розрахунок потужності що витрачається експериментальною установкою виконували з урахуванням коефіцієнта корисної дії електродвигунів і їх приводів.

Розрахунок витрати енергії дробарки виконували за наступною формулою:

$$P_n = P_p \cdot \eta - P_{xx}, \quad (4)$$

де  $P_n$  - потужність, споживана при подрібненні, кВт;

$P_p$  - середня потужність, споживана подрібнювачем під навантаженням, кВт;

$\eta$  - ККД електродвигуна при роботі під навантаженням ( $\eta = 0.88$ ).

Визначаємо потужність холостого ходу  $P_{xx}$  за формулою:

$$P_{xx} = P_{pxx} \cdot \eta_{xx}, \quad (5)$$

де  $P_{pxx}$  - потужність, споживана при роботі вхолосту, кВт;

$\eta_{xx}$  - ККД електродвигуна при навантаженні холостого ходу

( $\eta_{xx} = 0,9$ ).

Питома витрата енергії :

$$P_{y\partial} = \frac{P_{изм}}{Q}, \quad (6)$$

Вивчивши теорію дроблення, нами були проведені дослідження запропонованих стержнів дробарки. Для експерименту використовувалася лабораторна установка, яка описана у роботі [9].

За допомогою вимірювальних приладів, таких як ватметр, амперметр і вольтметр знімалися дані споживаної потужності обертання ротора на холостому ходу подрібнювача і з навантаженням за величиною споживаної потужності з мережі. Отримані дані записували в звідну таблицю і графічно зробили порівняльну характеристику з метою виявлення енергоємності, рисунок 2.

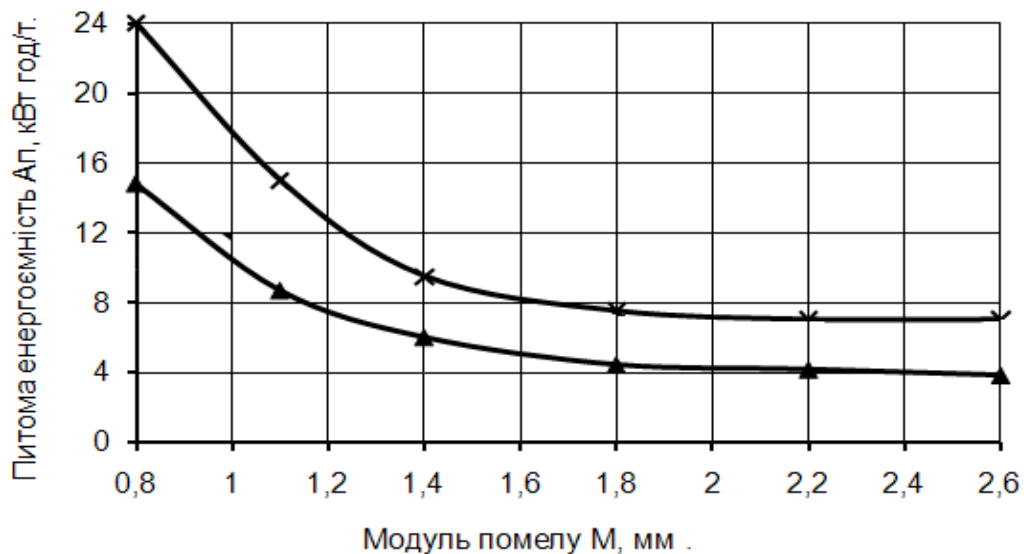


Рисунок 2 - Залежність питомої енергоємності дробарок від модуля помелу:  $\blacktriangle$  – експериментальна дробарка;  $\times$  – молоткова дробарка

З рисунку 2 видно, що використання розробленої конструкції ротора із стержнями різної довжини і зі встановленням їх під кутом  $\alpha$  дозволяє знизити енергоємність дроблення на 18...26% за рахунок виключення повторної дії стержнів на зерно і тим самим підвищити якість дроблення за рахунок виключення переподрібнення зерна.

**Висновки.** Виконання внутрішнього конусу у вигляді набору сепаруючих конусів, що мають розподільчу поверхню

брахистохронної властивості, дозволяє забезпечити підвищення продуктивності подрібнення, так як поверхні брахистохронної властивості є поверхнями найшвидшого скату, а узгодженість кількості щілинних отворів, кількості суцільних конусів розподільника фракцій, кількості рядів робочих елементів та погодженості їх конструктивного виконання з конструктивним виконанням основ суцільних конусів веде до підвищення вірогідності руйнування часток зерна одним ударом і видалення дрібних часток із дробильної камери в міру їхнього утворення, збільшенні вірогідності та енергії зіткнення зернівок різних розмірів зі стержнями, що підвищує рівномірність фракційного складу подрібнених часток, рівномірність лушення та подрібнення, збільшує продуктивність та знижує енергоємність процесу.

Використання розробленої конструкції ротора із стрижнями різної довжини і зі встановленням їх під кутом  $\alpha$  дозволяє знизити енергоємність дроблення на 18...26% за рахунок виключення повторної дії стержнів на зерно і тим самим підвищити якість дроблення за рахунок виключення переподрібнення зерна.

#### Література.

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

2. *Олексієнко В.О.* Підвищення ефективності роботи молоткових кормодробарок. Дис. ... кандидата техн. наук : 05.05.11 / Олексієнко В.О. – Мелітополь, 2006. – 173 с.

3. *Акименко А.В.* Совершенствование процесса измельчения фуражного зерна// А.В. Акименко, А.А. Сундеев, В.В. Воронин. Хранение и переработка зерна. 2011. №2. С. 45 – 47.

4. *Денисов В.А.* Повышение эффективности процесса измельчения зерновых компонентов комбикормов: Автореф. дис. ...д-ра. техн. наук / В.А. Денисов. - Москва – 1992. -32 с.

5. *Ялпачик Ф.Е., Ялпачик С.Г., Крыжачковский Н.Л., Кюрчев В.Н.* Кормодробилки: конструкция, расчет, / под ред. к.т.н. Ялпачик Г.С., Запорожье.: Коммунар, 1992. - 290 с.

6. Патент на винахід № 50426. Україна, А23N5/00. Пристрій для лушення та подрібнення зерна./ Т.О. Шпиганович, О.В. Ялпачик, О.В. Гвоздєв, Ф.Ю. Ялпачик. Бюл.№11 від 10.06.2010.

7. Патент на винахід № 93312. Україна, А23N5/00, В02С 13/00/ Пристрій для лушення та подрібнення зерна./ Т.О. Шпиганович, Ф.Ю. Ялпачик, О.В. Гвоздєв, О.В. Ялпачик. Бюл.№2 від 25.01.2011.

8. Патент на винахід № 95435. Україна, А23N5/00, В02С 13/00/ Пристрій для лушення та подрібнення зерна./ Т.О. Шпиганович, О.В. Ялпачик. Бюл.№14 від 25.07.2011.

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

10. Патент на корисну модель № 91464. Україна, А23N5/00. Пристрій для лушення та подрібнення зерна./ Т.О. Шпиганович, О.В. Ялпачик, О.В. Гвоздєв, Ф.Ю. Ялпачик., А.В. Гамова, Є.С. Бабанін. Бюл.№13 від 10.07.2014.

### **ОПТИМИЗАЦИЯ ЭНЕРГОЗАТРАТ ПРОЦЕССА ДРОБЛЕНИЯ ЗЕРНА ПУТЕМ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОНСТРУКЦИИ ДРОБИЛКИ ЗЕРНА**

Гвоздєв А.В., Ялпачик А.В.

*Аннотація* – **робота посвящена аналізу останніх досягнень по створенню обладнання для измельчення зерна и оптимизации енергозатрат процесса дробления зерна путем совершенствования конструкции дробилки зерна.**

### **ENERGY OPTIMIZATION THE PROCESS OF GRINDING GRAIN BY IMPROVING CONSTRUCTS CRUSHER GRAIN**

Gvozdev A..Yalpachyk A

#### *Summary*

**The work is devoted to analysis of the latest achievements in the creation of equipment for the grinding of grain and the rationale for the design of the crusher grain direct impact.**



УДК 664.83.002.5

**РАЦІОНАЛЬНИЙ СПОСІБ МИТТЯ КОРЕНЕПЛОДІВ  
У БАРАБАННИХ МИЙНИХ МАШИНАХ**

Всеволодов О.М., к.т.н.

*Одеська національна академія харчових технологій*

Тел. (048) 712-40-35, 712-42-77

**Анотація** – дана робота присвячена обґрунтуванню можливості зниження витрати чистої води при проведенні технологічного процесу миття коренеплодів, а також визначенню окружної швидкості в барабані мийної машини при проведенні процесу «сухого миття» для забезпечення режиму, який не травмує сировину, по-перше, по-друге, знаходженню коефіцієнта завантаження барабана «сухого миття» і його оптимізації за мінімальними фінансовими витратами.

**Ключові слова** – «сухе миття», колова швидкість, коефіцієнт завантаження, оптимізація, витрати.

*Постановка проблеми.* Для виготовлення рослинних консервованих продуктів харчування з рослинної сировини, яка використовується для цих цілей, не допускаються які-небудь залишки бруду. У зв'язку з різними умовами вирощування харчової рослинної сировини, такої, як томати, огірки, баклажани, морква, буряк, картопля та інше коріння, застосовують різні технологічні умови процесу видалення бруду. Надґрунтові частини рослини на своїй поверхні несуть значно менше забруднень, а коріння забруднено більш інтенсивно і кількість бруду на його поверхні після збирання складає, залежно від розміру плодів, значно більше. У зв'язку з цим технологічні процеси миття різної рослинної сировини відрізняються один від одного. Основною речовиною, якою видаляють бруд з поверхні рослинної сировини, є вода на всіх етапах процесу миття (відмочування, руйнування бруду, чистове ополіскування). Для процесів миття рослинної сировини використовується чиста питна вода, бактеріально чи хімічно забруднена вода не допускається ні для якого етапу процесу миття. Для миття надґрунтової частини харчової рослинної сировини на сучасному обладнанні витрачається до 1 літра води на 1 кг сировини, при митті коріння витрати води майже в два рази більші. У зв'язку з тим, що кількість питної води в природі зменшується і ціни на неї зростають, питання раціональних витрат води на процес миття є актуальним.

*Аналіз останніх досліджень.* Науково-дослідні роботи щодо процесів миття у консервному виробництві, в основному, були направлені на миття герметичної обігової скляної консервної тари. Питанню раціональних витрат води на процес миття рослинної сировини наука особливої уваги не звертала, крім удосконалення конструкцій існуючих мийних машин. Частіше ці зміни полягали в тому, щоб якимось чином інтенсифікувати процес відмочування бруду за рахунок використання активаторів, використання поверхневих струменів води, застосування оборотної води для попереднього ополіскування. Ці методи потребують встановлення відповідних пристроїв, які збільшують вартість мийної машини та енерговитрати і лише незначно впливають на економію чистої питної води.

*Формулювання мети статті.* Метою дослідження є визначення оптимальних параметрів технологічного процесу «сухого миття», яке значно зменшує кількість ґрунтових забруднень на рослинній сировині до миття водою.

*Основна частина.*

Доцільно при проведенні процесу миття рослинної сировини яким-небудь методом відокремити частину забруднень до миття водою. Метою дослідження є визначення параметрів проведення процесу «сухого миття»: колової швидкості барабана секції «сухого миття» та ступеня завантаження робочої зони. Для визначення кількості ґрунтових забруднень, яке може бути видалено з поверхні рослинної сировини на етапі «сухого миття» без руйнування цілісності епідермісу і перидерми, був проведений експеримент на барабанній мийній машині для коріння моделі Ш24 - КМО. Для можливості регулювання кількості обертів барабана машини в її привід був введений регулятор частоти струму ATV28HU29M2. Відповідно, на рис. 1 схематично зображена барабанна мийна машина, використана як секція «сухого миття», ємність барабана  $0,169 \text{ м}^3$ .

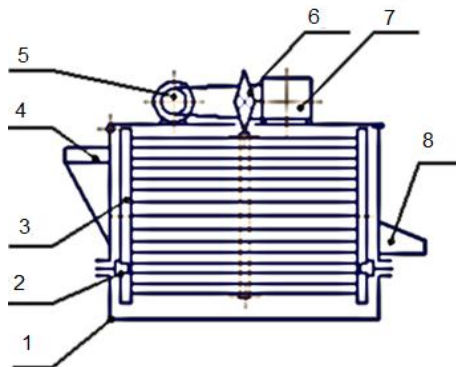


Рис.1. Схема барабанної мийної машини (секція «сухого миття»): 1 – ванна, 2 – опорні ролики барабана, 3 – барабан, 4,8 – завантажувальний і розвантажувальний лотки, 5 – електродвигун з

клинопасовой передачею та регулятором частоти струму, 6 – ланцюгова передача, 7 – черв'ячний редуктор.

Враховуючи те, що машина використовувалася для «сухого миття», експеримент проводився без подачі води у ванну і барабан машини. При проведенні експерименту використовували наступну сировину: картоплю - 60 кг, моркву - 60 кг, буряк - 60 кг.

Попередньо вимиту, просушену на повітрі сировину зважили, а потім забруднили підготовленим чорноземом. Для зважування використовували електронні ваги типу ТВЕ - 0,5-0,01.

Після просушування на повітрі сировину знову зважили і визначили її масу разом із забрудненнями. Сировину, розділену на партії по 15 кг (відповідає коефіцієнту завантаження  $\phi = 0,15$ ) по черзі подавали в барабан мийної машини, потім включали привод і обробляли протягом 60 і 120 секунд. Число обертів барабана варіювали з кроком 5 об/хв від 5 до 25 об/хв.

Після кожної серії експериментів сировину зважували і таким чином визначали кількість відокремлених ґрунтових забруднень. Аналогічні експерименти були проведені при коефіцієнті завантаження барабана  $\phi = 0,3$ .

Користуючись даними, що наведені в літературі [1,2,3], і знаючи густину відповідного плода та його середні статистичні розміри, можна визначити кількість прилипло до нього ґрунту досить точно. Якщо керуватись вимогами ДСТУ та ТУ (1 % забруднень від маси сировини) [4,5,6], на рослинній сировині, що потрапляє на переробні підприємства, може перебувати від 0,3 ... 1,8 грамів до 5 ... 6 грамів прилипло ґрунту на одному плоді або на одному овочі. Тобто на кожні 100 грамів маси сировини приблизно припадає 1 грам ґрунтового забруднення.

Для того, щоб ускладнити умови проведення експерименту, прийнято п'ятикратне перевищення кількості ґрунтових забруднень на рослинній сировині в порівнянні з ДСТУ, тобто на кожні 100 грамів маси сировини припадатиме 5 грамів ґрунтових забруднень.

Таким чином, на першу партію картоплі масою 15 кг нанесено в цілому 750 грамів чорнозему. На другу партію у 30 кг нанесено, відповідно, 1500 грамів чорнозему. Аналогічно проводилось забруднення моркви та буряка. Отримані результати представлені у вигляді графіків (рис.2 та 3), на осі ординат яких наведений відсоток видаленого ґрунтового забруднення, а на осі абсцис - фіксована колова швидкість барабана при терміні обробки партій рослинної сировини 60 і 120 секунд.

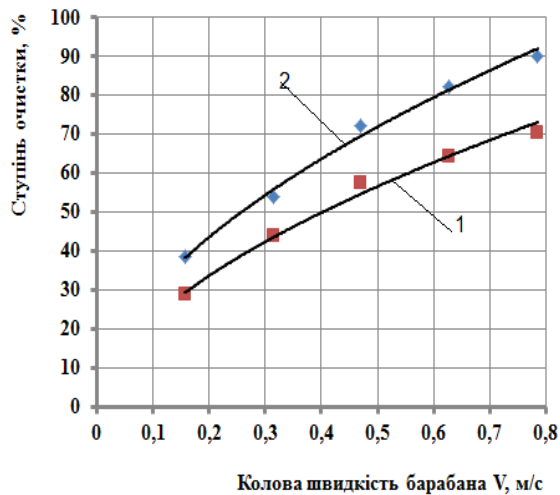


Рис. 2. Залежність видалених забруднень від колової швидкості барабана для порцій моркви 15 кг при тривалості обробки: 1 – 60 с, 2 – 120 с.

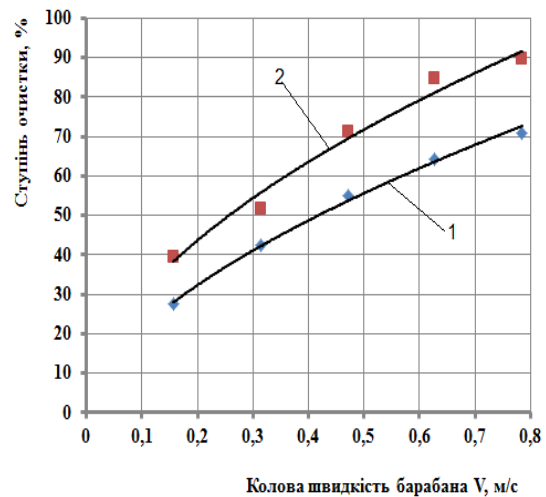


Рис. 3. Залежність видалених забруднень від колової швидкості барабана для порцій моркви 30 кг при тривалості обробки: 1 – 60 с, 2 – 120 с.

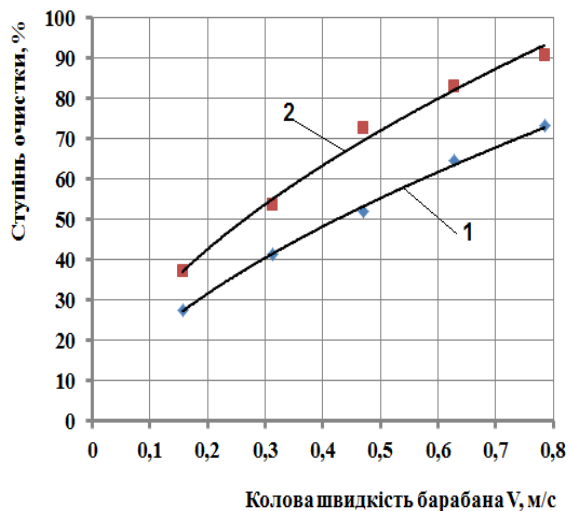


Рис. 4. Залежність видалених забруднень від колової швидкості барабана для порцій буряка 15 кг при тривалості обробки: 1 – 60 с, 2 – 120 с.

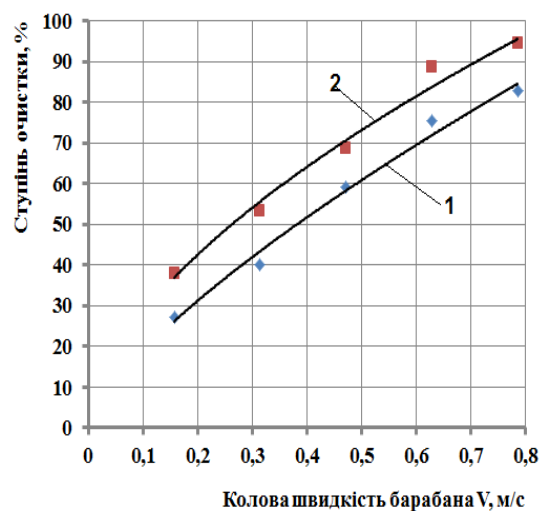


Рис. 5. Залежність видалених забруднень від колової швидкості барабана для порцій буряка 30 кг при тривалості обробки: 1 – 60 с, 2 – 120 с.

Графічні залежності, які отримані при експерименті з картоплею, схожі з представленими на рис.2,3,4,5. З наведених графіків видно, що «сухе миття» забезпечує достатньо високий рівень очищення від ґрунтових забруднень. Найбільш прийнятним є діапазон колової швидкості барабана від 0,471 до 0,628 м/с. При коловій швидкості барабана 0,157 м/с ступінь видалення забруднень мала, а при

збільшенні колової швидкості барабана до 0,785 м/с сировина травмується, на ній з'являються сліди від ударів, потертості, порушується цілісність поверхні. При колій швидкості до 0,628 м/с сировина не відривається від внутрішньої поверхні барабана, а зісковзує по його поверхні і по поверхні решти сировини, відбувається інтенсивне руйнування ґрунтових забруднень за рахунок тертя об внутрішню поверхню барабана і сировини об сировину без порушення цілісності її поверхні [7]. При колій швидкості 0,785 м/с відсоток видалення ґрунтових забруднень хоча і більше, ніж при швидкості 0,628 м/с, але незначно і разом з тим швидкість осьового зміщення сировини зростає, а разом з нею довжина барабана. Крім того, підвищується відсоток сировини, яка травмується при падінні до 7 ... 9 %, а при «сухому митті» моркви до 12 %. Тому за робоче число обертів барабана прийнято  $n_p = 20$  об/хв., що відповідає колій швидкості барабана  $V_6 = 0,628$  м/с. При проведенні експерименту по «сухому миттю» помічено, якщо товщина забруднень на сировині від 0,5 мм і вище, то проведення «сухого миття» ефективно. Чим більше товщина шару, тим простіше його зруйнувати за допомогою «сухого миття». Це спостереження дає підставу розділити ґрунтові забруднення залежно від товщини шару забруднення на сировині: на забруднення плівкового характеру, якщо товщина шару менше 0,5 мм; на забруднення фрагментарно-грудкуваті, якщо товщина більше 0,5 мм.

Аналізуючи процес «сухого миття», можна зробити висновок про те, що за допомогою цього процесу руйнуються когезійні зв'язки ґрунтових забруднень і кількість забруднень на поверхні рослинної сировини зводиться до мінімуму. Забруднення, що залишилися на сировині можна класифікувати як плівкові. У свою чергу, ці забруднення легко видаляються за допомогою направленою потоку рідини при безперервній взаємодії (терті) сировини об сировину і об внутрішню поверхню барабана машини. Крім того, «сухе миття» дозволяє значно скоротити витрати чистої питної води, що застосовується для миття харчової рослинної сировини.

Відомо, що для барабанних мийних машин коефіцієнт завантаження сировиною невеликий і дорівнює  $\varphi = 0,02 \dots 0,12$  [8]. Через це барабанні машини для миття рослинної сировини мають велику довжину (від 3,5 до 4,5 м) та невелику продуктивність.

Для визначення ступеня завантаження або коефіцієнта використання барабана був розглянутий діапазон завантаження барабана  $\varphi$  від  $\varphi = 0,1$  до  $\varphi = 0,6$  з кроком 0,1 та діапазон часу обробки від 30 с до 180 с з кроком 30 с.

Експеримент проводили з картоплею. Кожну партію сировини

зважували, потім забруднювали чорноземом і залишали підсихати на добу при кімнатній температурі. Після цього знову зважували і завантажували в барабан машини. Після закінчення встановленого періоду часу роботи барабана сировину витягали з машини і знову зважували. Таким чином, визначали відсоток видаленого забруднення за певний проміжок часу при одній і тій же колій швидкості барабана. Маса нанесеного забруднення у 5 разів перевищувала норми, допустимі ДСТУ та ТУ. За результатами побудований графік, рис. 6.

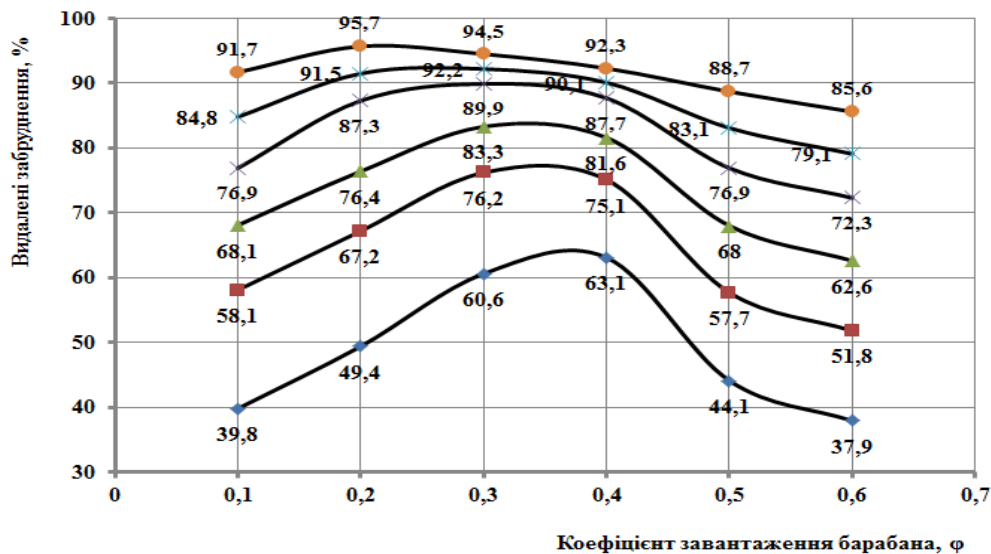


Рис. 6 Залежність кількості відокремленого забруднення від коефіцієнта завантаження барабана і часу обробки: 1 - час обробки 30 с, 2 - 60 с, 3 - 90 с, 4 - 120 с, 5 - 150 с, 6 - 180 с.

Аналізуючи графік, можна зробити висновок про те, що при ступеню завантаження барабана  $\phi = 0,3 \dots 0,4$  і при терміні обробки 30, 60, 90, 120 секунд маємо на відповідних проміжках часу максимальний ступінь очищення сировини від забруднень. При терміні обробки 150 ... 180 с максимальний ступінь очищення від забруднень спостерігається при ступені завантаження  $\phi = 0,2$ . Однак більший час обробки сировини в барабані вимагає більшої довжини барабана, що призводить до збільшення металоємності, відповідно збільшуються витрати на споживану потужність і в підсумку зростають матеріальні витрати. При завантаженні  $\phi = 0,5 \dots 0,6$  спостерігається тенденція до зменшення ступеня очищення на кожному відрізку часу. Це пояснюється тим, що в барабані скорочується об'єм вільного простору і, таким чином, зменшується кількість контактів сировини з сировиною і з внутрішньою поверхнею барабана, що призводить до зменшення ступеню очищення. З метою

звуження пошуку області мінімальних затрат та відповідних їй ступенів очищення рослинної сировини від забруднень, та користуючись програмою Table Curve 3D, була отримана залежність, яка обчислена за допомогою програми Mathcad 11 Enterprise Edition Shortcut [9]. У результаті отримуємо, що найменші витрати в матеріальному виразі при використанні «сухого миття» коренеплодів досягаються при коефіцієнті заповнення барабана  $\varphi$  від 0,131 до 0,178, при цьому ступінь очищення сировини від забруднень знаходиться у межах від 63 до 68 %. Це дозволяє економити від 63 до 68 % чистої питної води. Отримані дані можна оптимізувати. Завдання оптимізації полягає у знаходженні мінімальних експлуатаційних витрат на «сухе миття» і вартості витрат води на доочистку рослинної сировини від забруднень у секції миття водою у залежності від ступеню очищення сировини від забруднень (у секції «сухого миття») та коефіцієнта завантаження секції «сухого миття». Для цього розрахунковим шляхом були визначені технологічні, енергетичні параметри в залежності від ступеня завантаження секції «сухого миття». Потім за відомими залежностями, які використовують при проведенні економічних розрахунків, були визначені вартісні характеристики. Після цього були побудовані цільові функції для коефіцієнтів завантаження барабана «сухого миття»:  $\varphi = 0,1$ ;  $\varphi = 0,2$ ;  $\varphi = 0,3$ ;  $\varphi = 0,4$ ;  $\varphi = 0,5$ ;  $\varphi = 0,6$ . У якості прикладу наведений графік (рис.7) цільової функції при коефіцієнті завантаження  $\varphi = 0,6$ .

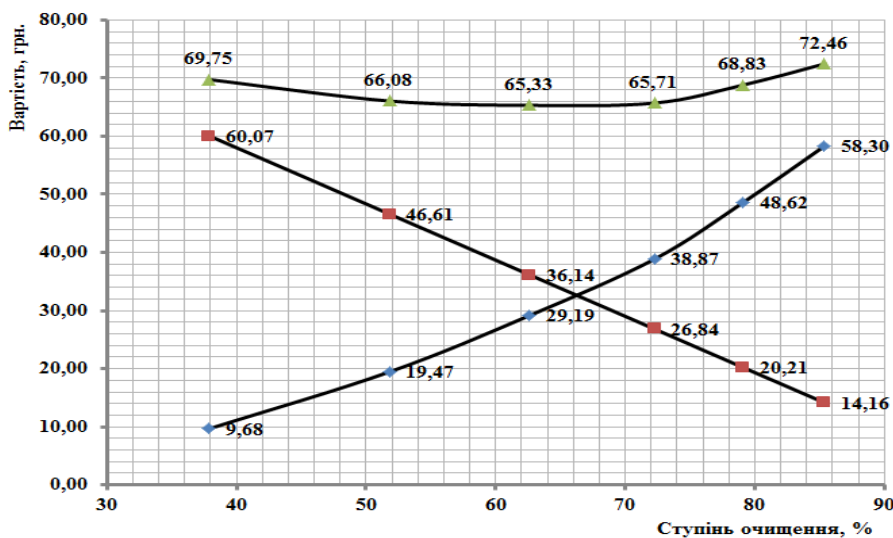


Рис.7. Побудова цільової функції при ступені завантаження барабана  $\varphi = 0,6$ : 1 - витрати на «сухе миття», 2 - вартість витрат води на доочистку, 3 - витрати на «сухе миття» і доочистку (цільова функція)

Цільова функція на графіку являє собою залежність виду:

$$B = BC + BV \quad (1)$$

де,  $B$  – загальні витрати, грн.;  $BC$  витрати на «сухе миття», грн.;

$BV$  - витрати на воду для змивання залишкових забруднень, грн..

Побудовано графік (рис. 8), який об'єднує усі мінімальні цільові функції, за якими були знайдені мінімальні витрати на процес «сухого миття» і відповідні цим затратам коефіцієнти заповнення барабана і ступеня очищення від забруднень.

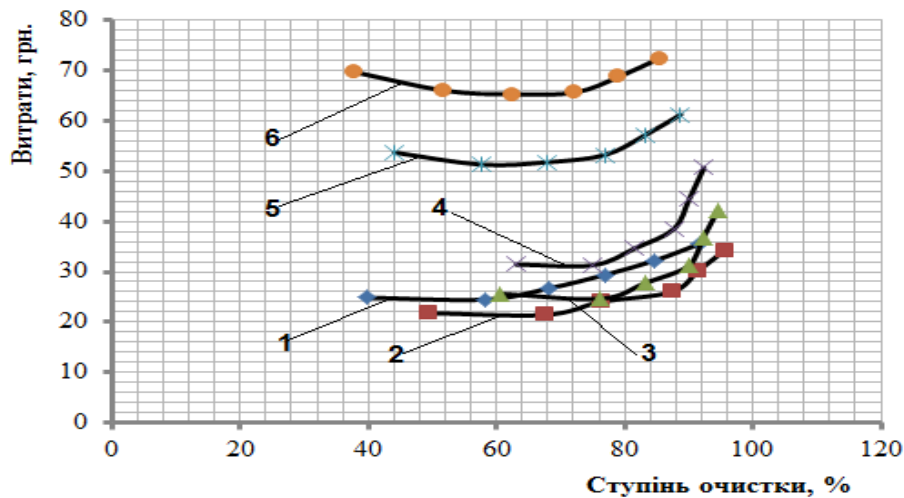


Рис. 8. Мінімальні цільові функції при коефіцієнтах завантаження: 1 -  $\varphi = 0,1$ ; 2 -  $\varphi = 0,2$ ; 3 -  $\varphi = 0,3$ ; 4 -  $\varphi = 0,4$ ; 5 -  $\varphi = 0,5$ ; 6 -  $\varphi = 0,6$ .

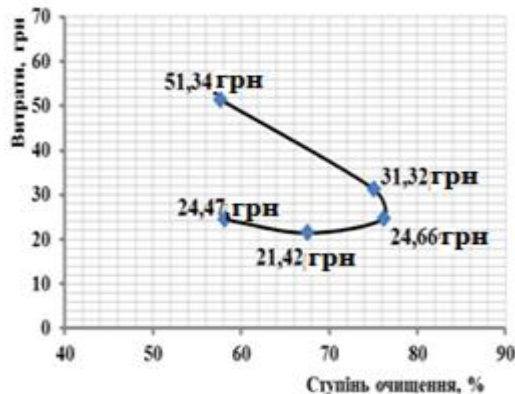


Рис. 9 Залежність витрат на «сухе миття» від ступеня очищення.

З цього графіка видно, що найбільші фінансові витрати потрібні при ступені завантаження барабана «сухого миття»  $\varphi = 0,5$  і  $\varphi = 0,6$ . Виключимо з розгляду криву 6, де закладені найбільші фінансові витрати, та будемо графік залежності фінансових витрат на процес «сухого миття» від ступеня очищення рослинної сировини від забруднень (рис.9). З графіка можна бачити, що чотири значення, що відображають фінансові витрати на «сухе миття», досить близькі, а п'яте значення відрізняється значно. Відповідно графіку (рис. 10), що демонструє залежність витрат від коефіцієнта завантаження барабана, можна бачити, що коефіцієнт завантаження барабана  $\varphi = 0,32 \dots 0,34$  дає найбільший ступінь очищення від забруднень (приблизно 76%).



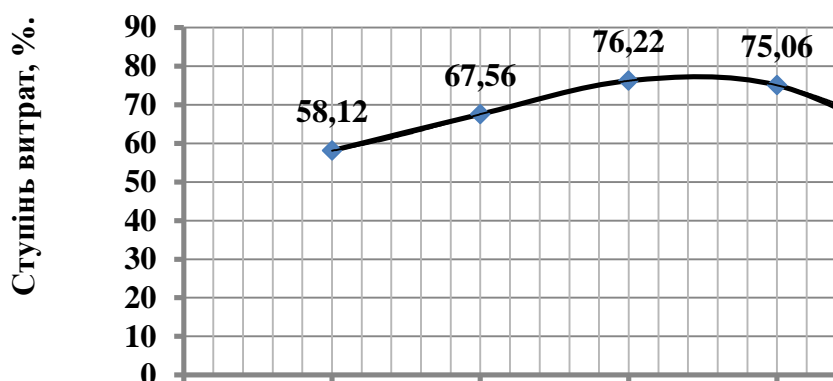


Рис. 10. Залежність витрат від коефіцієнта завантаження барабана.

*Висновки.* Визначена колова швидкість барабана для «сухого миття», яка дорівнює 0,6...0,63 м/с, при цій швидкості досягається режим руху сировини в барабані, при котрому сировина ковзає по внутрішній поверхні барабана та по решті сировини, це не призводить до травмування коренеплодів. При режимі, який прийнято в промисловості, сировина підіймалася на певну висоту, а потім падала в барабан та на решту сировини, що призводило до травмування коренеплодів. Оптимізація експерименту «сухого миття» коренеплодів дозволяє обрати оптимальний ступінь очищення сировини від бруду, що дорівнює 70...76 %, а також визначити оптимальний коефіцієнт завантаження барабана,  $\varphi = 0,32..0,34$ . Таким чином можна збільшити продуктивність барабанних мийних машин у 2 рази без збільшення їх габаритів, відповідно не збільшується металоємність машини. Крім того, за рахунок використання «сухого миття» витрати чистої питної води зменшуються приблизно на 70 % від прийнятих у консервному виробництві.

#### Література:

1. Казанцева, Н.С. Товароведение продовольственных товаров [Текст] / Н.С. Казанцева. – М.: Дашков и К<sup>0</sup>, 2007. – 400 с.
2. Тимофеева, В.А. Товароведение продовольственных товаров: учеб. [Текст] / В.А. Тимофеева. – [5-е изд.] – Ростов н/Д: Феникс, 2005. – 416 с.
3. Цереветинов, Ф.В. Химия и товароведение свежих плодов и овощей [Текст] / Ф.В. Цереветинов. – [3-е изд.]. – М.: Госторгиздат, 1949. – Т.2. — 193 с.
4. Картопля рання та продовольча. Настанови щодо постачання и контролювання якості: ДСТУ ЕСК ООН FFV - 52:2007. – [Чинний від 2007-24-12]. – К.: Держспоживстандарт України 2007. – 10 с. – (Національний стандарт України).

5. Морква столова молода свіжа. Технічні умови: ДСТУ 286-91 – [Чинний від 1992.01.01.]. – К.: Держспоживстандарт України, 1992. – 18 с.

6. Огірки свіжі. Технічні умови: ДСТУ 3247-95 – [Чинний від 1997-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 1998. – 24с.

7. Пат. на корисну модель 79949 Україна, МПК А 23 N 12/02. Спосіб миття коренеплодів /Всеволодов О.М., Гладушняк О.К.; заявник та патентовласник Одес. нац. акад. харч. технологій. – № у 2012 12308; заявл. 29.10.2012; опубл. 13.05.2013, Бюл. №9.

8. *Всеволодов, А.Н.* Обоснование режимов мойки пищевого растительного сырья: дис. ... канд.техн.наук: спец. 05.18.12. «Процессы и оборудование пищевых, микробиологических и фармацевтических производств» / Всеволодов А.Н. – О., 2013. – 196 с.

## **РАЦИОНАЛЬНЫЙ СПОСОБ МОЙКИ КОРНЕПЛОДОВ В БАРАБАННЫХ МОЕЧНЫХ МАШИНАХ**

Всеволодов А.Н.

**Аннотация** – данная работа посвящена обоснованию возможности снижения расхода чистой воды при проведении технологического процесса мойки корнеплодов, а также определению окружной скорости в барабане моечной машины при проведении процесса «сухой мойки» для обеспечения режима, который не травмирует сырье, во-первых. Во-вторых, нахождению коэффициента загрузки барабана «сухой мойки» и его оптимизации по минимальным финансовым затратам.

## **RATIONAL METHOD OF ROOT CROPS IN DRUM-TYPE MACHINES WASHING**

Vsevolodov A.

### *Summary*

**This study work is aimed a to substantiate the possibility to shorten a pure water consumption in the course of the technological process of root crops washing. Another purposes are, the first is to determine a radial velocity in the washing machine drum during the process of “dry washing” in order to secure a mode to avoid raw materials injury, and, secondly, to a find out a quotient of loading of a "dry washing” barrel and optimize it with minimal financial costs & expenses.**

УДК 677.11: 338.4:006.015.8

## ОЦІНКА ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ У ВИРОБНИЦТВІ ЛЛЯНОЇ ПРОДУКЦІЇ

Березовський Ю.В., к.т.н.

*Херсонський національний технічний університет*

Тел. 8 (0552) 51-71-72

**Анотація** – у статті розглянуто питання виробництва, пошуку шляхів підвищення об'ємів виробництва і якості лляних виробів. Визначено риси існуючої на сьогоднішній день структурної виробничої схеми виробництва лляних виробів в Україні з метою вироблення адекватних сценаріїв її подальшого розвитку.

**Ключові слова** – льон, волокно, властивості, очищення, виробництво, якість.

*Постановка проблеми.* Нині льонарство, первинна переробка льону знаходиться, на думку більшості дослідників, у стані економічної стагнації. Раніше дана галузь, яка забезпечувала високі прибутки, вирішувала соціально-економічні проблеми сільської місцевості, тепер натомість потребує значної допомоги, реформування, інвестування у свою інфраструктуру, технології та обладнання [1].

Кризова ситуація на підприємствах, що займалися переробкою льоноволокна, викликала скруту текстильної промисловості, яка переробляла лляне волокно. Як наслідок, порівняно з початком 90-х років обсяги виробництва лляних тканин становили лише 6 % від обсягів 1990 р. На одного жителя України в останнє десятиліття вироблялося лише 1,5 м<sup>2</sup> тканин, тоді як у 1990 р. випускалося 24 м<sup>2</sup>.

Загалом виробництво продукції зазначеними підприємствами скоротилося у 7-10 разів, частка в структурі промислової продукції зменшилася із 10 до 1,1 %.

Ретроспективний аналіз підтверджує, що останній етап стрімкого розвитку льонарства в Україні відбувся лише у 50-60-х роках ХХ століття. У 1965 році під посіви льону-довгунця було відведено 1476 тис. га. У тому ж році отримано найвищий урожай за всі воєнні і післявоєнні роки – 3,3 ц/га. Значно підвищилась і якість продукції [2].

При цьому наприкінці 50-х років ХХ століття до наукової роботи з льоном-довгунцем залучено вчених Українського науково-дослідного інституту землеробства (м. Київ). Із 1974 року було розпочато дослідну роботу з льоном-довгунцем в Інституті луб'яних культур УААН (м. Глухів).

У 2000-х роках льонарство, здебільшого, сконцентрувалося у країнах Євразії (табл. 1). Лідерами серед них є Китай – 130000 га, Росія – 95450 га, Франція – 81508 га, Білорусь – 78500 га, Україна посідає п'яте місце – 25530 га. До того ж, у зазначених країнах спостерігається тенденція збільшення об'ємів виробництва льону [2].

Таблиця 1 – Площі посівів льону в світі (га)

Роки Країни	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Австрія	635	350	450	132	171	142	109	134
Білорусь	80000	70000	81800	70000	67900	70900	7900	78500
Бельгія	11211	12176	13355	16900	15567	19250	19823	18760
Болгарія	58	58	300	210	470	150	70	-
Китай	101000	101000	100000	100000	80000	133000	130000	130000
Чеська республіка	4117	6348	6302** 2240*	7095	5885	6003	5500	4318
Єгипет	14000	3248	3994	7649	8936	13010	17138	5847
Франція	43708	49129	55629	67970	68416	76439	80081	81508
Німеччина	416	570	402	200	200	224	180	38
Латвія	2200	2000	300** 1600*	-	-	-	1654	1654
Литва	6500	8600	8600	9600	9346	10000	5494	4300
Нідерланди	3306	3570	4016	4415	4000	4615	4517	4691
Польща	2548	1223	5093	4520	5100	6000	5745* 600**	6000* 823**
Росія	107340	104050	107610	127361	110820	118060	112300	95450
Іспанія	87727	122400	13595	342	60	2	-	-
Україна	31200	21900	19300	28280	28200	32480	38220	25530
Великобританія	16700	14000	11816	4430	156	175	1820	-
Інші країни	2800	6981	6792	806	562	134	177	91
Усього	515467	527603	436232	449999	405789	490584	501828	456730

Примітка: \* – льон-довгунець; \*\* – льон олійний.

Деякі країни (Данія, Іспанія та інші) значно зменшують площі вирощування льону або взагалі відмовляються від його виробництва, що негативно впливає на світові показники.

Таким чином, видно, що за допомогою застосування і розвитку української сільськогосподарської науки у вигляді відділів і лабораторій льону: Інститут сільського господарства Полісся, Інститут землеробства і тваринництва Західного регіону, Інститут землеробства, Інститут луб'яних культур Української академії аграрних наук та інвестування у льонарську галузь можливо було отримати добрі результати.

Актуальність пошуку і впровадження у виробництво передових технологій, сучасних форм впровадження інноваційних розробок, новітніх способів виробництва лляної продукції на сучасному етапі розвитку народного господарства України обумовлена переходом економіки на ринкові відносини, високою енергоємністю, низькою ефективністю, моральним та фізичним зносом устаткування, великими витратами на виробництво.

*Аналіз останніх досліджень.* Актуальність пошуку і впровадження у виробництво передових технологій, новітніх способів переробки лляної сировини на сучасному етапі розвитку народного господарства України обумовлена переходом економіки на ринкові відносини, високою енергоємністю і низькою ефективністю та моральним зносом устаткування, великими витратами при виробництві лляної продукції.

*Формулювання цілей статті (постановка завдання).* Поданий матеріал надає варіанти можливого використання технічних рішень у виробництві лляної продукції на новому технологічному і технічному рівні, вказуються позитивні сторони їх роботи у виробничих умовах.

Метою роботи являється пошук універсальних методів одержання волокнистого матеріалу з позицій застосування передових інноваційних технологій переробки, нових технічних рішень та оригінальних прийомів обробки новими пристроями з урахуванням анатомічних і фізико-механічних властивостей стебел.

*Основна частина.* Оскільки льон – целюлозна сировина, що відновлюється щороку, зростання виробництва льонопродукції є потенційним резервом валютних надходжень і тому має суттєвий позитивний вплив на добробут держави. Парадоксальність сучасного стану вітчизняного льонарства полягає у тому, що коли у всіх європейських країнах спостерігається нарощування темпів льоновиробництва, в Україні, навпаки, відбувається скорочення посівних площ під льон, зниження об'ємів виробництва і якості льонопродукції. Це зумовлено порушенням технології вирощування льону, зменшенням інвестування лляної галузі, незабезпеченістю господарств необхідною технікою і технологією, великими втратами врожаю у процесі збирання та первинної обробки [3].

На європейському ринку потреба в льоноволокні становить 120 тис. т на рік та має тенденцію до зростання. У тих самих обсягах оцінюється попит американського ринку. На сьогодні потреба у лляному волокні задовольняється на 70-80 %.

Нині льоносіючі країни збільшують посіви та обсяги виробництва льону. Так, Китай за останні роки збільшив обсяги виробництва льону майже в 1,5 рази. Країни Західної Європи протягом кількох років збирають високі врожаї. Збільшенню виробництва льону в цих країнах сприяє виділення постійних субсидій Євросоюзу та інших організацій. Сума субсидій у льоносіючих країнах ЄС становить 1000 дол. на 1 га посівів [4].

Структура асортименту лляних тканин на вітчизняному та зарубіжному ринках різко відрізняється. Так, у країнах Західної Європи 65 % від усього обсягу виробництва лляної продукції складають тканини для одягу, у той час як на вітчизняному ринку їх частка становить близько 7%, а 64% виготовленої в Україні льонопродукції – це технічні й тарні тканини. Надалі передбачається зміна асортименту лляних тканин у напрямку збільшення питомої ваги тканин побутового призначення, а саме збільшення випуску лляних тканин для одягу до 20 %.

На сьогодні перед текстильною промисловістю поставлено завдання не лише максимально використовувати лляну сировину, а й задіяти всі можливі змішані потужності, що простоюють.

Вирішити комплекс накопичених теоретичних і практичних проблем лляної галузі, надати обґрунтовані пропозиції для забезпечення конкурентних переваг українських товарів на ринках, підвищити частку високотехнологічної, наукоємної продукції та економічне зростання текстильних підприємств може галузева наука [5]. Для цього необхідно створити умови для підвищення зацікавленості підприємств у активізації освоєння інновацій і результатів наукових розробок, що здійснюються для розвитку лляного комплексу України, а також вирішити проблему фінансування.

Сучасний кризовий стан льонарства та заводів первинної переробки льону зумовлений цілою низкою і соціально-економічних чинників, які призводять до падіння рентабельності та збитковості багатьох підприємств галузі. Аналізуючи причини економічних та соціальних труднощів льонопереробних підприємств, слід зазначити, що проблеми полягають, на думку І. Слюєнко, у відсутності можливості адаптації та пристосування до нових умов, жорсткої конкуренції. Економічна ситуація у галузі змушує виробників продукції з льону-довгунця спрямовувати всі кошти на розв'язання сьогочасних проблем. Для поліпшення ситуації, що склалася у галузі,

необхідним є впровадження інтеграційних процесів, при цьому приділивши особливу увагу підвищенню ефективності промислового виробництва продукції з льону і збереженню існуючого потенціалу та розвитку [6].

Проте, незважаючи на окреслені проблеми, у галузі залишається безліч нерозв'язаних питань: невігідність вирощування льону і через це незначна площа посівів льону-довгунця та практично повна відсутність посівів льону-кудряшу: труднощі щодо гарантування отримання сировини для льонопереробних підприємств; незначна кількість вітчизняного високопродуктивного районованого насіння за високої вартості імпортного; невисока врожайність соломи; низька якість сировини дають змогу одержувати незначну кількість тіпаного льону; застаріле устаткування на льонопереробних підприємствах; відсутність національних технологій з подальшої глибокої переробки льоносировини; недостатній обсяг інвестицій як в аграрному, так і в промисловому секторі льонівиробництва; малоефективні технології управління; відсутність цілісної моделі стратегічного розвитку підприємств галузі [7].

Вирішення проблеми стабілізації і відродження льонопереробної галузі України та її подальший інтеграційний розвиток за умов ринкових відносин можливий, якщо економічна політика з переозброєння галузі враховуватиме низку найважливіших чинників, а саме: силу и активність конкурентної боротьби на ринку льоновмісних товарів, потенціал маркетингу, ефективність інноваційних ресурсозберігаючих технологій і, головне, впровадження новітнього високопродуктивного устаткування з високим рівнем автоматизації та механізації виробничих процесів [1].

Під час переробки луб'яних культур одержують різні види продукції, з яких найціннішою є волокниста продукція через свої прядивні властивості. Тому основною задачею первинної переробки є одержання якомога більшої кількості волокна та високої якості.

Результати експериментальних, теоретичних досліджень фізико-механічних властивостей луб'яної сировини і технологічних властивостей волокон лубоволокнистих культур показують, що механічна технологія переробки луб'яної сировини має однакові технологічні прийоми переробки – м'яття, тіпання, трясіння, але з різними особливостями конструктивного виконання технологічного обладнання, що обов'язково необхідно враховувати при розробці способу одержання волокна з лубоволокнистих культур з урахуванням особливостей морфологічної і анатомічної будови стебел лубоволокнистих культур.

У результаті переробки льону отримують волокно – довге та коротке. Зазвичай раніше визнавалося довге волокно більш цінним, з

часом таке ставлення дещо змінилося, хоча коротке волокно, що виробляється на сучасних льонозаводах, є супутнім продуктом, тому на першому місці все ще стоїть довге волокно. У зв'язку з цим процеси збирання льону та приготування лляної трести потребують спеціальний комплекс машин, які мають свою специфіку, яка спрямована на максимальне збереження паралельності стебел і їх мінімальну розтягнутість за комлем. Звідсіля невисока продуктивність збиральної техніки, великі втрати пального, енергоємність і, як наслідок, висока собівартість продукції.

Але у вторинної та поглибленої переробки лляного волокна, його використання істотно змінилося. Зараз коротке лляне волокно знаходить широке використання у текстильній промисловості у суміші з іншими натуральними і хімічними волокнами для виробництва текстильних виробів, сучасних композитних матеріалів, для котоніну, утеплювачів та в інших цілях. Все це викликає зміни в технологіях збирання та одержання волокна, які спрямовані, перш за все, на ресурсозбереження.

Для виробництва волокна відома безліч різних способів і пристроїв. Агрегати складаються з великої кількості машин і механізмів. По цьому стабільність протікання технологічного процесу визначається надійністю роботи складових частин.

Відомий вузол очищення сирцю з лляної трести м'яльно-тіпального агрегату, що містить 13 пар рифлених м'яльних валків гладких, планчастих, гострогранних, круторифлених прямолінійного та винтового профілів, одні з яких мають малий радіус контуру профілю і відносно малу висоту рифлів порівняно з їх шагом, а інші мають малий радіус закруглення кромки рифлів і відносно велику висоту рифлів порівняно з їх шагом, знаходяться попарно в зачепленні і виконують функцію плющення і руйнування деревини стебел льону, призначені для м'яття і транспортування сировини до тіпальної машини на наступну технологічну операцію для остаточного очищення від деревних залишків [8].

Однак конструктивне виконання такого м'яльного вузла не забезпечує достатнього ефекту очищення сировини з причини низької відокремлюваності костри від волокна у м'яльних валках та негативно впливає на вихід волокна, що знижує ефективність роботи усього м'яльно-тіпального агрегату.

В основу вирішення поставленого завдання була покладена задача створення вузла для очищення сирцю з лляної трести, конструктивні особливості якого забезпечили б можливість підвищення ефективності роботи м'яльно-тіпального агрегату.

У результаті експериментальних і теоретичних досліджень було представлено новий тип м'яльного вузла очищення сирцю з лляної



трести м'яльно-тіпального агрегату, що вміщує м'яльні гладкі, планчасті, гострогранні та круторифлені валки прямолінійного та гвинтового профілів, які змонтовані з можливістю обертання на станині м'яльної машини, містить після пари м'яльних гладких валків перед парою рифлених м'яльних валків крутого рифлення заданого профілю, щонайменше, пару рифлених м'яльних валків пологого рифлення з більшим радіусом закруглення кромки рифлів по відношенню до радіуса закруглення кромки рифлів рифлених м'яльних валків крутого рифлення із забезпеченням рівномірного зазору між профілями кромки рифлів та впадин пари рифлених м'яльних валків пологого рифлення (рис. 1).

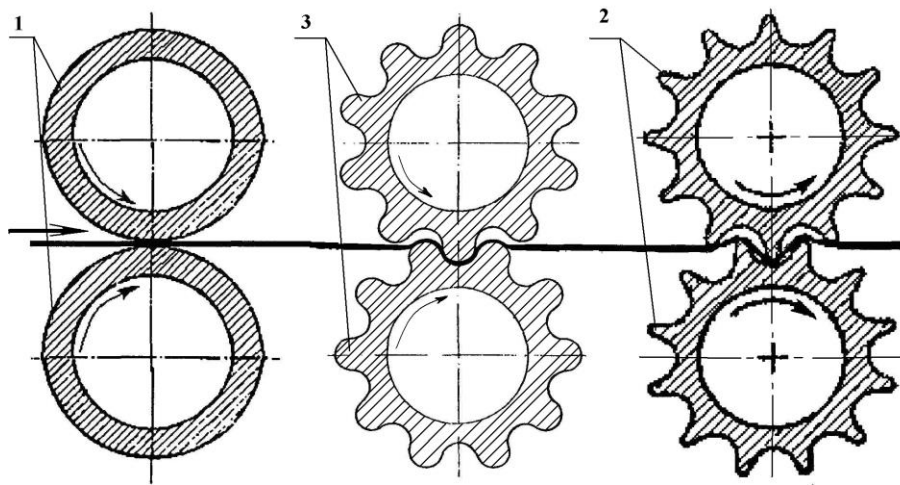


Рис. 1. Вузол очищення сирцю з лляної трести м'яльно-тіпального агрегату.

Суттєвою відмінністю запропонованого вузла є те, що до складу вузла очищення сирцю з лляної трести м'яльно-тіпального агрегату введено пару рифлених м'яльних валків пологого рифлення з більшим радіусом закруглення кромки рифлів по відношенню до радіуса закруглення кромки рифлів рифлених м'яльних валків крутого рифлення із забезпеченням рівномірного зазору між профілями кромки рифлів та впадин пари рифлених м'яльних валків пологого рифлення. Це дозволяє забезпечити передачу необхідного навантаження на матеріал через більшу площу контакту у порівнянні з гладкими валками, що створює умови для виникнення великої кількості осередків руйнування деревної частини стебел, що полегшує процеси згинання-зламування та відокремлення волокна від деревини за рахунок виникнення зламу на довжині менше критичної у наступних парах валків крутого рифлення заданого профілю, що підвищує ефективність очищення.

На кресленні (рис. 1) показано вузол очищення сирцю з лляної трести м'яльно-тіпального агрегату, що складається з пари м'яльних гладких валків 1, пари рифлених м'яльних валків крутого рифлення 2, які характеризуються малим радіусом закруглення кромки рифлів і відносно великою висотою рифлів порівняно з їх шагом та розміщеної між ними пари рифлених м'яльних валків пологого рифлення 3 з більшим радіусом закруглення кромки рифлів по відношенню до радіуса закруглення кромки рифлів рифлених м'яльних валків крутого рифлення 2 із забезпеченням рівномірного зазору між профілями кромки рифлів та впадин пари рифлених м'яльних валків пологого рифлення 3.

За схемою побудови пристрою шар стебел лляної трести, підготовлений у шароформуєчій машині, подають у м'яльну частину м'яльно-тіпального агрегату, де його піддають плющенню у м'яльних гладких валках 1 і подають у пару рифлених м'яльних валків пологого рифлення 3. Рифлі верхнього рифленого м'яльного валка пологого рифлення 3 вдавлюють стебла лляної трести між рифлями нижнього рифленого м'яльного валка пологого рифлення 3, створюючи об'ємне навантаження у замкненому просторі. При цьому луб'яні волокна завдяки своїй природній гнучкості легко огинають контури рифлів рифлених м'яльних валків пологого рифлення 3 і залишаються цілісними на всій довжині стебел. Деревна частина стебел є жорсткою і крихкою, що зумовлює виникнення великої кількості осередків руйнування деревної частини стебел та полегшує процеси згинання-зламування та відокремлення волокна від деревини за рахунок виникнення зламу на довжині менше критичної у наступних парах рифлених м'яльних валків крутого рифлення заданого профілю 2.

Глибина заходження рифлів рифлених м'яльних валків пологого рифлення 3 регулюється так, щоб створювалося необхідне навантаження на сирець без зміни швидкості його просування. Після рифлених м'яльних валків 3 шар сирцю прямує вперед до наступної пари рифлених м'яльних валків крутого рифлення 2 з постійною швидкістю.

Форма рифлів пари рифлених м'яльних валків крутого рифлення 2 характеризується малим радіусом закруглення кромки рифлів і відносно великою висотою рифлів порівняно з їх шагом. Така пара рифлених м'яльних валків крутого рифлення 2 виконує технологічні операції згинання-зламування, ковзного згину та відокремлення волокна від деревини, при цьому обробці піддається вже пром'ятий сирець з послабленим зв'язком костри і волокна. Залежно від типу і фізико-механічних показників якості сировини у складі м'яльно-тіпального агрегату може бути встановлено одна або декілька пар наведених валків для ефективного очищення сирцю з лляної трести.

*Висновки.* Ураховуючи вищезазначене, можна із впевненістю стверджувати, що обов'язковими умовами для вирішення проблем розвитку вітчизняної лляної галузі в першу чергу є вирішення проблем використання передової техніки і технологій переробки, застосування нових технічних рішень та оригінальних прийомів обробки новими пристроями з урахуванням анатомічних і фізико-механічних властивостей стебел лубоволокнистих культур.

Перспективним напрямком у цьому плані є застосування запропонованих вузлів очищення сирцю з лляної трести, що через ефективність очищення сирцю обумовлюють можливість його широкого промислового використання.

#### Література:

1. *Карпець І.П.* Виробництво льоноволокна та його використання / І.П. Карпець, А.Ф. Скорченко, Л.А. Чурсіна та ін. – К.: Нора-Прінт, 2002. – 128с.

2. *Дудукова С.В.* Льон-довгунець: потенційні можливості та сфера застосування / С.В. Дудукова, І.В. Овсянко, Ю.В. Мохер // Наукові дослідження у льонарстві та коноплярстві України: матеріали наук.-техн. конф. молодих вчених (Глухів, 2-3 листопада 2005 р.) / Інститут луб'яних культур УААН. – Суми: ВВП «Мрія-1» ТОВ. – 2006. – С. 105-115.

3. *Голобородько П.А.* Льонарство та коноплярство: проблеми і перспективи / П.А. Голобородько, В.П. Ситник, В.Г. Баранник // Селекція, технологія виробництва та первинної переробки льону і конопель. – Глухів: Інститут луб'яних культур УААН, 2000. – С. 3-15.

4. *Кузьміна Т.О.* Якість і стандартизація модифікованих волокон: [монографія] / Т.О. Кузьміна, Л.А. Чурсіна, Г.А. Тіхосова; під ред. Л.А. Чурсіної. – Херсон: Олді-плюс, 2009. – 416 с.

5. *Кругла Н.А.* Історія розвитку льонарства в Україні: [навчальний посібник] / Н.А. Кругла, В.А. Вергунов. – Херсон: «Адамс», 2002. – 168 с.

6. *Сисоєнко І.А.* Вплив інтеграційних процесів на розвиток льонопереробної галузі / І.А. Сисоєнко // Легка промисловість. – 2007. – № 4. – С. 42-43.

7. *Макаренко П.М.* Причини аграрної кризи і недооцінка ролі держави в умовах ринкових перетворень / П.М. Макаренко // Економіка АПК. – 2002. – № 4. – С. 22-29.

8. Первичная обработка льна и других лубяных культур / В.В. Марков. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1981. – С. 162-169.

## **ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ ЛЬНЯНОЙ ПРОДУКЦИИ**

Ю.В. Березовский

**Аннотация – в статье рассмотрены вопросы производства, поиска путей повышения объемов производства и качества льняных изделий. Определены черты существующей на сегодняшний день структурной производственной схемы производства льняных изделий в Украине с целью выработки адекватных сценариев ее последующего развития.**

## **ESTIMATION OF THE TECHNICAL DECISIONS IN THE PRODUCTION OF FLAX PRODUCTS**

Berezovsky Y.

### *Summary*

**In the manuscript the question of production, finding ways of improving to the volumes production and quality a flax products is considered. The today in Ukraine for the purpose of development of adequate scenarios of its following development an existing lines of block production diagram of the manufacture flax products were defined.**

УДК 637.5

## УПАКОВКА М'ЯСА В МОДИФІКОВАНУ АТМОСФЕРУ

Болгова Н.В., к.с.-г.н.

Сумський національний аграрний університет

Тел. (097)291-88-71

**Анотація** – здійснений аналіз методу упаковки в модифіковане середовище (70-80% кисню) в роздрібній торгівлі; надано інформацію щодо необхідності використання модифікованого середовища для упаковки органічного м'яса.

**Ключові слова** – м'ясо, упаковка, модифіковане середовище, кисень, вуглекислий газ, органічне м'ясо.

*Постановка проблеми.* Сьогодні спостерігається тенденція у населення до зменшення часу, яке необхідно затратити на покупку та приготування їжі. У першу чергу це викликане соціально-економічними причинами [25]. Внаслідок цього збільшується відсоток їжі, яка продається в упаковці роздрібною торгівлею. Це стосується і свіжого м'яса. Так, протягом останнього часу в Європі відсоток продажу фасованого свіжого м'яса збільшився з 23% до 65% [6].

Зовнішній вигляд є важливим фактором, що впливає на рішення про покупку. Вперше хімію кольору м'яса було розглянуто Манчіні і Хантом [20]. Яскраво-червоний колір оксиміоглобіну розглядається як індикатор свіжості м'яса, зокрема, яловичини і свинини [7,9,12]. Так, наявність необхідної кількості кисню дозволяє зберегти міоглобін з бажаним кольором, а за низької його кількості – прискорюється утворення коричневого метміоглобіну. Повністю виключити кисень неможливо, а, отже, в результаті отримаємо темно-червоний колір міоглобіну, що є менш привабливим, особливо для свинини. Отже, найдовше зберігається розфасоване свіже м'ясо у модифікованій атмосфері, а щоб уникнути росту аеробних бактерій, що викликають псування, використовуємо діоксид вуглецю у кількості 20-30%. Такий спосіб зберігання свіжого м'яса може подвоїти термін реалізації [26].

Це звичайна практика для упакування свіжого м'яса з вмістом 70-80% кисню та 20-30% CO<sub>2</sub>. Однак, такий високий рівень кисню, як було зазначено вище, викликає певні окисні зміни в м'ясі.

Такі зміни відбуваються у процесі окислення ліпідів і білків. Таким чином, можна стверджувати, що споживач уводиться в оману, тому що м'ясо виглядає свіжіше, ніж є насправді. Таке упакування м'яса у модифіковане середовище було розкритиковане організацією споживачів [5].

Відповідно до Регламенту (ЄС) 834/2007 про органічне виробництво та маркування органічних продуктів, речовини і методи обробки повинні бути виключені, як такі, що можуть ввести в оману щодо істинної природи продукту, і обробка їжі повинна бути виконана переважно з використанням біологічних, механічних і фізичних методів [1]. Проте, модифіковане середовище використовується для упаковки органічного м'яса.

Таким чином, метою нашого дослідження було надання інформації щодо використання модифікованого середовища для упаковки органічного м'яса, з акцентом на червоне м'ясо (яловичина, свинина).

*Аналіз останніх досліджень.* Аналіз літературних даних про вплив модифікованого середовища на якість м'яса, аналіз ситуації в Європейському Союзі дозволили нам стверджувати, що стабільність кольору червоного м'яса забезпечується вмістом кисню на рівні 70-80%. Однак вміст кисню в упаковці може бути зменшений приблизно до 40-50% без значного впливу на колір і термін придатності.

*Основна частина.* Також спостерігаються сенсорні відхилення м'яса при високих рівнях кисню в упаковці. Недоліки включають в себе відсутність у м'яса аромату, згірклість, нехарактерний аромат розігрітого м'яса, а також жорсткість і відсутність соковитості [14,17]. При високому рівні кисню швидкість окислення ліпідів вище, проте для стейків з яловичини і яловичого фаршу значно менші зміни окислу можуть бути досягнуті за рахунок зниження рівня кисню приблизно до 50% [16].

Відсутність ніжності м'яса при високому вмісті кисню в упаковці спостерігається, в основному, за рахунок змін молекул міозину [19]. Однак цей дефект можна звести до мінімуму за рахунок зниження рівня кисню до 40% [11].

При зберіганні м'яса в атмосфері з високим вмістом кисню, утворюються продукти окислення холестерину, зокрема, 7 $\beta$ -гідрокси-7 $\alpha$ -гідрокси-7-кето- і  $\beta$ -епоксіхолестирол [8,15]. У яловичині шматочками, упакованими в модифіковане середовище, що містить 32% кисню і зберігається на світлі, вміст продуктів окислення був приблизно в два рази вищий, ніж у м'ясі, упакованому в повітрі [8]. Так, вид м'яса, тривалість зберігання і процес приготування також впливають на рівень продуктів окислення холестерину. Отже, м'ясо, що зберігається у модифікованому середовищі з високим вмістом кисню, дещо сприяє загальному поглинанню продуктів окислення холестерину.

Найчастіше споживачі трактують появу сірувато-коричневого кольору м'яса як індикатор ступеня готовності під час приготування їжі. Одночасно, цього часу і температури достатньо також для досягнення інактивації патогенних мікроорганізмів, таких як сальмонела, кишкова паличка. Різні науковці зазначають, що м'ясо, упаковане з високим вмістом кисню, змінює колір (реакція

меланоїдиноутворення) при більш низьких температурах приготування [10,13]. Це пов'язано з тим, що оксиміоглобін є менш стабільним до температури, ніж міоглобін. Передчасна зміна кольору може бути небезпечною для здоров'я, особливо для споживача гамбургерів і аналогічно приготовленого фаршевого м'яса. Так, гамбургери виглядають готовими з температурою всередині близько 60°C, а це не інактивує патогенні мікроорганізми [13]. Зниження рівня кисню у модифікованому середовищі до 50% також повністю не усуває цю проблему [10].

Опитування споживачів показало, що поняття «свіжість» згадується у якості основного критерію якості м'яса, а потім ціна і походження [7]. "Колір", "термін реалізації" були згадані значно рідше. Однак, це також свідчить про важливу роль кольору м'яса в рішенні про покупку [12]. Тому можна зробити висновок, що основним критерієм для споживачів при купівлі м'яса є «почуття» і «зовнішній вигляд».

Останнім часом споживачі більш регулярно купують органічні продукти харчування з урахуванням регіону (87%), умов утримання тварин (85%). З різних параметрів, які впливають на рішення про покупку, "оптимальна свіжість і якість" займають перше місце. Третина споживачів часто або навіть виключно, купують органічне м'ясо. Вони більше довіряють прямим виробникам органічних продуктів харчування у спеціалізованих магазинах, але найбільше купують органічних продуктів харчування у супермаркетах. Це вказує на те, що, поряд з ціною, "зручність" у торгівлі є основним критерієм навіть для споживача органічних продуктів харчування [24].

Відповідно до 7 статті Регламенту ЄС 1169/2011 забороняється вводити в оману споживача недостатньою або неправдивою інформацією [3]. Таким чином, ключове питання на сьогоднішній день, це є обов'язкове позначення використання модифікованих середовищ [22].

Кисень є дозволеною харчовою добавкою. Він також перерахований у додатку VIII розділу А Регламент (ЄС) № 889/2008, як дозволена добавка для органічних продуктів [2]. Ряд громадських об'єднань споживачів ініціюють заборонити використання кисневої терапії високого тиску для відновлення яскраво-червоного кольору м'яса для органічних продуктів харчування у цілому. З іншого боку, науковці стверджують, що використання модифікованого середовища з високим вмістом кисню впливає тільки на колір поверхні продукту [2].

Наявні дані показують, що зниження рівня кисню в упаковці з модифікованим середовищем до 40-50% на достатньому рівні стабілізує колір м'яса при зниженні сенсорних дефектів, викликаних окислювальними процесами. Інші методи упакування для свіжого м'яса були розглянуті Макміленом [21] і Керрі [23]. Упакування у пакети під вакуумом може зменшити рівень кисню настільки, що

формування метміоглобіну гальмується, і забезпечує сприятливі умови для формування кольору яловичини [18]. Тим не менш, для багатьох відрубів (особливо зі свинини) темно-червоний колір міоглобіну є менш привабливим для покупця, і утворення кислоти під дією молочнокислих бактерій на поверхні м'яса при зберіганні може вплинути на інтенсивність ферменту і привести до зміни кольору. Вміст окису вуглецю стабілізує колір м'яса за відсутності кисню, але псування можуть бути замасковані, і CO<sub>2</sub> навряд чи буде дозволено для органічного м'яса. Окислення жирів у м'ясі, упакованому у модифіковане середовище з високим вмістом кисню, можна уникнути при відсутності впливу УФ-випромінювання [4]. І останнє, але не менш важливе, що немає ніякого сенсу упаковувати "біле м'ясо" (наприклад від птиці) в атмосфері кисню. Це також відноситься і до м'яса птиці зі шкірою.

*Висновки.* Таким чином, зберігання та упакування м'яса за умови високого вмісту кисню у модифікованому середовищі (70-80%) входить у протиріччя з принципом упакування органічного м'яса. З іншого боку, існує чіткий ринковий попит на свіже органічне м'ясо в зручних роздрібних пакетах. Пошук компромісів дозволяє знизити рівень кисню у модифікованому середовищі до 40-50% або навіть менше.

Література:

1. Anonymous (2007) Council Regulation (EC) No 834/2007 of 28 June 2007 on organic production and labelling of organic products and repealing Regulation (EEC) No 2092/91. Official Journal of the European Union, Vol. L 207, p. 1–23.
2. Anonymous (2008b) Commission Regulation (EC) No 889/2008 of 5 September 2008 laying down detailed rules for the implementation of Council Regulation (EC) No 834/2007 on organic production and labelling of organic products with regard to organic production, labelling and control. Official Journal of the European Union, Vol. L 250, p. 1–8
3. Anonymous (2011) Regulation (EU) No 1169/2011 of the European Parliament and of the Council of 25 October 2011 on the provision of food information to consumers. Official Journal of the European Union, Vol. L 304, p. 18–63.
4. Anonymous (2013a) Entwicklung einer MAP-Verpackung für Frischfleisch mit UV-Filterfolie. Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und Packung, Freising, Germany. last accessed on 14.03.2014
5. Anonymous (2013c) Fleisch unter Schutzatmosphäre verpackt - Oft rot statt frisch. VzBV Bundesverband, Berlin, Germany. [last accessed on 14.01.2014].
6. Anonymous (2013d) Ökobarometer. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, Germany. [last accessed 14.03.2014].



7. Becker T. Consumer perception of fresh meat quality in Germany./ Becker T., Benner E., Glitsc K. –British Food Journal, 2000, Vol. 102, p. 246–266.
8. Boselli E. Cholesterol photosensitised oxidation of beef meat under standard and modified atmosphere at retail conditions. / Boselli E., Rodriguez-Estrada M. T., Fedrizzi G., Cabini M. F. – Meat Science, 2009, Vol. 81, p. 224–229.
9. Carpenter C.E. Consumer preferences for beef color and packaging did not affect eating satisfaction. / Carpenter C.E., Cornforth D.P., Whittier D. – Meat Science, 2001, Vol. 57, p. 359–363.
10. Clausen I. Modified atmosphere packaging affects lipid oxidation, myofibrillar fragmentation index and eating quality of beef. / Clausen I., Jakobsen M., Erbjerg P., Madsen N. T. –Packaging Technology and Science, 2009, Vol. 22, p. 85–96.
11. Consumer acceptability and physiochemical characteristics of modified atmosphere packed beef steaks. / Zakrys P. I., O’Sullivan M. G., Allen P., Kerry J. P. – Meat Science, 2009, Vol. 81, p. 720–725.
12. Consumer attitudes towards beef and acceptability of enhanced beef. / Robbins K., Jensen J., Ryan K.J., Homco-Ryan C., McKeith F.K., Brewer M. S. – Meat Science, 2003, Vol. 65, p. 721–729.
13. Consumer preferences, internal color and reduction of shigatoxigenic Escherichia coli in cooked hamburgers. / Rossvoll E., Sorheim O., Heir E., Moretro T., Olsen N. V., Langsrud S. – Meat Science, 2014, Vol. 96 (1), p. 695–703.
14. Dederer, I. Untersuchung der qualitativen Parameter von SB-Frischfleisch. / Dederer, I., Troeger, K., Munch, S. – Fleischwirtschaft, 2014, Vol. 94 (1), p. 88–92.
15. Ferioli F. Evaluation of cholesterol and lipid oxidation in raw and cooked minced beef stored under oxygen-enriched atmosphere. / Ferioli F., Caboni M. F., Dutta P. C. – Meat Science, 2008, Vol. 80, p. 681–685.
16. Jakobsen M. Colour stability and lipid oxidation of fresh beef. Development of a response surface model for predicting the effects of temperature, storage time, and modified atmosphere composition. / Jakobsen M., Bertelsen G. – Meat Science, 2000, Vol. 54, p. 49–57.
17. Lautenschlager R. Deutlicher Optimierungsbedarf bei MAP: Frischfleisch und Fleischerzeugnisse in Schutzatmosphärenpackungen – ein Statusbericht. / Lautenschlager R., Muller W.-D. – Fleischwirtschaft, 2006, Vol. 96 (8), p. 41–45.
18. Li X. Influence of vacuum skin packaging on color stability of beef longissimuslumborum compared with vacuum and high-oxygen modified atmosphere packaging. / Li X., Lindahl G., Zamaratskaia G., Lundstrom K. – Meat Science, 2012. Vol. 92 (4), p. 604–609.
19. Lund M. N. Protein oxidation in muscle foods: a review. / Lund M. N., Heinonen M., Baron C. P., Estevez M. – Molecular Nutrition & Food Research, 2011. Vol. 55, p. 83–95.

20. Mancini R.A. Current research in meat color. / Mancini R.A., Hunt M.C. – Meat Science, 2005. Vol. 71, p. 100–121.
21. McMillin K.W. Where is MAO going? A review and future potential of modified atmosphere packaging for meat. / McMillin K.W. Meat Science, 2008, Vol. 80, p. 43–65.
22. Mollers M. Rechtliche Fragen bei der Behandlung von frischem Fleisch mit Sauerstoff. / Mollers M., Lohneis M., May M. – Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, 2007, Vol. 2, p. 516–517.
23. O'Sullivan M.G. Meat Packaging. / O'Sullivan M. G., Kerry J. P. – In: Handbook of Meat Processing. F. Toldra (ed.). Ames (Ia, USA): Wiley-Blackwell, 2010, p. 247–261
24. Padilla Bravo Assessing determinants of organic food consumption using data from the German National Nutrition Survey II. / Padilla Bravo, C., Cordts A., Schulze, B., Spiller A. – Food Quality and Preference, 2013, Vol. 28, p. 60–70.
25. Schulze B. Trends im Verbraucherverhalten: Ein Forschungsblick zum Fleischkonsum. / Schulze B., Spiller A. – Universitätsverlag. 2008, p. 233–271.
26. Sun X.D. Antimicrobial and Antioxidative Strategies to Reduce Pathogens and Extend the Shelf Life of Fresh Red Meats. / Sun X.D., Holley R.A. – Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 2012, Vol. 11 (4), p. 340–354.

## **УПАКОВКА МЯСА В МОДИФИЦИРОВАННУЮ СРЕДУ**

Болгова Н.В.

**Аннотация** – осуществлён анализ метода упаковки в модифицированную среду (70-80% кислорода) в розничной торговле; предоставлена информация относительно необходимости использования модифицированной среды для упаковки органического мяса.

## **PACKING MEAT MODIFIROVANUYU WEDNESDAY**

Bolhova N

### **Summary**

**The analysis of packing method is carried out in the modified environment (70-80% oxygen) in a retail business; information is given on the necessity of the use of the modified environment for packing of organic meat.**

УДК 636.6.087:612-087

## **ЗБІЛЬШЕННЯ ПРИРОСТІВ ЖИВОЇ МАСИ ТА ЗБАГАЧЕННЯ ЖОВТКА ЯЄЦЬ ПЕРЕПЕЛІВ ВІТАМІНОМ Е**

Гриньова Д.В., к.с.-г.н.

*Сумський національний аграрний університет*

Тел. +380501008363

**Анотація** - вітамін Е є природним антиоксидантом і сприяє підвищенню продуктивності птиці. Збагачення жовтка яєць перепелів вітаміном Е дає можливість покращити якість цих яєць та збільшити доступ даного антиоксиданту до раціону людини, особливо дітей. За допомогою збільшення вмісту вітаміну Е в кормах раціону вдалося позитивно вплинути на живу масу перепелів та збереженість поголів'я.

**Ключові слова** – перепел, вітамін Е, жива маса, продуктивність, жовток яйця.

*Постановка проблеми.* В останні десятиріччя на Україні отримало розвиток розведення перепелів [1-3]. Рядом господарств воно використовується для одержання високоякісних харчових продуктів – м'яса і яєць. Особливий інтерес представляє м'ясна порода фараон.

Так як ступінь використання птицею вітамінів впливає на її здоров'я і продуктивність, то лише оптимальна забезпеченість птиці за періодами росту вітаміном Е дозволяє підтримати високу її продуктивність, відтворювальні якості впродовж її продуктивного періоду [4, 5]. Як нестача, так і надлишок вітаміну Е у раціоні призводять до зменшення продуктивності, збільшення витрат кормів, ослаблення імунітету та інших порушень обміну речовин у організмі птиці [6]. В умовах промислового птахівництва і використання високопродуктивних ліній і кросів птиці контроль їх Е-вітамінної забезпеченості набуває особливої актуальності.

*Аналіз останніх досліджень.* Дослідження останніх десятиліть свідчать про пошуки методів підвищення м'ясної та яєчної продуктивності перепелів [9]. Також актуальним залишається покращення якості м'яса та яєць, які отримують при розведенні перепелів [10].

*Постановка завдання.* Метою нашої роботи було збільшення вмісту вітаміну Е в жовтках яєць перепела та динаміки живої маси за рахунок збагачення раціону вітаміном Е.

*Основна частина.* Роботу проводили на самках перепела впродовж 70 діб. Годували птицю штучно виготовленим комбікормом (дерть кукурудзяна – 21 %, дерть пшенична – 22 %, дерть ячмінна – 10 %, дерть горохова – 20 %, шрот соєвий – 5 %, шрот соняшниковий – 10 %, рибне борошно – 6 %, дріжджі – 2 %, крейда – 2 %, сіль – 1 %, премікс – 1 %), збалансованим за обмінною енергією, протеїну, клітковині, макро- і мікроелемента, вітаміна, за вільного доступу до води і кормів. Для напування використовувалася вода з місцевих артезіанських свердловин. Дослідну птицю у добовому віці було поділено за принципом аналогів на дві групи по 200 голів [7]. Контрольна група птиці отримувала корм, що містив рекомендовану добову норму вітаміну Е (30 мг/кг), а дослідна – отримувала корм з вмістом вітаміну Е 300 мг/кг. Вітамін Е ( $\alpha$ -токоферол ацетат) додавали до корму у вигляді 10 % розчину в олії з 1-ої по 70-ту добу досліду. Облік живої маси перепелів проводили кожний тиждень. Цифрові експериментальні дані обробляли загальноприйнятими методами статистики. Обробка одержаних результатів досліджень проводилася за допомогою персонального комп'ютера. Для визначення вірогідних відмінностей між середніми величинами використовувався t-критерій Стьюдента [8].

*Результати досліджень.* Після завершення досліду проводили облік продуктивності птиці. Найбільша жива маса перепелів була у дослідній групі, де вміст вітаміну Е в кормах перевищував контрольний у 10 разів відповідно до таблиці 1.

Середня маса дослідної птиці, де у складі корму вміст вітаміну Е становив 300 мг/кг корму, була вищою, ніж у контрольній, впродовж усього періоду досліджень. У віці 4-ох тижнів та в період з 49-ої по 56-ту добу прирости живої маси у I дослідній групі були вищими. Середня маса перепелів у II групі у 70-добовому віці була вища на 8,8 % від показників I групи. При цьому, середньодобовий приріст маси перепелів дослідної групи на 9,2 % перевищував даний показник контрольної групи. Різниця середньодобових приростів була помітною починаючи з 35-ої доби і становила 2,6 г. Це свідчить про позитивний вплив збільшеної дози вітаміну Е на живу масу перепелів.

Додавання вітаміну Е у збільшеній у 10 разів дозі порівняно з контролем впродовж 70 діб не викликало у птиці захворювань. Збереження поголів'я дослідної птиці зросло впродовж усього періоду досліджень на 5 %, що також свідчить про позитивний вплив вітаміну Е на збереженість поголів'я.

Тривале вживання перепелами підвищених доз вітаміну Е з кормами відбивається на вмісті його у жовтку яєць, що отримані від даної птиці.

Таблиця 1 - Середня маса та приріст живої маси перепелів при збільшенні вмісту вітаміну Е в кормі, г ( $M \pm m$ ;  $n = 15$ )

Вік, доба	Середня маса перепела		Середній приріст, г		Середньодобовий приріст, г/гол/доба	
	1-а група	2-а група	1-а група	2-а група	1-а група	2-а група
1	8,89 ± 0,14	8,81 ± 0,22*	-	-	-	-
7	15,43 ± 1,21	17,81 ± 1,4*	6,54	9	0,93	1,29
14	23,17 ± 1,85	25,26 ± 2,11*	7,74	7,45	1,1	1,06
21	35,64 ± 0,51	39,45 ± 1,56*	12,47	14,19	1,78	2,03
28	59,68 ± 1,75	61,45 ± 0,97*	24,04	22	3,43	3,14
35	79,46 ± 1,75	99,45 ± 6,98**	19,78	38	2,83	5,43
42	134,54 ± 11,9	171,24 ± 11,5*	55,08	71,79	7,87	10,26
49	175,4 ± 17,3	205,5 ± 19,9*	40,86	34,26	5,84	4,89
56	197,65 ± 18,9	222,24 ± 21,3*	22,25	16,74	3,18	2,39
63	211,35 ± 20,3	241,14 ± 21,4*	13,7	18,9	1,96	2,7
70	237,34 ± 20,53	258,3 ± 23,37*	25,99	17,16	3,71	2,45
Середній приріст за період досліду (з 1-ї по 70-у добу), г					228,45	249,49
Середньодобовий приріст за період досліду (з 1-ї по 70-у добу), г					3,263	3,564

Примітка: Вірогідність різниці з контролем: \* –  $P < 0,05$ ; \*\* –  $P < 0,01$ .

Було встановлено залежність між вмістом вітаміну Е в раціоні, ячнику та жовтку яєць перепелів. При дослідженні жовтка перепелиних яєць на вміст вітаміну Е відмічено, що згодовування його підвищеної дози в 10 разів у кормах раціону відносно контролю впродовж 22-х тижнів сприяє підвищенню вмісту цього вітаміну в жовтку яйця у 2,9 раза ( $P < 0,001$ ).

У зв'язку з тим, що при додаванні до раціону птиці збільшеної дози вітаміну Е зростає жива маса птиці і збереженість поголів'я, доцільним є розрахунок економічної ефективності збільшення вмісту вітаміну Е в комбікормі при вирощуванні перепелів.

При розрахунку економічної ефективності використання підвищеної дози вітаміну Е в кормах раціону перепелів до уваги брали

збереженість поголів'я, тобто додаткову кількість голів, яку отримали на кінець періоду досліду, з урахуванням витрат на вирощування та реалізаційної ціни за одного перепела віком 70 діб та десятка яєць.

Згідно з результатами розрахунків рентабельність виробництва м'яса та яєць при додаванні збільшеної кількості вітаміну Е до раціону вище контролю на 5,2 % та 97,1 % відповідно. Вартість 1 кг комбікорму з підвищеним вмістом вітаміну Е на 0,09 грн. вища, що зумовлено значно більшою ціною 1 кг вітаміну Е (40 грн.) у порівнянні з ціною 1 кг комбікорму (2,3 грн.).

Висновки. Додавка до комбікорму вітаміну Е в кількості 300 мг/кг корму, що в 10 разів більше контролю, забезпечила підвищення середньодобових приростів за період досліду (з 1-ої по 70-ту добу) із 3,263 г до 3,564 г, що становить 9,2 %. Завдяки біологічній активності вітаміну Е зростали адаптаційні можливості організму перепелів, що сприяло підвищенню збереженості поголів'я на 5,0 %. Згодовування десятикратної дози збільшило вміст вітаміну Е в жовтку яєць у 2,9 рази ( $P < 0,001$ ).

Література:

1. *Бессарабов Б.Ф.* Фазановые: содержание и разведение [Текст] / Бессарабов Б.Ф., Рахманов А.И. - М.: Агропромиздат, 1991.
2. *Пигарева М.Д.* Перепеловодство [Текст] / Пигарева М.Д., Афанасьев Г.Д. - М.: Росагропромиздат, 1989. - 101 с.
3. *Panda V.* Developments in processing quail meat and eggs [Text] / Panda V., Slingh R.P. // *Worlds Poultry Sci.J.* – 1990. - № 43. – p. 219-234.
4. *Витамины в питании животных* [Текст] / Вальдман А.Р., Сурай П.Ф., Ионов И.А., Сахацкий Н.И. – Харьков: РИП «Оригинал», - 1993. – 423 с.
5. *Куткіна Л.Б.* Ліпідний і жирокислотний склад та перекисні процеси у тканинах ембріонів і гусенят за різного вмісту ліпідів і вітаміну Е в раціоні гусок [Текст] : автореф. дис... канд. с.-г. наук: 03.00.04 / Куткіна Любов Броніславівна ; Ін-т біології тварин УААН. - Л., 2006. - 15 с.
6. *Ярошенко Ф.О.* Вміст і розподіл вітамінів А та Е в організмі м'ясних курей залежно від їх рівня у раціоні [Текст] : автореф. дис... канд. с.-г. наук: 03.00.13 / Ярошенко Федір Олексійович ; УААН, Ін-т тваринництва. - Х., 2002. - 19 с.
7. *Кононенко В.К.* Практикум з основ наукових досліджень у тваринництві [Текст] / В.К. Кононенко, І.І. Ібатуллін, В.С. Патров. – К., 2000. – 96 с.
8. *Плохинский Н.А.* Руководство по биометрии для зоотехников [Текст] / Плохинский Н.А. – М.: Колос, 1969. – 256 с.
9. *Батулін І.І.* Продуктивність перепелів за різних рівнів годівлі / І.І.Ібатулін, Н.М.Слободняк, В.В.Отченашко та ін. // Вісник

Білоцерків. держ. аграр. ун-ту. – 2002. – Вип. 22. – С. 62 – 69.

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

## **УВЕЛИЧЕНИЕ ПРИРОСТОВ ЖИВОЙ МАССЫ И ОБОГАЩЕНИЕ ЖЕЛТКА ЯИЦ ПЕРЕПЕЛОВ ВИТАМИНОМ Е**

Гринёва Д.В.

*Аннотация* – витамин Е является природным антиоксидантом и способствует повышению продуктивности птицы. Обогащение желтка яиц перепелов витамином Е даёт возможность улучшить качество этих яиц и увеличить доступ данного антиоксиданта в рацион человека, особенно детей. С помощью увеличения содержания витамина Е в кормах рациона удалось положительно повлиять на живую массу перепелов и сохранность поголовья.

## **INCREASING OF LIVING WEIGHT GAIN AND ENRICHMENT OF QUAIL EGG YOLK OF VITAMIN E**

Hrynova D.

### *Summary*

Vitamin E is a natural antioxidant and helps to increase the productivity of poultry. Enrichment of quail egg yolk with vitamin E makes it possible to improve the quality of eggs and increase the access of this antioxidant in the human diet, especially children. With increasing of the content of vitamin E in feed ration managed positively affect the living weight of the quail and the safety stock.

УДК 615.012.014

## ПОРІВНЯЛЬНИЙ РОЗРАХУНОК ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЕКСТРАКТОРА З ЕЛЕКТРОМАГНІТНИМ ІНТЕНСИФІКАТОРОМ ТА ІСНУЮЧОГО ЕКСТРАКТОРА УЕЛ-1

Коляновська Л.М., к.т.н.

*Вінницький національний аграрний університет*

Тел. (0432) 68-01-65

**Анотація** – у статті наведено дані порівняльного розрахунку основних техніко-економічних параметрів розробленого екстрактора з електромагнітним інтенсифікатором та існуючого екстрактора УЕЛ-1 виробництва Російської Федерації.

**Ключові слова** – екстрактор з електромагнітним інтенсифікатором, техніко-економічні параметри, економічний ефект, енерговитрати.

*Постановка проблеми.* Виробництво рослинної олії-велика, складна технологічна система, що складається з комплексу підсистем: ліній, установок, машин та апаратів, що об'єднані загальною ціллю – отриманням олії та шроту з олійних культур. Дане виробництво характеризується високим рівнем ресурсозатрат і значними викидами тепла, газових і водяних стоків у навколишнє середовище. Також технологічні схеми екстракційного вилучення олій є складними і непридатними для невеликих підприємств, оскільки обладнання, що застосовується, металоемне, ресурсозатратне, вимагає високої кваліфікації обслуговуючого персоналу, а традиційні розчинники є вибухо- та пожежонебезпечними. За кількістю викидів теплоти, газових і водяних стоків у навколишнє середовище комбінати з отримання рослинних олій потребують необхідності пошуків нових технологій, які зменшать шкідливість впливу на екологію і модернізують процес вилучення олії. Допоможе в цьому розумне застосування сучасних уявлень, принципів і способів для комплексного вирішення вищезазначених проблем у виробництві рослинних олій.

*Аналіз останніх досліджень.* Для вилучення олії з олійної сировини у світовій практиці виробництва рослинних олій існують два принципово різних методи: механічний віджим олії – пресування; вилучення олії у вигляді розчину в летючих органічних



розчинниках з наступним видаленням останньої з розчину – екстракція.

Серед останніх досліджень вирішення зазначених проблем у сучасній олійно-екстракційній галузі є використання технологій екстрагування із застосуванням ультразвуку, за допомогою електричних зарядів з використанням електроплазмолізу та електродіалізу, за допомогою зріджених газів: карбону діоксиду, пропану, бутану, рідкого амоніаку, хладону та ін. [1-3]. Розроблена технологія – екстрактор з електромагнітним інтенсифікатором, що охарактеризована в праці [4] порівнюється із технологією виробництва Р. Ф. – екстрактором УЕЛ-1 принцип дії якого ґрунтується на забезпеченні проведення досліджень з екстракції різноманітних речовин з використанням зрідженого діоксиду вуглецю.

*Формулювання цілей статті (постановка завдання).* Метою роботи було порівняння розрахунку основних техніко-економічних параметрів розробленого екстрактора з електромагнітним інтенсифікатором з існуючим екстрактором УЕЛ-1, виробництва Р. Ф.

*Основна частина.* Критерієм комплексної оцінки ефективності застосування запропонованого мікрохвильового інтенсифікатора передбачається визначення оцінюваного варіанту на відповідність його рівню та проводиться з метою визначення доцільності його використання у харчовому виробництві.

При визначенні доцільності використання для виробництва мікрохвильового інтенсифікатора для екстрагування досліджуваних ріпакової та соєвої олій в основу розрахунків покладено комплексну енергетичну оцінку ефективності технологій і технічних засобів, виконану за типовими методиками.

За аналог прийнято технологію виробництва за допомогою екстрактора УЕЛ-1 (Росія), що забезпечує проведення досліджень з екстракції різноманітних речовин з використанням зрідженого діоксиду вуглецю в області тисків до 40 МПа і температур до 80°C. Дані порівняльної характеристики наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Порівняльна характеристика розробленого екстрактора з МХІ та екстрактора УЕЛ – 1 (Росія)

Марки пілотних установок	Встановлена потужність, кВт	Споживана потужність, кВт	Питома кількість теплоти, МДж/кг	Час екстрагування 1 парт., хв.
УЕЛ – 1	7,5	3,1	1,2	30 хв.
Екстрактор з МХІ	3	1,2	0,4	15 хв.

Всі розрахунки порівняльного аналізу техніко-економічних показників запропонованої та базової технологій відображено в таблиці 2.

Таблиця 2 – Економічна ефективність проекту екстрактора з мікрохвильовим інтенсифікатором

Показники	Розмірність	Існуюча установка УЕЛ-1	Проектна установка ЕМХІ
Продуктивність	кг/год. кг/зм.	15 97,5	20 130
Основні експлуатаційні витрати	грн.	21646,96	16863,5
Ефект від збільшення продуктивності	грн.	-	8602,5
Ефект від економії енерговитрат	грн.	-	4783,46
Загальний економічний ефект	грн.	-	13385,96
Термін окупності	роки	-	1,25

Час роботи установки на протязі зміни поділяється на цикловий та позацикловий. Цикловий час належить до експлуатаційного часу виробленого обладнання. Позацикловий час – це час підготовки основного циклу обробки, складовою якого є час на підготовку обладнання до експлуатації та робочого місця, який включає і час простоїв через несправності, і час відновлення працездатності обслуговуючого персоналу, і час, що витрачається на налагоджувальні роботи.

Час робочої зміни знаходили наступним чином:

$$T_{зм} = T_{ц} + T_{нц}, \quad (1)$$

де  $T_{зм}$  - час робочої зміни;

$T_{ц}$  - цикловий час;

$T_{нц}$  - позацикловий час.

Позацикловий час знаходили за формулою:

$$T_{нц} = t_{нз} + t_{нр} + t_{ф}, \quad (2)$$

де  $t_{нз}$  - час на реалізацію підготовчо-заклучних операцій;

$t_{нр}$  - час простоїв через несправності або регулювальні роботи;

$t_{\phi}$  - час відновлення працездатності обслуговуючого персоналу або фізіологічний час.

Цикловий час розраховуємо:

$$T_{\phi} = T_{зм} - T_{пц}. \quad (3)$$

Основні експлуатаційні витрати розробленої установки - це витрати на виготовлення машини, енерговитрати під час роботи та витрати на заробітну плату обслуговуючого персоналу.

Витрати на виготовлення розробленого мікрохвильового інтенсифікатора розраховували як:

$$B_{виг} = C_{\phi} \cdot E_{н}, \quad (4)$$

де  $C_{\phi}$  - вартість виготовлення екстрактора з мікрохвильовим інтенсифікатором;

$E_{н}$  - нормативний коефіцієнт капітальних вкладень.

Річні енерговитрати при експлуатації даної машини знаходили:

$$B'_{ен} = N_{пр} \cdot t_{р.зм} \cdot n_{зм} \cdot n_{р}, \quad (5)$$

де  $N_{пр}$  - потужність привода;

$t_{р.зм}$  - робочий час однієї зміни;

$n_{зм}$  - кількість змін;

$n_{р}$  - кількість робочих днів.

Річні витрати на заробітну плату обслуговуючого персоналу розраховували:

$$B_{зн} = B_{зн.м} \cdot n_{м} \cdot n_{пр}, \quad (6)$$

де  $B_{зн.м}$  - місячна заробітна плата;

$n_{м}$  - кількість річних місяців;

$n_{пр}$  - кількість чоловік обслуговуючого персоналу.

Загальні експлуатаційні витрати установки складали:

$$B = B_{виг} + B_{ен} + B_{зн}. \quad (7)$$

Аналогічно розраховували загальні експлуатаційні витрати для існуючої машини УЕЛ-1 виробництва Російської Федерації.

Економічний ефект, що мав місце в результаті зменшення енерговитрат запропонованої установки, розраховували:

$$E = E_1 + E_2, \quad (8)$$

де  $E$  - загальний економічний ефект;

$E_1$  - економічний ефект від збільшення продуктивності запропонованої установки;

$E_2$  - економічний ефект від зменшення енерговитрат при експлуатації даної машини.

Дані складові визначали наступним чином:

$$E_1 = \frac{B_{zn} \cdot (n_p^i - n_p^n)}{n_p^i}, \quad (9)$$

де  $n_p^i$  - кількість днів роботи за рік існуючої установки;

$n_p^n$  - кількість днів роботи проектної машини, яку визначали:

$$n_p^n = \frac{n_{zm}^i \cdot n_p^i}{n_{zm}^n \cdot \kappa_v}, \quad (10)$$

де  $n_{zm}^i, n_{zm}^n$  - відповідно продуктивність за зміну проектної та існуючої установок;

$\kappa_v$  - коефіцієнт коректування часу обробки на одну партію готової продукції для порівняльного аналізу.

Економічний ефект від зменшення енерговитрат знаходили:

$$E_2 = B^i - B^n. \quad (11)$$

Економічну ефективність однієї експериментально-промислової моделі знаходили:

$$E_{уст} = \frac{E}{B}. \quad (12)$$

Термін окупності при впровадженні одного екстрактора з мікрохвильовим інтенсифікатором розраховували:

$$T_{ок}^e = \frac{B}{E}. \quad (13)$$

У результаті використання зазначеної методики отримали:

час робочої зміни знаходили за формулою (1) :

$$T_{zm} = 6год \ 30 хв. + 1год \ 30 хв. = 8 год.$$

Позацикловий час знаходили за формулою (2), приймали  $t_{nz} = 10$  хв.,  $t_{np} = 20$  хв.,  $t_{\phi} = 60$  хв.:

$$T_{nc} = 10 + 20 + 60 = 90 хв.$$

Цикловий час розраховуємо за формулою (3):

$$T_{ц} = 8 - 1,5 = 6,5 год.$$

Основні експлуатаційні витрати розробленої установки - це витрати на виготовлення машини, енерговитрати під час роботи та витрати на заробітну плату обслуговуючого персоналу.

Витрати на виготовлення розробленого мікрохвильового інтенсифікатора розраховували за формулою (4) із урахуванням вартості виготовлення екстрактора з мікрохвильовим інтенсифікатором, яка дорівнювала 10000 грн., та нормативного коефіцієнта капітальних вкладень,  $E_n = 0,15$ .

$$B_{виг} = 10000 \cdot 0,15 = 1500 \text{ грн.}$$

Річні енерговитрати експлуатації даної машини розраховували за формулою (5) із урахуванням: потужності привода,  $N_{np}=1,2$  кВт; робочого часу однієї зміни,  $t_{p.зм}=6,5$  год; кількості змін,  $n_{зм}=1$ ; кількості робочих днів,  $n_p=258$  днів.

$$B'_{ен} = 1,2 \cdot 6,5 \cdot 1 \cdot 258 = 2012 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

За тарифом на електроенергію для підприємств із роботою подібного обладнання з 1 червня 2013 року вартість однієї кВт·год. становить 79,52 коп. Звідси річні витрати:

$$B_{ен} = 2012 \cdot 0,795 = 1599,5 \text{ грн.}$$

Річні витрати на заробітну плату обслуговуючого персоналу розраховували (6):

$$B_{зн} = 1147 \cdot 12 \cdot 1 = 13764 \text{ грн.}$$

Загальні експлуатаційні витрати установки розраховували (7):

$$B = 1500 + 1599,5 + 13764 = 16863,5 \text{ грн.}$$

Аналогічно розраховували загальні експлуатаційні витрати для існуючої машини УЕЛ-1 виробництва Російської Федерації.

Споживана потужність цієї установки становить 3,1 кВт, загальна вартість 25000 грн.

Витрати на виготовлення існуючої установки розраховували за формулою (4):

$$B^i_{виг} = 25000 \cdot 0,15 = 3750 \text{ грн.}$$

Річні енерговитрати на експлуатацію існуючої установки з урахуванням вартості електроенергії розраховували за формулою (5):

$$B^i_{ен} = 3,1 \cdot 6,5 \cdot 1 \cdot 258 \cdot 0,795 = 4132,96 \text{ грн.}$$

Річні витрати на заробітну плату обслуговуючого персоналу, при  $n_{np}=1$ , розраховували за формулою (6):

$$B^i_{зн} = 1147 \cdot 12 \cdot 1 = 13764 \text{ грн.}$$

Загальні експлуатаційні витрати для існуючої установки розраховували згідно формули (7):

$$B^i = 3750 + 4132,96 + 13764 = 21646,96 \text{ грн.}$$

Аналіз техніко-економічних показників роботи установки з мікрохвильовим інтенсифікатором (МХІ) та існуючої установки УЕЛ-1 показав, що в результаті зменшення енерговитрат запропонованої установки має місце економічний ефект, який розраховували як суму економічного ефекту від збільшення продуктивності запропонованої

установки та економічного ефекту від зменшення енерговитрат при експлуатації даної машини.

Дані складові загального економічного ефекту визначали за формулою (9), попередньо розрахувавши кількість днів роботи проектної машини (10) та коефіцієнт коректування часу обробки на одну партію готової продукції масою 5 кг для порівняльного аналізу:

Для існуючої установки  $V_{\kappa}^i = 30$ , для проектної  $V_{\kappa}^i = 15$ .

$$K_v = \frac{V_{\kappa}^i}{V_{\kappa}^n} = \frac{30}{15} = 2.$$

Кількість днів роботи для проектної машини становить:

$$n_p^n = \frac{97,5 \cdot 258}{130 \cdot 2} = 96,75.$$

За формулою (9) розраховували економічний ефект від збільшення продуктивності запропонованої установки:

$$E_1 = \frac{13764 \cdot (258 - 96,75)}{258} = 8602,5 \text{ грн.}$$

Економічний ефект від зменшення енерговитрат знаходили:

$$E_2 = B^i - B^n = 21646,96 - 16863,5 = 4783,46 \text{ грн.}$$

Таким чином, загальний економічний ефект від проектованої установки у порівнянні з існуючою установкою дорівнює:

$$E = 8602,5 + 4783,46 = 13385,96 \text{ грн.}$$

Економічна ефективність однієї експериментально-промислової моделі складала:

$$\frac{E}{B} = \frac{13385,96}{16863,5} = 0,79 \text{ грн., тобто на 1 затрачену гривню припадає}$$

1 грн. прибутку.

Термін окупності при впровадженні одного екстрактора з мікрохвильовим інтенсифікатором становив:

$$T_{ок}^e = \frac{16863,5}{13385,96} = 1,25 \text{ року.}$$

**Висновок.** Порівняльна характеристика проекту екстрактора з мікрохвильовим інтенсифікатором з екстрактором, що працює з використанням зрідженого діоксиду вуглецю в області тисків до 40 МПа показала, що питомі витрати енергії на 1 кг олії у розробленому екстракторі майже в 3 рази менші ніж у промисловому екстракторі УЕЛ-1.

Техніко-економічні розрахунки показали, що ефект від збільшення продуктивності запропонованого проекту становить 8602,5 грн. Ефект від економії енерговитрат – 4783,46 грн., річний економічний ефект становить 13385,9 грн., термін окупності 1,25 року.

## Література:

1. Аксельруд Г.А., Лысянский В.М. Экстрагирование. Система твердое тело-жидкость. – Л.: Химия. – 1974. – 256 с.
2. Бурдо О.Г., Ряшко Г.М. Экстрагирование в системе «кофе-вода». – Одесса. – 2007. – 176 с.
3. Сидоров Ю.І. Екстракція рослинної сировини. Навч. посібник / Ю.І. Сидоров, І.І. Губицька, Р.Т. Конечна, В.П. Новіков. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2008. – 336 с.
4. Коляновська Л.М. Інтенсифікування процесів екстрагування при виробництві олії із сої та ріпаку: дис.. ... канд. техн. наук : 05.18.12 / Коляновська Л.М. – Вінниця, 2014. – 259 с.

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ РАСЧЕТ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ  
ПАРАМЕТРОВ ЭКСТРАКТОРА С ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ  
ИНТЕНСИФИКАТОРОМ И СУЩЕСТВУЮЩЕГО  
ИНСТРАКТОРА УЭЛ-1**

Коляновская Л.М

*Аннотация* – в статье приведены данные сравнительного расчета основных технико-экономических параметров разработанного экстрактора с электромагнитным интенсификатором и существующего экстрактора УЭЛ-1 производства РФ.

**COMPARATIVE CALCULATION OF TECHNICAL AND  
ECONOMIC PARAMETERS EXTRACTOR DESIGNED TO  
ELECTROMAGNETIC INTENSIFIERS AND TECHNOLOGY  
UEL-1**

Kolyanovska L.

*Summary*

The article presents comparative data calculating basic technical and economic parameters developed extractor with electromagnetic intensifiers and existing extractor, production Russian federation "UEL-1".

УДК.664.653.122.; 664.653.124.

## ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕСТОМЕСИЛЬНЫХ МАШИН

Янаков В.П., к.т.н.,

Ивженко А.В., к.т.н.

*Таврический государственный агротехнологический университет*

Тел/факс (0619) 421-306.

Антропова Л.Н., к.т.н.

*Донецкий национальный университет экономики и торговли имени  
Михаила Туган-Барановского.*

Тел/факс (0619) 421-306

**Аннотация** — статья посвящена анализу формирования одного из направлений проектирования тестомесильных машин. Конструктивная эволюция развития данного вида техники направлена на снижение энергозатрат в процессе замеса теста и повышения его качества, как конечного продукта реализуемой технологической операции.

**Ключевые слова** — процесс, тестомесильная машина, качество, производство, параметр, свойства.

*Постановка проблемы.* Целью данной статьи является анализ направлений проектирования тестомесильных машин. Условия реализации энергетического воздействия на разнообразное сырьё хлебопекарного, макаронного и кондитерского производств затрагивают широкий спектр энергозатрат в процессе реализации технологической операции. В последующем это даёт возможность программировать качественные показатели выпускаемой продукции в процессе осуществления представленной технологической операции [1].

Целью воздействия тестомесильной машины на перемешиваемое сырьё хлебопекарного, макаронного и кондитерского производств является получение заданного уровня однородности конечного продукта технологического процесса. Приобретение тестом определённых свойств зависит от энергозатрат и технологических свойств сырья. Определение условий и границ энергетического воздействия тестомесильной машины приводит к определению её функциональных возможностей при производстве хлебопекарных, макаронных и кондитерских изделий. С другой стороны, определение



технических возможностей и недостатков тестомесильных машин даёт возможность устанавливать конструктивные особенности данного типа пищевого оборудования [2].

*Анализ последних исследований.* Целью повышения эффективности работы тестомесильных машин является использование разнообразного спектра технических, технологических и конструктивных решений, особенностью которых является широкое варьирование процессов взаимодействия исходных компонентов (сырья) технологического процесса приготовления продукции.

Михоник Л.А. проводила исследования повышения качественных свойств хлебобулочных изделий путём применения пшеничной муки высокого выхода. Проанализированы технологические характеристики пшеничной муки высокого выхода. Получены данные о перспективе применения данного типа сырья в производстве хлеба с оздоровительными свойствами. В исследовании применялись следующие виды сырья: пшеничная обойная, второго сорта, тмин, подкислитель "Эффективный". Все виды сырья соответствовали требованиям действующей нормативной документации. Подобраны методики для определения химического состава и показателей качества сырья, полуфабрикатов, готовой продукции. Однако в работе не раскрыты вопросы хлебопекарных свойств муки 1 сорта в сравнении с хлебопекарными свойствами муки обойной и второго сорта [3].

Полякова А.В. проводила исследования по обоснованию целесообразности применения растительных добавок антиоксидантного действия для повышения качества изделий из листового теста. Получены данные о характеристике объектов и методов исследования сырья и готовых изделий, а также общий план проведения теоретических и экспериментальных работ. Изготовление пробных образцов листового теста проводили с применением машины для раскатки МРТ-60М. Отбор проб для исследования, определение кислотности, содержание влажности, золы, сухих веществ осуществляли по общепринятым методикам, согласно действующим ДСТУ. Проведенный анализ показал приоритетные направления в этом аспекте, которые направлены на улучшение качества и стабильности жирового компонента для продолжения срока хранения продукции, улучшения технологических свойств муки, а также снижения энергоёмкости и повышения пищевой ценности листовых изделий. Однако в работе не высветлены вопросы по определению количества карбонатных соединений в жировом компоненте изделий [4].

Столярчук П.Н. проводила исследования по применению арбузной голонасенной муки при производстве мучных кондитерских

изделий. В ходе исследований применяли арбузную голонасенную муку, полученную способом экструзии согласно с ТУ У 15.6-01597997-001:2007 "Мука арбузная голонасенная" и дополнительные материалы и сырьё соответствовали требованиям действующих нормативно-технических документов. Данные позволили научно обосновать рациональное применение ГГБ в технологии приготовления изделий из песочного теста. Изучены его органолептические свойства и физико-химические показатели качества. Исследования коэффициента набухания показали, что арбузная мука может набухать и удерживать в два раза больше влаги от её массы при температуре 20<sup>0</sup>С. Однако в работе не высветлены вопросы коэффициента набухания ГГБ в зависимости от времени гидратации [5].

Винникова В.А. проводила исследования анализа современного рынка железосодержащих добавок в продуктах питания противоанемичной направленности. Отмечено, что в наше время больше половины населения страдают от железодефицитной анемии. Большинство форм связано с нарушением обмена микроэлементов, дефицитом витаминов. Разработана схема проведения теоретических и экспериментальных исследований. Однако в работе не высветлены вопросы: как во время производства предлагаемых инноваций формируются товароведческие и технологические свойства, в частности, цвет и биологическая ценность, а также как возможно обеспечить рациональное соотношение форм гемоглобина с трёх- и двухвалентным железом [6].

Определены направления современных исследований процесса реализации технологической операции замеса теста. Применение выделенных методик повышения эффективности процессного воздействия даёт возможность добиться интенсификации энергетического воздействия при одновременном повышении качества выпускаемой продукции.

*Основная часть.* Оценка уровня энергетического воздействия тестомесильных машин на потенциал различной качественной реализации технологий производства хлебопекарной, кондитерской и макаронной продукции. Нахождение критериев результативности процессов перемешивания обуславливается возможностью изменения параметров процессов образования теста. На этом этапе формулирования проблематики данной технологической операции возникает вопрос соответствия критериев развития тестомесильных машин и задач производства хлебопекарной, кондитерской и макаронной продукции. Исследования базовых законов, принципов, методов и критериев, на основе которых происходит развитие конструктивной эволюции данного типа пищевого оборудования —

тестомесильных машин. Анализ фундаментальных исследований формирования критериев тестомесильных машин показал, что последние получены в результате:

- оптимизации технологического процесса;
- масштабности перехода и моделирования процессов (теория подобия);
- рационального построения аппаратов;
- непрерывности процесса;
- направленности взаимодействующих потоков;
- обновления поверхности контакта фаз.

Классификация операций замеса теста: Можно классифицировать основные процессы технологической операции замеса теста следующим образом:

- механические процессы;
- гидромеханические процессы;
- тепловые процессы;
- массообменные процессы.

Приведенный перечень критериев развития тестомесильных машин и классификации основных процессов технологической операции замеса теста на сегодняшний день являются основой проектирования и совершенствования тестомесильных машин. Но следует отметить, что дальнейшее развитие данного типа техники на современном этапе уже не отвечает требованиям, выдвигаемым производством хлебопекарной, кондитерской и макаронной продукции.

В результате анализа методики развития тестомесильных машин были выявлены следующие критерии:

1. Критерий  $K_{Т.И.}$  трудоёмкости технологической операции замеса теста, является классическим критерием. На его основе строится развитие тестомесильных машин, определяется соответствие требований к суммарной трудоёмкости (затрат времени и средств)  $T_C$  к его главному показателю эффективности  $Q$ , то есть представляет собой удельную трудоёмкость изготовления на единицу получаемой продукции:

$$K_{Т.И.} = T_C / Q. \quad (1)$$

2. Критерий  $K_M$  расхода материалов технологической операции замеса теста, является классическим критерием. Всесторонняя экономия материалов, сырья, при осуществлении энергетического воздействия тестомесильной машины является приоритетом реализации данной технологической операции. Экономия энергии внутри самой тестомесильной машины даёт возможность снизить энергозатраты при работе данного механизма, является одним из самых древних критериев. Его актуальность на протяжении всей

истории техники всегда была и остаётся весьма высокой и неизмеримой:

$$K_{M.} = G / Q. \quad (2)$$

где, **G** — масса тестомесильной машины.

Т.е. представляет собой удельную массу материалов на единицу получаемой продукции.

3. Критерий **К<sub>и.о.</sub>** информационного обеспечения технологической операции замеса теста. В последнее время в связи с широким использованием вычислительной техники, лицензирования производств возросли затраты на подготовку и обеспечение технологической операции замеса теста. Затраты **К<sub>и.о.</sub>** информационного обеспечения технологической операции замеса теста стали сопоставимы с затратами на **К<sub>м</sub>** расхода материалов и **К<sub>т.и.</sub>** трудоёмкости технологической операции замеса теста:

$$K_{и.о.} = S / Q. \quad (3)$$

где, **S** — затраты на подготовку и обработку информации, включающие стоимость и эксплуатацию вычислительной техники, разработку, аренду программного и информационного обеспечения и т.д.

Возможность оценить уровень конструктивной эволюции данного типа пищевого оборудования указывает на возможность улучшения технических решений на основе комплексного критериального анализа **К**. Он выступает как зависящий от времени однотонно возрастающей функции, желаемого предела, близкого или равного единице. Определено, что на уровне экспериментальной реализации комплексного критерия **К** выполнения задач **n** развития тестомесильных машин, целесообразно произвести объединение данного подхода:

$$K = \sum_{n=1}^{\infty} n. \quad (4)$$

Дальнейшее исследование конструктивной эволюции тестомесильных машин связано с изучением и анализом истории их формирования, имеющих одинаковые или схожие функции. Анализ данного типа пищевого оборудования полагает, что варьировать энергетической и тепловой нагрузок при реализации технологической операции замеса теста, которое в последующем реализуется в качественное преобразование теста. В целом контроль энергетического баланса тестомесильных машин выглядит как комплексный критерий **К**.

$$K = f(K_{и.о.}; K_{M.}; E_{Т.и.}). \quad (5)$$

При этом из всего объёма энергетических преобразований выделены критерии, существенно влияющие на ход технологической операции замеса теста. Коэффициент суммарного энергетического баланса работы тестомесильной машины определяют коэффициенты весомости критериев

$$K = K_1 K_{И.О.} + K_2 K_M + K_3 K_{Т.И.} \quad (6)$$

где,  $K_1$  – коэффициент весомости критерия  $K_{И.О.}$

информационного обеспечения технологической операции замеса теста;

$K_2$  – коэффициент весомости критерия  $K_M$  расхода материалов технологической операции замеса теста;

$K_3$  – коэффициент весомости критерия  $K_{Т.И.}$  трудоёмкости технологической операции замеса теста.

В целом уравнение комплексного критерия  $K$  конструктивной эволюции тестомесильных машин имеет вид

$$K = K_1 \frac{T_c}{Q} + K_2 \frac{G}{Q} + K_3 \frac{S}{Q} \quad (7)$$

Подвергнув анализу вывод комплексного критерия  $K$  конструктивной эволюции тестомесильных машин (уравнения 1-7), можно установить зависимость и распределение подходов при реализации проектирования данного типа техники. Проведя математическую обработку и графический анализ комплексного критерия  $K$  тестомесильных машин по выполнению задач при реализации технологической операции замеса теста, возможно наглядно определить область оптимальных значений для реализации достаточного энергетического воздействия тестомесильной машины.

Обретенные данные расчёта изменения параметров комплексного критерия  $K$  в соответствии выполнению задач технологической операции тестомесильных машин:

- критерий  $K_{Т.И.}$  трудоёмкости технологической операции замеса теста;
- критерий  $K_M$  расхода материалов технологической операции замеса теста;
- критерий  $K_{И.О.}$  информационного обеспечения технологической операции замеса теста.

Тщательный анализ полученных данных показывает, что применение математического моделирования в предоставленном направлении научной мысли даёт возможность проводить корректировку энергетического воздействия тестомесильных машин. Технологическая операция замеса теста рассматривается как закономерность энергетического воздействия тестомесильных машин.

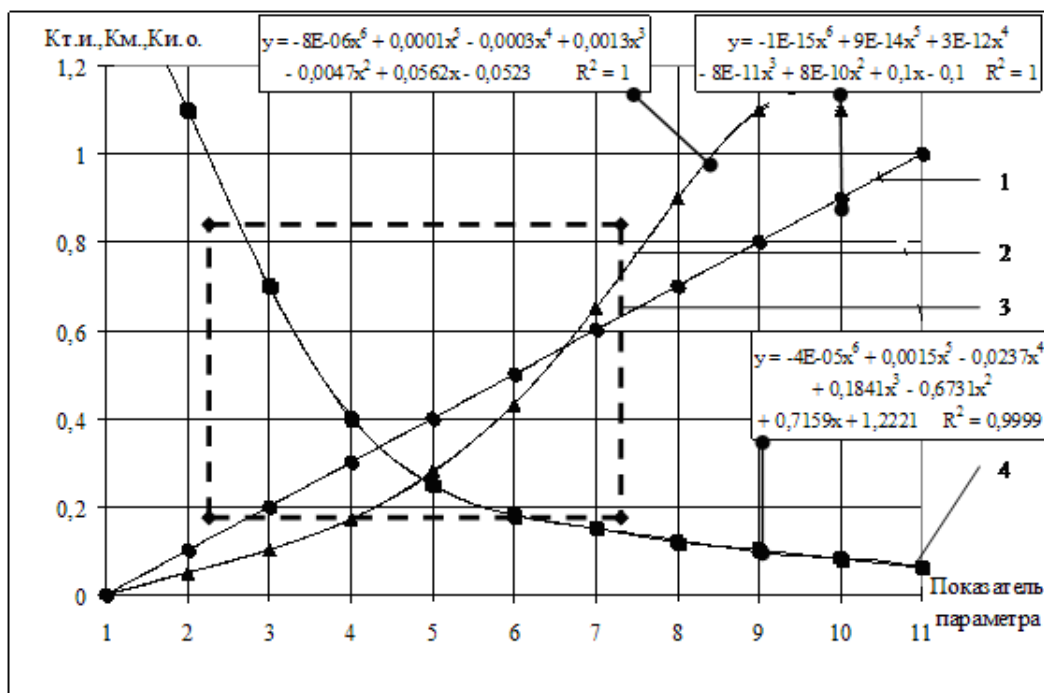


Рисунок.1. Изменение комплексного критерия  $K$  в соответствии выполнения задач тестомесильной машиной.

1 – Критерий  $K_{т.и.}$  трудоёмкости; 2 – критерий  $K_M$  расхода материалов; 3 – область оптимальных значений для реализации достаточного энергетического воздействия тестомесильной машины; 4 – критерий  $K_{и.о.}$  информационного обеспечения

Данные математического моделирования были обработаны при помощи компьютерной программы MS Excel-2003 и представлены графически на рисунке 1. Метод графической оценки комплексного критерия  $K$  соответствия тестомесильных машин выполнению задач технологической операции даёт возможность судить о характере изменения расчётных составляющих данного комплексного критерия  $K$  на всём интервале реализации достаточного значения энергетического значения тестомесильных машин. Таким образом, структурные элементы комплексного критерия  $K$  являются монотонно-возрастающей функцией критерия  $K_{т.и.}$  и критерия  $K_M$ , а также монотонно-убывающей функцией критерия  $K_{и.о.}$  Интервал варьирования параметров вышеуказанных параметров лежит в интервале 2-8 точек промежутка технологической операции замеса теста.

Методы интенсификации процессов перемешивания основаны на расчёте параметров комплексного критерия  $K$  тестомесильных машин. Предоставленные закономерности проектирования и дальнейшего энергетического воздействия на перемешиваемое сырьё хлебопекарной, кондитерской и макаронной продукции, теоретических и экспериментальных исследований даёт возможность

определять пути дальнейшего совершенствования тестомесильных машин.

*Выводы.* Получены данные по систематизации изменения параметров комплексного критерия К и прогнозированию развития тестомесильных машин, применению данного научного подхода, что даёт возможность контролировать, разделять и прогнозировать развитие тестомесильных машин.

Литература.

1. Янаков В.П. Определение эффективности экономической оценки инноваций в тестомесильных машинах / В.П. Янаков. Состояние и условия стабильного развития аграрного сектора в условиях трансформационных процессов в мировой экономике / монография. Под ред. Ю.О. Нестречука ч.2. – Умань: “Візаві”. – 2013. – 283с.

2. Янаков В.П. Определение взаимосвязи технических параметров в период замеса теста / В.П. Янаков. "Совершенствование процессов и оборудования пищевых и химических производств" XV междунар. научн.-практ. конф., (г. Одеса 8–12 сентября 2014 г.) / Мин-во образ. и науки Украины, Одесс. Нац. акад. пищ. технол. – 2014. Наукові праці. № 45. т.3. – С.42–48.

3. Михоник Л.А. Усовершенствование технологии хлеба из пшеничной муки высокого выхода: автореф. дис. на соискание науч. степ. канд. техн. наук: 05.18.01. – "Хранение и технология переработки зерна, изготовления зерновых и хлебопекарных изделий и комбикормов" / Л.В. Михоник – НУХТ., – 2008. – 20с.

4. Полякова А.В. Применение растительных добавок антиоксидантного действия в технологии изделий из листового теста: автореф. дис. на соискание науч. степ. канд. техн. наук: 05.18.16. – "Технология продуктов питания" / А.В. Полякова – ДНУТ им Т.Барановского, - 2008. – 20с.

5. Столярчук В.Н. Технология изделий из песочного теста с применением арбузной голосеменной муки: автореф. дис. на соискание науч. степ. канд. техн. наук: 05.18.16. – "Технология продуктов питания" / В.Н. Столярчук – ХГУПТ, – 2008. – 20с.

6. Винникова В.А. Формулирование качества диетической добавки "Гемовитал" и пшеничных изделий с её применением: автореф. дис. на соискание науч. степ. канд. техн. наук: 05.18.15. – "Товароведение" / В.А. Винникова – ХГУПТ, – 2008. – 20с.

## **ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТІСТОМІСИЛЬНИХ МАШИН**

В.Янаков , А.Ивженко, Л. Антропова

*Анотація* — стаття присвячена аналізу формування одного із напрямків проектування тістомісильних машин. Конструктивна еволюція розвитку даного виду техніки спрямована на зниження енерговитрат у процесі замісу тіста і підвищення його якості, як кінцевого продукту реалізованої технологічної операції.

## **WAYS AND MEANS OF IMPROVING EFFICIENCY OF DOUGH MIXING EQUIPMENT**

Yanakov V.,Ivzhenko A.,Antropova L.

### *Summary*

The article analyzes ways and means of improving efficiency of dough mixing equipment. Selecting a design, after running analysis for pros and cons, allows narrowing down to an opportunity which offers a design of dough mixing equipment. The design offers lowering energy waste during the dough mixing and allows improving quality of the mixing as well as dough mixing outcome.



УДК 664.002.5(075)

## **ВПЛИВ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН (ПАР) НА ГІДРОМЕХАНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕПЛОНОСІЯ НА МЕЖІ «СТІНКА ТРУБОПРОВОДУ-ВОДА»**

Максисько О.Р., к.т.н.

*Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького*

Тел.(032) 239-26-35

**Анотація** – у статті показано зміну гідромеханічних характеристик теплоносія, що рухається у трубопроводі, а саме, в приграничному ламінарному (Л) шарі під дією поверхнево-активних речовин (ПАР). Показано, що зменшення коефіцієнта поверхневого натягу мінімізує товщину Л шару в системі стінка трубопроводу-вода, а, значить, збільшує середню швидкість потоку в ньому. Знайдено числовий діапазон поверхневого числа для води за додавання ПАР.

**Ключові слова** – коефіцієнт поверхневого натягу, приграничний ламінарний шар, середня товщина приграничного Л шару, поверхнево-активні речовини, поверхневе число.

*Постановка проблеми.* Для проходження процесів теплообміну в системі стінка трубопроводу-теплоносій визначальними є гідромеханічні характеристики потоку рідкофазного теплоносія. Теплообмінні процеси протікають у теплообмінній рекуперативній апаратурі, тобто на межі контакту двох фаз -тверде тіло-рідина (стінка теплообмінника-теплоносій). На межі розділу цих двох фаз виникає потужне поле сил поверхневого натягу [1], яке змінює потік рідини з утворенням приграничного Л шару. Середня товщина цього Л шару є визначальною при проходженні кількості теплоти в теплообмінній апаратурі, оскільки в ньому концентрується до 98% теплового опору системи, однак при розрахунку теплообмінної апаратури термічні опори Л приграничних шарів рідинних теплоносіїв не враховуються. Якщо розглянути це питання у масштабах країни, де працюють десятки тисяч теплообмінників, то питання зменшення теплових опорів системи теплопередачі виявляється на сьогоднішній день своєчасним і актуальним.

*Аналіз останніх досліджень.* Концепція розгляду всіх гідромеханічних процесів із врахуванням сил поверхневого натягу на

межі контакту тверде тіло-рідина (ТТ- Р) запропонована в роботі [2]. У [3] введене поверхнєве число, що є відношенням сил поверхнєвого натягу до сил інерції у межах Л шару. Значення цього числа на декілька порядків перевищують значення чисел Рейнольдса та Фруда, що говорить про домінуючий вплив сил поверхнєвого натягу в Л шарі:

$$P_0 = \frac{1}{N} \frac{2\pi\sigma \cos\theta}{\mu v_x}, \quad (1)$$

де  $N$  – видозмінений критерій Рейнольдса,

$$N = \frac{v_x \delta \rho}{\mu} = 10,47 - 11,5 \text{ [4, с. 94]},$$

$\mu$  – коефіцієнт динамічної в'язкості рідини, Па·с;

$\delta$  – товщина приграничного Л шару, м;

$\rho$  – густина рідини, кг/м<sup>3</sup>;

$\sigma$  – коефіцієнт поверхнєвого натягу на межі (ТТ- Р), Н/м;

$\cos\theta$  – гідрофільність поверхні змочування;

$v_x$  – швидкість пристінних шарів рідини, м/с.

*Формулювання цілей статті (постановка завдання.)* У технологічних процесах при охолодженні в ролі холодоагенту використовується «льодяна» вода. Мета роботи - знайти числовий діапазон поверхнєвого числа для «льодяної» води за додавання оптимальних концентрацій різного виду ПАР.

*Основна частина.* З рівності (1) видно, що числові значення поверхнєвого критерію суттєво залежать від коефіцієнта поверхнєвого натягу. Відомо, що коефіцієнт поверхнєвого натягу теплоносіїв можна зменшувати, уводячи оптимальні концентрації ПАР.

Для визначення діапазону числових значень поверхнєвого критерію проведена серія експериментів по забезпеченню зміни коефіцієнта поверхнєвого натягу  $\sigma$ , косинуса кута змочування  $\cos\theta$  та динамічного коефіцієнта в'язкості  $\mu$  водних розчинів під дією ПАР різних груп. З аніонних ПАР використовувались натрій лаурилсульфат, та натрій алкансульфонат, з неіонних ПАР досліджували октилфенілполієпоксилат та моноалкільний ефіру поліетиленгліколю на основі первинних жирних спиртів, з катіонних – бензетоній хлорид та дінорам. Експериментально знайдені концентрації, за яких коефіцієнт поверхнєвого натягу є мінімальним.

На підприємствах харчової, фармацевтичної та переробної промисловостей середня швидкість руху рідин у трубопроводах становить  $v \approx 1 \text{ м/с}$ , діаметр трубопроводу  $d = 21 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ , довжина трубопроводу  $l = 3 \text{ м}$ .

Середню товщину приграничного Л шару обчислювали за формулою [5]:

$$\delta = \frac{d^2}{\text{Re}\mu} \sqrt{\frac{2\sigma \cos\theta \rho}{\lambda l}} \quad (2).$$

де  $\sigma$  – коефіцієнт поверхневого натягу на межі (ТТ- Р), Н/м;

$\cos\theta$  – гідрофільність поверхні стінки;

$\rho$  – густина рідини, кг/м<sup>3</sup> ;

$d$  – діаметр живого перерізу потоку, м;

$\lambda$  – коефіцієнт Дарсі;  $\lambda = \frac{0,316}{\text{Re}^{0,25}}$  ;

$l$  – довжина трубопроводу, м;

$\mu$  – коефіцієнт динамічної в'язкості рідини, Па с;

$K_T$  – коефіцієнт турбулізації Л шару,  $K_T = \frac{\text{Re}_{\text{роб}}}{\text{Re}_{\text{кр}}}$  ;  $\text{Re}_{\text{кр}} \approx 2320$ .

Швидкість у пристінних шарах знаходили з видозміненого числа Рейнольдса  $v_x = \frac{N\mu}{\delta\rho}$ , приймаючи значення  $N=10,5$ . Результати розрахунків представлені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Зменшення середньої товщини Л шару під дією ПАР

Назва ПАР	Параметри		
	Раціональна концентрація, мас. %	Середня товщина Л шару, м	Швидкість у пристінних шарах, м
Вода	-	$116 \cdot 10^{-6}$	0,116
<i>Аніонні ПАР</i>			
натрій лаурилсульфат	0,15...0,2	$87 \cdot 10^{-6}$	0,153
натрій алкансульфонат	0,1...0,15	$83 \cdot 10^{-6}$	0,160
<i>Неіонні ПАР</i>			
октилфенілполієпоксилат	0,05...0,15	$79 \cdot 10^{-6}$	0,167
моноалкільний ефір поліетиленгліколю на основі жирних спиртів	0,05...0,1	$93 \cdot 10^{-6}$	0,147
<i>Катіонні ПАР</i>			
бензетоній хлорид	0,4...0,5	$85 \cdot 10^{-6}$	0,155
дінорам	0,08...0,15	$94 \cdot 10^{-6}$	0,142

Аналізуючи дані таблиці, видно, що середня товщина Л шару суттєво залежить від коефіцієнта поверхневого натягу рідини і під дією ПАР зменшується. При зменшенні середніх товщин приграничного Л шару швидкість в ньому зростає, а це інтенсифікує проходження кількості теплоти через нього. При цьому енергія зв'язку між стінкою трубопроводу і приповерхневим шаром води зменшується, мінімізується «прилипання» рідини до стінок.

На рис. 1 показано залежність поверхневого числа від концентрацій досліджуваних ПАР у воді.

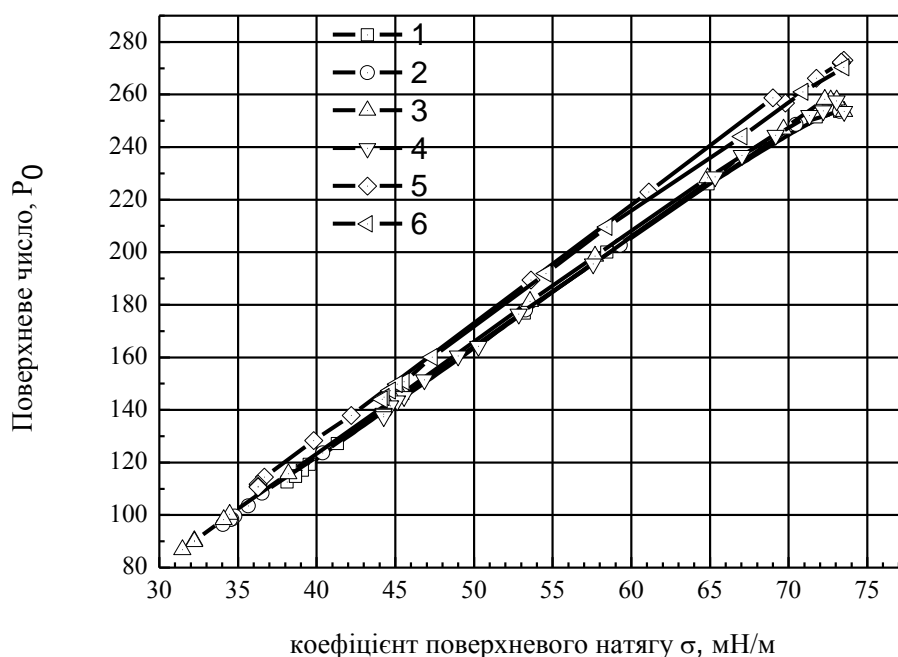


Рис. 1. Залежність поверхневого числа від концентрацій ПАР: 1– натрій лаурилсульфат; 2 – натрій алкансульфонат; 3 – октилфенілполіепоксилат; 4 – моноалкільний ефір поліетиленгліколю; 5 – бензетоній хлорид; 6 – дінорам.

З графіка видно, що при зменшенні коефіцієнта поверхневого натягу теплоносіїв зменшується числове значення поверхневого критерію. Для води при нормальних умовах числове значення поверхневого критерію становить 333,4. Діапазон поверхневого числа для досліджуваних ПАР становить для аніонних ПАР 96 – 113, для неіонних ПАР 87 – 139, для катіоноактивних 109 – 140.

Оскільки всі значення поверхневого числа  $P_0$  лежать на прямій і накладаються, то з такої залежності, вимірявши коефіцієнт поверхневого натягу  $\sigma$  після введення ПАР у теплоносій, можна

визначити поверхневе число та швидкість у приповерхневому Л шарі  $v_x$ .

$$P_0 = \frac{1}{N} \frac{2\pi\sigma \cos\theta}{\mu v_x} = \frac{\mu}{v_x \delta \rho} \frac{2\pi\sigma \cos\theta}{\mu v_x} = \frac{2\pi\sigma \cos\theta}{\delta \rho v_x^2}$$

$$\text{Звідки } v_x = \frac{2\pi\sigma \cos\theta}{\mu N P_0}$$

Отже, за малих концентрацій ПАР у воді, суттєво зменшується коефіцієнт поверхневого натягу, середня товщина Л шару є мінімальною, а середня швидкість у цьому шарі є максимальною, і числове значення поверхневого критерію – мінімальне.

#### *Висновки.*

1. Знайдено числовий діапазон поверхневого числа для «льодяної» води за додавання оптимальних концентрацій ПАР різних видів.

2. Зменшення коефіцієнта поверхневого натягу мінімізує товщини приграничних шарів у системі стінка трубопроводу-вода, а, значить, збільшує середні швидкості в цих приграничних Л шарах, і, як наслідок, така система значно ефективніше може передавати кількість тепла.

#### *Література:*

1. Білонога, Ю.Л. Інтенсифікація та оптимізація тепломасообмінних процесів при виробництві органопрепаратів і переробці вторинної сировини м'ясокомбінатів [Текст]: Автореферат дис. ... доктора техн. наук./Ю.Л.Білонога. – Одеса, 2006. – 36 с.

2. Білонога, Ю. Л. Про доцільність розгляду гідромеханічних процесів з урахуванням сил поверхневого натягу на границі контакту тверде тіло-рідина [Текст] / Ю. Л. Білонога // Інтегровані технології та енергозбереження. – 2006. – №2. – С. 56-64.

3. Білонога, Ю. Л. Зміна гідромеханічних і теплофізичних характеристик теплоносія у приграничному шарі під дією поверхнево-активних речовин (ПАР) [Текст] / Ю. Л. Білонога, О. Р. Максисько // Інтегровані технології та енергозбереження. – 2009. – №2. – С. 121-126.

4. Кук, Г. А. Процессы и аппараты молочной промышленности [Текст] / Г. А. Кук. – М. : Пищевая промышленность, 1973. – 767 с.

5. Білонога, Ю. Л. Підвищення коефіцієнта теплопередачі теплообмінної апаратури при використанні ПАР [Текст] / Ю. Л. Білонога, О. Р. Максисько, Б. Р. Ціж [ та ін. ] // Науковий вісник Львівської державної академії ветеринарної медицини імені С.З. Гжицького. – 2004. – Т.6, №2. – Ч.3. – С. 126-131.

**ВЛИЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ (ПАВ)  
НА ГИДРОМЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ  
ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ НА ГРАНИ СТЕНКА ТРУБОПРОВОДА-  
ВОДА**

Максысько О.Р.

**Аннотация** – в статье показаны изменения гидромеханических характеристик теплоносителя, который движется в трубе, а именно, в приграничном ламинарном слое под действием поверхностно-активных веществ (ПАВ). Показано, что уменьшение коэффициента поверхностного натяжения минимизирует толщину приграничного  $L$  слоя в системе стенка трубопровода-вода, а, значит, увеличивает среднюю скорость потока в нем. Найден числовой диапазон поверхностного числа для воды при добавлении ПАВ.

**ANFLUENCE SURFACE-ACTIVE SUBSTANCES ON  
HYDROMECHANICAL CHARACTERISTICS OF HEAT-  
CARRYING AGENT IN BY LIMITING LAYER**

Maksysko O.

*Summary*

The article deals with the change of hydromechanical characteristics of heat-carrying agent, that move in tube, namely, in by-limiting layer under the surfactants. It was also shown that a reduce of surface tension coefficient minimize a thickness of by-limiting  $L$  layer in system of pipeline – water wall, it means that it increase an average speed of stream in this  $L$  layer. Numerical range of surface criterion for water solution SS were found out and are investigating. Minimal meaning of surface criterion are observed at optimal concentrations surfactants.

УДК 663.933.061- 027.332:537-962

## ВИКОРИСТАННЯ МІКРОХВИЛЬОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОЦЕСАХ ЕКСТРАГУВАННЯ ОЛІЇ КАВИ

Терзієв С.Г., к.т.н.,

Ружицька Н.В., к.т.н.

Одеська національна академія харчових технологій

Тел. (048) 712-41-29

**Анотація** – у роботі розглянуто склад і властивості шламу кави, показано доцільність його переробки. Наведено зразки мікрохвильового обладнання для екстрагування олії кави зі шламу. Наведено характеристики обладнання, методикку розрахунку і результати виробничих випробувань.

**Ключові слова** – шлам кави, олія кави, бародифузія, екстрактор, мікрохвилі.

*Постановка проблеми.* За даними [1] ринок кави є одним з найбільш стабільних, йому притаманна незначна сезонність. Найбільш популярним у структурі продажів кавової продукції є розчинна кава, яка складає близько 40 % загального обсягу продаж, молота кава – 30 %, кавові мікси – 25 % [1].

У процесі виробництва розчинної кави шлам складає 60...65% вихідної сировини. На 1 т готової продукції припадає 1,5...2 т шламу [2]. Відповідно, шламу в Україні щороку утворюється близько 1,5...2 тис. т. Неутилізовані відходи чинять негативний вплив на навколишнє середовище і створюють екологічно небезпечну ситуацію [3].

*Аналіз останніх досліджень.* Шлам кави – порошкоподібна маса вологістю 79...82%, темно-коричневого кольору, з вираженим ароматом кави. Найбільш цінними компонентами шламу, перспективними для подальшої переробки, є: олія кави (7...17%), целюлоза та лігнін (60...75%), суміш смакоароматичних речовин (3...5 %), білків (5...7%) [4]. Крім того, в шламi зберігається 0,12...0,15 % кофеїну, 2,4 % органічних кислот, а рН шламу, в середньому, складає 4,3...4,8 [3]. Олія кави набула застосування у парфумерно-косметичній та фармацевтичній галузях, є багатим джерелом лінолевої кислоти (близько 40%). У роздрібній торгівлі ціна 10 мл косметичної олії кави складає близько 30 грн.

*Формування цілей статті.* Таким чином, при утилізації шламу кави можливе одержання з нього цінної олії кави. Внаслідок високої

вологості (близько 80 %), шлам кави є нестійким при зберіганні і протягом 2...3 діб виникає його мікробіологічне псування [4]. Наявність води також ускладнює екстрагування олії зі шламу, оскільки вона потрапляє у екстрагент, який внаслідок цього потребує значного очищення. Тому шлам підлягає сушінню.

*Основна частина.* Інтенсифікація процесу екстрагування здійснюється завдяки впливу мікрохвильового поля на залишкову воду в капілярно-пористих структурах сировини на полярний екстрагент. Внаслідок утворення осередків пароутворення в клітинах та капілярах створюється надлишковий тиск, який спричиняє руйнування стінок та перехід олії у потік екстрагента. Такий принцип дії на сировину впроваджено в мікрохвильовому екстракторі періодичної дії, у якому чергуються операції екстрагування та дистиляції екстракту (рис. 1).

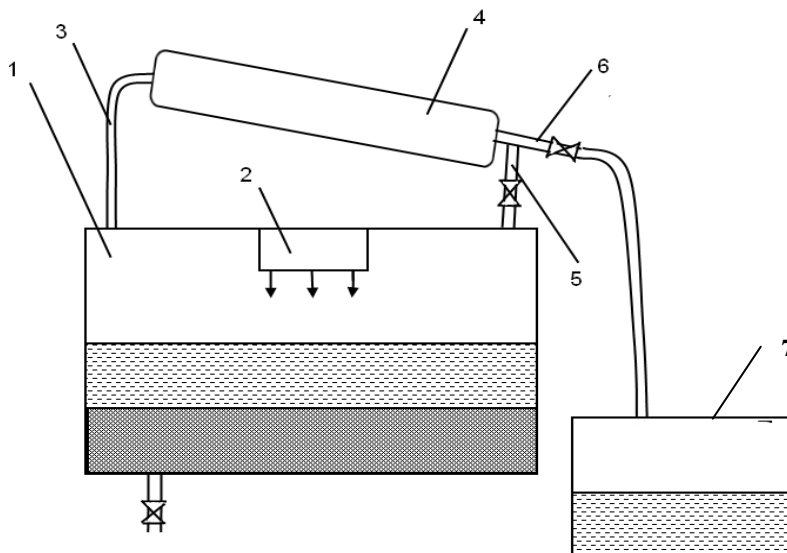


Рис.1. Екстрактор-дистилятор періодичної дії з мікрохвильовим інтенсифікатором

У режимі екстрагування в екстракційну камеру 1 завантажуються шлам та екстрагент. Екстракційна камера виконана з харчової неіржавіючої сталі. Характеристики установки: об'єм екстрагенту 0,005...0,02 м<sup>3</sup>; маса шламу, яку можна завантажити – 1,6...6 кг; тривалість екстрагування  $\tau = 30...90$  хв.; вихід олії – 13...20 % від маси сухого шламу, питома потужність мікрохвильового поля – 6...0,15 кВт/кг, потужність магнетрона – 3 кВт.

Мікрохвильова енергія випромінюється магнетроном 2, ізольованим від парів продукту радіопрозорим екраном. Пари екстрагенту, що виділяються в процесі, через патрубок 3 надходять у конденсатор 4, де конденсуються і повертаються патрубком 5, підтримуючи постійний гідромодуль в екстракторі. При цьому



вентиль патрубку 6 закрито.

Після екстрагування екстракт зливається через патрубок 7 і фільтрується. Патрубок 5 перекривається, патрубок 6 відкривається. Зі шламу відганяється екстрагент, пари конденсуються у холодильнику і стікають патрубком 6 у ємкість для екстрагента.

Сухий шлам вивантажується з камери, в камеру подається екстракт, з якого аналогічно відганяється екстрагент. Готова олія стікає патрубком 7 до приймальної ємкості для олії. Екстрагент використовується у наступному циклі екстрагування.

Результати випробувань зразка екстрактора наведено у табл. 3.

Таблиця 3 - Характеристики екстрактора при екстрагуванні етанолом

Показник	Гідромодуль	
	1:3	1:5
Маса шламу, кг	4,2	2,5
Маса екстрагента, кг	10	10
Потужність магнетрона, Вт	3000	3000
Тривалість екстрагування, хв	32	36
Температура, °С	78,5	78,5
Питома потужність, Вт/кг	215	240
Витрати енергії, МДж/кг суміші	0,4	0,46
Тривалість відгонки, хв	53	53
Витрати електроенергії, кВт-хв.	4,25	4,45
Виход олії, кг	0,57	0,37

Для розрахунку маси олії на виході з екстрактора, необхідних витрат енергії, часу екстрагування розроблено методику, в основу якої покладено критеріальне рівняння:

$$Sh = 0,006(Sc)^{0,33}(\tilde{A})^{0,17}(Bu)^{0,71} \quad (1)$$

За рівнянням (1) знаходиться ефективний коефіцієнт масовіддачі, який характеризує інтенсивність масопереносу в системі «шлам кави – етанол».

Вихідними параметрами розрахунку є: початкові параметри екстрагенту (тип, температура та витрати), характеристики шламу кави (питома поверхня 1 кг шламу, густина часток шламу), гідромодуль, енергетичні параметри установки, коефіцієнт дифузії у системі «олія кави-екстрагент», початкова та необхідна концентрація олії у екстракті, температура процесу. Алгоритм розрахунку наведено на рис. 2.

Робоча потужність мікрохвильового поля  $N$  визначається заданою температурою процесу  $t_{пр}$ .

У блоці 6 проводиться розрахунок поточної та середньої температури процесу, за якою визначаються теплофізичні властивості екстрагенту. Поточне значення концентрації екстракту визначається у блоках 10 – 14. У блоці 13 визначається маса олії, що перейшла у екстракт за проміжок часу  $\Delta t$  за допомогою коефіцієнта масовіддачі  $\beta$ , який визначається з критеріального рівняння (1). Площа поверхні контакту фаз визначається за питомою поверхнею та масою шламу. Різниця концентрацій  $\Delta C$  олії у екстракті та твердій фазі визначається відповідно до робочої лінії процесу.

Тривалість роботи екстрактора визначається моментом, коли концентрація олії у екстракті сягає заданої величини.

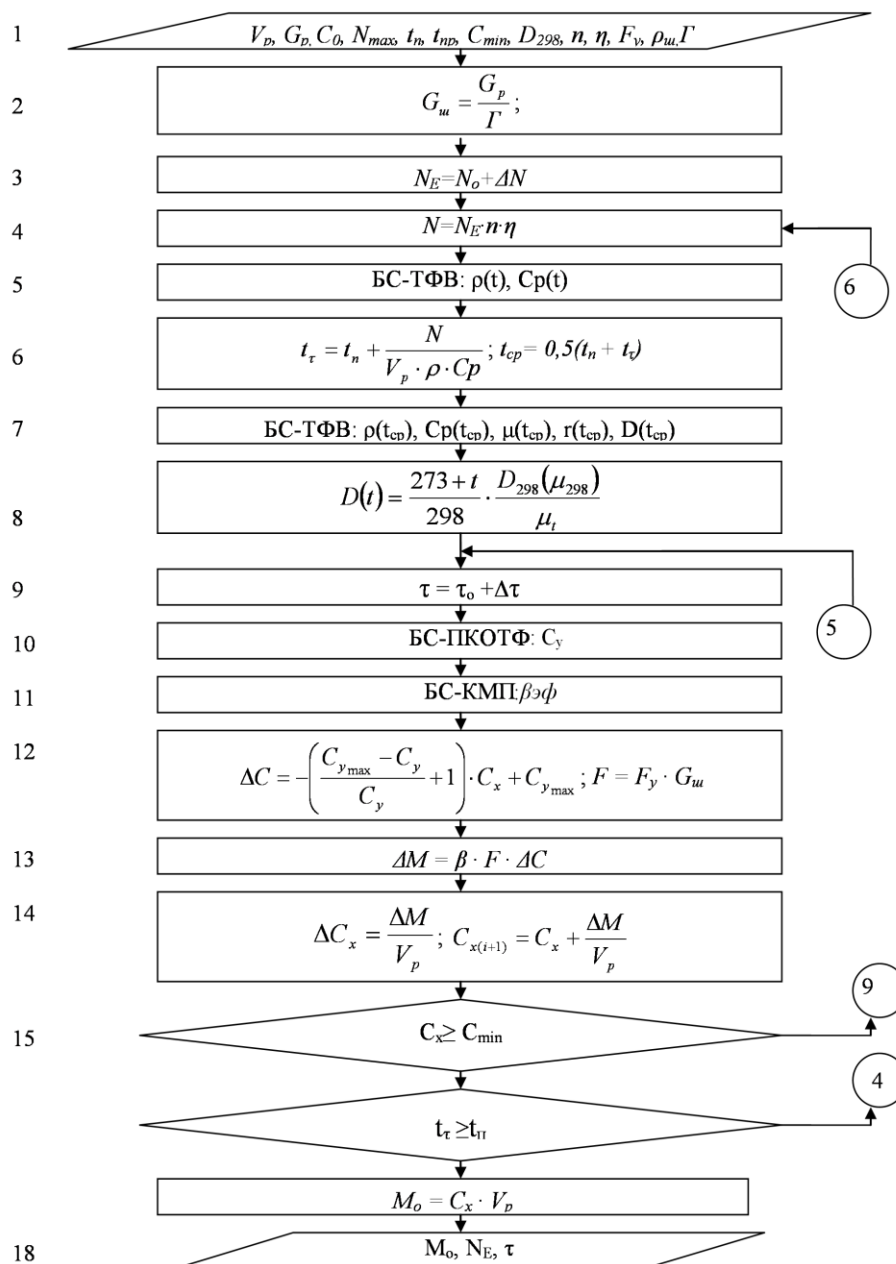


Рис. 2. Блок-схема розрахунку екстрактора з мікрохвильовим інтенсифікатором.

Початкове значення поточної концентрації олії в екстрагенті приймається рівним 0. За проміжок часу  $\Delta t$  у екстракт переходить  $\Delta M$  олії, таким чином, поточна концентрація стає  $C_x = \frac{\Delta M}{V_p}$ . Це значення

використовується у блок-схемі розрахунку поточної концентрації олії у твердій фазі, якщо за один крок концентрація екстракту не сягає заданого значення. Цикл повторюється до заданого значення концентрації олії в екстракті. За концентрацією визначається маса олії  $M_o$ . У результаті здійснення запропонованого алгоритму отримуємо значення енергії  $N_E$ , яку необхідно підвести до суміші для досягнення заданої температури процесу, та час обробки  $\tau$ , необхідний для одержання заданої кількості олії.

Для заданих умов за алгоритмом (рис. 3) розраховали поточні концентрації та порівняли з експериментальними точками. Результати порівняння наведено на рис. 3.

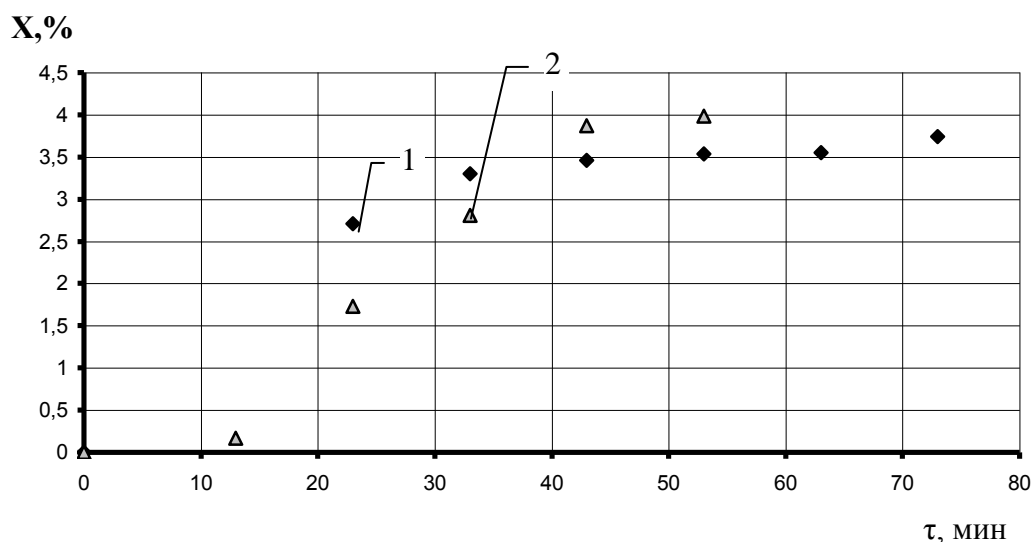


Рис. 3. Порівняння розрахункових та експериментальних значень концентрації олії в екстракті:

1 – експеримент; 2 – розрахунок.

Відносне відхилення розрахункових даних на момент завершення процесу складає 10 %. Результати порівняння експериментальних даних та розрахованих за алгоритмом свідчать про адекватність розрахункової моделі та методики розрахунку.

У результаті випробувань одержано ароматизовану олію кави, яка характеризується вираженим ароматом і смаком кави та інтенсивним темно-коричневим кольором. Встановлено, що впровадження такого екстрактора окупається менше, ніж за 1 рік, що є високим показником економічної ефективності. Це обумовлено передусім високою ціною продукту.

## Література

1. Обзор рынка кофе: [Электронн. ресурс]. – Режим доступа: [http:// www.zmk.com.ua](http://www.zmk.com.ua)
2. Вторичные материальные ресурсы пищевой промышленности (образование и использование) [справ] [Текст]. – М.: Экономика – 1984 г. – 327 с.
3. *Нахмедов Ф.Г.* Технология кофепродуктов [Текст] / Ф.Г. Нахмедов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 184 с.
4. Процеси переробки шламу в технологіях виробництва розчинної кави [Текст] / *Бурдо О.Г., Терзієв С.Г., Шведов В.В., Ружицька Н.В.* – наукові праці ОНАХТ. – Вип. 37. – Одеса, - 2010. – С.252 – 255.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИКРОВОЛНОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕССАХ ЭКСТРАГИРОВАНИЯ КОФЕЙНОГО МАСЛА

Терзиев С.Г., Ружицкая Н.В.

**Аннотация – в работе рассмотрены состав и свойства кофейного шлама, показана целесообразность его переработки. Приведены образцы микроволнового оборудования для экстрагирования кофейного масла из кофейного шлама. Приведены характеристики оборудования, методика расчета и результаты производственных испытаний.**

## USE OF MICROWAVE TECHNOLOGIES IN COFFEE OIL EXTRACTION PROCESSES

Terziev S., Ruzhitska N.

### *Summary*

**In current paper composition and properties of coffee sludge are considered, practicability of its treatment is shown. Patterns of coffee oil extraction microwave equipment are described. Equipment characteristics, design procedure and results of in-process testing are shown.**

УДК 637.354:613.292:57.016

## ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА ТВЕРДОГО СИРУ З ВИКОРИСТАННЯМ ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНОЇ ОБРОБКИ МОЛОКА

Семко Т.В., к.т.н.

Вінницький національний аграрний університет

Тел.(0432)43-75-82

**Анотація** – у данній статті описані результати дослідження компромісних методів обробки молока ( високотемпературних) . Проблема, яка пов'язана з підвищенням якості і сиропридатності молока-сировини та удосконаленням технологічного процесу виробництва натуральних твердих сирів, відноситься до найважливіших. Вирішення її дозволить скоротити тривалість технологічного процесу, розширити асортимент твердих натуральних сирів і збільшити обсяги виробництва.

**Ключові слова** – молоко , пастеризація, високотемпературна обробка, ультрависокотемпературна обробка молока.

*Постановка проблеми.* Вирішенню проблеми підвищення якості і сиропридатності молока-сировини та удосконалення технологічного процесу виробництва натуральних твердих сирів присвячені роботи багатьох вчених (1,2,3,4). Пастеризація передбачає нагрівання молока до температури 72...75°C на протязі 15...30с з використанням пластинчатого пастеризатора. Для збереження бажаних характеристик сирого молока, яке застосовується у сироварінні, можливі компромісні методи обробки. До таких методів відноситься високотемпературне оброблення.

*Аналіз останніх досліджень.* В останні роки достатньо широко обговорювалась можливість деякої жорсткості параметрів пастеризації (тобто збільшення температури або тривалість оброблення), що обумовило заклопотаність з приводу наявності *Mycobacterium avium*, підвид *paratuberculosis*, як можливого збудника хвороби Крона, оскільки цей мікроорганізм стійкий до пастеризації. Вирішенню цієї проблеми присвячені роботи багатьох вчених, таких як З.Х. Диланян, А.В. Гудков, Г. Д. Перфільєв, Н.Б. Гаврилова, П.О. Лісін, F.V. Kosikowski, J. Kammerlehner тощо.

*Постановка завдання.* Мета розроблення технології, яка дозволяє використовувати молоко, третього класу за сичужно-

бродильною пробою, яке є несиропродатним, і отримати продукцію, що відповідає вимогам стандарту на тверді сичужні сири з низькою температурою другого нагрівання.

**Матеріал та методи.** Для проведення досліджень використовували молоко коров'яче незбиране вищого, першого та третього ґатунку, яке надходило для виробництва сиру на Літинський молочний завод Вінницької обл. – за ДСТУ 3662-97 [6]; сіль кухонну – за ДСТУ 3583-97 [7]; сичужний фермент – за ГОСТ Н 52688-2006 [8]. Твердий сичужний сир досліджували в процесі виробництва і зберігання за показниками, що характеризують процес визрівання сиру, харчову і біологічну цінність продукту в процесі виробництва і зберігання [9,10,11,12]. Реологічні показники сирів досліджували на універсальній машині «Instron 1122» згідно з відповідними методичними рекомендаціями.

Органолептичну оцінку сирів проводили методом закритих і відкритих дегустацій за 100 - бальною шкалою відповідно до ГОСТ 7616-85.

Випуск дослідних партій продукції, дегустацію та реалізацію твердого сиру з використанням високотемпературної обробки молока проведено у виробничих умовах ТОВ «Літинський молочний завод», смт. Літин, Вінницької області. Графічну обробку результатів здійснювали за допомогою програм Microsoft Office Excel 2003 Ink.

*Основна частина.* У проведених нами дослідженнях використали експериментальну установку для високотемпературного пароконтактного оброблення молока. Принцип дії її базується на прямому пароконтактному нагріванні молока. Для високотемпературного оброблення молоко подається у ємність через розпилювальну форсунку, яка розташована зверху ємності, а суха гостра пара – через патрубок, розташований нижче. Тобто, високотемпературна обробка молока відбувається за рахунок прямого контакту молока з парою при вприскуванні пари у молоко (інжекції).

Апаратурно-технологічна схема виробництва сиру наведена на рис. 1.

Сир, отриманий за розробленою нами технологією на удосконаленому апаратурно-технологічному обладнанні, досліджували за органолептичними, фізико-хімічними і мікробіологічними показниками: поверхня головок сиру чиста, рівна, без механічних ушкоджень, сторонніх порушень, покрита захисним покриттям у вигляді термозберігаючої плівки, яка щільно прилягає до поверхні сиру. При проведенні органолептичних досліджень основна увага приділялася головним показникам – смаку, запаху, консистенції, рисуноку, кольору, іншим органолептичним показникам умовно ставили вищий бал.

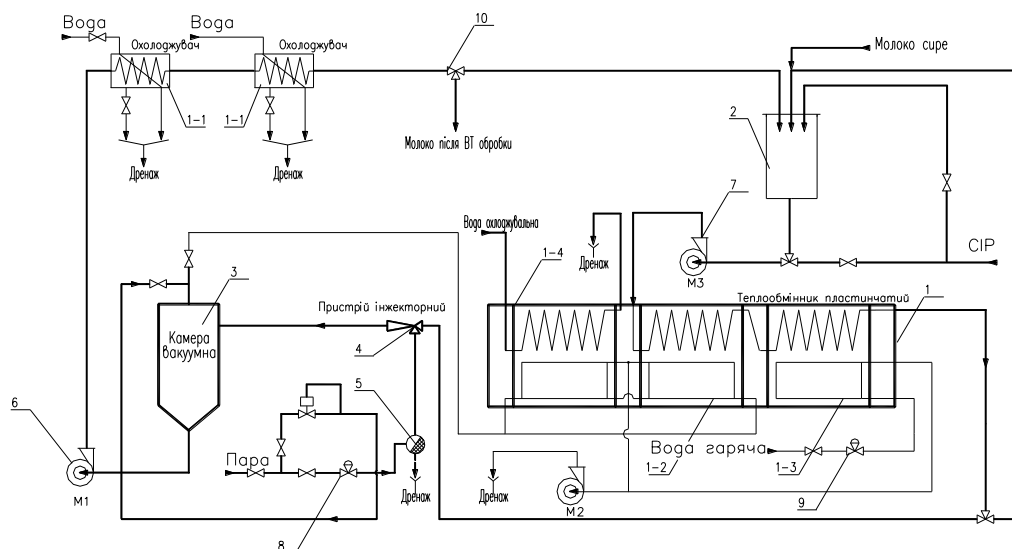


Рис. 1. Схема стерилізаційної камери прямого (пароконтактного) нагріву молока шляхом вприскування (інжекції) пари у молоко:

1-1 – охолоджувачі; 2 – збірник нормалізованого молока; 1-2 – теплообмінний апарат; 1-3 – підігрівач; 3 – вакуумна камера; 1-4 – пластинчастий теплообмінник; 4 – інжекторний пристрій; 5 – клапан; 6 і 7 – відцентрові насоси; 8 і 9 – вентилі; М1, М2 і М3 – насоси для перекачування молока.

Результати досліджень хімічних, фізико-хімічних та мікробіологічних показників виготовленого нами сиру наведені в табл.1.

Таблиця – Результати досліджень хімічних, фізико-хімічних та мікробіологічних показників

Показник	Масова частка, %	Метод контролю
Масова частка жиру у сухій речовині, %	50,6	Згідно з ГОСТ 5867
Масова частка вологи, %	47	Згідно з ГОСТ 3626
Масова частка кухонної солі, %	1,8	Згідно з ГОСТ 3627
Показник міцності, %	60	Відповідно до ГОСТ 7616-85

Наведені дані свідчать, що сир, виготовлений з молока, яке за сичужно-бродильною пробою відповідає 3 класу, після високотемпературної обробки і внесення заквасок мезофільних лактобактерій у кількості 1,5 % та термофільних лактобацил виду *Lb.*

*acidophilus* у кількості 0,3 %, забезпечує формування високих показників якості твердих сичужних сирів.

Для оцінки консистенції сиру перед закладанням на зберігання була проведена оцінка реологічних властивостей сирів, виготовлених з молока, яке пройшло ВТ і УВТ оброблення, на універсальній машині "Instron-1122". Величина механічної напруги при використанні індентора у вигляді конуса для зразків сиру, виготовленого з молока після УВТ обробки (варіант 2), зафіксовано в межах від 23,54 до 25,35  $\text{kN/m}^2$ , а для зразків сиру, виготовленого з молока після ВТ обробки (варіант 1), – від 27,65 до 36,54  $\text{kN/m}^2$ . Характеристика реологічних властивостей сирів за зміною прикладеного зусилля у залежності від глибини проникнення конуса у сири варіанту 1 і варіанту 2 при визначенні граничної напруги зрушення наведена на рис. 2.

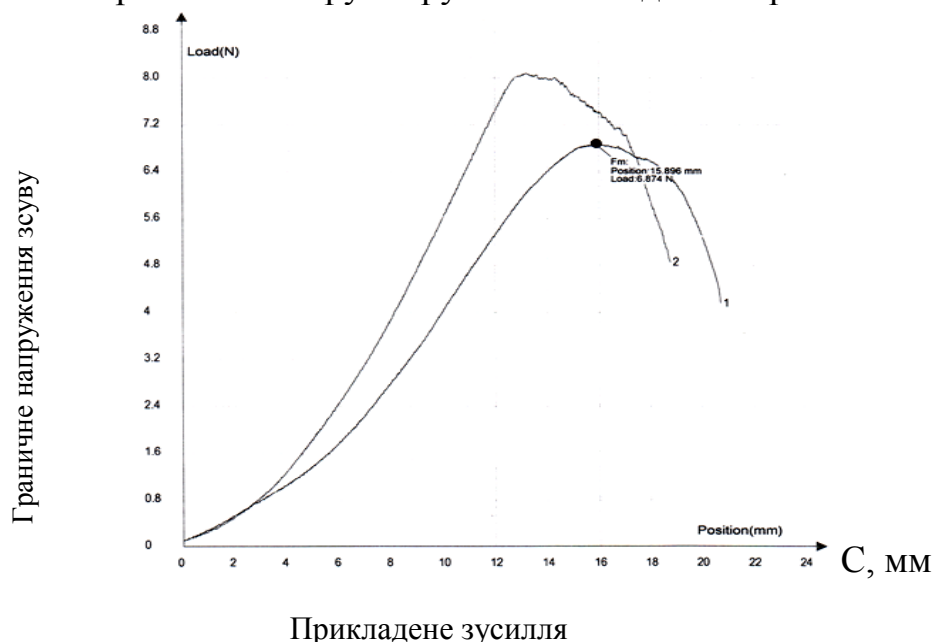


Рис. 2. Залежність граничного напруження зсуву від прикладеного зусилля у зразках сирів перед закладанням на зберігання.

Запропонована продукція за якістю та безпечністю відповідає нормативній документації ТУ У 15.5-00419880-097:2009. На новий вид твердого сичужного сиру «Браво» з низькою температурою другого нагрівання і скороченим терміном визрівання отримано позитивний висновок державної санітарно-епідеміологічної експертизи №05.03.02-06/34320 від 11.06.2009 р. (табл 2).

При визначенні прикладеного зусилля під час різання дослідних зразків сиру індентором у вигляді пластини-ножа були отримані величини, які для сирів варіанту 2 були в межах від 21,95 до 23,56  $\text{kN/m}^2$ , а для сирів варіанту 1 - від 19,52 до 21,79  $\text{kN/m}^2$ .



Таблиця 2 – Органолептична оцінка сирів «Браво» (бали)

Органо- лептичні показники	Варіант 1			Варіант 2		
	Перед зберіган- ням	Термін зберігання, діб		Перед зберіганням	Термін збері- гання, діб	
		30	60		30	60
Смак і запах	39,3	38,6	37,3	39,3	38,3	36
Консистенція	23,6	23,6	23,0	23,3	23,0	22,3
Рисунок	9,3	9,3	9,3	9,0	9,0	8,3
Загальна оцінка	92,3	91,6	89,6	91,6	90,3	86,6

Виробництво якісної молочної продукції є вагомим економічним чинником конкурентоспроможності харчових підприємств як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках.

*Висновки.* Удосконалена апаратурно-технологічна схема та розроблена технологія виробництва твердих сичужних сирів з молока, яке пройшло високотемпературну обробку на експериментальній установці.

Доведено, що сир, виготовлений з молока, яке за сичужно-бродильною пробою відповідає 3 класу, після високотемпературної обробки забезпечує формування високих показників якості твердих сичужних сирів. Досліджено реологічні характеристики сирів.

Література:

1. *Перфильев, Г.Д.* Сыропригодность молока. Научные и практические аспекты [Текст] / Г.Д.Перфильев, Г.М.Свириденко, Ю.Я.Свириденко // Сб. научн. работ, посвящ. 60-летию ВНИИМС. – 2003. – С. 56-57.

2. *Прошкина, Т.Г.* Влияние сезонных особенностей состава молока на сыропригодность [Текст] / Т.Г.Прошкина, А.Н.Белов, Н.И.Одегов, Е.В.Шалимова // Сыроделие и маслоделие. – 2010. – № 3. – с. 28-31.

3. *Давидов, Р.Б.* Влияние сезона года на химический состав молока. XVII Междунар. конгресс по молоч. делу [Текст] / Р.Б.Давидов. – М.: Пищ. пром-сть, 1971. – С. 45-47.

4. *Гуляев-Зайцев, С.С.* Качество молока заготовляемого в Украинской ССР [Текст] /С.С. Гуляев-Зайцев //Молочная пром-сть.– 1977. – № 5. – С. 40-43.

5. *Свириденко, Г.М.* Общая бактериальная обсемененность молока-сырья важный критерий его безопасности и качества [Текст] / Г.М. Свириденко, М.Б.Захарова // Молочная пром-сть. – 2005. – № 9. – С. 72-76.

6. ДСТУ 3662-97 Молоко коров'яче незбиране. Вимоги при

закупівлі. – Чинний від 01.01.93. – К.: Держстандарт України. – 1997. – 10 с.

7. ГОСТ Н 52688-2006. Сичужний фермент. Загальні технічні умови.

8. ДСТУ 3583-97 Сіль кухонна. Загальні технічні умови.

9. ГОСТ 5867–90. Молоко и молочные продукты. Методы определения жира. – Взамен ГОСТ 5867–69, ГОСТ 6822–67 в части п.2.2.; Введ. 01.01.92. – К.: Изд-во стандартов, 1989. – 19 с.

10. ГОСТ 25179–90. Молоко и молочные продукты. Методы определения белка. – Взамен ГОСТ 23327–78; Введ. 01.01.92. – К.: Изд-во стандартов, 1989. – 8 с.

11. ГОСТ 26781-85 Молоко. Методы измерения рН. Введ. впервые 01.01.86. – М.: Изд-во стандартов. 1985. – 13 с.

12. ГОСТ 3624–92. Молоко и молочные продукты. Титрометрические методы определения кислотности. – Взамен ГОСТ 3624–67; Введ. 01.01.93. – К.: Изд-во стандартов, 1992. – 12 с.

## **ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ТВЕРДОГО СЫРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ОБРАБОТКИ МОЛОКА**

Семко Т.В.

**Аннотация – в данной статье описаны результаты исследования компромиссных методов обработки молока (высокотемпературных). Проблема, связанная с повышением качества и сыропригодности молока-сырья и усовершенствованием технологического процесса производства натуральных сыров, относится к важнейшим. Решение ее позволит сократить продолжительность технологического процесса, расширить ассортимент твердых натуральных сыров и увеличить объемы производства.**

## **TECHNOLOGY OF SOLID CHEESE USING HIGH MILK PROCESSING**

Semko T.

### *Summary*

**This article describes the results of the study compromise methods of milk processing (high temperature). The problem with improving the quality and seroprevalence milk-raw materials and improvement of the technological process of production of natural cheese is the most important. Solving it will reduce the duration of the technological process, to expand the range of hard natural cheeses and increase production volumes.**

УДК 637.134.001.57

## **ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ І РЕЖИМІВ РОБОТИ ПРОМИСЛОВОГО ЗРАЗКА ІМПУЛЬСНОГО ГОМОГЕНІЗАТОРА МОЛОКА**

Паляничка Н.О., к.т.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел. (0619) 42-13-06

**Анотація** – робота присвячена визначенню основних параметрів і режимів роботи промислового зразка імпульсного гомогенізатора молока.

**Ключові слова** – продуктивність, енергозатрати, імпульсний гомогенізатор, отвори, амплітуда коливання, частота коливання, поршні-ударники.

*Постановка проблеми.* Гомогенізація – це один із важливих технологічних процесів у молочній промисловості. У зв'язку з розвитком технологій, до гомогенізованих компонентів, що застосовують, висуваються підвищені вимоги до дисперсності кінцевого продукту. Основною технічною проблемою одержання тонкодисперсних емульсій є обмеженість можливостей гомогенізаторів. Тому створення пристроїв і способів одержання тонкодисперсних емульсій з можливістю варіювання дисперсності й високою продуктивністю має підвищену актуальність [1].

*Аналіз останніх досліджень.* Велика кількість робіт спрямована на зменшення розмірів диспергуємих часток дисперсної фази шляхом удосконалювання існуючого обладнання для гомогенізації [2,3]. Однак, технічні й технологічні рішення за вдосконаленням гомогенізаторів досягли своєї межі.

Перспективною у цьому сенсі є імпульсна гомогенізація, що дозволяє отримати ступінь диспергування не нижче клапанних гомогенізаторів зі значно меншими енерговитратами. [4].

*Постановка завдання.* Метою даної роботи є визначення основних параметрів і режимів роботи промислового зразка імпульсного гомогенізатора молока.

*Основна частина.* У результаті проведених аналітичних досліджень було визначено, що основним технологічним вихідним параметром випробування імпульсного гомогенізатора є ступінь гомогенізації. [5,6,7] Клапанні гомогенізатори забезпечують

максимальний ступінь гомогенізації серед відомих промислових машин:  $H_m = 5$ . Така якість обробки молока є достатньою для технологічних процесів виробництва молочних продуктів з використанням гомогенізації молока. Тому це значення було прийнято за розрахункове.

Основні режими роботи імпульсного гомогенізатора для практичних розрахунків визначаються згідно рівняння

$$0,88 + 0,694h + 0,602f - 0,588Q + 0,2h \cdot f + 0,426h^2 - 0,663f^2 - 0,459Q^2 = 0 \quad (1)$$

Діаметр робочої камери гомогенізатора визначається згідно формули

$$D = \frac{Q}{\pi \cdot \delta \cdot v_{\delta} \cdot \varepsilon_1 \cdot \varphi_1}, \quad (2)$$

де  $Q$  – продуктивність імпульсного гомогенізатора, кг/год;

$\delta$  – зазор між циліндром і поршнем, м;

$v_{\delta}$  – швидкість руху гомогенізуючого продукту в зазорі між циліндром і поршнем, м/с;

$\varepsilon_1, \varphi_1$  – коефіцієнти, відповідно, звуження і швидкості для плоскої щілини.

Довжина камери імпульсного гомогенізатора визначається за формулою

$$L = 4 \frac{Q}{\pi \cdot D^2 \cdot f}, \quad (3)$$

де  $f$  – частота коливання поршня-ударника, Гц.

Оптимальним діаметром отворів поршнів-ударників є:  $d_{\text{вхд}} = 0,008$  м;  $d_{\text{вих}} = 0,002$  м. Кількість отворів повинна бути максимальною з умов характеристики міцності робочого органу гомогенізатора.

Діаметр поршнів-ударників визначається за формулою

$$d_{\text{пор}} = D - 2\delta. \quad (4)$$

Товщина поршнів-ударників імпульсного гомогенізатора визначається як

$$S_{\text{пор}} = 2 \dots 6 \cdot d_{\text{отв}}, \quad (5)$$

де  $d_{\text{отв}}$  – діаметр отворів поршнів-ударників, м.

Потужність гомогенізатора визначається за формулою

$$N = \frac{c \cdot \rho_m \cdot v^3 \cdot S}{2 \cdot \eta_n \cdot \eta_e}, \quad (6)$$

де  $c$  – коефіцієнт опору, для круглої пластини,  $c=1,1\dots1,15$  [135];

$S$  – площа поршня,  $\text{м}^2$ ;

$v$  – швидкість руху поршня-ударника (подача),  $\text{м/с}$ ;

$\eta_n$  – коефіцієнт корисної дії насосу;

$\eta_e$  – коефіцієнт корисної дії електродвигуна.

Теоретичний розрахунок основних конструктивних параметрів гомогенізатора виконувався за залежностями (1–6), значення яких зведені в таблицю 1.

Таблиця 1 – Параметри імпульсного гомогенізатора

Продуктивність гомогенізатора $Q$ , кг/год	Максимальне значення тиску імпульсів, МПа	Довжина робочої камери гомогенізатора, м	Діаметр робочої камери гомогенізатора, м	Потужність гомогенізатора, $N$ , кВт
1800	1,5	0,5	0,3	2

З метою перевірки працездатності запропонованої конструкції імпульсного гомогенізатора в промислових умовах було розроблено дослідний зразок імпульсного гомогенізатора, який пройшов виробничі випробування на базі приватного підприємства "Молокозавод-ОЛКОМ" (м. Мелітополь Запорізької області) [8].

У якості насосу для імпульсного гомогенізатора було запропоновано використовувати відцентровий насос марки ОНЦ 1,5/15 ГОСТ 15150-69. Ці насоси досить універсальні і найчастіше застосовуються саме в молочній промисловості. Даний насос забезпечує подачу молока до 3500 л/год при частоті обертання 3000 об/хв. Кавітаційний запас насоса складає 1,5 м, коефіцієнт корисної дії – 38%.

Варіант конструктивного рішення імпульсного гомогенізатора з насосом ОНЦ 1,5/15 представлений на рис. 1.

Машина представляє собою зварний каркас 8, у нижній частині якого знаходиться ємність для готового продукту 9, а у верхній частині – робоча камера гомогенізатора 3, ємність для сировини 6, під якою змонтований насос 7. Робоча камера являє собою циліндр, у середині якого знаходиться шток з поршнями-ударниками 4, який приводиться у дію кривошипним механізмом 2 і електродвигуном 1.

Практичне використання імпульсного гомогенізатора дає змогу визначити правильність теоретичних розрахунків та доцільність застосування імпульсного гомогенізатора молока.

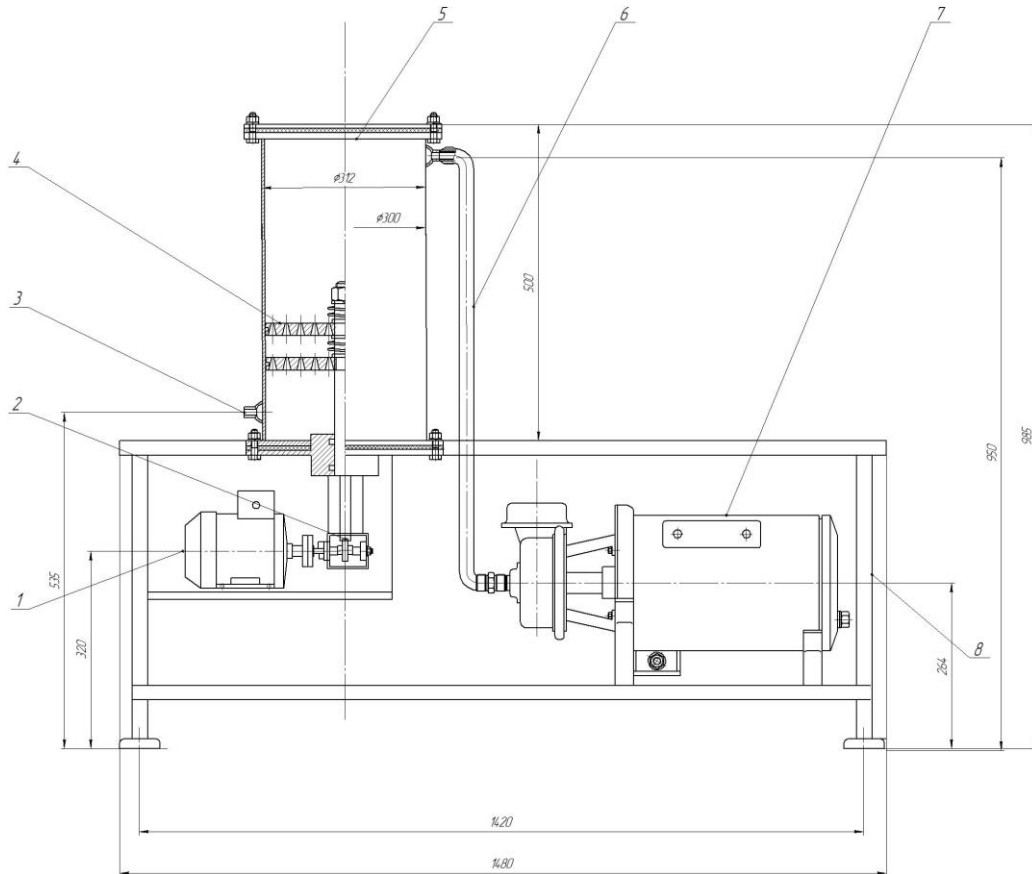


Рис. 1. Промисловий зразок імпульсного гомогенізатора молока:

1 – електродвигун; 2 – кривошип; 3 – робоча камера гомогенізатора; 4 – шток з поршнями-ударниками; 5 – трубопровід для подачі молока в камеру; 6 – ємність для сировини; 7 – насос; 8 – зварний каркас; 9 – ємність для готового продукту.

*Висновки.* Отже, внаслідок проведеного аналізу було встановлено, що промисловий зразок імпульсного гомогенізатора молока має наступні параметри: продуктивність 1800 кг/год, максимальне значення тиску 1,5 МПа, довжина робочої камери 0,5 м, діаметр робочої камери 0,3 м, при потужності 2 кВт.

Література:

1. Вайткус В. В. Гомогенизация молока / В. В. Вайткус. – М.: Пищ. пром-сть, 1967. – 218 с.
2. Гвоздєв О.В. Пошук конструктивного рішення імпульсного гомогенізатора молока / О.В. Гвоздєв, Н.О. Паляничка, В.М.

Яворницький // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ. Вип.8, Т.7. – 2008. – С. 28 – 32.

3. *Нужин Е.В.* Гомогенизация и гомогенизаторы: монография / Е. В. Нужин, А. К. Гладушняк. – Одесса: Печатный дом, 2007. – 264 с.

4. Пат. на корисну модель 37355 Україна, МПК<sup>6</sup> B01F 7/00, B01F 5/00. Гомогенізатор для рідких продуктів / О.В. Гвоздев, Н.О. Паляничка, А.О. Івженко; ТДАТУ (Україна). – № 200807808; заявл. 09.06.2008; опубл. 25.11.2008; Бюл.№22.

5. *Гвоздев О.В.* Обґрунтування параметрів імпульсного гомогенізатора молока / О.В. Гвоздев, Н.О. Паляничка // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ. Вип.11, Т.6. – 2011. – С. 191 – 197.

6. *Паляничка Н.О.* Експериментальне обґрунтування ефективності використання імпульсної гомогенізації молока / Н. О. Паляничка, О.В. Гвоздев, К. О. Самойчук // Проблеми харчових технологій і харчування. Сучасні виклики і перспективи розвитку: тези доповідей VII міжнародної науково-практичної конференції. – Донецьк: ДонНУЕТ, 2011. – С. 163–166.

7. *Паляничка Н.О.* Результати експериментальних досліджень процесу імпульсної гомогенізації молока / Н.О. Паляничка // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ. Вип.13, Т.1. – 2013. – С. 212 – 217.

8. *Паляничка Н.О.* Вдосконалення процесу імпульсної гомогенізації молока: дис. канд. техн. наук : 05.18.12 / Н.О. Паляничка. – Донецьк, 2013. – 194 с.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ И РЕЖИМОВ РАБОТЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБРАЗЦА ИМПУЛЬСНОГО ГОМОГЕНИЗАТОРА МОЛОКА**

Паляничка Н.А.

*Аннотація* – работа посвящена определению основных параметров и режимов работы промышленного образца импульсного гомогенизатора молока.

## **DETERMINATION OF BASIC PARAMETERS AND MODES OF OPERATIONS OF INDUSTRIAL SAMPLE OF IMPULS HOMOGENIZER OF MILK**

Palyanichka N.

### *Summary*

Work is devoted to determination of key parameters and operating modes of an industrial sample of a impulsive homogenizer of milk.

УДК 677.11.021

## ВИЗНАЧЕННЯ ВОЛОГОСТІ ЛЛЯНОЇ ТРЕСТИ В ПРОЦЕСІ ЗАГОТІВЛІ

Вербицький О. М., к.т.н.,

Князєв О.В. к.т.н.

*Херсонський національний технічний університет*

Тел. (0552) 51-71-72

**Анотація** – дану роботу присвячено оптимізації процесу вимірювання вологості лляної трести.

**Ключові слова** – лляна треста, метод вимірювання вологості.

*Постановка проблеми.* Відомо, що приймання лляної трести на пунктах заготівлі здійснюється за умови, що вологість у снопі не перевищує 25 %, а вологість у рулоні становить не більше 23 %. Надлишкова вологість лляної трести є небажаною, оскільки мікробіологічні процеси, які відбуваються у вологій сировині, призводять до швидкої втрати якості лляного волокна.

Відповідно до діючого стандарту [1] нормована вологість лляної трести повинна становити 19 %. Отже, контроль вологості лляної трести є важливою операцією під час прийняття трести в процесі заготівлі.

*Аналіз можливостей вирішення проблеми.* На даний час існує багато різних методів вимірювання вологості різноманітних матеріалів, які ґрунтуються на природних властивостях води [2].

Відповідно до стандарту [1], для оцінки вологості лляної трести передбачені термогравіметричний метод (висушування й вимірювання маси матеріалу) та електричні методи (вимірювання електричної провідності й діелектричної проникності матеріалу).

Діапазон вимірюваних значень вологості лляної трести може становити від 0 до 100 % і більше. Відомо, що у середньому діапазон вимірювання вологості сипучих матеріалів ємнісними вологомірами, у якому вони вимірюють із абсолютною похибкою від 0,5 % до 2 %, становить від 3 % до 40 % [3], мінімальна абсолютна похибка вимірювання вологості сіна – 2,5 %. Збільшення вологості призводить до збільшення похибок вимірювання: у діапазоні вимірювання 10...40 % межі абсолютної похибки становлять 2,5 %, у діапазоні вимірювання 40...70 % – 4 %. Для порівняння: діапазон вимірювання



вологості за допомогою методу висушування – необмежений, а похибка вимірювання не перевищує 0,5 %.

Слід зазначити, що всі вологоміри, що реалізують електричний метод вимірювання, мають потребу у ретельному відборі „стандартних” без механічних ушкоджень стебел із засміченістю не більше 1 %. Відомо, що нормована засміченість для лляної трести становить 5 % [1].

Самим точним із застосовуваних методів визначення вологості матеріалу є термогравіметричний метод. Він дозволяє з високою точністю визначати кількість випаровуваної води, що перебувала у вільному стані в матеріалі.

Термогравіметричний метод визначення вологості лляної трести передбачає сушіння трести в сушильній камері з електролампами при температурі 100-105 °С. Для сушіння вибирають кілька лляних стебел загальною масою приблизно 50 г, звільняють від бруду й плутанини, зважують і закладають у касету сушильної камери, розміщують у сушильній камері й висушують до постійної маси.

Перше зважування проводять через 2 години після початку висушування, наступні – через кожні 15-20 хвилин доти, поки маса не буде відрізнятись від попередньої не більше ніж на 0,1 г. Далі за формулою розрахунку відносної вологості визначають вологість трести [1]:

$$W = \frac{(M_1 - M_2) \cdot 100}{M_2}, \quad (1)$$

де  $M_1$  – загальна маса стебел до висушування, г;

$M_2$  – загальна маса стебел після висушування, г.

Масу визначають вагами з похибкою вимірювання не більше 0,1 % відносно вимірюваної маси.

Термогравіметричний метод визначення вологості лляної трести має найбільший діапазон вимірювання вологості та найвищу точність з тих методів, що зараз застосовуються.

При цьому, даному методу властива різночасність виконання операцій висушування й вимірювання маси зразка матеріалу. Вимірювання вологості лляної трести у такий спосіб займає багато часу: для одного зразка потрібно мінімум 2 години й 15 хвилин, а на практиці – ще більше. Трохи прискорити процес висушування можна збільшенням температури сушіння до 120 °С [4], однак збільшення температури може призвести до запалення лляної трести в сушильній камері.

Відомий також удосконалений термогравіметричний метод, за яким підвищується швидкість процесу при високій точності

вимірювання, що базується на мікрохвильовому випаровуванні вологи з матеріалу із одночасним вимірюванням його маси. У такий спосіб скорочується час сушіння мінімум в 5 разів, а похибка вимірювання вологості матеріалу менш ніж 0,1 % [5].

*Формування пропозиції рішення проблеми.* Більшість пропозицій з удосконалювання термогравіметричного методу вимірювання вологості зводяться до конструктивних поліпшень засобів вимірювань, або до розробки нових.

Однак є можливість скорочення тривалості операцій у рамках визначення вологості льняної трести при збереженні необхідної точності без зміни вимірювальних засобів.

Рішення проблеми полягає у вивченні динаміки процесу випаровування вологи із льняної трести під час сушіння у сушильній камері при постійній температурі сушіння.

У цей час на базі кафедри ТСС ХНТУ ведуться дослідження динаміки процесу випаровування вологи із льняної трести під час сушіння.

За результатами попередніх досліджень було отримано залежності зміни маси льняної трести в процесі сушіння у сушильній камері при постійній попередньо заданій температурі (105 °С) для різних значень первісної вологості трести.

Аналіз одержаних попередніх даних дозволяє стверджувати, що динаміка зміни маси льняної трести під час висушування при постійній температурі описується наступною формулою:

$$M_2 = M_1 + m(1 - e^{-kT}); \quad (2)$$

де  $M_1$  – загальна маса стебел до висушування, г;

$M_2$  – загальна маса стебел після висушування, г;

$T$  – час висушування, хв.;

$k$  та  $m$  – постійні коефіцієнти.

Значення коефіцієнтів  $k$  та  $m$  на даний момент уточнюються шляхом проведення повторних досліджень.

Характер одержаних попередніх результатів указує на те, що вивчення динаміки процесу сушіння льняної трести із подальшим одержанням математичної моделі, яка описує цей процес, дозволить скоротити час вимірювання вологості за термогравіметричним методом.

*Висновки.* Використання математичної моделі, що описує процес зміни маси льняної трести під час її висушування, дає можливість скоротити час між повторними зважуваннями трести в процесі визначення її вологості.

У свою чергу, за результатами контрольних зважувань у перші хвилини процесу сушіння та за допомогою математичної моделі можна розрахунковим шляхом спрогнозувати масу повністю сухої трести, не доводячи її до повного висушування, й тим самим значно скоротити час висушування.

Скорочення часу висушування лляної трести для визначення її вологості при збереженні високої точності результатів вимірювань дозволить скоротити витрати часу на проведення вимірювання й витрати енергії на роботу сушильної камери.

#### Література:

1. ГОСТ-24383-89. Треста льняная. Требования при заготовках. – Взамен ГОСТ 24383-80; Введ. 01.01.91. - М.: Изд-во стандартов, 1998.-17 с.
2. Берлинер М.А. Измерение влажности. - М. – Л.: Энергия, 1973. – 284 с.
3. ГОСТ 29027-91 Влагомеры твердых и сыпучих веществ. Общие технические требования и методы испытаний. Введ. 07.06.91. - М.: Изд-во стандартов, 1991.-10 с.
4. ГОСТ 16588-91. Пилопродукция и деревянные детали. Методы определения влажности. – Взамен ГОСТ 16588-79; Введ. 28.12.91. - М.: Изд-во стандартов, 1998.-17 с.
5. Пат. 36253А Україна, МКВ 6 G 01 N 9/36. Пристрій для вимірювання вологості зразка матеріалу: Пат. 36253А Україна, МКВ 6 G 01 N 9/36 / В.І. Водотовка, М.Ф. Мхеян, Ф.М. Репа (Україна). - №99116370; Заявл. 23.11.1999; Опубл. 16.04.2001, Бюл. №3.

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ЛЬНЯНОЙ ТРЕСТЫ В ПРОЦЕССЕ ЗАГОТОВКИ**

Вербицкий А.Н., Князев А.В.

**Аннотация** – данная работа посвящена оптимизации процесса измерения влажности льняной тресты.

### **MEASURING OF FLAX STOCKS HUMIDITY FOR ACCEPTANCE FOR PROCESSING.**

Verbitskiy O., Knyazev O.

#### **Summary**

**This article is devoted to the optimization of the measurement of humidity flax stocks.**

УДК 677.11.021

## ОБРОБКА ЛЛЯНОЇ СИРОВИНИ НА ПОТОНШУВАЛЬНОМУ МЕХАНІЗМІ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ

Коб'яков С.М., к.с.-г.н.,

Домбровська О.П., к.т.н.

*Херсонський національний технічний університет*

Тел.(0552) 51-71-72

**Анотація** – у статті проаналізовано результати експериментальних досліджень технології підготовки короткого лляного волокна до котонізації.

**Ключові слова** – коротке волокно, розволокнення шару, кілкові барабани, потоншувальний механізм, розподіл волокон.

*Постановка проблеми.* Основним недоліком існуючих способів механічної обробки лляної сировини є погана підготовка напівфабрикатів до подальшої переробки, недостатнє розпушування і паралелізація волокон. У складі застосовуваних технологічних ланцюжків відсутнє обладнання, яке дозволило б максимально роздробити й очистити лляне волокно, максимально скоротити кількість волокон пухової групи, забезпечити вкорочення волокон, довжина яких перевищує 40-50 мм.

Для первинної переробки та розволокнення технологічних відходів необхідно застосовувати універсальні машини, за допомогою яких можна здійснювати переробку всіх видів сировини. Зараз це досягається за рахунок механізації сортування, використання комбінованих знепилюючих машин, змішування, розпушування, хімічної обробки, використання сучасних високопродуктивних різальних і щипальних машин.

Серед проблем, з якими стикаються текстильники під час впровадження способу виробництва змішаної льонобавовняної пряжі широкого асортименту, слід відзначити, в першу чергу, різну довжину елементарних волокон льону. Якщо у бавовни вона більш стабільна (25-35 мм) та коливається у невеликих межах, то для лляного волокна коливання довжини значне: від 5 мм до десятків сантиметрів. Зрозуміло, що в такому вигляді змішування волокон льону з бавовняними або хімічними волокнами неможливе. Необхідна додаткова обробка лляного волокна.

*Аналіз останніх досліджень.* Як доводять дослідження, при вкорочуванні лляного волокна шляхом розрізання за допомогою спеціальних різальних машин одержують 3-15% коротких волокон (завдовжки 5-15 мм), непридатних до використання у прядінні, 75% прядомих (з довжиною 16 – 50 мм) і 5-8% волокон завдовжки понад 50 мм. Застосування різальних машин для штапельювання лляного волокна не забезпечує максимального збереження цілісності елементарних волокон, що призводить до невиправданого збільшення частки непрядомих волокон. Крім того, комплекси елементарних волокон після різання мають тупі кінці, що знижує прядильну цінність штапельюваного таким чином волокна. Внаслідок розрізання волокна також неможливо ефективно видалити зв'язану кострицю та нецелюлозні домішки з поверхні волокна.

*Формулювання цілей статті (постановка завдання).* Слід зазначити, що у складі технологічних ланцюжків льонопереробних підприємств відсутнє устаткування, яке використовується нині для модифікації короткого лляного волокна. Як правило, відсутні різальні машини, що застосовуються для вкорочення лляного волокна. Переважна більшість вітчизняних різальних машин проектувалася для штапельювання жмутів волокон з довжиною, яка значно перевищує довжину бавовняного волокна.

Виходячи з вищевикладеного, можна зробити висновок про необхідність удосконалення існуючої технології механічної обробки відходів тіпання та модернізації технологічного обладнання з метою одержання короткого лляного волокна підвищеної якості. Враховуючи переваги і недоліки традиційної технології виробництва короткого лляного волокна на діючому куделеприготувальному устаткуванні, для розробки нової технології одержання короткого волокна з підвищеними якісними показниками запропонована нами схема видалення костриці та паралелізації короткого волокна льону включає:

- обробку шару відходів тіпання у комплекті кілкових барабанів при постійному кроці кілків з витяжними парами з метою видалення костриці, витягування й потоншення шару з одночасним орієнтуванням волокон;

- процес м'яття підготовленого шару відходів тіпання у м'яльних парах дрібнорифлених вальців;

- паралелізацію шару волокна в кілкових барабанах з різним кроком кілків при підвищеній частоті обертання верхніх барабанів. Згідно з запропонованою схемою під час переробки відходів тіпання льону виділення вільної костриці й розволокнення шару здійснюється кілковими барабанами, що обертаються, встановленими у вертикальному положенні до напрямку транспортування матеріалу.

Оскільки конструктивні особливості кілкових барабанів діючого технологічного обладнання не забезпечують необхідної паралелізації

волокон, у механізмах експериментальної технологічної лінії кілки кілкових барабанів виконані у формі площинного конуса. Це дозволяє підвищити глибину заходження і проникну здатність кілків у шар волокна та збільшити їх кількість на барабані. Завдяки цьому можна розділити шар волокна на окремі жмути, в яких при натязі в процесі витягування розпрямляється і паралелізується волокно. При цьому збільшується площа контакту кілків з волокном, що забезпечує потоншення шару та його рівномірність, яка сприяє кращому розпрямленню й паралелізації волокон.

*Основна частина.* Механізм дії експериментальної установки. Перевірку теоретичних висновків і визначення залежності основних показників якості волокна від параметрів обробки здійснено на експериментальній установці.

Її відмінність від типових куделеприготувальних агрегатів полягає у тому, що змінено конструкцію живильника, м'яльної частини машини й додатково введено пристрій для паралелізації волокон. Замість тіпальної частини куделеприготувального агрегату запропоновано комплект барабанів з кілками, які переміщуються всередину барабана, за рахунок зміщення центрів їх обертання відносно осі цього барабана, що запобігає захоплюванню й намотуванню волокна на барабани. Завдяки цьому підвищується ефективність дії робочих органів обладнання на оброблюваний матеріал, забезпечується додаткове розволокнення та паралелізація волокна, виділення зв'язаної костриці й, таким чином, підвищення його якості. Технічну характеристику експериментальної установки наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Технічна характеристика експериментальної установки

№ п/п	Найменування параметра	Одиниці вимірювання	Величина параметра
1	Кількість пар кілкових барабанів	шт	3
2	Кількість рядів по колу	шт	11
3	Крок кілків	мм	від 20 до 10
4	Виліт кілків	мм	5
5	Вид кілків	–	площинно-конусні
6	Кут нахилу кілка	град	68
7	Діаметр барабана	мм	400
8	Довжина барабана	мм	980
9	Частота обертання барабанів	хв <sup>-1</sup>	2,97 – 68,3

Попередні дослідження, які було здійснено на комплекті кілкових барабанів з прямими кілками, показали, що не вся

відокремлена костриця виводилась із зони обробки, а також спостерігалось намотування волокна на барабани. У зв'язку з цим було змінено кут нахилу кілків, що дозволило запобігти намотуванню волокна і сприяло видаленню вільної костриці.

Технологічний процес одержання короткого волокна з відходів тіпання за новою технологією здійснюється у наступній послідовності. Відходи тіпання пневмотранспортом подаються на трясильну машину з нижнім гребінним полем, з якої шар волокна надходить у потоншувальний механізм (рис. 1).

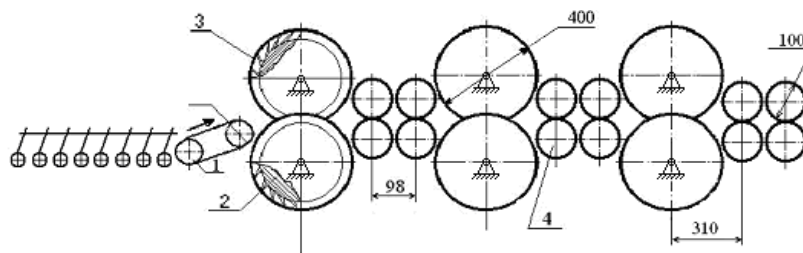


Рис. 1. Технологічна схема потоншувального механізму:  
1 – трясильна машина з нижнім гребінним полем; 2 – нижні кілкові барабани; 3 – верхні кілкові барабани; 4 – витяжні потоншувальні пари

Там відбувається потоншення шару волокон і їх витягування у комплекті кілкових барабанів з витяжними вальцями. Витягування й розпрямлення волокон у шарі здійснюється за рахунок різниці швидкостей верхнього та нижнього кілкових барабанів, оскільки верхній кілковий барабан має у два рази більшу швидкість обертання. При збільшенні або зменшенні цього швидкісного співвідношення відбувається розрив шару волокна та його сплутування.

Як показали дослідження, для ефективності процесу м'яття максимальна висота шару сировини не повинна перевищувати 5 мм, тобто загальний коефіцієнт потоншення  $i$  повинен дорівнювати 50. Дотримання цієї умови забезпечується за рахунок різниці швидкостей кілкових барабанів і витяжних пар рифлених вальців. Як відомо, швидкість подачі шару відходів тіпання за існуючою технологією переробки становить  $v = 3,8$  м/хв. За умови збереження пропускної здатності лінії виробництва короткого волокна швидкість просування шару при висоті  $h = 5$  мм повинна дорівнювати 187,9 м/хв, тобто  $i = \frac{187,9}{3,8} = 49,5$ . Для забезпечення даного потоншення узято середній

показник коефіцієнта потоншення між кілковими барабанами та витяжними парами вальців, який становить 2,19. Таким чином визначено, що для досягнення необхідного потоншення шару

сировини потрібно встановити п'ять переходів, які складаються з пари кілкових барабанів і пари витяжних рифлених вальців.

Визначення оптимальних технологічних параметрів переробки на потоншувачі. Для проведення експериментальних досліджень використовувалися відходи тіпання без попереднього підсушування. Їх вологість перед обробкою становила біля 14%, що не перевищує нормованої вологості сировини, яка переробляється на м'яльно-тіпальному агрегаті. Висота шару дорівнювала 250 мм, частота обертання кілкових барабанів устанавлювалася згідно з розрахунками.

Під час досліджень було проведено аналіз зміни показників якості короткого лляного волокна в залежності від параметрів обробки в потоншувачі, м'яльній машині з дрібнорифленими вальцями та паралелізаторі.

Оскільки важливим показником якості короткого волокна, підготовленого до подальшої переробки, є ступінь паралелізації, для визначення його на кожному переході технологічного процесу було досліджено розподіл волокон за довжиною.

Результати досліджень, отримані під час обробки сировини на потоншувальному механізмі експериментальної технологічної лінії, графічно відображено на діаграмі розподілу волокон за довжиною (рис. 2).

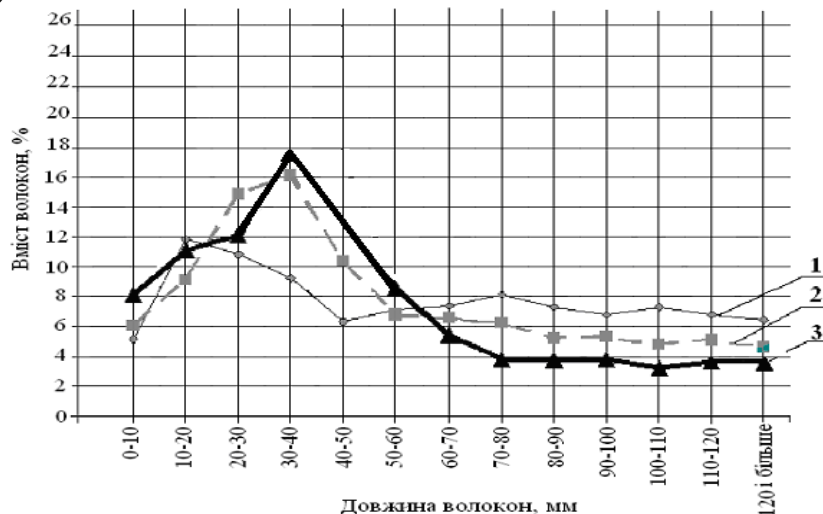


Рис. 2. Розподіл волокон за довжиною після обробки на кілкових барабанах потоншувального механізму:

1 – перший кілковий барабан потоншувача; 2 – другий кілковий барабан потоншувача; 3 – третій кілковий барабан потоншувача.

На графіку 1 рис. 2 показано розподіл волокон за довжиною після обробки на першій парі кілкових барабанів потоншувача. Як видно з графіка 1, після обробки на першій парі кілкових барабанів відсотковий вміст волокон завдовжки 30-40 мм становить 9,2%. Водночас у шарі сировини наявна велика кількість волокон, довжина



яких перевищує 95 мм, і особливо волокон, довгих 120 мм. Це свідчить про недостатнє розволокнення, недостатнє подрібнення волокнистих комплексів і низький ступінь очищення волокна від домішок на даному витяжному переході, а, отже, про необхідність встановлення у потоншувачі додаткових кілкових барабанів.

Результати досліджень, одержані після потоншення сировини у витяжній парі та обробки її на другій і третій парах кілкових барабанів потоншувача, наведено на графіках 2 і 3 (рис. 2).

Аналіз графіків 2 і 3 свідчить, що подальша обробка на другій і третій парах кілкових барабанів потоншувача сприяє підвищенню відсоткового вмісту волокон завдовжки 30-40 мм до 16,1% і 17,5% відповідно і скороченню кількості волокон з довжиною понад 120 мм. При цьому волокно поступово очищається від вільної костриці, розволокнюється й потоншується, до того ж дія кілків суттєво не впливає на міцність волокна.

У табл. 2 наведено дані про вміст костриці у відходах тіпання та в короткому волокні після обробки на парах кілкових барабанів потоншувального механізму, які свідчать про ступінь очищення сировини.

Таблиця 2 – Зміна вмісту костриці під час обробки на потоншувальному механізмі

Найменування виду обробки	Вміст костриці, %
Відходи тіпання	52,0
Після першої пари кілкових барабанів	44,1
Після другої пари кілкових барабанів	43,4
Після третьої пари кілкових барабанів	42,0

Відповідно до табл. 2, внаслідок обробки на першій парі кілкових барабанів кількість костриці у волокні зменшилася на 8%. Після обробки на другій і третій парах кілкових барабанів вміст костриці у волокні змінюється несуттєво, тому недоцільно збільшувати кількість пар кілкових барабанів у потоншувачі.

Проте після обробки на потоншувальному механізмі в шарі сировини наявна значна кількість невідокремленого від деревини волокна. Тому для подальшого руйнування зв'язку між деревиною та волокном, відділення зв'язаної костриці, а також підготовки шару короткого волокна до остаточної паралелізації його необхідно обробити на м'яльній машині з дрібнорифленими вальцями.

*Висновки.* У результаті експериментальних досліджень доведено, що оптимальний ступінь потоншення шару та паралелізація короткого волокна досягається при обробці сировини в

потоншувальному механізмі з трьома парами кілкових барабанів, у яких крок кілків по довжині барабана в першій, другій та третій парях становить відповідно 20; 15; 10 мм.

Для подальшого руйнування зв'язку між деревиною та волокном, відділення зв'язаної костриці, а також підготовки шару короткого волокна до остаточної паралелізації його необхідно обробити на м'яльній машині з дрібнорифленими вальцями та додатковому паралелізаторі.

Література:

1. *Марков В.В.* Первичная обработка лубяных волокон. Учебник для вузов/ *В.В. Марков, Н.Н.Суслов* и др. . – М.: Легкая индустрия, 1974. – 416 с.

2. *Марков В. В.* Первичная обработка льна и других лубяных культур/ *В.В. Марков*. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1981. – 376 с.

3. *Ипатов А. М.* Теоретические основы механической обработки лубяного сырья/ *А.М. Ипатов*. Учебное пособие для вузов. – М.: Легпромбытиздат, 1989. – 144 с.

4. *Живетин В.В.* Лен и его комплексное использование/ *В.В. Живетин, Л.Н. Гинзбург, О.М.Ольшанская*.- М.: Информ – Знание, 2002. – 400с.

5. *Ткачева Т.М.* Пути модификации льняных волокон: Монография/ *Т.М. Ткачева, Л.А. Чурсина*. – К.: Науковий світ, 2004. – 96 с.

## **ОБРАБОТКА ЛЬНЯНОГО СЫРЬЯ НА УТОНЯЮЩЕМ МЕХАНИЗМЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ**

Кобяков С.М., Домбровская Е.П.

**Аннотация** – в статье проанализированы результаты экспериментальных исследований технологии подготовки короткого льняного волокна к котонизации.

## **PROCESSING OF RAW LINEN MATERIALS ON THE MECHANISM FOR THINNING OF AN EXPERIMENTAL TECHNOLOGICAL LINE**

Kobyakov S., Dombrovskaya E.

### **Summary**

The article analyzes the results of experimental studies of technology of preparation of short flax fiber to cottonizing.

УДК 677.11.021

## УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ СТЕБЕЛ ТРЕСТИ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО

Меняйло-Басиста І.О., к.т.н.,

Тернова Т.І., к.т.н.,

Тіхосов С.М.

*Херсонський національний технічний університет*

Тел. (0552) 51-71-72

**Анотація** – дану роботу присвячено оптимізації процесу прочісування волокна на машинах тонкого чесання з метою одержання волокна, придатного для виділення целюлозовмісних напівфабрикатів.

**Ключові слова** – волокно льону олійного, штапельна масодовжина, масова частка костриці та смітних домішок, лінійна щільність, частота обертання головного барабана.

*Постановка проблеми.* Останнім часом у всьому світі спостерігається збільшення попиту на целюлозні матеріали, які застосовують для одержання паперу, картону та композиційних матеріалів різноманітного призначення. Але, на даний час, вітчизняні підприємства для виробництва цих видів продукції використовують імпортовану целюлозу і макулатуру. Висока вартість першої і тенденція до погіршення якості другої вимагають розвинення вітчизняної бази целюлозовмісної сировини. Це питання висвітлено в концепції Загальнодержавної цільової програми розвитку целюлозно-паперової промисловості України та вітчизняного ринку картонно-паперової продукції на період до 2020 року [1]. З якої випливає, що для розвитку власної сировинної бази для підприємств целюлозно-паперової промисловості необхідно провести оцінку наявних ресурсів соломи однорічних рослин з метою їх подальшого використання у виробництві сировинних напівфабрикатів. З огляду на те, що в 2000 році в нашій державі посівні площі льону олійного склали менше 3 тис. га, а в 2013 році збільшилися більш ніж у 15 разів і досягли 46 тис. га можна стверджувати, що ця культура є більш дешевою і доступною сировиною для вітчизняного виробництва целюлозних напівфабрикатів. Та солома льону олійного в Україні зовсім не використовується, навіть спалюється, це пов'язано з відсутністю технології поглибленої переробки стебел соломи льону олійного з метою одержання целюлозовмісних напівфабрикатів з даної сировини. Таким чином, актуальним є розроблення технологій

механічної переробки стебел трести цієї культури, які дозволяли б повною мірою використовувати виділене з них волокно для створення нових целюлозних матеріалів.

*Аналіз останніх досліджень.* Відомо, що стебла льону олійного в рулоні неорієнтовані, сплутані, мають різну товщину. За всіма фізико-механічними параметрами вони відповідають некондиційній низькосортній тресті льону-довгунця [2]. Таким чином, технологія механічної технологія переробки трести льону олійного повинна бути аналогічна технології одержання однотипного волокна з некондиційної низькосортної трести льону-довгунця з урахуванням особливостей морфологічної та анатомічної будови стебел льону олійного.

На даний час теоретичні основи механічної обробки некондиційної низькосортної трести льону-довгунця розроблені О.М. Іпатовим (Росія) [3]. Технологія одержання однотипного лляного волокна запропонована Р.Н. Гілязетдіновим і впроваджена Інститутом луб'яних культур НААН України [4]. Цій тематиці присвячені також роботи В.В. Живетіна, виконані в Центральному науково-дослідному інституті луб'яних волокон [5].

Аналізуючи сучасні розробки провідних науковців галузі, можна зробити висновок, що для переробки стебел трести льону олійного найбільш придатна запропонована Р.Н. Гілязетдіновим технологія одержання однотипного волокна з неорієнтованих стебел трести льону-довгунця [6-8]. Відмінність цієї технологічної лінії від вітчизняних куделеприготувальних агрегатів полягає у новій конструкції м'яльних вальців планчастого типу та заміні тіпальної частини КПАЛ розробленим автором тіпально-чесальним агрегатом.

Однак, на превеликий жаль, на даний час відсутній серійний випуск машин, розроблених Інститутом луб'яних культур НААН України, а виготовлено лише дослідні макети агрегату, тому їх не можна використати з метою створення технології та обладнання для переробки стебел льону олійного.

Також відомі роботи з очищення й розділення волокна льону олійного, виконані Римським дослідним центром, Італія (IPZS) [9]. Однак при обробці стебел льону олійного за цією технологією заокостриченість виділеного волокна становить 37 %. Крім того, закупівля даної лінії в Італії потребує великих валютних витрат.

У Республіці Білорусь також застосовується технологія переробки лляної сировини на однотипне волокно. При цьому волокно льону олійного та низькосортне некондиційне волокно льону-довгунця змішуються, у результаті чого одержується однотипне волокно. Таке волокно використовують з метою отримання змішаної пряжі в текстильній промисловості.

На жаль, вищенаведені розробки не можна використати для одержання волокна з трести льону олійного, оскільки під час її

обробки за запропонованими технологіями закостриченість виділеного волокна досягає 37 %. Це відбувається тому, що зв'язок між кострицею та волокном у льоні олійному є більш міцним, ніж у інших луб'яних культурах.

Таким чином, поєднання у тресті льону олійного коротких стебел і волокон різної довжини зумовлює необхідність її переробки аналогічно з некондиційною низькосортною трестю льону-довгунця за традиційною технологією обробки на куделеприготувальних агрегатах відомих марок: КПАЛ, КП-2, АКЛВ-1, АКЛВ-1-01, МКП-1, МКП-1Л та їх зарубіжних аналогів фірм «Charle», «Laroche», «Temaфа» тощо [2, 10].

На промислових лініях, розроблених зарубіжними фірмами, одержують продукцію задовільної якості, однак це обладнання має високу вартість і потребує додаткового налагодження безпосередньо на переробних підприємствах. Застосування цих ліній без належного налагодження й уніфікації призводить до отримання волокна, неоднорідного за довжиною, тониною і ступенем очищення від костриці та смітних домішок зі значним пошкодженням елементарних волокон, що зумовлює високий відсоток втрат волокна.

У роботі Тіхосової Г.А. було розроблено технологічну схему модернізованого куделеприготувального агрегату для переробки трести льону олійного [2, 11]. Аналізуючи регламентовані чинними нормативними документами технологічні властивості волокна, одержаного в результаті застосування запропонованого модернізованого куделеприготувального агрегату для переробки трести льону олійного, можна зробити висновок, що вони відповідають сучасним вимогам до якості волокна, яке застосовують для отримання медичної вати, паперу та композиційних матеріалів різноманітного призначення [12-16]. Таким чином, дана технологія є найбільш дешевою та придатною для одержання волокна з льону олійного.

*Формулювання цілей статті.* Волокно льону олійного, придатне для одержання целюлозовмісних напівфабрикатів, повинно мати такі якісні показники: низький вміст костриці та смітних домішок та максимальний ступінь розволокнення та потоншення волокна. Для цього необхідно забезпечити інтенсифікацію процесу механічної обробки та очищення волокна за рахунок дворазового прочісування волокна на машинах тонкого чесання.

*Основна частина.* Для досягнення поставленої мети здійснено узагальнення світового й вітчизняного досвіду розроблення та вдосконалення сучасних технологій механічної переробки трести льону з метою вибору технології механічної переробки трести льону олійного для одержання волокна, придатного для виділення целюлозовмісних напівфабрикатів. У результаті за основу було взято розроблену Г.А. Тіхосовою технологію одержання волокна з трести

льону олійного. Однак для одержання волокна з необхідними якісними показниками було запропоновано здійснювати його додаткове прочісування на машинах тонкого чесання ЧМД-5 (рис. 1). Це дозволить досягти максимального ступеня розволокнення, потоншення та очищення волокна від костриці. За допомогою ротатабельного планування другого порядку було здійснено оптимізацію процесу прочісування волокна на машинах тонкого чесання ЧМД-5.

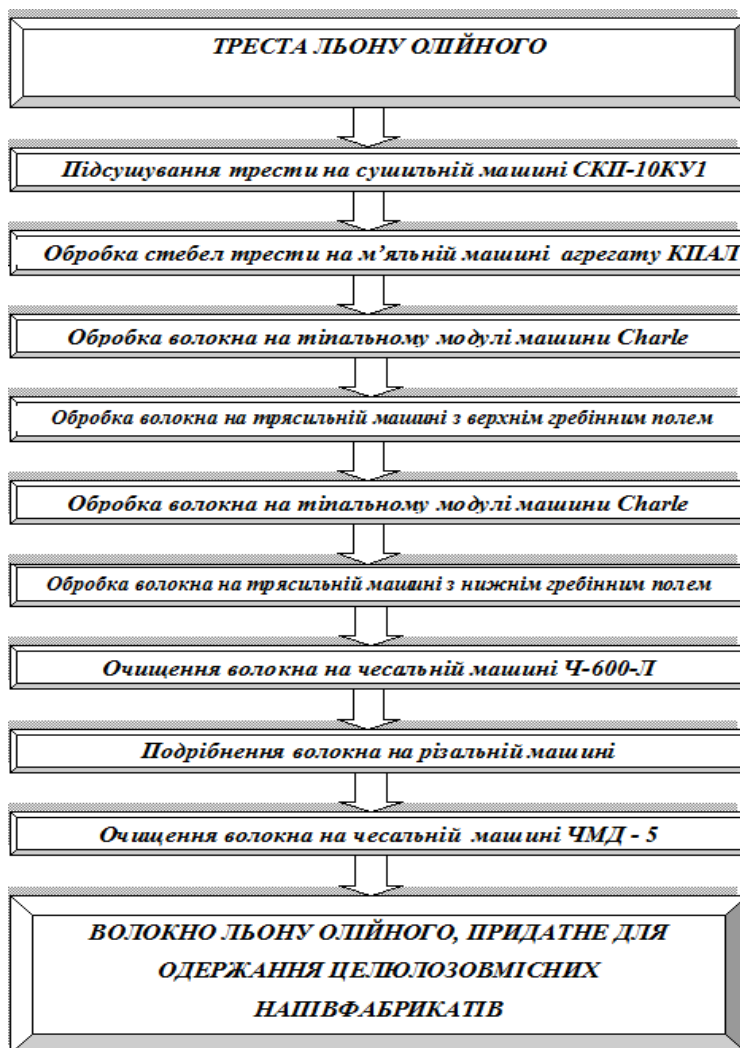


Рис. 1. Технологічна схема отримання з трести льону олійного волокна, придатного для одержання целюлозовмісних напівфабрикатів.

За фактори варіювання при кожному прочісуванні було обрано частоту обертання головного барабана  $n_1$  ( $n_2$ ) та величину розведення  $l_1$  ( $l_2$ ) між головним барабаном і сміттєвідбійним ножом машини ЧМД-5. Вихідними параметрами при першому та другому прочісуванні відповідно були  $y_1$  ( $y_4$ ) – штапельна масодовжина волокна,  $y_2$  ( $y_5$ ) – масова частка костриці та смітних домішок,  $y_3$  ( $y_6$ )

– лінійна щільність волокна льону олійного. Згідно з експериментальними даними отримано аналітичні залежності (1-6) і встановлено оптимальні характеристики процесу чесання на машинах ЧМД-5, які наведено в табл. 1.

$$y_1 = 26,96 + 0,79x_1 - 0,429x_2 - 0,557x_1^2, \quad (1)$$

$$y_2 = 2,98 - 0,105x_1 + 0,216x_2 - 0,1x_1x_2, \quad (2)$$

$$y_3 = 1,24 - 0,053x_1 - 0,052x_2 - 0,032x_1^2, \quad (3)$$

$$y_4 = 18,44 - 0,216x_3 - 0,341x_4 - 0,235x_3^2, \quad (4)$$

$$y_5 = 0,05 - 0,006x_3 + 0,00573x_4 + 0,015x_3x_4 + 0,0081x_4^2, \quad (5)$$

$$y_6 = 0,368 + 0,025x_3 - 0,015x_3x_4 + 0,015x_3^2 + 0,023x_4^2. \quad (6)$$

Таблиця 1 – Фізико-механічні показники волокна льону олійного, одержаного за різними режимами обробки на ЧМД-5

Режими обробки на ЧМД-5		Фізико-механічні показники волокна льону олійного		
частота обертання головного барабана, $\text{хв}^{-1}$	розведення між головним барабаном і сміттєвідбійним ножем, мм	штапельна масо-довжина, мм	масова частка костриці та смітних домішок, %	лінійна щільність, текс
Перше прочісування				
630	3,5	23,60	3,20	1,07
750	3,0	28,10	2,50	1,15
Друге прочісування				
605	2,5	17,80	0,07	0,46
515	1,5	19,25	0,05	0,34

Таким чином, завдяки визначенню оптимальних параметрів процесу чесання на машині ЧМД-5 встановлено частоту обертання головного барабана та відстань між ним і сміттєвідбійним ножем, що дозволить одержувати волокно льону олійного, яке за своїми фізико-механічними властивостями найбільш придатне для використання у текстильній, целюлозно-паперовій та фармацевтичній галузях промисловості, а також для виробництва композиційних матеріалів.

*Висновки.* Удосконалено технологію одержання волокна льону олійного та на основі ротатбельного планування другого порядку здійснено оптимізацію технологічного режиму прочісування волокна на машині ЧМД-5 з метою 100 % очищення волокна від деревини. У разі застосування даної технології одержують волокно з вмістом костриці 0,01-0,05 %, що зумовлює його придатність для виготовлення целюлозовмісних напівфабрикатів різноманітного

призначення. Впровадження запропонованої технології сприятиме розширенню сфери застосування волокна льону олійного.

Література:

1. Концепція загальнодержавної цільової програми розвитку целюлозно-паперової промисловості України та вітчизняного ринку картонно-паперової продукції на період до 2020 року: [Електронний ресурс]. – Режим доступу. – [http://industry.kmu.gov.ua/industry/control/uk/publish/article;jsessionid=D944B63339CEEEAA38DF66524EE1F845?art\\_id=74110&cat\\_id=42148](http://industry.kmu.gov.ua/industry/control/uk/publish/article;jsessionid=D944B63339CEEEAA38DF66524EE1F845?art_id=74110&cat_id=42148).

2. *Тіхосова Г.А.* Розвиток наукових основ технологій первинної переробки волокон льону олійного: дис. ... доктора техн. наук: 05.18.01 / Тіхосова Ганна Анатоліївна. – Херсон, 2011. – 358 с.

3. *Живетин В.В.* Масличный лён и его комплексное развитие / В.В. Живетин, Л.Н. Гинзбург. – М.: ЦНИИЛКА, 2000. – 389 с.

4. *Гілязетдінов Р.Н.* Розвиток наукових основ створення інноваційних технологій первинної переробки луб'яних культур: дис. ... доктора техн. наук: 05.18.01 / Гілязетдінов Рубіль Нуртдінович. – Херсон, 2009. – 329 с.

5. *Ипатов А.М.* Теоретические основы механической обработки стеблей лубяных культур / А.М. Ипатов. – М.: Легпромбытиздат, 1989. – 143 с.

6. Пат. 37316 Україна, МПК А01 D45/00. Спосіб одержання однотипного волокна лубоволокнистих культур / Гілязетдінов Р.Н., Коропченко С.П., Москаленко Б.І.; заявник та патентовласник Інститут луб'яних культур УААН; заявл. 28.05.2008; опубл. 25.11.2008, Бюл. №22. – 2 с.

7. *Кебець О.М.* Агрегат для виділення однотипного волокна льону / О.М. Кебець, Р.Н. Гілязетдінов // Механізація та автоматизація виробничих процесів: Вісник Сумського аграр. ун-ту. – Суми, 2001. – Вип. 6. – С. 39-41.

8. *Коропченко С.П.* Вплив різних факторів на процес виділення однотипного волокна льону / С.П. Коропченко, Р.Н. Гілязетдінов // Зб. наук. пр. Ін-ту луб'яних культур УААН: Біологія, вирощування, збирання та первинна переробка льону і конопель. – Глухів: ІЛК УААН, 2004. – Вип. 3. – С. 127-130.

9. *Cappelleto P.L.* Fiber valorization of oilseed flax / A. Assirelli, M. Bentini, P.L. Cappelleto, P.Pasini // Flax and other Bast Plants Symposium. – Poznan, Poland: Institute of Natural Fibres, 1997. – С. 150-151.

10. *Головенко Т.М.* Механічна технологія поглибленої переробки трести льону олійного/ Т.М. Головенко, І.О. Меньяйло (Меньяйло-Басиста І.О.), Г.А. Бойко // Перспективи розвитку легкої промисловості: всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених, асп. і студ., 26-28 жовтня 2011 р.: доп. – Луцьк, 2011. – С. 49-54.

11. Пат. № 63770 Україна, А01D 45/06. Спосіб отримання волокна з трести льону олійного / Тіхосова Г.А., Головенко Т.М.,



Меняйло І.О., Литвин З.Л., Князев О.В.; заявник та патентовласник Херсонський національний технічний університет. – №и 2011 01567; заявл.11.02.2011; опубл. 25.10.2011, Бюл. №20. – 4 с.

12. Целлюлоза сульфатная беленая из хвойной древесины. Технические условия: ГОСТ 9571-89. – [Введен 1989-19-12]. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 7 с. – (Государственный комитет СССР по управлению качеством продукции и стандартам).

13. Целлюлоза сульфитная небеленая из хвойной древесины. Технические условия: ГОСТ 6501-82. – [Введен 1982-25-03]. – М.: Изд-во стандартов, 1982. – 44 с. – (Государственный стандарт СССР).

14. Целлюлоза сульфитная беленая из хвойной древесины: Технические условия: ГОСТ 3914-89. – [Введен 1989-19-12]. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 7 с. – (Государственный комитет СССР по управлению качеством продукции и стандартам).

15. Вата медицинская гигроскопическая. Технические условия: ГОСТ 5556-81. – [Введен 1981-12-08]. – М.: Изд-во стандартов, 2003. – 16 с. – (Государственный комитет СССР по управлению качеством продукции и стандартам).

16. Щепа технологическая. Технические условия: ГОСТ 15815-83. – [Введен 1983-24-08]. – М.: Изд-во стандартов, 1992. – 15 с. – (Государственный комитет СССР по управлению качеством продукции и стандартам).

## **УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ СТЕБЛЕЙ ТРЕСТЫ МАСЛИЧНОГО ЛЬНА**

Меняйло-Басистая И.А., Терновая Т.И., Тихосов С.Н.

*Аннотация* - работа посвящена оптимизации процесса прочесывания волокна масличного льна на машинах тонкого чесания с целью получения волокна, пригодного для выделения целлюлозосодержащих полуфабрикатов.

## **IMPROVING MACHINING PROCESS STEMS OF OILSEED FLAX RETTING STRAW**

Mieniailo-Basyta I., Ternova.T., Tikhosov S.

### *Summary*

The work is devoted optimization process carding of oilseed flax fiber to the machines thin combing on purpose to produce fibers suitable to produce cellulosic semi-finished products.

УДК: 678.744.843

## БІОРОЗКЛАДАЄМІ ПОЛІМЕРНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ УПАКОВКИ

Петриченко С.В., к.т.н.,

Гвоздев О.В., к.т.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел. (0619) 42-13-06

**Анотація** – у статті вивчені можливі способи виробництва й склад полімерних упакувань, здатних до біодеструкції.

**Ключові слова** – пакування, полімери, екологія, біодеструкція.

*Постановка проблеми.* В останні роки виникли й почали практично реалізовуватися нові ідеї синтезу "екологічно чистих" полімерів і виробів з них. Мова йде про полімери й матеріали з них, здатні більш-менш швидко розкладатися у природних умовах. Зауважимо при цьому, що всі біологічні полімери, тобто полімери, синтезовані рослинами й живими організмами, до яких належать, у першу чергу, білки й полісахариди, тією чи іншою мірою піддані руйнуванню, каталізаторами якого є ферменти. Тут дотримується принцип: що створює природа, то вона здатна зруйнувати. Якби цей принцип не спрацював, то ті ж полімери, у величезних кількостях вироблені мікроорганізмами, рослинами й тваринами, після їхньої загибелі залишалися б на землі. Таке важко навіть собі уявити, тому що це був би фантастичний світовий смітник трупів усіх існуючих на землі організмів. На щастя, цього не відбувається, і вискоелективні біологічні каталізатори - ферменти - роблять свою справу й успішно справляються із цим завданням.

Зовсім інша справа-синтетичні полімери, оскільки вони є для навколишньої нас природи прибульцями, що зовсім недавно з'явилися, і вона ще не виробила ефективних засобів і механізмів їх розкладання. Можна в найкращому разі розраховувати, що деякі ферменти, відповідальні за швидке й вибіркоче руйнування природних органічних речовин, будуть робити те ж саме й відносно синтетичних полімерів, до складу яких входять відповідні функціональні групи. Звичайно, ефективність дії природних каталізаторів буде багаторазово знижена.

*Аналіз останніх досліджень.* Більшість полімерних матеріалів, що випускаються у цей час промисловістю, відрізняється винятково високою стійкістю до впливу мікроорганізмів. Саме із цієї причини

відпрацьовані полімери є джерелами забруднення навколишнього середовища. Саме тому потрібно створювати полімери, здатні до біодеструкції, які за своїми властивостями не відрізнялися б від звичайних полімерів.

Для скорочення часу утилізації відходів пластмас останнім часом розробляються й випускаються спеціальні типи полімерів з регульованим терміном служби. Як правило, це фото- і (або) біорозкладаємі полімери, які під дією світла, тепла, повітря й мікроорганізмів, що знаходяться у ґрунті, розкладаються до низькомолекулярних продуктів і асимілюються у ґрунті, включаючись у такий спосіб у замкнений біологічний цикл. Відмінною рисою цих полімерів є здатність зберігати споживчі властивості протягом усього необхідного періоду експлуатації й лише після закінчення цього періоду зазнавати фізико-хімічні й біологічні перетворення, що приводять до деструкції й руйнування.

Більша частина розроблених у цей час полімерів з регульованим терміном служби являють собою полімери, що фоторозкладаються, які, дякуючи присутності в них спеціальних груп або сполук здатні розкладатися у природніх умовах до низькомолекулярних полімерів, що поглинаються у подальшому мікроорганізмами атмосфери. Як правило, для додання полімерам здатності руйнуватися під дією світла використовують спеціальні добавки, або вводять до складу полімеру молекулярні світлочутливі групи. Для того, щоб такі полімери знайшли практичне застосування, вони повинні задовольняти певним вимогам:

- у результаті модифікації полімеру не повинні суттєво змінюватися його експлуатаційні характеристики;
- добавки, що вводяться у полімер, не повинні бути токсичними, оскільки полімери призначаються, у першу чергу, для виготовлення тари й упакування;
- полімери повинні перероблятися звичайними методами, не піддаючись при цьому розкладанню;
- необхідно, щоб вироби, отримані з таких полімерів, могли зберігатися й експлуатуватися тривалий час при відсутності прямих ультрафіолетових променів;
- час від виготовлення полімеру до його руйнування повинен бути відомим та варіюватися у широких межах;
- продукти розкладання полімерів не повинні бути токсичними.

*Постановка завдання.* Полімери, здатні до біодеструкції відіграють важливу роль у проблемі знищення відходів і необхідно зробити крок у бік "безвідхідної технології" або, якщо можна так назвати, "безвідхідних пластмас". Створюючи нові полімерні

матеріали, здатні до біодеструкції, потрібно враховувати усі недоліки вже існуючих біорозкладаємих полімерів, щоб вони не руйнувалися завчасно й ми напевно знали час та умови їх руйнування. Полімери, здатні до біодеструкції, повинні прийти взамін звичайним полімерам, які в природніх умовах розкладаються надзвичайно повільно й практично не піддаються дії мікроорганізмів повітря й ґрунту.

*Основна частина.* Розроблені в Канаді полімери, що фоторозкладаються, с торговою назвою «Еколіти» передбачають введення світлочутливих кетонних угруповань у полімер у процесі сополімеризації. Це забезпечує абсорбцію полімером ультрафіолетових променів з довжиною хвилі близько 335 нм і наступну деструкцію.

Біорозкладаємі матеріали можуть бути отримані також модифікацією природних полімерів, які за показниками міцності часто наближаються до пластмас. Так, у Японії практичне застосування знайшли щеплені співполімери крохмалю й метилакрилату, плівки яких використовуються у сільському господарстві для мульчування ґрунту. Плівки зі співполімеру певний час мають високі фізико-механічні показники, однак у природніх умовах швидко зазнають деструкції.

Американська фірма Warner - Lambert розробила новий полімерний матеріал Novolon, що складається тільки із крохмалю й води та є повністю біорозкладаємим. Цей полімер може перероблятися традиційними методами й за механічними властивостями займає проміжне положення між полістиролом і поліетиленом.

Фірмою Archer Daniels Midland (США) розроблені концентрати марки Polyclean на основі поліетилену для одержання біорозкладаємих плівок. Концентрат містить 40 % крохмалю та добавку, що окислює (залишкова кількість крохмалю у кінцевому продукті 5...6 %). Компонент, що окислює, діє як каталізатор не тільки при світлі, але й у темряві. Деструкція крохмалю полегшує доступ мікроорганізмів і кисню до поверхні полімеру, тобто спостерігається певний синергичний ефект.

Компанія ICI Americas Inc виробляє термопластик, що піддається природньому розкладанню. Він має властивості, подібні з поліпропіленом. Це лінійний полієфір (гідроксибутирам-3-гідроксивалерат), який виробляється шляхом ферментації цукру за допомогою бактерій *Alcfligenes eutrophys*. Розкладання цього матеріалу відбувається під дією мікроорганізмів, що перебувають у ґрунті, каналізації й на дні водойм.

У Німеччині випускається близько 8 тисяч тон на рік полімеру, здатного до біодеструкції за назвою Ecoflex, призначеного для

виробництва харчового упакування й сільськогосподарської плівки. Це композиція полістиролу із крохмалем або целюлозою, яка протягом 50 днів зазнає біодеструкції на 60 %, а через вісімдесят днів розкладається на 90 %.

У зв'язку з високим попитом на цей пластик, компанія *BASF* планує значно збільшити обсяги виробництва. Фахівці прогнозують збільшення попиту на подібні синтетичні біорозкладаємі матеріали до 100 тис. тон щорічно.

У США виробляється натуральний, здатний до повного розкладання полімер, який можна використовувати для створення різної продукції, у т.ч. упакування хлібобулочних виробів, харчових продуктів, обгортки для цукерок і ін. товарів широкого вжитку.

У Бельгії готуються випустити на ринок біорозкладаєму липку плівку. Передбачається, що вона стане популярною у супермаркетах для загортання фруктів, овочів, м'яса, риби, охолоджених напівфабрикатів та інших продуктів.

Суміші синтетичних полімерів із крохмалем є перспективними біорозкладаємими композиціями, які усе більше знаходять практичне застосування для виробництва екологічно безпечних пакувальних матеріалів.

Останнім часом увагу дослідників привертають полімерні матеріали, які здатні до біорозкладання у природних умовах. До таких матеріалів зокрема відносяться похідні целюлози: метилцелюлоза, натрієва сіль карбоксиметилцелюлози. Вони мають ряд переваг: є прекрасними структуроутворювачами, необхідними для формування виробу з полімерних матеріалів, крім того, похідні целюлози відносяться до природних полімерів, продукти біологічної деструкції яких не забруднюють навколишнє середовище.

Поліоксіалканоати (ПОА) за рядом фізико-хімічних властивостей подібні до широко застосовуваних, що випускаються у величезних кількостях, синтетичних полієфірів, які не руйнуються у природному середовищі (поліпропілен, поліетилен). Окрім термопластичності поліоксіалканоати мають оптичну активність, біорозкладаємість й біосумісність. Поліоксіалканоати різного складу різняться між собою за структурою й властивостями (гнучкість, кристалічність, температура плавлення й ін.). Нова технологія забезпечує одержання екологічно чистих полімерних матеріалів, що руйнуються у природному середовищі до кінцевих продуктів (води й діоксиду вуглецю) у якості заміни поліолефінів, що не руйнуються та акумулюються у середовищі (поліпропілену, поліетилену), одержуваних в екологічно важких процесах з нафти.

Виходячи із цього, одним із актуальних напрямків стає виробництво екологічно чистого біорозкладаємого упакування. Його

виготовляють на основі полімерів, які можуть руйнуватися у природніх умовах під впливом таких природніх факторів, як світло, температура, волога, а також при участі живих мікроорганізмів (бактерій, дріжджів, грибів і т.д.). При цьому високомолекулярні речовини розкладаються на низькомолекулярні, такі, як вода, вуглекислий газ і т.д. Таким чином, відбувається природній круговорот речовин, створений еволюцією й здатний підтримувати екологічну рівновагу в природі.

Такі біопластики можна одержувати двома способами: або на основі речовин органічної природи (олігосахариди, целюлоза, зерно, молоко і т.д.), або біотехнологічним шляхом. Зараз найбільше поширення одержало виготовлення біорозкладаємого упакування, засноване на введенні в синтетичний полімер речовин рослинного походження. Вони служать живильним речовинним середовищем мікроорганізмів, що приводить до порушення цілісності упакування й, відповідно, до його руйнування.

Сировиною для одержання цих речовин є картопля, буряк, тапіока, зернові й бобові культури, целюлоза (деревина, бавовник, лігнін) і ін.

У цей час значне місце у виробництві пакувальних матеріалів приділяється співполімеру етилену й вінілацетату. У нього в якості біорозкладаємого компонента вводиться крохмаль - відтворений природний полімер. Він добре розкладається під дією води й мікроорганізмів, не забруднюючи при цьому ґрунту. Для руйнування цього матеріалу були навіть запропоновані ефективні мікроорганізми-біодеструктори.

Також розроблена композиція полістиролу із крохмалем або целюлозою, яка використовується для випуску харчового упакування й сільськогосподарської плівки. Такий матеріал біорозкладається майже наполовину за 50 і, практично, повністю - через 80 днів.

До біопластиків, що саморуйнуються, відноситься співполімер оксибутирату й оксивалерату. Це поліоксіалканоати, які за своїми фізико-хімічними властивостями подібні з поліетиленом і поліпропіленом, але здатні до біодеградації. Так, для термопластичного біополімеру — поліоксибутирату створені спеціальні водородокислюючі мікроорганізми — водневі бактерії. Це полімери нового покоління, що мають високий ринковий потенціал, тому що в недалекому майбутньому вони зможуть замінити традиційні поліолефіни, що не руйнуються природою, завдяки тому, що вони здатні включатися у глобальні біосферні цикли. Це екологічно чисті полімерні матеріали, що розкладаються у природніх умовах до кінцевих продуктів, тобто до води й діоксиду вуглецю.

Перспективним є прагнення до одержання полімерних композицій, які легко розкладаються у ґрунті, наприклад, як газетний папір. Так, матеріали на основі полівінілового спирту здатні

біорозкладатися у гарячій і холодній воді. Полімери, виготовлені на основі молочного білка — казеїну, повністю руйнуються при компостуванні протягом 45 днів. Введення у ці полімери добавок рослинного походження дозволяє варіювати ступенем біодеградації у природних умовах від 1 до 2-х місяців.

Новим пакувальним матеріалом є еколін. Його одержують із поліетилену або поліпропілену з додаванням таких природних мінеральних наповнювачів, як вапняк або доломіт. Вміст наповнювача в композиті може становити до 50 %. Цей матеріал пройшов сертифікацію й у якості упакування може застосовуватися для харчових продуктів. Його перевагами є нетоксичність, дешева мінеральна сировина, менша витрата нафтопродуктів.

До перспективної належить й упакування з кукурудзи. Основну частину її зерна становить целюлоза, що утворюється за рахунок фотосинтезу. З кукурудзи виготовляють різноманітне упакування, наприклад, пляшки. Випускають і плівку, яку використовують не тільки як харчове упакування, але й застосовують в інших областях. Плівку можна робити й безпосередньо з кукурудзяного крохмалю, яким так багаті зерна цієї культури. Подібні пакувальні матеріали швидко й повністю розкладаються у природних умовах і навіть при спалюванні не виділяють шкідливих речовин.

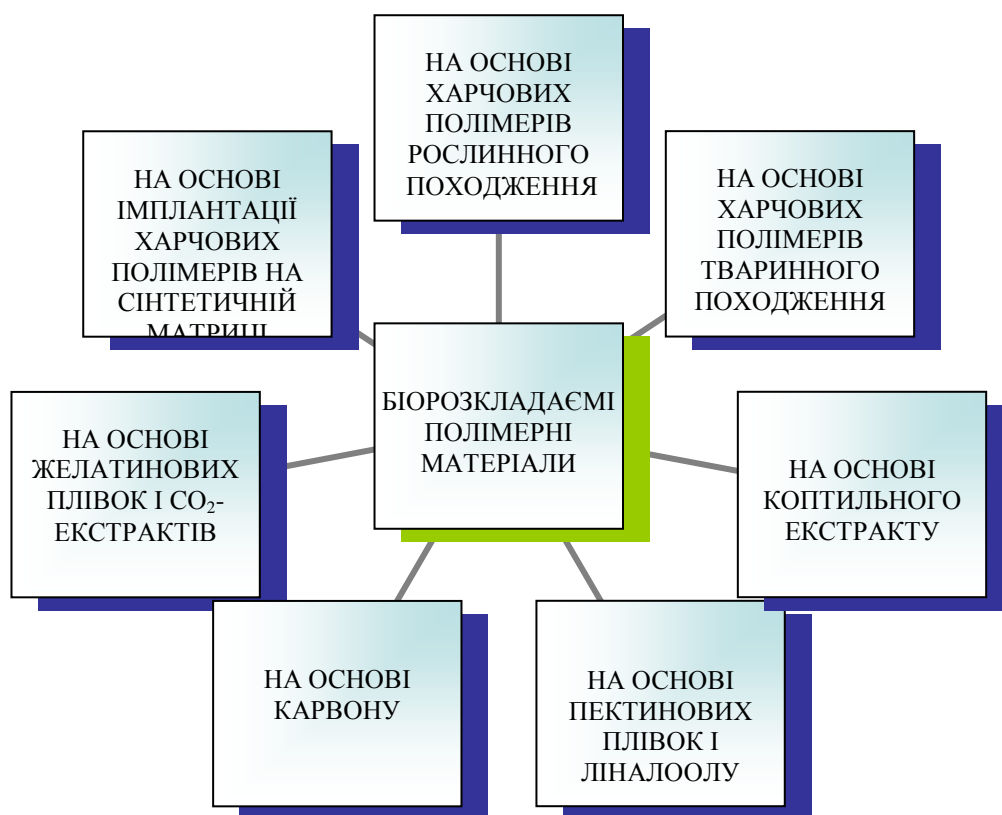


Рисунок – Класифікація біорозкладаємих полімерних матеріалів за методами виробництва.

*Висновки.* Пакувальні матеріали на основі колаген- і кератинутримуючої сировини досить перспективні й можуть використовуватися для упакування широкого ряду харчових продуктів.

Література:

1. *Ермилова И.А.* Биоповреждения промышленного сырья и материалов и их защита. Учеб. пособие. - Л.: ЛИСТ им. Ф. Энгельса, 1984. - 28 с.

2. *Ермилова И.А.* Теоретические и практические основы микробиологической деструкции химических волокон. - М.: Наука, 1991. - 248 с.

3. Биологические проблемы экологического материаловедения: сб. материалов. - Пенза: Научный совет по биоповреждениям РАН, 1995. - 108 с.

4. Методы определения биостойкости материалов: Сб. статей. - М.: Научный Совет по биоповреждениям АН СССР, 1979. - 202 с.

5. Микроорганизмы и низшие растения - разрушители материалов и изделий. - М.: Наука, 1979. - 225 с.

## **БИОРАЗЛАГАЕМЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ УПАКОВКИ**

С.Петриченко, А.Гвоздев

***Аннотация*** - в статье изучены возможные способы производства и составы полимерных упаковок, способных к биодеструкции.

## **BIOLOGICAL EXPANSION POLYMERIC MATERIALS FOR PACKING**

Petrichenko S., Gvozdev F.

### ***Summary***

**The possible ways of manufacture and compositions of biodestroyed polymeric pickings have been studied in the article.**



УДК 533.6621548

**ВИБІР ТИПА ВІТРОУСТАНОВОК ДЛЯ УМОВ УКРАЇНИ**

Рожкова Л.Г., к.т.н.

*Сумський національний аграрний університет*

**Анотація** – стаття присвячена вибору типу вертикально-вісьових вітроустановок, які можуть бути найбільш ефективними в умовах України.

**Ключові слова** – вітроустановка, енергія вітру, вітроколесо, потужність, швидкість вітру, коефіцієнт використання енергії вітру.

*Постановка проблеми.* У даний час все більше країн світу використовують альтернативні джерела енергії, причому одним з найбільш перспективних вважають енергію вітру. В Україні також зросло використання вітроенергетики, в основному, за рахунок розроблених зарубіжними фірмами ліцензійних вітроустановок великої потужності зі швидкохідними вітроколесами і горизонтальним розташуванням осі обертання, які встановлюються у південних областях, де середньорічне значення швидкості вітру більше (~6...7м/с), ніж в інших регіонах України. Тим не менш, це значення швидкості нижче прийнятого для розрахунку номінальної потужності ВУ в ЄС і США (11,5-14м/с). Отже, реальна потужність ВУ, встановлених на територіях України, може бути істотно нижче заявленої. З урахуванням того, що в північних і центральних областях України середньорічна швидкість вітру дорівнює або менше 5м/с [1], цей факт тим більше повинен враховуватися. Таким чином, для вибору типу вітроустановки (далі ВУ) основним критерієм, поряд з ефективністю, є величина середньорічної швидкості вітру в регіоні її планованого розміщення.

Що до ефективності, то ВУ у вітрових умовах України в першу чергу повинні мати працездатність і при низьких швидкостях вітру. Крім того, мають значення і такі якості, як здатність самозапуску вітроколеса, малий шум при роботі, недосягнення лінійною швидкістю лопатей так званої «порогової швидкості», при якій птахи можуть потрапляти у вітроколесо, і відсутність звукових хвиль, які мають негативний вплив на людину. З урахуванням вищесказаного, вибір типу ВУ для застосування в тому чи іншому регіоні України є досить серйозним завданням.

*Аналіз досліджень та публікацій.* Як відомо, ВУ поділяються за розташуванням осі обертання вітроколеса по відношенню до вітрового потоку, в основному, на два типи. Перший тип - установки, що мають вітроколеса з горизонтальним розташуванням осі обертання. До другого типу відносяться вертикально-вісьові ВУ. Крім того, прийнято поділ вітроколес за так званим коефіцієнтом швидкохідності  $\theta$ : тихохідні вітроколеса з  $\theta < 1$  і швидкохідні - з  $\theta \geq 3$  [2,3,4,5].

Основною перевагою ВУ з горизонтальною віссю обертання є відносна стабільність параметрів процесу обтікання лопатей (в першу чергу, кута атаки набігання потоку  $\alpha$ ) при чіткому орієнтуванні вітроколеса на вітер і відповідної фіксації. Це обумовлює досить високий коефіцієнт використання енергії вітру (далі  $C_p$ ).

До недоліків вітроколес з горизонтальним розташуванням осі обертання відносяться: 1) необхідність їх переорієнтації на вітер при зміні його напрямку; 2) виготовлення лопатей швидкохідних горизонтальних вітроколес, що мають крилові профілі, досить складно й дорого, оскільки потрібна висока точність, а для збереження оптимального кута атаки  $\alpha$  набігання потоку лопатей за усім розмахом повинна піддаватися крутні; 3) пристрій перетворення механічної енергії обертання осі в електричну (генератор) розташовується на висоті осі обертання, що ускладнює обслуговування, здорожує монтаж і знижує надійність горизонтально - вісьових ВУ. Крім того, швидкохідні вітроколеса з лопатями, що мають крилові профілі, запускаються при швидкостях більш 4м/с з досвіду експлуатації у Дніпропетровській області [6].

Вертикально-вісьові ВУ мають певні переваги перед горизонтально-осьовими: 1) вони не вимагають пристроїв орієнтації на вітер, оскільки знаходяться у робочому положенні при будь-якому напрямку вітру; 2) спрощується і здешевлюється конструкція лопаті (не треба крутні); 3) пристрій перетворення енергії, що виробляється вітроколесом, у будь-яку іншу може бути розміщений зручніше для монтажу та технічного обслуговування під час експлуатації. Недоліки вертикально-вісьових ВУ наступні: 1) зміна величини тягнучої сили лопаті при русі круговою траєкторією внаслідок особливостей процесу її обтікання потоком, що набігає; 2) малий момент рушання для вітроколес з криловими лопатями, що веде до необхідності застосування для запуску допоміжних пристроїв з обов'язковим погодженням їх характеристик. Але для місцевостей, де часто змінюється напрям вітру, зокрема, для внутрішніх областей України вертикально-вісьові вітроустановки мають хороші перспективи застосування.

Основним критерієм ефективності для горизонтально-вісьових і вертикально-вісьових ВУ є коефіцієнт використання енергії вітру (КВЕВ або  $C_p$ ), верхня межа якого дорівнює 0,593 [2]. За даними [3]  $C_p$  вітроколес, що використовують силу опору, не може бути більше 0,192. Вітроколеса, що використовують підйомну силу, мають  $C_p$ , в основному, 0,3-0,4.

Одним з напрямків підвищення  $C_p$  швидкохідних вертикально-вісьових ВУ є досягнення ще більш високих робочих коефіцієнтів швидкохідності  $\theta$ . Однак збільшення  $\theta$  може призводити до надмірного звуження робочого діапазону кутів атаки ( $\alpha$ ) набігання вітрового потоку на лопать, що обумовить інтегральне значення підйомної сили менше того, яке може бути досягнуто для даного конкретного типу лопатей, і, тим самим, знизить їх ефективність. Крім того, швидкохідні лопаті з високою аеродинамічною якістю пред'являють жорсткі вимоги до точності геометрії профілю і якості поверхні, а також і до міцності, що робить їх виготовлення складним і дорогим, тобто на перший план може вийти питання економічної доцільності їх застосування.

У даний час у світі розроблені і виготовляються ВУ різних типів і конструкцій з потужністю від 0,2 кВт до мегаватної, у тому числі, і вертикально-вісьові ВУ, останні переважно малої потужності [4]. У даній статті зупинимося на розгляді типів і характеристик вертикально - вісьових ВУ малої потужності, так як потреба в них в Україні може бути велика [1]. Нижче наведена інформація за деякими типами і характеристиками вертикально - вісьових ВУ за даними [4]. (рис. 1-6).

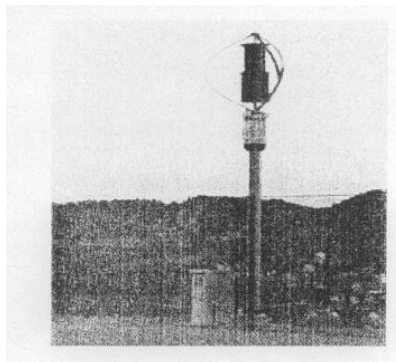


Рис.1. Вертикально- вісьова вітроустановка потужністю 500 Вт виробництва Японії (фірма Ecology end Energy), вітроколесо - комбінація трилопатевого ротора Дар'є и ротора Савоніуса. Коефіцієнт використання енергії вітру  $C_p = 0,15$ .

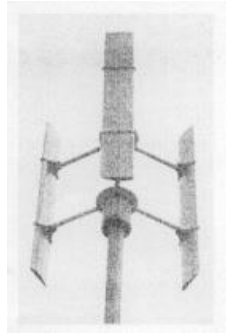


Рис.2. Вертикально- вісьова вітроустановка потужністю 500 Вт виробництва КНР (фірма Aerowind Systems), вітроколесо - трилопатевий ротор Дарье . Коефіцієнт використання енергії вітру  $C_p = 0,23$ .

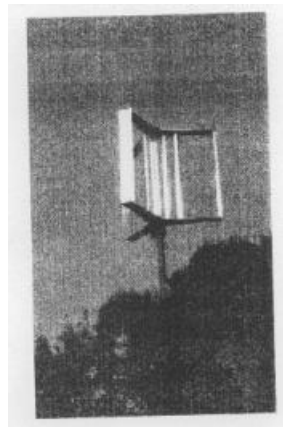


Рис.3. Вертикально- вісьова вітроустановка потужністю 500 Вт виробництва Німеччини (фірма Sirena), вітроколесо - комбінація трилопатевого ротора Дарье и ротора Савониуса. Коефіцієнт використання енергії вітру  $C_p = 0,1$ . Вартість ВУ 2189 EUR.



Рис.4. Вертикально- вісьова вітроустановка потужністю 750 Вт виробництва Італії (фірма Rorates), вітроколесо - комбінація трилопатевого ротора Дарье и ротора Савониуса. Коефіцієнт використання енергії вітру  $C_p = 0,2$ . Вартість ВУ 3700 EUR.

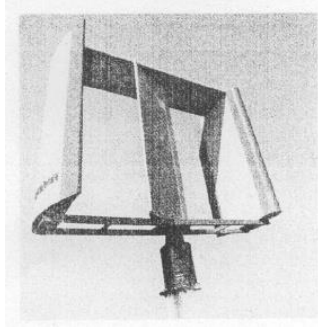


Рис.5. Вертикально- вісьова вітроустановка потужністю 2 кВт виробництва Німеччині (фірма Sirena), вітроколесо - комбінація дволопатевого ротора Дар'є и ротора Савониуса. Коефіцієнт використання енергії вітру  $C_p=0,3$ . Вартість ВУ 13720 EUR.

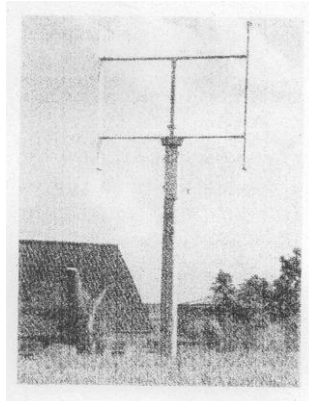


Рис.6. Вертикально- вісьова вітроустановка потужністю 5 кВт виробництва Німеччині (фірма TASSA ), вітроколесо - дволопатекий ротор Дар'є. Коефіцієнт використання енергії вітру  $C_p=0,29$ .

Аналіз пропонованих на ринку типів вертикально - вісьових ВУ малої потужності показав, що більшою частиною у вітроколесах використовуються ротори Савониуса, крилові лопаті, а також комбінація ротора Савониуса і крилових лопатей. Показники ефективності використання енергії вітру знаходяться у межах  $C_p \leq 0,3$ . Винятком можуть бути вітроколеса з концентратором вітру. Вартість 1 кВт встановленої потужності ВУ за наявними даними коливається у межах від 4000 до 7000 EUR.

*Формулювання цілей статті.* Мета статті - обґрунтування вибору типів вітроколес вертикально-вісьових вітроустановок, які можуть бути найбільш переважними в умовах України на базі результатів аналізу інформації за вже існуючими ВУ і досліджень автора.

*Виклад основного матеріалу.* Різноманіття існуючих типів вітроколес як горизонтально-вісьових, так і вертикально-вісьових вітроустановок диктується вітровими і економічними умовами, технологічними можливостями, а також видом перетворюючих

енергетичних пристроїв (генератори, акумулятори, теплогенератори тощо). В Україні, як вже говорилося вище, прибережні і південні території мають більш високу середньорічну швидкість вітру, тому в цих зонах достатньо ефективними можуть бути як горизонтально-вісьові, так і вертикально-вісьові ВУ. Крім того, напрямок вітру може змінюватися не так часто, порівняно з внутрішніми областями, і застосування швидкохідних горизонтально-вісьових ВУ має хороші перспективи. Що стосується внутрішньої території України, то невисока середньорічна швидкість і часта зміна напрямку вітру обумовлюють застосування досить ефективних у цих умовах і порівняно недорогих ВУ. Мова може йти про ВУ з лопатями, що використовують силу лобового опору, а також про вертикально-вісьові ВУ з прямими лопатями, які мають криловий профіль. Але перші мають низький  $C_p$ , а другим необхідні пристрої для запуску і виведення вітроколеса на робочий режим. Для цього найчастіше використовують у вітроколесі комбінації лопатей Савониуса і крилових. Але в цьому випадку виникає проблема узгодження характеристик за  $\theta$ .

У даний час розроблені і досліджені модельні і дослідні зразки роторів вертикально-осьових ВУ з лопатями, що мають профілі оригінальної форми, названі КН (крилові незамкнуті) [7,8]. Оригінальні лопаті при рушанні і розкручуванні вітроколеса використовують і силу лобового опору, і підйомну силу, а при виході на робочий режим - тільки підйомну силу, в силу цього забезпечуючи самозапуск і вихід на робочий режим вітроколеса і досить високий  $C_p$ . Крім того, їх особливістю є робота в області так званої середньої швидкохідності:  $1 < \theta < 3$ , що обумовлює величину відцентрової сили істотно нижче в порівнянні з швидкохідними вітроколесами. Розглянемо в якості ілюстрації до вищесказаного залежність коефіцієнта питомої відцентрової сили лопаті (при одиничній масі та одиничному радіусі обертання центра мас лопаті) від коефіцієнта швидкохідності  $\theta$ .

Безрозмірним коефіцієнтом відцентрової сили лопаті  $C_Q$  будемо вважати її відношення до динамічного напору потоку вітру  $q_\infty$  і площі поздовжнього перерізу лопаті по хорді  $S_l$ .

$$C_Q = \frac{Q}{q_\infty S_l} = \frac{m U_l^2}{R_m \frac{\rho_\infty}{2} U_\infty^2 S_l} = K \theta^2$$

де  $m$  – маса лопаті;

$U_l$  - лінійна швидкість лопаті;

$R_m$  - радіус траєкторії лопаті;

$\rho_\infty$  - густина повітря;

$U_\infty$  - швидкість вітрового потоку на нескінченність;

$S_{л}$  - площа поздовжнього перерізу лопаті по хорді;

$K$  – коефіцієнт, що залежить від геометричних та масових параметрів ротора ВУ, який дорівнює:

$$K = \frac{2m}{R_m \rho_e S_{л}}$$

Отримана залежність є параболою з вершиною у центрі системи координат  $\theta - C_Q$ . Збільшення коефіцієнта швидкохідності з  $\theta_1$  і  $\theta_2$  підвищує питому відцентрову силу в  $(\theta_2 / \theta_1)^2$ . При порівнянні величини питомої відцентрової сили для тихохідних вертикально-вісьових ВУ ( $\theta = 0,8$ ) і швидкохідних ( $\theta = 6$ ) видно, що величина  $C_Q$  зростає більш ніж у 56 разів. Крім того, збільшення швидкохідності вітроколеса ВУ підвищує рівень вібрацій, знижуючи надійність і термін служби ВУ, а також рівень шуму, погіршуючи тим самим екологічні характеристики ВУ.

Порівняння потужних характеристик вітроколів вертикально-вісьових ВУ показує, що вітроколесо з лопатями КН має досить високий коефіцієнт використання енергії вітру ( $C_p$ ) при швидкохідності  $\theta = 1,3$  (рис. 7).

Таким чином, конструкція та характеристики потужності вітроколів з даними лопатями забезпечують самозапуск ротора, роботу і при невисоких швидкостях вітру і досить високий коефіцієнт використання енергії вітру при середній швидкохідності.

Лопать типу КН проста за конструкцією, що зумовить зниження вартості ВУ. Крім того, зменшення вартості може бути досягнуто за рахунок роботи ВУ в області середньої швидкохідності, що тягне за собою зниження вимог до міцності конструкції ВУ і, отже, її здешевлення.

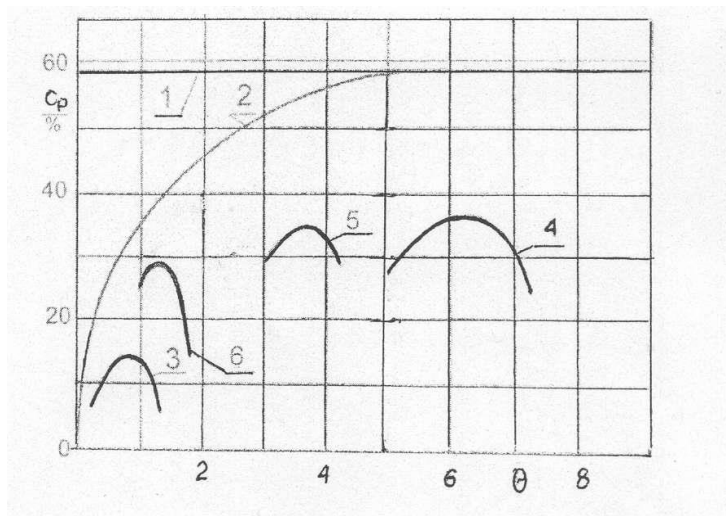


Рис.7. Розташування характеристик потужності вертикально – вісьових ВУ за швидкохідністю ( $\theta$ ) відносно критеріїв Жуковського –

Бетца(1) і Глаурта (2): 3 – ротор Савоніуса; 4 – ротор Дар'є; 5 – ротор з прямими криловими лопатями ; 6 – ротор з лопатями КН-6.

З урахуванням вищевикладеного, вертикально-вісьові ВУ середньої швидкохідності можуть бути цілком конкурентоспроможні в умовах сучасного ринку. На жаль, виготовлення вертикально - вісьових ВУ з лопатями типу КН до цього часу не реалізовано в силу економічних причин.

*Висновки.* Для вибору типу вітроустановки основним критерієм, поряд з її ефективністю, є величина середньорічної швидкості вітру в регіоні її планованого розміщення. В Україні середньорічне значення швидкості невисоке: на більшій частині території не перевищує 5м/с, а в південних областях може досягати 7м/с.

Аналіз пропонованих на ринку типів вертикально - вісьових ВУ малої потужності показав, що показники ефективності використання енергії вітру здебільшого знаходяться у межах  $C_p \leq 0,3$  при високій вартості 1 кВт встановленої потужності.

У даний час в Україні розроблені і досліджені на модельних і дослідних зразках вертикально-вісьові вітроколеса з лопатями, що мають профілі оригінальної форми, названі КН (крилові незамкнуті). Конструкція і характеристики потужності вітроколес з лопатями КН забезпечують самозапуск ротора, роботу і при невисоких швидкостях вітру, і досить високий коефіцієнт використання енергії вітру.

Лопать типу КН проста за конструкцією, що зумовить зниження вартості ВУ. Крім того, зменшення вартості може бути досягнуто за рахунок роботи ВУ в області середньої швидкохідності, що тягне за собою зниження вимог до міцності конструкції ВУ і, отже, її здешевлення.

Запропоновані ВУ середньої швидкохідності з лопатями типу КН можуть бути застосовані у всіх регіонах України і цілком конкурентоспроможні в умовах сучасного ринку.

#### Література

1. *Оніпко О.Ф., Коробко Б.П., Миханюк В.М.* Вітроенергетика та енергетична стратегія. – Київ. «Фенікс», 2008.-168с.

2. *Ветроэнергетика / Под. ред. Д. де Рензо: Пер. с англ. // Под ред. Шефтера –М.: Энергоатомиздат, 1982. – 272 с.*

3. *Твайделл Дж, Уэйр А.* Возобновляемые источники энергии: Пер. с англ. –М.: Энергоатомиздат, 1990. – 392 с.

4. *В.А. Дзендзерский, С.В. Тарасов, И.Ю. Костюков.* Ветроустановки малой мощности. – Киев. «Наукова думка», 2011. – 591с.



5. *Денисенко О.Г., Козловский Г.А., Федосенко Л.П., Осадчий А.И.* Преобразование и использование ветровой энергии. – Киев.: «Тэхника», 1992. – 176с.

6. *Арышев Ю.А., Борщ В.Л.* Оценка эффективности использования быстроходных ветроагрегатов в условиях ветрового режима Днепропетровской области. // Тези доп. УІ наук. практ. конф. з пит. розв. й впров. техніки і технологій викор. нетрад. і відновл. джерел енергії.– АР Крим.– 1-6 вересня 1997. –АР Крим, 1997. – С.6.

7. *Коваленко В.М., Рожкова Л.Г.* Вертикально-осевые ветроустановки средней быстроходности. // Сб. праць ІІ Української науково-технічної конференції „Гідромеханіка в інженерній практиці”. –Київ-Черкаси, 1997 – С.202-204.

8. *Рожкова Л.Г.* «Нові форми профілів лопатей вертикально-вісьових вітроустановок середньої швидкохідності». Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. – 2005р.

## **ВЫБОР ТИПА ВЕТРОУСТАНОВОК ДЛЯ УСЛОВИЙ УКРАИНЫ.**

Рожкова Л.Г.

**Аннотация** – данная статья посвящена выбору типа вертикально-осевых ветроустановок, которые могут быть наиболее эффективными в ветровых условиях Украины.

## **THE CHOICE OF THE TYPE OF WIND TURBINE FOR CONDITIONS OF UKRAINIAN**

Rozhkova L.

### *Summary*

**This article is dedicated to the problem of selection of a peak-axial wind turbine that can be most effective in the wind conditions of Ukraine.**

УДК 664.1.-663

## ЗАСТОСУВАННЯ БЕТА-КАРОТИНУ ЯК НАТУРАЛЬНОГО БАРВНИКА В КОВБАСНИХ ПРОДУКТАХ

Божко Н.В., к.с.-г.н.,

Тищенко В.І., к.с.-г.н.

Сумський національний аграрний університет

Тел. (0542) 22-24-48

**Анотація** – дану роботу присвячено розробці варених ковбас із застосуванням барвника натурального походження масляного розчину бета-каротину із метою збагачення м'ясних продуктів антиоксидантними речовинами.

**Ключові слова** – натуральні барвники, бета-каротин, оксидативний стрес, водозв'язуючі добавки, фарш, водозв'язуюча здатність, вологість, водоутримуюча здатність.

*Постановка проблеми.* Харчова промисловість всього цивілізованого світу знаходиться на новому етапі розвитку, прагне знов дійти гармонії з природою і дійсно поліпшити адаптаційні можливості людей в умовах постійно наростаючого техногенного, фізичного, хімічного і емоційного стресу за рахунок використання біологічно активних природних речовин. Останніми роками для цього все більше застосування знаходять природні антиоксиданти, такі як токофероли, аскорбінова кислота і бета-каротин. У харчовій промисловості бета-каротин набув поширення завдяки своїм фізіологічним і технологічним функціям. Його широко використовують як натуральний барвник (харчова добавка Е 160а), уводять у продукти лікувально-профілактичного призначення завдяки його антиоксидантній активності, а також як провітамін А. Застосовують як функціональний інгредієнт.

З іншого боку, збільшення асортименту барвників іноземного походження на ринку харчових добавок свідчить про інтенсивний розвиток науки в галузі харчових інгредієнтів за кордоном. Поява яскравих і стійких синтетичних барвників призвело до витіснення натуральних пігментів, які з давніх часів застосовувались для підфарбовування харчових продуктів.

Удосконаленню використання колорантів у нашій державі при виробництві м'ясопродуктів приділяється недостатньо уваги. Багато розробок у цій галузі мають поки що експериментальний характер і

пов'язані з дослідженнями з використання існуючих барвників. Колір харчових продуктів, їх зовнішня привабливість відігравали завжди велику роль у торгівлі харчовими продуктами, оцінюванні їх вартості, в конкуренції на ринку. [1, 2]

Використання барвників при виробництві м'ясопродуктів має свої обмеження, як і для інших харчових продуктів. У першу чергу ці обмеження пов'язані з дозуванням введення (особливо для синтетичних барвників), а також зі стабільністю забарвлюючих пігментів у м'ясному середовищі (для натуральних барвників, ідентичних натуральним).

До натуральних відносять барвники, які містять пігменти природних джерел рослинного, тваринного і мікробіологічного походження. До найбільш поширених барвників натурального походження червоно-жовтого спектру відносять каротиноїди.

Каротиноїди – стійкі до зміни рН, температур і витримують нагрівання (без втрат кольоровості до 130<sup>0</sup>С), вони є відновниками і при введенні в систему антиоксидантів типу аскорбінової кислоти а, токоферолу значно збільшують свою стабільність. На сьогоднішній день найбільш прогресивною технологією отримання β-каротину є мікробіологічний синтез. [1, 2]

Бета-каротин має високу біологічну активність. Як сильний антиоксидант, бета-каротин виконує різні функції у нашому організмі: він захищає від вільних радикалів, підвищує стресостійкість, допомагає організму швидше адаптуватися у незвичних і складних умовах, пом'якшує вплив радіації, електромагнітних і хімічних забруднень, зміцнює імунітет і підвищує здатність організму опиратися інфекціям. Особливої актуальності на сьогодні набуває профілактика оксидативного стресу за допомогою функціонального харчування [3].

Оксидативним стресом вважають порушення обміну речовин та енергії, накопичення активних пошкоджуючих агентів (вільних радикалів, прооксидантів та активних форм кисню), що ініціюють пошкодження клітин і призводять до розвитку різних патологічних станів. Його основу складає вільнорадикальне окислення жирних кислот, або так зване перекисне окислення ліпідів. У нормі (при низькій концентрації) активні форми кисню (супероксид аніон, перекис водню, гідроксильний радикал, гіпохлорит іон) беруть участь у багатьох фізіологічних процесах. Наприклад, активні форми кисню відомі як регулятори синтезу окису азоту, внутрішньоклітинних сигнальних каскадів, зокрема, цитокінів, факторів росту, NF-κB, а також модуляції імунної відповіді, апоптозу і мутагенезу [8,9]. Крім того, утворення активних форм кисню під час фагоцитозу є одним із ключових механізмів захисту від патогенних мікроорганізмів. Однак,

коли активних форм кисню утворюється забагато, вони можуть вступати в реакцію з різними молекулами, зокрема, з ліпідами, вуглеводами, білками і ДНК, змінюючи їхню структуру та функції. Результатом цього є пошкодження клітин, що призводить до патологічних процесів, зокрема, розвитку атеросклерозу [4, 5].

Серед негативних наслідків оксидативного стресу - пошкодження органів і систем, зокрема мозку, серця, легенів, печінки, нирок, шлунково-кишкового тракту, шкіри і т.п. Щоб зупинити процес утворення вільних радикалів, застосовують антиоксидантну терапію, тобто призначають препарати з вмістом речовин, що нейтралізують хімічну активність молекул і атомів з непарними електронами, пов'язуючи їх у складі більш нейтральних, отже, менш шкідливих для організму сполук. Окислення сповільнюється також завдяки речовинам, що руйнують діалкілсульфіди (перекис водню). До них також належать каротиноїди, поліфеноли: флавоноїди, таніни, антоціани [5]. Саме ці речовини є прекрасними барвниками і фізіологічно активними речовинами для використання у харчовій промисловості.

*Аналіз останніх досліджень.* Натуральні каротини, в тому числі і бета-каротин, для забарвлення харчових продуктів використовуються, в основному, в молочній, олієжировій, кондитерській, хлібобулочній і м'ясопереробній промисловості, виробництві безалкогольних напоїв, а також у якості біологічно активних добавок і для вітамінізації, у виробництві цільових продуктів харчування і для забарвлення фармацевтичних препаратів і косметичних продуктів.

У виробництві харчових продуктів бета-каротин частіше застосовується не у чистому вигляді, а у вигляді товарних форм: олієрозчинних препаратів – масляних розчинів (концентрацією 0,1 і 0,2, 1,0, 2 %), жирової суспензії (концентрацією 10-30 %), диспергованих у воді препаратів з тією ж концентрацією, що і олієрозчинні препарати і суспензії, а також у вигляді кристалічного порошку (мікробіологічний і синтетичний) і водорозчинного порошку (синтетичний), який містить не менше 96 % бета-каротину. [6].

Олієрозчинні препарати, які поряд із бета-каротином містять комплекс антиоксидантів, які присутні у самій олії, використовуються для забарвлення рослинних олій, жирів, вершкового масла, маргаринів, сирів, паштетних ковбас, варених ковбас, м'ясних і плодоовочевих консервів, майонеза, харчоконцентратів, екструдованих продуктів, сухих супів, борошняних виробів, а також вітамінізованих продуктів цільового призначення (продукти із радіопротекторними властивостями, продукти дитячого харчування).

Дисперговані у воді препарати використовуються для забарвлення фруктових напоїв, десертів, кондитерських виробів, морозива, йогуртів.

Кількість внесеного препарату бета-каротину залежить від складу рецептурної композиції продукту, що випускається, технології його виробництва і етапу внесення препарату.

Як правило, перерахована на чистий бета-каротин кількість його введення для диспергованих у воді препаратів становить 0,5-10 г на тонну кінцевого продукту, а для олієрозчинних форм, які застосовуються у виробництві консервів, паштетних ковбас, плавлених сирів, цукрових сиропів, вершкового масла і маргарину 10-30 г на тонну.

Для прояву оптимальних ефектів від введення бета-каротину його уводять на стадіях, які мінімізують вплив окислювальних процесів і теплової обробки з харчовими добавками-відновлювачами [7].

Тобто, ця унікальна речовина поєднує у собі і біологічні, і технологічні властивості, особливо якщо має натуральне походження.

*Формування цілей статті (постановка завдання).* З метою підвищення активності антиоксидантних систем організму та стабілізації забарвлення м'ясних систем нами були розроблені проекти рецептур комбінованих продуктів на основі варених ковбасних виробів на базі рецептури-аналога ковбаси вареної «Останкінської» вищого сорту (ТУ 49357). У якості джерела антиоксидантів і як барвник пропонується введення у рецептуру масляного розчину бета-каротину ТУ У 15.8.-32153647-009:2010 вітчизняного виробництва ТОВ «НВП» Вітан» (Україна).

Метою нашої роботи було дослідження можливості використання масляного концентрату бета-каротину як джерела бета-каротину в рецептурі варених ковбасних виробів.

*Основна частина.* Дослідження починали з моделювання фаршевих систем і використання додаткових засобів для сприяння утворення стійкої фаршевої емульсії. У якості аналога була обрана рецептура ковбаси «Останкінська», в яку вносилися зміни, що стосуються внесення масляного концентрату бета -каротину натомість жирового компонента рецептури. Дозу внесення масляного розчину бета-каротину в продукт визначали згідно з рекомендаціями Національного Інституту раку США (5 мг у день) і концентрації бета-каротину в досліджуваному зразку (0,2 %). З точки зору технології введення і збереження після термічної обробки була взята концентрація 2,5 кг на 100 кг несолоної сировини. Крім випробуваного препарату використовували функціонально-технологічні препарати фірми Kerry AZM СТ (код продукту 570625)

та Kerry Emulgator ( код продукту 826596) (Польща) в дозах згідно рекомендацій виробника: 5-15 г на 1 кг і 25 г на 1 кг кінцевого продукту відповідно.

В отриманих фаршевих системах відзначали зміну органолептичних показників (зовнішнього вигляду, кольору, запаху, консистенції), зміну масової частки вологи, здатність до зв'язування вологи здібності (ВСС), рН і величину втрат маси при термообробці.

Дослідження зразків проводили загальноприйнятими методами: масову частку вологи - методом висушування наважки при температурі 150 С протягом 1 години; ВСС - методом пресування за Грау; рН потенціометричним методом. Величину втрат при термообробці встановлювали за різницею зважування зразків до і після варіння, яке проводили у воді при температурі 83...85<sup>0</sup>С до досягнення у центрі зразка температури 72 С.

Контрольним зразком слугував зразок № 1, у який не вносили додаткові функціональні добавки, дослідними зразками були № 2 і № 3, при приготуванні яких додавали препарати функціональних добавок з метою вбудувати в фаршеву емульсію масляний розчин бета-каротину Kerry AZM СТ (код продукту 570625) та Kerry Emulgator (код продукту 826596) відповідно, масляний розчин бета-каротину вносили в однаковій концентрації в усі зразки.

Результати досліджень функціонально-технологічних властивостей фаршів наведені в таблиці 1.

Таблиця 1. Зміна функціональних показників модельних фаршевих систем.

Показники	№ зразка		
	1	2	3
Масова доля вологи, %	75,35±1,88	76,88±0,02	76,17±0,26
Вологозв'язуюча здатність, %	58,04	63,06	70,68
Вологоутримуюча здатність, %	74,06±0,10	75,49±0,02	75,08±0,08
рН	6,04	6,02	5,99
Вихід готової ковбаси, %	97,11±1,1	98,95±0,14	102,39±5,34

Як бачимо з таблиці, вміст вологи в зразках коливався від 75,35 % у контрольному до 76,17 % у третьому. Використання функціональних добавок дозволило підвищити вологозв'язуючу здатність фаршу на 5,02-12,64 %. Ця тенденція підтверджується і значенням вологоутримуючої здібності.

Активна кислотність була практично однаковою у всіх зразках і мала слабокислу реакцію 5,99-6,04.

Втрати маси при термообробці тісно пов'язані зі вологозв'язуючою здатністю фаршу і відображаються на виході готових виробів. У нашому випадку завдяки більш високій ВЗЗ і ВУЗ у дослідних зразках вихід ковбас теж був вище: 98,95-102,39 %, що на 1,89-5,44 % більше порівняно з контролем. Таким чином, можна зробити висновок, що при введенні масляного розчину бета-каротину в кількості 2,5 кг на 100 кг фаршу більш високі функціональні показники дозволяє отримати паралельне використання функціональних добавок.

У ході досліджень нами оцінювалися і органолептичні показники готових ковбас на основі модельних фаршів методом дегустації. У дослідженні брали участь дев'ять респондентів, оцінка проводилася за п'ятибальною системою. Результати представлені в таблиці 2.

Таблиця 2 Результати дегустаційної оцінки готових ковбасних виробів.

Показник	№ зразка		
	1	2	3
Зовнішній вигляд	4,75	4,5	4,25
Колір	4,63	4,75	4,63
Запах, аромат	4,5	4,88	4,88
Консистенція	4,63	4,5	4,38
Смак	4,5	4,63	4,88
Соковитість	4,25	5,0	4,63
Загальна оцінка	4,54	4,71	4,60

Згідно з даними таблиці найбільш привабливим зовнішнім виглядом був контрольний зразок, однак він поступався дослідним за запахом, смаком і соковитістю. Найвищу загальну оцінку отримав зразок № 2 з масляним розчином бета-каротину і комплексним функціональним препаратом Кергу AZM СТ. Він був кращим за кольором, запахом і соковитістю.

Після виготовлення контрольного і дослідних зразків були проведені дослідження концентрації залишкової кількості бета-каротину у готових ковбасах. Концентрацію бета-каротину визначали за методом [7]. Метод визначення бета-каротину в харчових продуктах заснований на вимірі інтенсивності поглинання світла його розчинами. Як сполука зі спряженими подвійними зв'язками каротиноїди мають характерні спектри поглинання в ультрафіолетовій і видимій області. Максимум поглинання каротиноїдів залежить від

числа спряжених подвійних зв'язків і від розчинника. Так як наш продукт містить жир, перед екстрагуванням бета-каротину проводили омилення жиру. Наважку зразків (1-1,5 г) омилювали 10 мл спирту з 0,8 мл 50% КОН у присутності антиокислювача (аскорбінова кислота - близько 10 мг), витримували 30 хв, суміш добре перемішували і нагрівали на водяній бані до 60-70<sup>0</sup>С. Ознакою повного омилення служило те, що при додаванні води в суміші помутніння не утворювалося. Неомилений залишок екстрагували петролейним ефіром. Екстракт промивали водою. Вимірювали об'єм екстракту і оптичну щільність. Розрахунок проводили на основі стандартного розчину біхромату калію (0,72 г на 1 л), оптична щільність якого відповідає концентрації каротину 0,00416 мг/мл.

Кількість бета-каротину у готових ковбасних виробках представлена в таблиці 3.

Таблиця 3. Вміст  $\beta$ -каротину в готових ковбасних виробках

Найменування	Вміст $\beta$ -каротину, мг%	
	фарш	готовий продукт
Зразок № 1	3,65±0,16	3,06±0,12
Зразок № 2	3,40±0,21	2,85±0,15
Зразок № 3	3,57±0,09	3,65±0,25

Як бачимо з таблиці, кількість каротину у фарші і готовій ковбасі практично не змінюється у результаті термічної обробки. Спостерігається тенденція зменшення каротину на 20 %. Тобто, можемо констатувати, що режими, які використовують у технології виготовлення варених ковбас (обсмаження при температурі 80-100<sup>0</sup>С, варіння при температурі 75-85<sup>0</sup>С) слабо впливають на руйнування бета-каротину, який залишається майже повністю у готовому виробі.

Отже, можна зробити висновок, що зі збільшенням інтенсивності теплового впливу вміст бета-каротину зменшується незначно. Це може служити приводом до продовження наших досліджень з точки зору технологічних характеристик готового продукту і напівфабрикату в процесі приготування.

*Висновки.* Таким чином, при дослідженнях визначальними були функціонально-технологічні та органолептичні показники фаршів і готових виробів. Порівнювали модельні фарші з контрольним зразком без додавання функціональних добавок з внесенням масляного розчину бета-каротину.

За результатами органолептичних досліджень було встановлено, що кращим зразком був другий, з масляним розчином бета-каротину і комплексним функціональним препаратом Kerry AZM СТ. Таке поєднання сприяє поліпшенню кольору, аромату, соковитості виробу і зниженню втрат при термічній обробці, в результаті чого підвищується вихід виробу.



Однозначно можна сказати, що використання додаткових вологоутримуючих агентів у рецептурі ковбас, збагачених бета-каротином, дозволяє покращити технологічність виробів.

Отримані дані слід використовувати при подальшій розробці варених ковбас з бета-каротином мікробіологічного походження.

Література:

1. *Пасичный В.Н.* Применение бета-каротина в пищевых продуктах./ В.Н. Пасичный.//Мясной бизнес. – 2006. – № 5.- С. 17-23.
2. *Сімахіна Г.О.* Функціональна роль каротиноїдів та особливості їх використання у харчових технологіях. // Наукові праці НУХТ. - 2010. - № 33. - С. 45-48.
3. Oxidants and Antioxidants in Cutaneous Biology”, J Thiele and P Elsner (eds.), Current Problems in Dermatology, G. Burg (ed.), Vol. 29, Karger: Basel, London, NY, 2001.
4. *Казимирко В.К.* Антиоксидантная система и ее функционирование в организме человека. / В.К. Казимирко, В.И. Мальцев [Електронний ресурс]:// [http: www.health-ua.com /2004](http://www.health-ua.com/2004).
5. *Курашвили В.А.* Новые возможности предотвращения оксидативного стресса // Журнал натуральной медицины. / В.А. Курашвили, Л. Майлэм. — 2001. — № 1. — С. 7-14.
6. Харчові добавки, барвники та консерванти [Електронний ресурс]: [http://www.fictionbook.ru/author/bez\\_avtora/pisheviye\\_dobavki\\_krasiteli\\_i\\_konservantiy](http://www.fictionbook.ru/author/bez_avtora/pisheviye_dobavki_krasiteli_i_konservantiy)
7. Харчові фарбники [Електронний ресурс]: <http://www.giord.ru/0705210501588.php>

## **ПРИМЕНЕНИЕ БЕТА-КАРОТИНА В КАЧЕСТВЕ НАТУРАЛЬНОГО КРАСИТЕЛЯ В КОЛБАСНЫХ ПРОДУКТАХ**

Божко Н.В., к.с.-х.н., Тищенко В.И. к.с.-х.н.

**Аннотация** – данная работа посвящена разработке вареных колбас с применением красителя натурального происхождения масляного раствора бета-каротина с целью обогащения мясных продуктов антиоксидантными веществами.

## **THE USE OF BETA-CAROTENE AS A NATURAL DYE IN SAUSAGES PRODUCTS**

Bogko N., Tischenko V.

### *Summary*

**This work is devoted to the development of cooked sausages with using pigment of natural origin oil solution beta-carotene for enriching meat products by antioxidant substances.**

УДК 669.01:621.9

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ГРАНУЛЮВАННЯ ВІДХОДІВ НА РОТОРНИХ ПРЕСАХ З ПЛОСКОЮ МАТРИЦЕЮ

Олексієнко В.О., к.т.н.,

Фучаджи Н.О., к.т.н.,

Червоткіна О.О., інженер

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел. (0619) 42-13-06

**Анотація** – розроблено методику розрахунку енергосилових параметрів роторних пресів з плоскою матрицею, яка враховує зміни реологічних властивостей матеріалів що перероблюються, які відбуваються внаслідок термонагріву та використання в матриці каналів змінного перерізу.

**Ключові слова** – гранули, роторний прес, рослинні відходи.

*Постановка проблеми.* У даний час вторинні ресурси рослинної сировини грають велику роль у вирішенні продовольчих, екологічних і енергетичних проблем. Їх слід розглядати як додаткові джерела цінних речовин природного походження. Велика кількість вторинних ресурсів утворюється у процесах зберігання і переробки овочів і фруктів. Рослинні відходи, що утворюються, служать джерелами органічного і мікробного забруднення прилеглих територій. Внаслідок цього неефективно використовується рослинна сировина, відбувається порушення екологічної рівноваги і активне поширення мікроорганізмів, що можуть уражати фрукти, ягоди і овочі.

До вторинних рослинних відходів ми можемо віднести відходи виробництва морквяного соку. Відходи моркви вельми багаті вуглеводами. На їх долю припадає від 70 до 80% по відношенню до загальної кількості сухих речовин. Білки кератину містять всі незамінні і замінимі амінокислоти. Кератин не розчиняється у холодній воді і виключно стійкий до дії високих температур, розчинів солей, спирту, ефіру, розведених кислот.

Особливістю плодоовочевих відходів є те, що вони не спроможні до тривалого зберігання і потребують переробки або консервації. Харчова промисловість, що переробляє, в основному, сільськогосподарську сировину, одна з найбільш багатовідхідних галузей народного господарства. За масштабами утворення відходів вона поступається лише добувним галузям. Промисловість традиційно

орієнтована на отримання з сировини одного основного продукту, при цьому вихід його складає 15...30 % від маси сировини, що переробляється, остання кількість переходить у відходи і побічні продукти. Одна частина вторинних сировинних ресурсів (ВСР) піддається промисловій переробці, інша частина використовується у природному вигляді на кормові цілі в сільському господарстві, як паливо, добрива і сировина для переробки в інших галузях.

*Аналіз останніх досліджень.* Дослідження деяких авторів свідчать про те, що плодоовочеві відходи містять: до 6.7 % білка; до 19 % вуглеводів; до 0.6 % жиру і до 1.2% зольних елементів. Вони багаті багатьма вітамінами (мг у 100г): А - до 7.2; В - 0,36; В<sub>2</sub>- 0,25; С - 200. За вуглеводним, мінеральним і вітамінним складом і вмістом азоту вони близькі до ідеального живильного середовища для мікроорганізмів.

Відходи моркви вельми багаті вуглеводами. На їх долю припадає від 70 до 80% по відношенню до загальної кількості сухих речовин. Такий високий вміст вуглеводів дозволяє використовувати ці вторинні ресурси як основні інгредієнти для здобуття мікроорганізмів з метою виробництва спирту, харчового і кормового білка, амінокислот, вітамінів і мінеральних елементів. Залишки твердих часток, що отримують в процесі їх переробки, можуть служити як харчові добавки і екологічно безпечні добрива. Комплексна переробка сировини в харчовій промисловості дозволяє її ефективно використовувати, значно знижувати витрати на здобуття додаткової продукції.

*Постановка завдання.* На основі попередніх досліджень нами було прийнято рішення для утилізації відходів виробництва морквяного соку використовувати спосіб гранулювання відходів. Високий вміст вуглеводів дозволяє нам використовувати вторинні ресурси як харчову добавку або натуральний харчовий барвник чи концентрат. Натуральні харчові барвники, що отримують з плодів і овочів, застосовують при виробництві кондитерських виробів, харчових концентратів і так далі. Окрім фарбувальних речовин, вони містять вітаміни, органічні кислоти, мінеральні речовини. Тому додавання їх до продуктів харчування підвищує цінність останніх. Особливістю плодоовочевих відходів є те, що вони не здатні до тривалого зберігання і потребують переробки або консервації протягом 30-40 хв з моменту появи. Використання такого методу дозволяє нам продовжити строки зберігання продукції.

При гранулюванні відходів рослинного походження застосовуються роторні преса з кільцевими або плоскими матрицями. У кільцевих пресах вузол пресування являє собою безпосередньо кільцеву матрицю, закріплену в бандажних кільцях, з розміщеними всередині пресуючими роликками. При цьому реалізуються два варіанти: кільцева матриця обертається, а блок роликків залишається

нерухомим, або навпаки – нерухома матриця і обертовий блок роликів.

Недоліками пресів з кільцевими матрицями є ускладнення конструкції за рахунок наявності механізму примусової подачі матеріалу у внутрішню порожнину матриці, складність і дорожня виготовлення матриці, підвищений знос матриці і роликів внаслідок нерівномірного, стрибкоподібного живлення сировиною.

Поряд з кільцевою матрицею все більшого застосування знаходять гранулятори з плоскою матрицею [1]. На базі кафедри ОПХВ Таврійського державного агротехнологічного університету була розроблена конструкція гранулятора з плоскою матрицею, пружними роликами, які мають можливість переміщення уздовж осі вертикального вала.

Схема пресування гранул обертовими роликами представлена на рис. 1. У процесі прокочування сировина запресується у канали обертовими роликами. Після проходження ролика над каналом у ньому відбувається ущільнення і пресування чергової порції матеріалу у вільний об'єм. Потім у канал надходить наступна порція сипучого матеріалу.

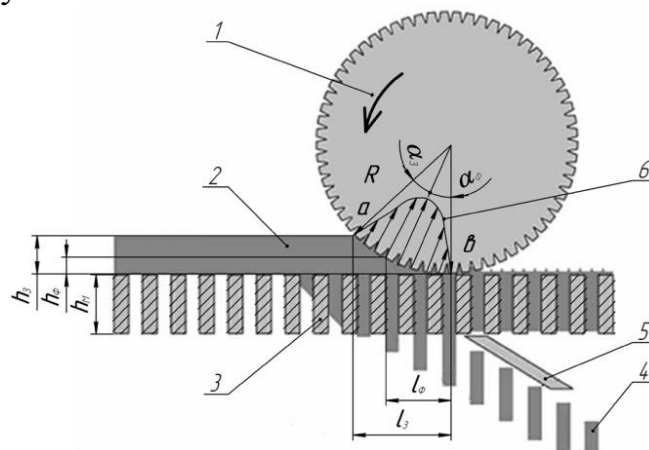


Рис. 1 Схема продавлювання матеріалу через канали матриці: 1 - ролик; 2 - матеріал; 3- матриця; 4 - гранули; 5 - ніж; 6 – епюра напруг.

Преси з плоскою матрицею мають простоту конструкції, зручність експлуатації і обслуговування, тривалий термін безперервної експлуатації і відносну простоту у виробництві матриць. При виготовленні матриць канали в них виконують як з постійним, так і з перемінним перерізом. Наші дослідження показали, що використання каналів змінного перерізу, а також безпосереднє нагрівання самої матриці дозволяють змінити реологічні властивості перероблюваних речовин –зробити їх більш пластичними і, тим самим, знизити енерговитрати процесу гранулювання у цілому.

За результатами досліджень була розроблена методика розрахунку основних параметрів процесу гранулювання на роторному

грануляторі з плоскою матрицею. Розрахунок проводиться у наступній послідовності:

1. Спочатку задаються вихідні дані гранулюючого продукту :

Насипна щільність  $\rho_{нас}$ , кг/м<sup>3</sup>; продуктивність  $Q$ , кг/год; вихідна вологість маси  $W$ , мас.%; необхідна щільність гранул  $\gamma$ , кг/м<sup>3</sup>; діаметр формуючого каналу матриці  $d$ , м; довжина формуючого каналу матриці  $l$ , м; кількість формуючих роликів  $z$  (зазвичай  $z = 2$ ); кут конічної частини  $\alpha$ , град.; коефіцієнт зовнішнього тертя  $f$ ; температура нагріву пресформи  $t$ , °C; коефіцієнт бічного тиску  $\xi$ ; частота обертання вала привода  $n$ , об/хв; живий перетин матриці  $\phi$  (як правило,  $\phi = 23-30\%$ ); питомий тиск пресування  $P_0$ , МПа (визначається за номограмою рис. 5).

Потім визначаються кут природного укусу (внутрішнього тертя)  $\phi_1$ , кут зовнішнього тертя  $\phi_2$ , коефіцієнт внутрішнього тертя  $f_1$ , кут формувань  $\alpha_\phi$  (як правило  $\alpha_\phi \approx 2^\circ$ ), кут захоплення матеріалу  $\alpha_3 = \phi_1 + \phi_2$  і коефіцієнт, що враховує реологічні характеристики матеріалу

$$C_M = P_M^{Max} / P_M^{Min}$$

Розрахункові дані.

а) Визначення основних геометричних характеристик.

Спочатку визначається об'ємна продуктивність гранулятора, м<sup>3</sup>/хв

$$Q_{об} = \frac{Q}{60 \cdot \rho_{нас}^2} \quad (1)$$

Площа перерізу одного отвору, м<sup>2</sup>

$$S_0 = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad (2)$$

Число отворів у формуючій матриці

$$m = \frac{Q_{об}}{z \cdot S_0 \cdot n \cdot l} \quad (3)$$

Розрахунковий діаметр матриці (м) визначають за формулою:

$$D_{рас} = \sqrt{\frac{d^2 \cdot m}{\phi} \cdot 100} \quad (4)$$

Радіус формуючого ролика (м) визначають за залежністю:

$$R = \frac{Q}{120 \cdot \pi \cdot z \cdot n \cdot \rho_{нас} \cdot (r_n^2 - r_{вн}^2) \cdot \sin^2(\alpha_\phi / 2) \cdot C_M} \quad (5)$$

де  $r_n$  і  $r_{вн}$  - радіуси поверхні матриці, описувані зовнішнім і внутрішнім торцями ролика відповідно, м.

Довжину ролика (м) розраховують як :

$$L_{рол} = \frac{D_{рас}}{2} \quad (6)$$

Число отворів з урахуванням кроку між ними  $t$  на кожному діаметрі їх розташування:

$$m_t = \frac{\pi \cdot D_n}{t} \quad (7)$$

Площа робочої поверхні матриці, м<sup>2</sup>:

$$S = S_n - S_{вн} = \pi(r_n^2 - r_{вн}^2) \quad (8)$$

Розрахунок живого перетину матриці:

$$\varphi = \frac{S_0 \cdot m_t}{S} \quad (9)$$

б) Визначення параметрів граничного стану.

Визначається гранична швидкість обертання вала, об/хв

$$n_{\max} \leq 30 \sqrt{\frac{f}{4 \cdot R}} \quad (10)$$

При цьому максимальна годинна продуктивність гранулятора (т/ч) дорівнює

$$Q_{\max} = 120 \cdot \pi \cdot z \cdot n_{\max} \cdot \rho_{нас} \cdot R \cdot (r_n^2 - r_{вн}^2) \cdot \sin^2(\alpha_\phi / 2) \cdot C_M \quad (11)$$

в) На цьому етапі визначають силові параметри процесу формування.

Середнє нормальне напруження (МПа) розраховують за залежності:

$$\sigma_b^{\max} = P_{y\phi} (1 + 2\xi)(1 + \sin\varphi_1) + P_M \cdot \sin\varphi_1 \quad (12)$$

Результуючий момент формування (Н м) визначається за формулою:

$$M_\phi = \frac{L \cdot R^2 \cdot f}{2} \cdot \sigma_b^{\max} (\alpha_3 - 2\alpha_\phi) \quad (13)$$

Момент опору при зрушенні надлишків матеріалу (Н м) розраховують за формулою:

$$M_c = \frac{42 P_M \cdot \pi \cdot R^3}{ctg(\varphi_1)} \quad (14)$$

Результуючу силу тиску на валки (МН) можна визначити з виразу:

$$P = \frac{L_{пол} \cdot R \cdot \alpha_3}{2} \cdot \sigma_b^{\max} \quad (15)$$

Кутова швидкість обертання роликів (с<sup>-1</sup>) дорівнює:

$$w = \frac{\pi \cdot n}{30} \quad (16)$$

Потужність приводу гранулятора (кВт) дорівнює:

$$N = \frac{z \cdot (M_\phi + M_c)}{\eta}, \quad (17)$$

де  $\eta = 0,95$  – ККД.

Потужність, що витрачається на нагрів шихти  $N_n$  (кВт), визначається за стандартною методикою [5].

Встановлююча потужність приводу (кВт) дорівнює:

$$N = \frac{(N + N_n) \cdot 1,2}{\eta} \quad (18)$$

**Висновок.** Наведена нами методика дозволяє проводити розрахунок основних енергосилових параметрів пресів з плоскою

матрицею, використовуваних для переробки різних типів рослинних відходів, дана методика враховує зміну реологічних властивостей відходів, що переробляються, внаслідок їх термонагріву і використання каналів змінного перерізу.

Література:

1. Булатов, И. А. Разработка процесса гранулирования древесных топливных гранул методом прокатки на роторных прессах / И. А. Булатов, В. И. Назаров // Инженерные и технологические исследования для устойчивого развития : Междунар. ИНТЕРНЕТ-Форум молодых ученых, аспирантов и студентов, М., 2005-2006 г.г. – <http://www.msuie.ru/unesco.forum/dokl/13.doc>.

2. Назаров, В. И. Особенности разработки процесса прессового гранулирования биотоплива на основе древесных и растительных отходов / В. И. Назаров, И. А. Булатов, Д. А. Макаренков // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2009. – № 2. – С. 35–39.

3. Глебов, И. Т. Резание древесины / И. Т. Глебов. – Екатеринбург : УГЛУ, 2001. – 151 с.

4. Казанков, Ю. В. Расчет и конструирование формующего инструмента / Ю. В. Казанков, В. А. Миронов, М. С. Макаров. – М. : МИХМ, 1986. – 84 с.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГРАНУЛИРОВАНИЯ ОТХОДОВ НА РОТОРНЫХ ПРЕССАХ С ПЛОСКОЙ МАТРИЦЕЙ**

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

**Аннотация** - Разработана методика расчета энергосиловых параметров роторных прессов с плоской матрицей, которая учитывает изменения реологических свойств перерабатываемых отходов, которые происходят вследствие термонагрева и использования в матрице каналов переменного сечения.

## **STUDY GRANULATION PROCESS WASTE ON A ROTARY PRESS WITH A FLAT DIE**

Alekseenko V, Fychadzu N, Chervotkina A.

### **Summary**

**The method of calculating energy-power parameters of rotary presses flat matrix that takes into account changes in rheological properties that pereroblyuyutsya that occur as a result termonahrivu and use matrix channels of variable section.**

УДК 637.134

## **ЯКІСТЬ ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЦЕСУ СТРУМИННОЇ ГОМОГЕНІЗАЦІЇ МОЛОКА З РОЗДІЛЬНОЮ ПОДАЧЕЮ ВЕРШКІВ**

Самойчук К.О., к.т.н.,

Ковальов О.О., інженер,\*

Султанова В.О., інженер.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел. (06192) 42-13-06

**Анотація** – у статті досліджено зв'язок між показниками якості та енергетичними витратами процесу струминної гомогенізації молока з роздільною подачею вершків.

**Ключові слова** – енергозбереження, роздільна гомогенізація, жирова кулька, струминний гомогенізатор.

*Постановка проблеми.* В умовах сучасного стану світового господарства перед кожним виробником сільськогосподарської продукції постає завдання зниження енергоємності процесів, що складають виробництво, для забезпечення рентабельності в умовах глобальної економіки. З іншого боку, умова наявності на ринку повинна обумовлюватись високою якістю продукту. Гомогенізація як одна з операцій, що складають технологію виробництва молочних продуктів, є дуже енерговитратним процесом. На даний момент часу немає можливості наочно дослідити процес та скласти його загальну теорію; по-друге, найбільш використовувані у виробництві конструкції (клапанні) є дуже енерговитратними [1]. Відтак, дослідження нових енергозберігаючих конструкцій за умови збереження якості є пріоритетним напрямком діяльності науковців галузі.

*Аналіз останніх досліджень.* Існує близько 5 – 6 гіпотез гомогенізації та порядку 10 – 12 принципово різних конструкцій на базі цих гіпотез. Однак висунути єдину теорію процесу досі не вдалося, зважаючи на великі швидкості процесу та дрібний розмір часток продукту. Більшість дослідників процесу схиляються до того, що визначальним фактором у механізмі руйнування жирових кульок у процесі гомогенізації є різниця швидкостей руху фаз продукту. На підставі цього висновку запропоновано лабораторне устаткування для



дослідження процесу струминної гомогенізації молока з роздільним подаванням жирової фази [2].

Струминний гомогенізатор молока з роздільною подачею вершків працює таким чином. До подачі в пристрій молоко сепарується для отримання знежиреного молока та вершків. Знежирене молоко через патрубок подачі 6 під тиском подається до місця найбільшого звуження напрямних 5 центрального каналу 4, де має максимальну швидкість (рис.1). До потоку молока крізь канали подачі жирової фази 2 подаються вершки через патрубки 1. Молоко з гомогенізованими жировими частками відводиться крізь патрубок 3. При уведенні тонкого струменю вершків у потік знежиреного молока між ним та струменем вершків створюються великі градієнти швидкості, за рахунок зміни числа Рейнольдса встановлюється режим розвиненої турбулентності, за якого виникають значні тангенційні напруження. Ці напруження, за твердженням Хінце, пов'язані математичним відношенням з критерієм Вебера, що буде спричиняти подрібненню жирових кульок, а, відтак, і гомогенізації продукту [3].

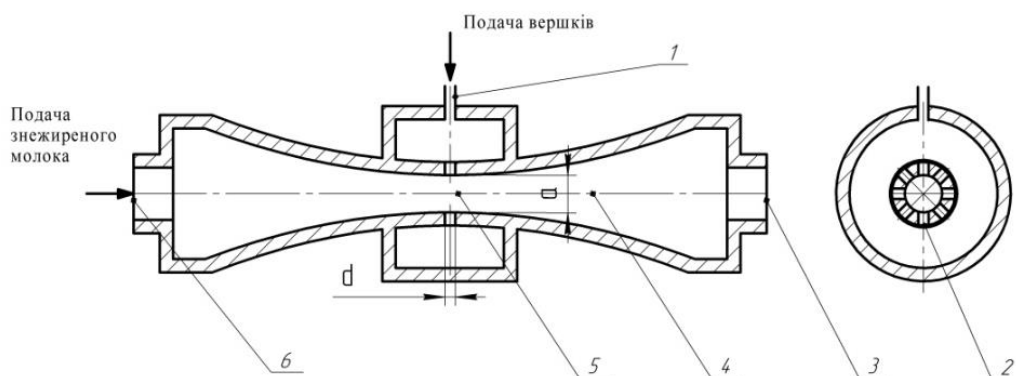


Рисунок 1. Схема струминного гомогенізатора молока з роздільною подачею вершків.

1 – патрубок подачі вершків; 2 – канал подавання жирової фази; 3 – патрубок для відведення гомогенізованого молока; 4 – центральний канал; 5 – зона диспергування жирової фази; 6 - патрубок подачі знежиреного молока.

*Формування цілей статті (постановка завдання).* Завданням статті є вивчення енергетичної ефективності процесу диспергування жирових кульок у плазмі молока в струминному гомогенізаторі молока з роздільною подачею вершків у зв'язку з показниками якості процесу. Аналізуючи літературу з теми можна стверджувати, що існуючі конструкції, серед яких клапанні найбільш розповсюджені, є дуже енерговитратними, при проведенні згідно технології нормалізації із подальшою гомогенізацією витрати енергії, складуть

при тиску 15-20 МПа близько 8кВт/т [4]. Внесення змін до їх конструкцій не дає суттєвого енергозбереження. Інші конструкції або також мають великі витрати енергії або не забезпечують необхідної якості процесу. Стосовно якості процесу для підвищення засвоюваності та біологічної цінності продуктів слід зазначити наступне: потрібно прагнути того, щоб розмір часток дисперсної фази повинен наближуватись до розміру хіломікронів, тобто сягав порядку 0,4 – 0,5мкм [5]. Отже, метою статті є дослідження зв'язку між якістю гомогенізації та енергетичними витратами на здійснення процесу.

*Основна частина.* При дослідженні процесів диспергування різних сумішей у безперервному середовищі важливо враховувати стійкість краплі до дії сил, що прагнуть зруйнувати її. При розгляданні розподілу тисків у площині, що є перпендикулярною до поверхні шару, що обтікається, виділяють зони статичного тиску всередині рідини, зони підвищеного та зниженого тисків. Лобові сили плющать краплю, інші витягують її з боків та в передній частині і утворюють дископодібне тіло, що згодом руйнується [6].

При дослідженні різних процесів у різних середовищах значення критерію Вебера, як критерію руйнування краплі, дуже різняться. Нижня межа значень числа Вебера буде більшою для емульсій порівняно з газом внаслідок залучення до процесу сусідніх шарів рідини, що оточують кульку, та більших значень відносної швидкості. Верхня межа необхідних значень цього параметру змінюється, за думками різних авторів до двох та тризначних величин. Проте, необхідні та достатні для подрібнення значення критерію Вебера за умови енергозбереження знаходяться у межах 30 – 70. У цьому діапазоні значень відбувається досягнення кулькою режиму критичних деформацій з утворенням тонких стрічок [7], або режиму вибухового подрібнення з руйнуванням головної краплі на велику кількість вторинних крапель [6].

Критерій Вебера незалежно від типу руху рідини можна визначити залежно від ефекту гомогенізації у вигляді

$$We = f(H_m)^m, \quad (1)$$

де  $H_m$  – ступінь подрібнення;

$m$  – показник ступеню, значення якого для гомогенізації при високому тиску дорівнює 1,7.

$$H_m = \frac{d_1}{d_k}, \quad (2)$$

де  $d_1$  – середній діаметр жирової кульки до гомогенізації;

$d_k$  – середній діаметр жирової кульки після гомогенізації.

Середній діаметр жирової кульки до диспергування у сирому молоці, за оцінками різних дослідників, складає від 2,5 до 4мкм [8].

$$d_k = \frac{H_m}{d_1}. \quad (3)$$

Формула критерію Вебера для випадку струминної гомогенізації молока з роздільною подачею вершків має вигляд

$$We = \frac{\rho_{пл} u_m^2 d_{max}}{\sigma_{ж-п}}, \quad (4)$$

де  $\rho_{пл}$  – густина плазми молока, кг/м<sup>3</sup>;

$u$  – відносна швидкість потоку молока відносно швидкості жирової кульки м/с;

$d_{max}$  – максимальний діаметр жирової кульки, стабільної у даних гідродинамічних умовах, м;

$\sigma_{ж-п}$  – поверхневий натяг на межі розділу фаз жир – плазма.

Для збільшення ефекту подрібнення необхідно підвищити відносну швидкість  $u$ . Для цього необхідно збільшити швидкість жирової кульки перед включенням її до потоку знежиреного молока, що збільшить прискорення частинки та зменшить сили інерції. Для цього необхідно, по-перше виготовляти діаметри каналів подавання вершків мінімально можливих значень за умови забезпечення необхідної продуктивності. По-друге, для досягнення подібного ефекту жирова фаза подається у потік у місці найбільшої швидкості потоку 5 (рис. 1), отже, місці найбільшої різниці швидкостей фаз продукту.

Теоретичне визначення відносної швидкості  $u$  є доволі складною задачею, але відомо, що вона буде мати більше значення порівняно з процесами подрібнення у газовому середовищі внаслідок залученості при русі рідини сусідніх шарів та меншою за швидкість основного потоку.

Швидкість знежиреного молока, необхідна для руйнування жирової кульки, складатиме

$$v_m = \sqrt{\frac{We\sigma}{d_1\rho_{пл}}}. \quad (5)$$

Швидкість знежиреного молока обчислюють за відомою формулою

$$v_m = \varphi \sqrt{\frac{2}{\rho_{пл}} \Delta p_1}. \quad (6)$$

Звідси надлишковий тиск подавання знежиреного молока з урахуванням (5) та (6) дорівнює

$$\Delta p_1 = \frac{v_m^2 \rho_{nl}}{2\varphi^2}. \quad (7)$$

Ураховуючи (2) виразимо  $\Delta p_1$ .

$$\Delta p_1 = \frac{We\sigma}{2\varphi^2 d_1}. \quad (8)$$

Згідно наведеної формули (8) та прийнятих значень  $We = 30 - 70$ ;  $\varphi = 0,85$ ; для практичних розрахунків приймаємо  $d_1 = 3 \cdot 10^{-6}$  мм, при цьому надлишковий тиск у камері гомогенізатору  $\Delta p_1$  складає  $6,9 \cdot 10^5 - 1,6 \cdot 10^6$  Па.

Для оцінювання якості диспергування можна використовувати два показники: ступінь гомогенізації  $H_m$ , який являє собою відношення первинного розміру краплі до остаточного, тобто ступінь подрібнення та діаметр жирових кульок після подрібнення  $d_k$ . Стосовно параметра  $H_m$  необхідно зазначити, що, згідно проведених теоретичних досліджень процесу, найбільш раціональними значеннями числа Вебера є діапазон від 30 до 40, за яких досягається подрібнення у 2 – 4 рази. Робота на інших технологічних режимах є також можливою, але з показниками якості, нижчими за технологічні вимоги.

$$H_m = \frac{2\varphi^2 d_k \Delta p_1}{We\sigma}. \quad (9)$$

Щодо середнього діаметра жирових кульок після гомогенізації, відомо, що значення цього параметра при використанні клапанних гомогенізаторів складає 0,75 – 0,80 мкм. Н.В. Барановський для оцінювання діаметра жирових кульок після подрібнення пропонує емпіричну формулу [9]

$$d_k = \frac{3,8}{\sqrt{\Delta p_1}}. \quad (10)$$

Але в нашому випадку більш певно буде для визначення цього параметра використовувати наступну залежність, отриману з формули (2) та перетворенням виразу (9)

$$d_k = \frac{We\sigma}{2\varphi^2 \Delta p_1}. \quad (11)$$

Виразимо  $We$  з (4) та, враховуючи (9) та (11), отримуємо

$$We = \frac{\Delta p_1 2\varphi^2 d_k}{\sigma}. \quad (12)$$

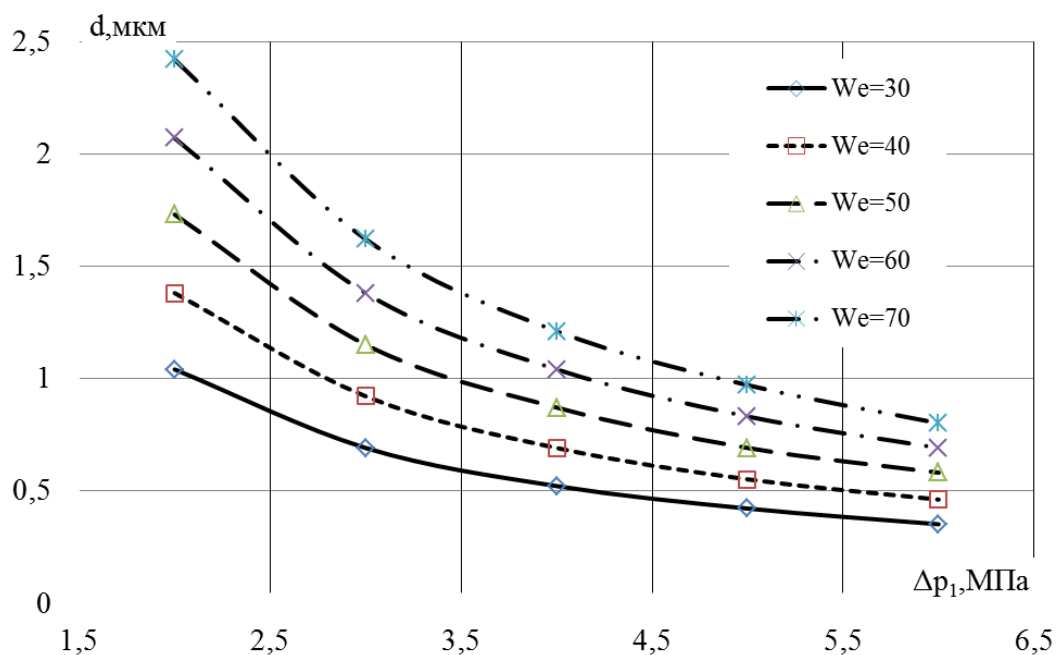


Рисунок 2. Графік залежності діаметра часток жирової фази  $d$  від надлишкового тиску гомогенізатора  $\Delta p_1$  за різних значень критерію Вебера  $We$ .

З рисунку 2 видно, що при невеликих значеннях числа Вебера якість гомогенізація, на рівні клапанної (0,7) при  $\Delta p_1=3$  МПа, при 6 МПа досягається подрібнення до рівня хіломікронів, але обумовлюється більшими значеннями енергетичних витрат на створення більшого надлишкового тиску знежиреного молока. За більших значень числа Вебера 50 - 70 подрібнення відбувається погано за низьких значень надлишкових тисків. З іншого боку, при цих значеннях критерію подрібнення якість диспергування на рівні клапанних гомогенізаторів досягається при витратах енергії у 2 рази більших, порівняно з  $We=30$  та  $\Delta p_1=3$  МПа. Отже, раціональними для використання за умови забезпечення високої якості гомогенізації та мінімальних енергетичних витрат слід визнати діапазон чисел Вебера 30 – 50.

Зменшити діаметр жирових кульок у процесі подрібнення можливо або зниженням поверхневого натягу, що істотно покращить якість процесу, шляхом використання емульгаторів або поверхнево активних речовин, або зміною насадки патрубку подавання знежиреного молока, від форми якого залежить значення коефіцієнта швидкості  $\phi$ .

Ще одним фактором, що буде впливати на якість процесу диспергування, є діаметр каналу отвору подавання вершків. З проведених теоретичних досліджень виникає висновок, що треба прагнути до якомога меншого технологічно виконуваного діаметра

цього каналу. Це обумовлене тим, що більш тонкий струмінь вершків, попадаючи до пульсуючого турбулентного потоку знежиреного молока, буде зазнавати більш рівномірного впливу, і, отже, краще подрібнюватись. Але надмірно малим цей параметр не може бути, так як це може спричинити явище облітерації порожнин каналів подавання вершків. Більш точні значення цього параметра та його вплив на показники якості гомогенізації планується з'ясувати при проведенні експериментальних досліджень процесу.

Також необхідно з'ясувати вплив на якість гомогенізації тиску подавання жирової фази. Цей параметр важливо дослідити тому, що швидкість жирової фази, яка є функцією тиску подавання жирової фази може мати суттєвий вплив на показники якості процесу.

Енергетичні витрати процесу гомогенізації дорівнюють

$$E = \frac{Q_{нл} \Delta p_1 t}{\rho_{нл}} + \frac{Q_2 \Delta p_2 t}{\rho_2}, \quad (13)$$

де  $\rho_2$  - густина вершків, кг/м<sup>3</sup>;

$Q_{нл}$  - подача знежиреного молока в гомогенізатор, кг/год;

$Q_2$  - подача вершків, кг/год;

$\rho_{нл}$  - густина плазми молока, кг/м<sup>3</sup>;

$t$  - тривалість гомогенізації, с.

Питомі енерговитрати гомогенізатора, враховуючи (13), дорівнюють

$$E_{пит} = \frac{\Delta p_1}{\rho_m} + \frac{\Delta p_2}{\rho_2} \quad (14)$$

З [9], відомо, що надлишковий тиск у каналах подавання жирової фази дорівнює

$$\Delta p_2 = 8 \rho_2 \left( \frac{Q_2 (J_{н.с} - J_{зн})}{(J_2 - J_{н.с}) 3600 \rho_2 \mu \pi d_2^2} \right)^2 \quad (15)$$

Враховуючи (8), а також (14) та (15) знаходимо  $E_{пит}$

$$E_{пит} = \frac{We \sigma}{2 \varphi^2 d_1 \rho_m} + \frac{8}{\rho_2} \left( \frac{Q_2 (J_{н.с} - J_{зн})}{(J_2 - J_{н.с}) 3600 \mu \pi d_2^2} \right)^2 \quad (16)$$

де  $\rho_m$  - густина молока, кг/м<sup>3</sup>;

$J_{н.с}$ ,  $J_2$ ,  $J_{зн}$  - відповідно, масова частка жиру в нормалізованій суміші, вершках, знежиреному молоці, %.

$d_2$  - діаметр каналу подавання жирової фази, м;

$\mu$  - коефіцієнт витрат (залежить від конструкції каналу подачі вершків).

Аналіз формули (16) показує, що знизити питомі енерговитрати процесу диспергування можливо наступним чином. По перше, шляхом підвищення коефіцієнта швидкості  $\varphi$  шляхом зміни форми насадки патрубку подавання знежиреного молока. Іншим шляхом зниження питомих енерговитрат процесу є підвищення коефіцієнта витрат каналу подавання жирової фази  $\mu$ , що залежить від конструкції каналу подавання. Останнім шляхом зниження енерговитрат є збільшення діаметрів каналів подавання вершків  $d_e$ . Але цей показник для забезпечення якості гомогенізації, як зазначалося вище повинен прагнути до мінімальних значень. Отже, метою експериментальних досліджень, серед іншого, буде виявлення оптимального співвідношення між показниками якості процесу диспергування та діаметром каналу подавання вершків.

*Висновки.* У статті визначені показники якості процесу диспергування, які свідчать про те, що робота гомогенізатору є ефективною з точки зору подрібнення та енергетичних витрат у достатньо вузькому діапазоні значень критерію подрібнення, числа Вебера. Енергетичні витрати процесу за результатами попередніх розрахунків дорівнюють 1-4 кВт/т. Можливо стверджувати, що витрати на проведення процесу струминної гомогенізації та нормалізації у струминному гомогенізаторі молока з роздільним подаванням вершків будуть у 4-5 разів нижчі за клапанні при збереженні високої якості продукту.

#### Література:

1. *Нужин Є.В.* Про вплив параметрів потоку на процес гомогенізації / Є.В. Нужин // Одеська державна академія харчових технологій. Наукові праці. – 1999. – Вип. 18. – С.151–154.
2. *Самойчук К.О.* Розробка лабораторного зразка струминного гомогенізатора з роздільною подачею вершків/ К.О.Самойчук, О.О.Ковальов. Праці ТДАТУ – Мелітополь: 2011 – 77-84с.
3. *Самойчук К.О.* Аналіз сил дроблення жирових кульок в струминному гомогенізаторі /К .О. Самойчук, О.О. Ковальов // Наукові праці Південного філіалу Національного університету біоресурсів і природокористування України "Кримський агротехнологічний університет" (ПФ НУБіП України "КАТУ") : Сімферополь – 2013. – Вип.153. – С. 26-34.
4. *Твердохлеб Г.В.* Технология молока и молочных продуктов/Г.В. Твердохлеб, Г.Ю. Сажин, Р.И. Раманаскас. М.: Делипринт, 2006. – 616 с.
5. *Петров А.Н.* Теория и практика повышения устойчивости жировой фазы консервов на молочной основе общего и специального

назначения : диссертация ... доктора технических наук : 05.18.04 / Петров Андрей Николаевич; - Москва, 2010.- 280 с.

6. *Пажи Д.Г.* Основы техники распыливания жидкости/Д.Г.Пажи., В.С.Галустов. Химия – М: 1984 – 256с.

7. *Бойко В.М.* Динамика частиц и капель в потоке за ударной волной //Известия РАН .МЖГ. 2007.- № 3.-С.110-120.

8. *Крусь Г.Н.* Методы исследования молока и молочных продуктов / Г.Н. Крусь, А.М. Шалыгина, З.В. Волокитина. Под ред. А.М. Шалыгиной. – М.: Колос, 2002. – 368 с.

9. *Самойчук К.О.* Обґрунтування гідродинамічних параметрів процесу струминної гомогенізації молока з роздільною подачею вершків / К.О. Самойчук , О.О. Ковальов // Наукові праці ОНАХТ: Одеса – 2014. – Вип. 46, Т.2 – С. 314 – 319.

### **КАЧЕСТВО И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЦЕССА СТРУЙНОЙ ГОМОГЕНИЗАЦИИ МОЛОКА С РАЗДЕЛЬНОЙ ПОДАЧЕЙ СЛИВОК**

Самойчук К.О., Ковалев А.А.

**Аннотация** – в статье изучена взаимосвязь между показателями качества и энергетическими затратами процесса струйной гомогенизации молока с раздельной подачей сливок.

### **THE QUALITY AND THE ENERGY EFFICIENCY IN A JET – MIXING HOMOGENIZATION OF MILK PROCESS WITH THE SEPARATED GIVING OF CREAMS**

Samoichuk K., Kovalyov O.

#### **Summary**

**In the article the relation between the indicators of quality and the energy efficiency by the using of jet – mixing homogenization of milk process with the separated giving of creams are investigated.**



УДК 633.174

## **РОЗРОБЛЕННЯ ФЕРМЕНТОВАНИХ НАПОЇВ НА ОСНОВІ ЦУКРОВОГО СОРГО ТА КОНЦЕНТРАТУ ЯБЛУЧНОГО СОКУ**

Карпутіна Д.Д., аспірант,

Фролова Н.Е., к.т.н.,

Королюк К.Є., к.т.н.

*Національний університет харчових технологій*

Тел. (044) 287-93-33

Мельник І.В., к.т.н.

*Одеська національна академія харчових технологій*

Тел. (048) 712-11-04

**Анотація** – у роботі на основі аналізу даних міжнародних консалтингових компаній визначено перспективність виробництва напоїв оздоровчого напрямлення на основі цукрового сорго та концентрату яблучного соку. Мета досліджень полягає у визначенні оптимальних режимів приготування сусла із цукрового сорго, підборі співвідношень сусла із соку цукрового сорго та концентрату яблучного соку, проведенні процесу бродіння, отриманні напоїв оздоровчого напрямлення з високими органолептичними показниками.

**Ключові слова** – ферментовані напоїв, сік цукрового сорго, концентрат яблучного соку, ферментні препарати, дріжджі.

*Постановка проблеми.* Аналіз виробництва і споживання безалкогольних напоїв, у тому числі соків, солодких газованих вод, столових вод, продемонстрував динаміку зміни переваг споживачів в бік напоїв з оздоровчими властивостями. Так, ємність українського ринку солодких газованих напоїв падає з року в рік, а ринок столової води, вітамінізованих напоїв, в свою чергу, зростає. З ростом добробуту середньостатистичний українець все більше піклується про своє здоров'я і тому віддає перевагу більш якісній продукції. Це пояснює стабільне зростання обсягів продажів у сегменті преміум і зниження споживання напоїв економ-сегмента. Тобто переваги віддаються напоям середньої цінової категорії, а також більш дорогим солодким водам [1,2].

*Аналіз останніх досліджень.* Найбільш перспективними напоями в даному сегменті є ферментовані напої, оскільки такі напої у порівнянні із неферментованим соком похідної сировини корисніші для організму людини завдяки збагаченню їх біологічно активними речовинами, що утворюються в процесі ферментації та переходу в зброжене сушло біологічно активних складових мікроорганізмів [3].

Обов'язковою характеристикою напоїв оздоровчого напрямлення є натуральність компонентів в готовому виробі, а сировина для виробництва напоїв повинна характеризуватись високим вмістом біологічно активних речовин. В якості джерела біологічно активних речовин в дослідженнях запропоновано використовувати нетрадиційну перспективну сировину – цукрове сорго (*Sorghum saccharatum*) та концентрат яблучного соку [4,5].

*Формулювання цілей статті.* Мета досліджень полягала у визначенні оптимальних параметрів приготування ферментованого напою оздоровчого напрямлення з соку цукрового сорго та концентрату яблучного соку. Використання соку цукрового сорго обумовлено наявністю в цій нетрадиційній сировині важливих макро- і мікроелементів, вітамінів, органічних кислот та незамінних амінокислот, що дає можливість отримати біологічно цінний харчовий продукт з високими якісними показниками.

*Основна частина.* В дослідженнях було використано:

Цукрове сорго гібриду Нектарний, який був вирощений на дослідних станціях Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насіннезнавства та сортовивчення УААН і Інституту цукрових буряків НААН у 2013 році. Сік цукрового сорго, отриманий методом пресування, характеризувався наступним хімічним складом (% до СР): загальні цукри – 83,9; редуруючі речовини – 19,9; крохмаль – 8,3; целюлоза і геміцелюлоза – 3,8.

Концентрат яблучного соку з вмістом сухих речовин  $65 \pm 1\%$  виробництва фірми Döhler. Для зброджування сушла використовувались пивоварні дріжджі раси 11.

Ферментні препарати (ФП): ФП грибного походження TegamyL FAL з температурним оптимумом  $53 \pm 2$  °C, який є джерелом альфа-амілази і глюкоамілази; ФП Ксилолад з температурним оптимумом  $45 \pm 5$  °C, який є джерелом ксиланази.

На першому етапі досліджень з метою отримання високоякісного сушла було проведено гідроліз крохмалю, целюлози і геміцелюлози соку цукрового сорго, що перешкоджають освітленню. Для здійснення процесу гідролізу целюлози і геміцелюлози у попередньо підігрітій сік до температури 35 °C вносили ФП Ксилолад у кількості 0,5 дм<sup>3</sup>/т сировини, що відповідає 1 од/г активності ксиланази. Сік витримували при температурі 35 °C протягом 15 хв. Гідроліз крохмалю соку

цукрового сорго проводили шляхом нагрівання соку до 55 °С і внесення ФП Tegamyl FAL у кількості 0,1 дм<sup>3</sup>/г крохмалю, що відповідає 5,5±0,1 од/г альфа-амілазної активності і 1,6±0,1 од/г глюкоамілазної активності. Тривалість проведення процесу гідролізу крохмалю складав 30 хвилин при температурі 55 °С. Результатом гідролізу крохмалю є збільшення вмісту редуруючих та загальних цукрів. Пастеризацію суслу проводили при температурі 80°С протягом 15 хв. Отримані зразки суслу охолоджували та фільтрували. З метою отримання оптимальної кислотності суслу для подальшого зброджування в зразки вносили лимонну кислоту до утворення гармонійного смаку і рН середовища 4,75. Даний зразок суслу використовувався в якості контролю [6].

Для забезпечення високих споживчих властивостей напоїв та з метою розширення асортименту в роботі було запропоновано дослідити зразки із різним співвідношенням суслу з соку цукрового сорго та концентрату яблучного соку, який попередньо розводили підготовленою водою до вмісту СР – 10 %. В роботі досліджено наступні зразки: зразок №1 містив 50 % суслу із соку цукрового сорго і 50 % розведеного концентрату яблучного соку, зразок № 2 – 60 % суслу із соку цукрового сорго і 40 % розведеного концентрату яблучного соку; зразок № 3 – 70 % суслу із соку цукрового сорго і 30 % розведеного концентрату яблучного соку; зразок № 4 – 90 % суслу із соку цукрового сорго і 10 % розведеного концентрату яблучного соку; зразок № 5 – 100 % суслу із соку цукрового сорго. В отриманих зразках було досліджено фізико-хімічні показники (відповідно до табл. 1).

Таблиця 1 – Фізико-хімічні показники підготовлених до зброджування зразків суслу

Показники	Зразки				
	1	2	3	4	5
Вміст сухих речовин, %	10	10	10	10	10
рН	4,34	4,45	4,57	4,65	4,75
Загальна кислотність, см <sup>3</sup> 1н NaOH на 100 см <sup>3</sup> соку	2,15	2,0	1,90	1,80	1,70
Загальні цукри, г/100 см <sup>3</sup>	8,25	8,31	8,45	8,50	8,60
Редуруючі речовини, г/100 см <sup>3</sup>	1,65	1,82	2,10	2,29	2,50
Амінний азот, мг/100 см <sup>3</sup>	21,19	23,45	25,71	30,19	32,48

Отримані зразки характеризувались повноцінним складом щодо вмісту сухих речовин, редукуючих речовин, амінного азоту, кислотності та рН і були рекомендовані для подальшого зброджування дріжджами роду *Saccharomyces cerevisiae* раси 11, які вносили у кількості 5,0 млн/см<sup>3</sup> (зразок №1, 2, 3, 4) та 4,5 млн/см<sup>3</sup> (зразок №1', 2', 3', 4'). Досліджувані зразки зброджували протягом 3 діб при температурі 12 °С з наступним доброджуванням при температурі 1...2°С протягом 2 діб.

Фізико-хімічні показники напоїв після завершення процесу бродіння наведено у таблицях 2 і 3.

Таблиця 2 – Фізико-хімічні показники готових напоїв при внесенні засівних дріжджів у кількості 5 млн/см<sup>3</sup>

Показники	Зразки				
	1	2	3	4	5
Вміст сухих речовин, %	5,7	6,1	6,2	6,4	6,5
рН	3,95	4,05	4,10	4,20	4,27
Загальна кислотність, см <sup>3</sup> 1н NaOH на 100 см <sup>3</sup> соку	3,35	2,70	2,65	2,52	2,45
Загальні цукри, г/100 см <sup>3</sup>	4,58	4,97	5,11	5,28	5,39
Редукуючі речовини, г/100 см <sup>3</sup>	0,95	1,03	1,20	1,36	1,46
Амінний азот, мг/100 см <sup>3</sup>	10,24	11,68	13,55	15,70	16,84
Вміст спирту, % об	3,17	2,78	2,63	2,24	2,08

Таблиця 3 – Фізико-хімічні показники готових напоїв при внесенні засівних дріжджів у кількості 4,5 млн/см<sup>3</sup>

Показники	Зразки				
	1'	2'	3'	4'	5'
Вміст дійсних, %	7,6	7,7	7,7	7,9	8,0
pH	4,06	4,10	4,24	4,40	4,46
Загальна кислотність, см <sup>3</sup> 1N NaOH на 100 см <sup>3</sup> соку	2,67	2,52	2,45	2,33	2,20
Загальні цукри, г/100 см <sup>3</sup>	6,17	6,28	6,35	6,58	6,75
Редукуючі речовини, г/100 см <sup>3</sup>	1,19	1,35	1,51	1,73	1,89
Амінний азот, мг/100 см <sup>3</sup>	11,27	12,35	14,20	17,25	18,25
Вміст спирту, % об	1,13	1,05	1,05	0,97	0,88

За інтенсивністю процесу зброджування сусла слідкували за показниками вмісту СР і за ступенем виділення СО<sub>2</sub>. На рис.1-5 відображена динаміка процесу зброджування зразків сусла протягом 5 діб і при внесенні у середовище відповідної кількості дріжджів.

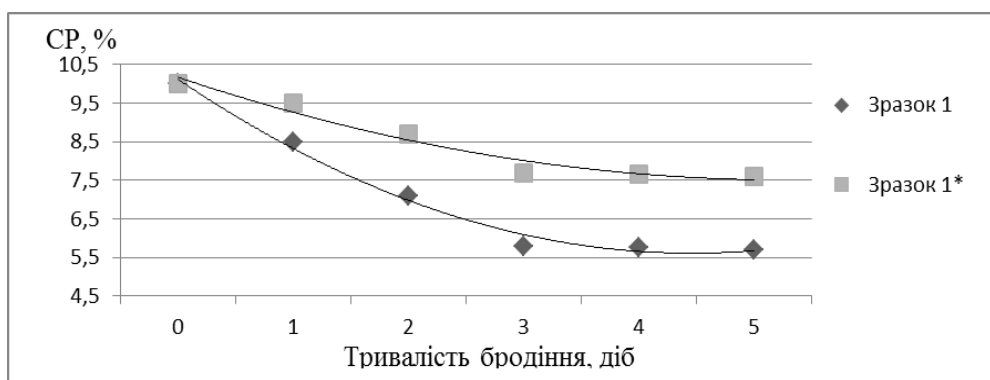


Рис. 1. Динаміка зброджування сусла з вмістом соку сорго 50 % і конц. яблучного соку 50 %

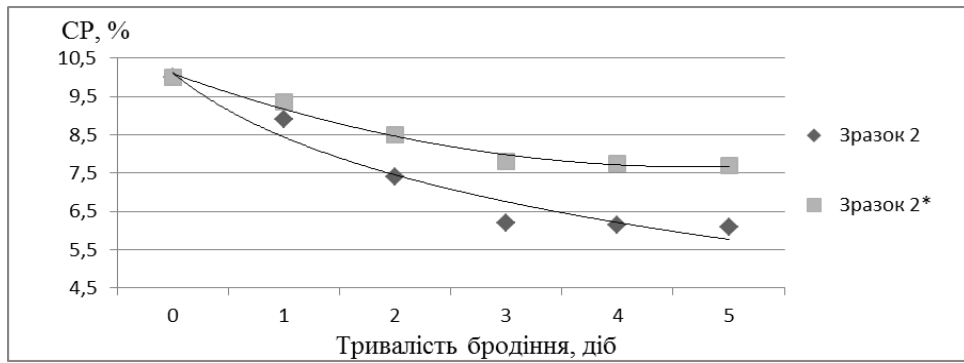


Рис. 2. Динаміка зброджування сусла з вмістом соку сорго 60 % і конц. яблучного соку 40 %

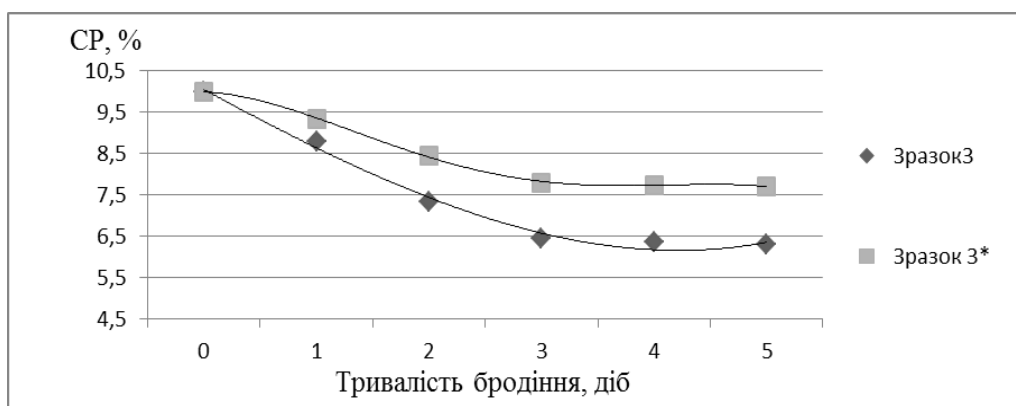


Рис. 3. Динаміка зброджування сусла з вмістом соку сорго 70 % і конц. яблучного соку 30 %

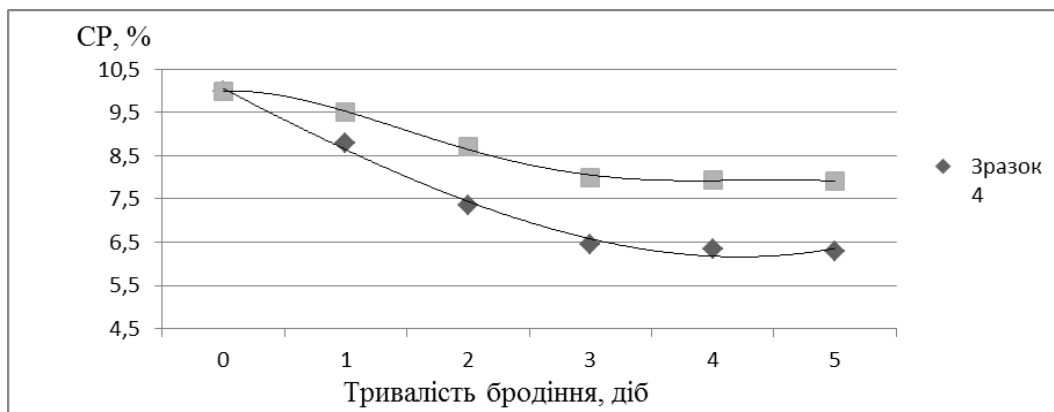


Рис. 4. Динаміка зброджування сусла з вмістом соку сорго 90 % і конц. яблучного соку 10 %

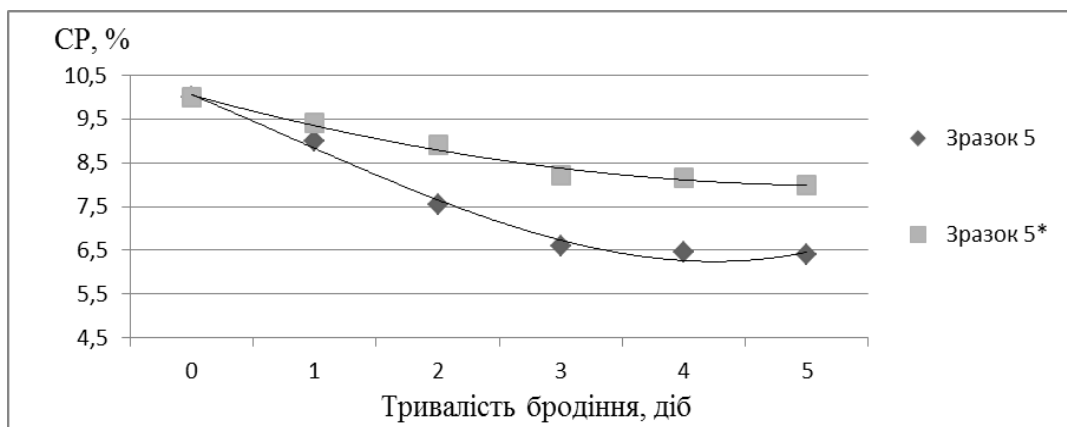


Рис. 5. Динаміка збродження суслу з вмістом соку сорго 100 %

В роботі було досліджено динаміку зміни кислотності напоїв під час проведення процесу бродіння ( відповідно до рис. 6).

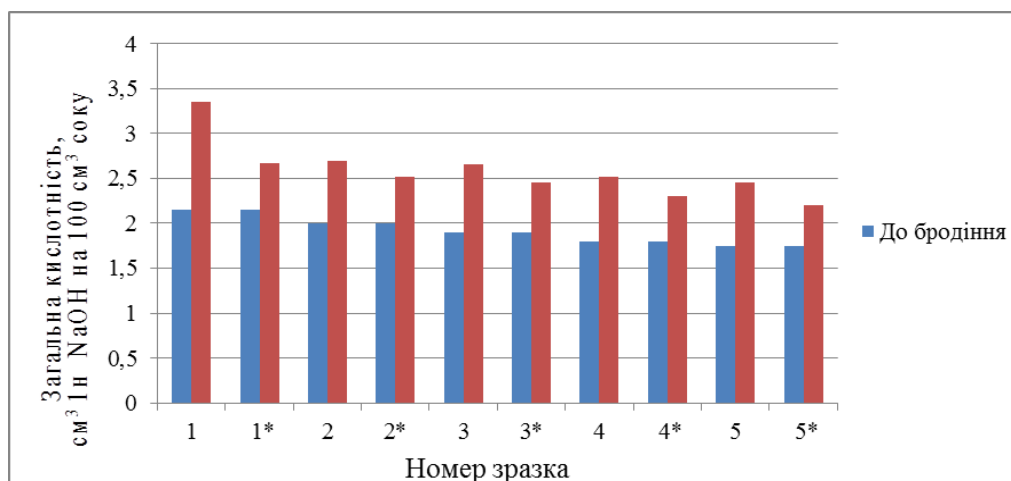


Рис. 6. Динаміка зміни кислотності напоїв в процесі бродіння

За результатами проведених досліджень визначено, що більш інтенсивно процес бродіння проходив у зразках № 1, 2, 3, 4, 5, де дозування дріжджових клітин складало  $5 \text{ млн/см}^3$ . Зразки даної серії дослідів не відповідали вимогам нормативно-технічної документації для безалкогольних ферментованих напоїв за показником вмісту спирту (вміст спирту складав  $2,1 \dots 3,64 \%$  об.). Однак зразки № 2, 3, 4, 5 при цьому мали високі органолептичні властивості. Зразки № 1 та 1', у яких співвідношення соку цукрового сорго і розбавленого концентрату яблучного соку становило 50 на 50 % відрізнялись підвищеною кислотністю і мали низьку органолептичну оцінку. Зразки № 2', 3', 4', 5', де кількість засівних дріжджів складала  $4,5 \text{ млн/см}^3$ , відповідали нормативним вимогам для безалкогольних напоїв щодо вмісту спирту та відрізнялись гарними органолептичними показниками. Як свідчать отримані дані динаміка

процесу бродіння у зразках, до складу яких входить яблучний сік суттєво не відрізняється від зразків із 100 % вмістом соку цукрового сорго (відповідно до рис. 1-5), отже, останні можна рекомендувати для розширення асортименту ферментованих безалкогольних напоїв та забезпечення потреб споживачів.

*Висновки.* В результаті проведених досліджень визначено оптимальні режими приготування сусла зі соку цукрового сорго, що передбачає, які передбачають внесення ФП Ксилолад у попередньо підігрітий сік до температури 35°C у кількості 0,5 дм<sup>3</sup>/т сировини та витримування при температурі 35°C протягом 15 хв; внесення ФП Tegamyl FAL у кількості 0,1 дм<sup>3</sup>/т крохмалю, оптимальна тривалість процесу гідролізу крохмалю – 30 хвилин при температурі 55°C; пастеризація суслу при температурі 80°C протягом 15 хв.

В роботі рекомендовано оптимальні співвідношення сусла із соку цукрового сорго і концентрату яблучного соку (%): 60÷40, 70÷30, 90÷10 відповідно. Встановлено оптимальне дозування засівних дріжджів, яке складає 4,5 млн/см<sup>3</sup>.

За результатами досліджень рекомендовано наступний режим зброджування сусла: тривалість головного бродіння 3 доби при температурі 12°C, тривалість процесу доброджування – 2 доби при температурі 1...2°C. Даний режим є оптимальним для отримання напою із нормованим для ферментованих безалкогольних напоїв вмістом спирту та високими органолептичними показниками.

#### Література:

1. Позняковский, В. М. Рынок соков: современное состояние, тенденции развития / В. М. Позняковский, Т. Ф. Киселева, Д. С. Сяглов // Пиво и напитки. 2009. – № 6. – С. 4-6.
2. Чухлеб, И.В. Лопнувший пузырек / И.В. Чухлеб// Экспер Украина. 2013. – № 28-29. – С. 26-30.
3. Інноваційні технології продуктів бродіння і виноробства: підруч. / С.В. Іванов, В.А. Домарецький, В.Л. Прибильський та ін.; за заг. ред. д-ра хім. наук, проф. С.В. Іванова // К.: НУХТ. 2012. – 472 с.
4. Mazumdar D., Poshardi A., Ravinder R. Innovative use of Sweet sorghum juice in the beverage industry. International Food Research Journal. – 19(4). – 2012. – p. 1361-1366.
5. Шобингер, У. Фруктовые и овощные соки / У. Шобингер // Спб.: Профессия. 2004. – 640 с.
6. Мелетьев, А.Є. Технохімічний контроль виробництва солоду, пива і безалкогольних напоїв / А.Є. Мелетьев, С.Р. Тодосійчук, В.М. Кошова // Вінниця. 2007. – 392 с.



## **РАЗРАБОТКА ФЕРМЕНТИРОВАННЫХ НАПИТКОВ НА ОСНОВЕ САХАРНОГО СОРГО И КОНЦЕНТРАТА ЯБЛОЧНОГО СОКА**

Карпутина Д.Д., Фролова Н.Э., Королюк К.Е., Мельник И.В.

**Аннотация – в работе на основе анализа данных международных консалтинговых компаний определена перспективность производства напитков оздоровительного направления на основе сахарного сорго и концентрата яблочного сока. Цель исследований заключалась в определении оптимальных режимов приготовления сусла из сахарного сорго, подборе соотношений сусла из сока сахарного сорго и концентрата яблочного сока, проведении процесса брожения, получении напитков оздоровительного направления с высокими органолептическими показателями.**

## **DEVELOPMENT OF FERMENTED BEVERAGES BASED ON SWEET SORGHUM AND APPLE JUICE CONCENTRATE**

D. Karputina, N. Frolova, K. Koroluk, I. Melnik

### *Summary*

**The thesis defines perspectivity of manufacture healthful beverages with use sweet sorghum and apple juice concentrate on the basis of the analysis of the given international consulting companies. The purpose of researches consisted in definition the wort preparation optimal parameters on the basis of sweet sorghum, match parities of a wort on the basis of sweet sorghum and apple juice concentrate, and to run a fermentation process, obtaining a healthful beverage with high organoleptic factors.**

УДК 631.362

## **ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ СОРТУВАННЯ ПРОДУКТІВ ЛУЩЕННЯ НАСІННЯ СОНЯШНИКА ЗА ДОПОМОГОЮ ПСЕВДОЗРІДЖЕНОГО ШАРУ**

Бойко Т.Ю., аспірант,

Бойко В.С., к.т.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел.(0619) 42-13-06

**Анотація** – дана робота присвячена покращенню технологічного процесу сортування продуктів лушення насіння соняшника за допомогою апарату з псевдозрідженим шаром.

**Ключові слова** – зерно, соняшник, псевдозріджений шар, сепарація, робоча швидкість, лушпиння.

*Постановка проблеми.* Виявити закономірності процесу сортування в псевдозрідженому шарі продуктів лушення насіння соняшника в єдиному технологічному ланцюзі.

*Формулювання цілей статті.* Визначення оптимальних параметрів сортування продуктів лушення насіння соняшника в псевдозрідженому шарі.

*Постановка завдання.* Дослідження основних закономірностей процесу сортування продуктів лушення насіння соняшника в псевдозрідженому шарі. Обґрунтування раціональних режимів сушки сортування насіння в апараті з псевдо зрідженим шаром.

*Основна частина.* Післязбиральна обробка та зберігання зерна - найбільш трудомісткі операції у виробництві зерна, витрати на них становлять третину його собівартості.

Вимоги до сортувальної техніки у зв'язку з новими економічними ринковими умовами, змінилися в плані спрощення конструкцій і монтажу, економічності в експлуатації. Сортувальна техніка повинна мати продуктивність, при якій можлива поточна обробка зерна, забираємого комбайнами [1].

Дослідження процесів сортування зерна соняшника, спрямовані на вирішення проблеми енергозбереження, мають велике наукове і практичне значення.

Усі системи із зваженим шаром характеризуються двоякою функцією газу: з одного боку, він являється, технологічним агентом, що забезпечує псевдо зрідження, їх перемішування та рух, а з іншого

боку потік газу виносить легкі домішки за межі псевдозрідженого шару [2].

Зернистий матеріал, який складається з окремих близьких за розміром твердих частинок (зерен), здебільшого доводиться обробляти в газовому або рідкому середовищі. Таку обробку зернистого матеріалу доцільно проводити в так званому псевдозрідженому (завислому) стані, що утворюється при певних швидкостях подачі рухомого суцільного середовища (рис.1).

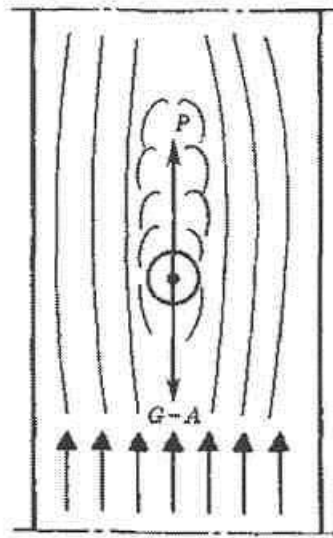


Рис. 1. Сили, які діють на завислу частинку

Для гідравлічного розрахунку апаратів з псевдозрідженим шаром використовують емпіричні критеріальні залежності. Найпоширеніші залежності базуються на числі Рейнольдса

$$R_e = \frac{\omega_{кр} d \cdot \rho_{\Pi}}{\mu_{\Pi}} \quad (1)$$

де  $R_e$  - значення числа Рейнольдса, при якому зернистий шар переходить

у легко рухомий завислий стан;

$\rho_{\Pi}$  - густина повітря, кг/м<sup>3</sup>;

$\omega$  - швидкість газу, м/с;

$\mu$  - динамічна в'язкість повітря, Па·с.

Експериментальне визначення оптимальних параметрів сепарації насіння соняшника на установці з псевдозрідженим шаром проведено по слідкуючій методиці (рис.2).

Експериментальне визначення залежності витрати повітря від гідравлічного опору було проведено в слідкуючій послідовності.

Виконана таріровка діафрагми. Для цього за допомогою заслінки змінюємо поперечний переріз всмоктуючого каналу вентилятора.

При кожному положенні заслінки фіксуємо показники диференційного манометра діафрагми.

Щільність повітря  $\rho = 1,121 \text{ кг/м}^3$  при температурі  $23^\circ\text{C}$ .

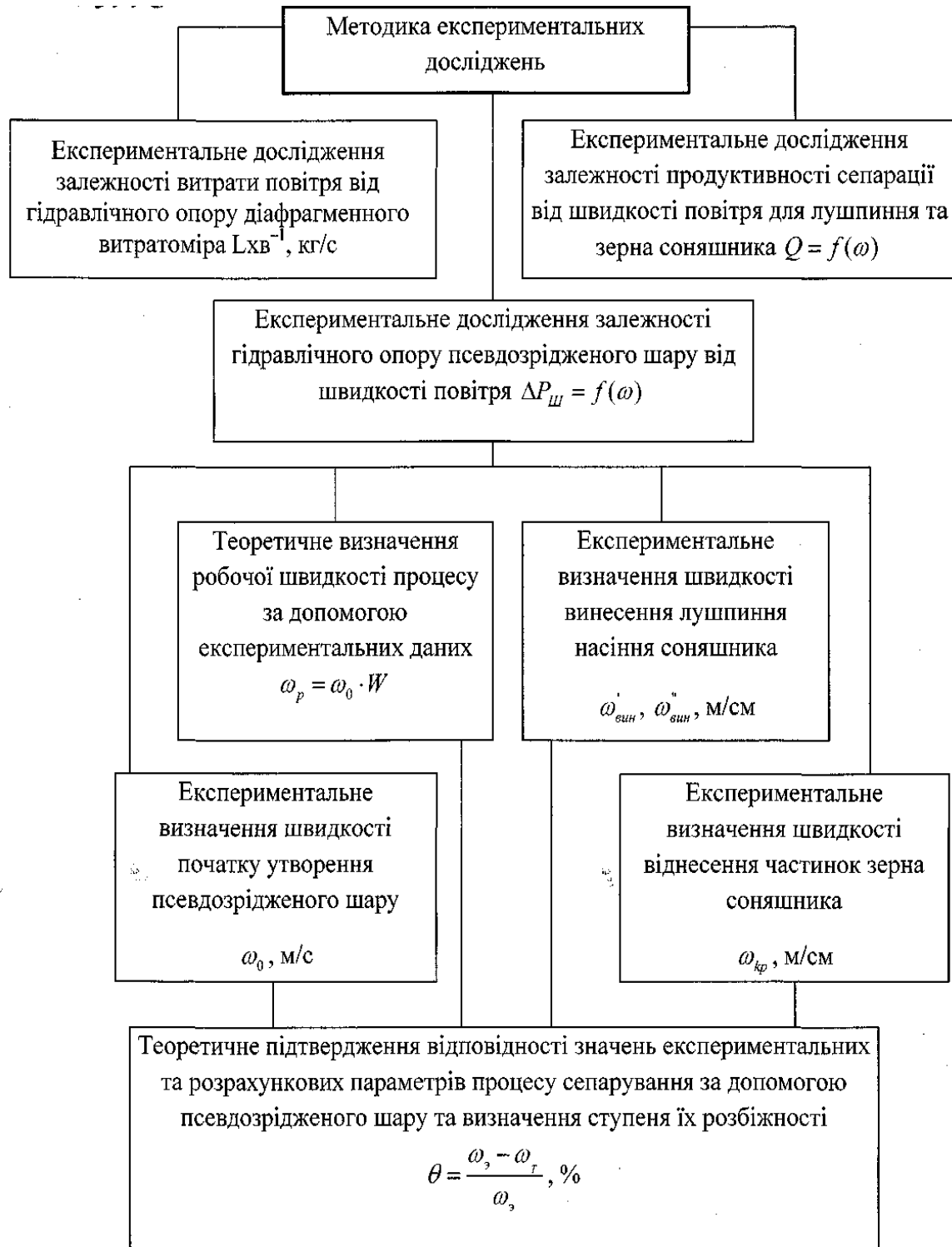


Рис. 2. Методика експериментальних досліджень

Витрата повітря  $V$  знаходиться по формулі:

$$V = \alpha \cdot \varepsilon \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta P_{\partial}}{\rho_{\partial}}}, \quad (2)$$

де  $\alpha$  - коефіцієнт витрати, який залежить від типу і розміру звужуючого пристрою і фізичних властивостей потоку,  $\alpha = 0,6$ ;

$\varepsilon$  - поправочний коефіцієнт розширення, який вводиться при вимірюванні витрати газів і парів,  $\varepsilon = 1$ ;

$d$  - діаметр звужуючого пристрою,  $d = 25$  мм.

Отриманні експериментальні данні заносим в таблицю 1.

Таблиця 1- Експериментальні данні визначення витрат повітря за перепадом тиску на діафрагмі

Номер досліджу		1	2	3	4	5
$\Delta P$	мм водяного стовпа	2	3,5	5,4	7,8	10
	Па	20	35	54	78	100
$V$	м <sup>3</sup> /с	$2,2 \cdot 10^{-3}$	$5,7 \cdot 10^{-3}$	$8,9 \cdot 10^{-3}$	$11,6 \cdot 10^{-3}$	$14,3 \cdot 10^{-3}$

Розрахунок швидкостей та побудова графіку псевдозрідження проводиться в залежності з розробленою методикою.

Стан зернових частинок як нерухомого, так і зваженого шару характеризується величиною різниці  $\varepsilon$  шару, котру можна визначити із виразу [3,4].;

$$\varepsilon = \frac{H_C - H_{ТВ}}{H_C}, \quad (3)$$

де  $H_C$  - висота псевдозрідженого шару, м;

$H_{ТВ}$  - висота твердого шару, м.

Коли всі частинки шару перейдуть у зважений стан, тиск повітря під шаром  $\Delta P_C$  повинен подолати вагу частинок, який на одиницю площі поперечного перерізу  $F$  апарата.

$$\Delta P_C = \frac{G_C}{F}, \quad (4)$$

де  $G_C$  - вага всіх частинок шару, кг;

$F$  - площа поперечного перерізу колони апарату, м<sup>2</sup>.

Таблиця 2 - Дослідні і рорахункові дані процесу псевдозрідження

Номер дослідження	Висота шару $H$ , м	Гідралічний опір шару $\Delta P_c$ , Па	Гідралічний опір діафрагми $\Delta P_d$ , Па	Розхід повітря $V$ , м <sup>3</sup> /с	Швидкість повітря $\omega$ , м/с	Характеристика стану шару
1	38	(14) 28	6,0	$0,97 \times 10^{-3}$	0,27	Шар знаходиться в нерухомих стані
2	38	(40) 80	11,0	$1,81 \times 10^{-3}$	0,505	Шар знаходиться в нерухомих стані
3	46	(58) 116	21,5	$3,24 \times 10^{-3}$	0,90	Шар набухає, збільшується по висоті
4	54	(72) 144	24,0	$3,6 \times 10^{-3}$	1,00	Насіння починають рух, шар трохи розпушується
5	68	(80) 160	32,0	$4,68 \times 10^{-3}$	1,30	Шар переходить в псевдозріджений стан, велике лушпиння підіймається над шаром
6	70	(73) 146	43,0	$6,48 \times 10^{-3}$	1,80	Частки активно рухаються, велике лушпиння виходить
7	71	(78) 156	57,0	$8,64 \times 10^{-3}$	2,40	Шар активно кипить, над шаром підіймається як велика так і маленьке лушпиння
8	71	(82) 164	67,0	$10,6 \times 10^{-3}$	2,95	З киллячого шару летить лушпиння соняшника
9	70	(76) 152	86,0	$12,9 \times 10^{-3}$	3,60	Процес сепарації продовжується як і в попередньому дослідженні
10	66	(78) 156	93,0	$14,0 \times 10^{-3}$	3,9	Разом з лушпинням починають відлітати маленькі зерна, шар розпушується тиск падає

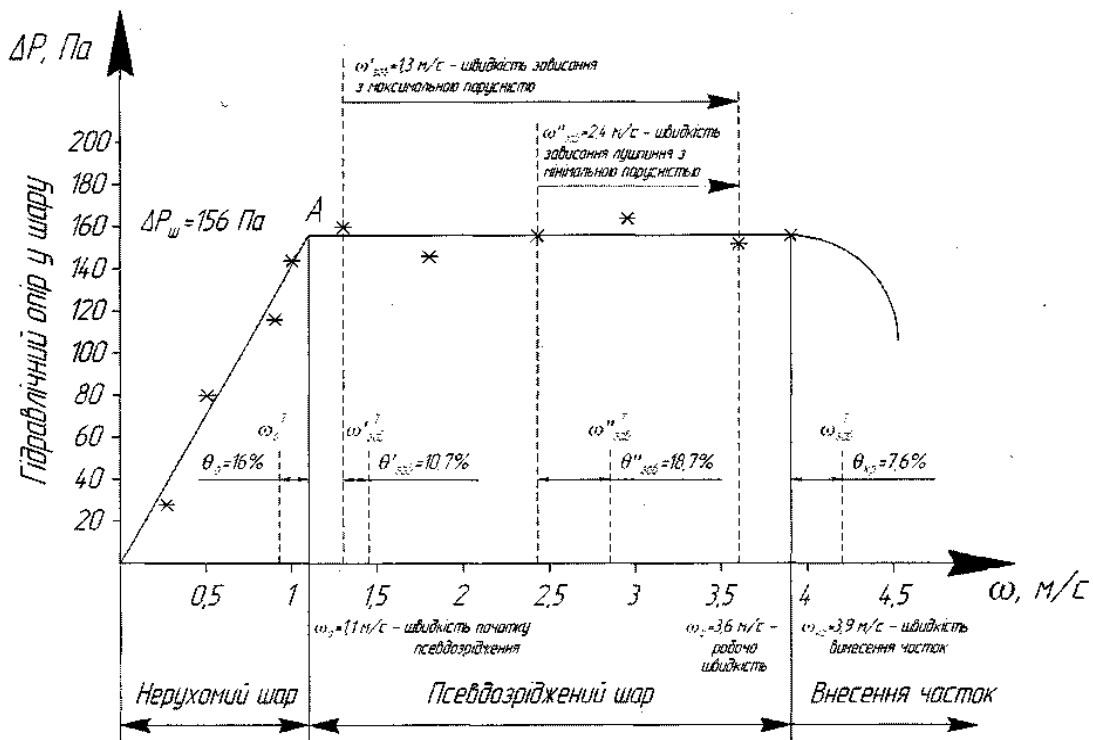


Рис. 3. Графік сепарації зерна і лушпиння соняшника за допомогою псевдозрідження

Було встановлено, що в період псевдозрідження гідралічний опір шару не залежить від швидкості повітря, і залишився практично

постійним на всьому діапазоні існування шару. Постійність значення гідравлічного опору шару пояснюється тим, що при підвищенні витрати повітря і його фіктивної швидкості одночасно збільшується об'єм зваженого шару і відстань між частинками, але дійсна швидкість повітря, від якої залежить гідравлічний опір шару, не змінюється.

*Висновки.* У результаті теоретичних досліджень процесів псевдозрідження були обрані основні закономірності та залежності для сепарування зерна. Визначені діапазони існування псевдозрідженого шару, які знаходяться  $\omega$  від 1,1 до 3,9 м/с. Визначена робоча швидкість повітря в у псевдозрідженому шарі, яка складає 3,6 м/с та швидкість зависання лузги яка дорівнює  $\omega_{зв1}$  — 1,3 м/с,  $\omega_{зв2}$  = 2,4 м/с. Визначені залежності: витрат повітря за перепадом тиску на діафрагмі, продуктивності від швидкості повітря для лушпіння та зерна.

Література :

1. *Мирончук В. Г.* Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості / В. Г. Мирончук, Л. О. Орлов, А. І. Українець [ та інш.]. – Вінниця: Нова книга, 2004. – 288 с.
2. *Кавецкий Г. Д.* Процессы и аппараты пищевой технологии / Г.Д. Кавецкий, Б. В. Васильев. – М.: Колос, 1999. – 551 с.
3. *Поперечний А.М.* Процеси та апарати харчових виробництв / А.М. Поперечний, О.І. Черевко, В.Б. Гаркуша [ та інш.]. – К.: Центр учбової літератури, 2007. – 304 с.
4. *Романков П. Г.* Сушка во взвешеном состоянии. / П. Г. Романков, Н. Б. Рашковская - 2-е изд., доп. – Химимя, 1968, 360 с.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА СОРТИРОВКИ ПРОДУКТОВ ЛУЩЕНИЯ СЕМЯН ПОДСОЛНУХА С ПОМОЩЬЮ ПСЕВДООЖИЖЕННОГО СЛОЯ**

Бойко Т.Ю., Бойко В.С.

**Аннотация** – данная работа посвящена улучшению технологического процесса сортировки продуктов лущения семян подсолнуха, с помощью аппарата с псевдоожигенным слоем.

## **DETERMINATION OF PARAMETERS OF PROCESS OF SORTING OF PRODUCT OF SHELLING OF SEED OF SUNFLOWER BY A VEHICLE WITH THE PSEUDOFLUIDIZED LAYER**

T. Boiko, V. Boiko

*Summary*

**This work is devoted the improvement of technological process of sorting of products of shelling of seed of sunflower, by a vehicle with the pseudofluidized layer.**

## Зміст

стор.

*МАШИНИ І ЗАСОБИ МЕХАНІЗАЦІЇ  
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА*

1. *Ялчак В.Ф., Стручаев М.І., Верхоланцева В.О.* Планування експериментальних досліджень процесу охолодження зерна 3
2. *Бойко Г.А., Чурсіна Л.А.* Конкурентоспроможна змішана пряжа з волокнами льону олійного як альтернатива імпортованій сировині 9
3. *Ялчак В.Ф., Стручаев Н.И., Ялчак Ф.Ю.* Підготовка соняшникового лушпиння до брикетування 16
4. *Прохорова Н.І., Домбровська О.П., Тіхосова Г.А.* Фізико-хімічні властивості целюлозовмісних матеріалів з льону олійного 24
5. *Бобирь С.В., здобувач Кузьміна Т.О., д.т.н., професор, Тернова Т.І.* Перспективи виробництва органічного геотекстилю в Україні 31
6. *Тіхосова Г.А., Князев О.В., Тулученко Н.В.* Аналіз властивостей геотекстилю, що застосовується у сільському господарстві в Україні та США 38
7. *Богданова О.Ф., Головенко Т.Н., Князев А.В.* Переробка льняної соломи механо-хімічним способом для отримання якісної целюлози 48
8. *Ялчак О.В., Буденко С.Ф., Самойчук К.О.* Дослідження процесів руху зернових часток у робочій камері пальцевої дробарки 57
9. *Самойчук К.О., Полудненко О.В., Циб В.Г.* Визначення відстані між соплами форсунок протитечійно-струминного змішувача безалкогольних напоїв 65
10. *Прісс О.П., Жукова В.Ф.* Вибір оптимальних концентрацій біологічно активних речовин для зберігання плодів огірка 73
11. *Сербій Є.К.* Методика обґрунтування кількісного складу композицій для дражування насіння 81
12. *Атанасова В.В.* Зміна властивостей сочевиці під час біоактивації 96
13. *Сердюк М.Є.* Прогнозування вмісту сухих речовин у плодах сливи залежно від погодних чинників 103
14. *Гвоздєв О.В., Ялчак О.В.* Оптимізація енерговитрат процесу подрібнення зерна шляхом вдосконалення конструкції дробарки зерна 112
15. *Всеволодов О.М.* Раціональний спосіб миття коренеплодів у барабанних мийних машинах 121
16. *Березовський Ю.В.* Оцінка технічних рішень у виробництві 131



ляної продукції	
17. <i>Болгова Н.В.</i> Упаковка м'яса в модифіковану атмосферу	141
18. <i>Гриньова Д.В.</i> Збільшення приростів живої маси та збагачення жовтка яєць перепелів вітаміном Е	147
19. <i>Коляновська Л.М.</i> Порівняльний розрахунок техніко-економічних параметрів екстрактора з електромагнітним інтенсифікатором та технології УЕЛ-1	152
20. <i>Янаков В.П., Ивженко А.В., Антропова Л.Н.</i> Пути підвищення ефективності тестомесильних машин	160
21. <i>Максисько О.Р.</i> Вплив поверхнево-активних речовин (ПАР) на гідромеханічні характеристики теплоносія на межі "стінка трубопроводу-вода"	169
22. <i>Терзієв С.Г., Ружицька Н.В.</i> Використання мікрохвильових технологій у процесах екстрагування олії кави	175
23. <i>Семко Т.В.</i> Технологія виробництва твердого сиру з використанням високотемпературної обробки молока	181
24. <i>Паляничка Н.О.</i> Визначення основних параметрів і режимів роботи промислового зразка імпульсного гомогенізатора молока	187
25. <i>Вербицький О. М., Князєв О.В.</i> Визначення вологості ляної трести в процесі заготівлі	192
26. <i>Коб'яков С.М., Домбровська О.П.</i> Обробка ляної сировини на потоншувальному механізмі експериментальної технологічної лінії	196
27. <i>Меняйло-Басиста І.О., Тернова Т.І., Тіхосов С.М.</i> Удосконалення процесу механічної обробки стебел трести льону олійного	203
28. <i>Петриченко С.В., Гвоздєв О.В.</i> Біораскладаємі полімерні матеріали для упаковки	210
29. <i>Рожкова Л.Г.</i> Вибір типу вітроустановок для умов України	217
30. <i>Божко Н.В., Тищенко В.І.</i> Застосування бета-каротину як натурального барвника в ковбасних продуктах	226
31. <i>Олексієнко В.О., Фучаджи Н.О., Червоткіна О.О.</i> Дослідження процесу гранулювання відходів на роторних пресах з плоскою матрицею	234
32. <i>Самойчук К.О., Ковальов О.О., Султанова В.О.</i> Якість та енергетична ефективність процесу струминної гомогенізації молока з роздільною подачею вершків	240
33. <i>Карпутіна Д.Д., Фролова Н.Е., Королюк К.Є, Мельник І.В.</i> Розроблення ферментованих напоїв на основі цукрового сорго та концентрату яблучного соку	249
34. <i>Бойко Т.Ю., Бойко В.С.,</i> Визначення параметрів процесу сортування продуктів лущення насіння соняшника за допомогою псевдозрідженного шару	258

Наукове фахове видання  
Технічні науки

Праці Таврійського державного агротехнологічного університету

Випуск 15. Том. 1

Свідоцтво про державну реєстрацію – Міністерство юстиції  
13503-2387 ПР від 03.12.2007 р.

Відповідальний за випуск – Ялпачик Ф.Ю.  
Коректор – Котенко В.І.

---

Підписано до друку 3.03.2015 р. друк Rizo. Друкарня ТДАТУ.  
12,8 умов. друк. арк. тираж 100 прим.

73312 ПП Верескун.  
Запорізька обл., м. Мелітополь, вул. К. Маркса, 10  
тел. (06192) 6-88-38