

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХЕРСОНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**СОВА НАТАЛІЯ АНАТОЛІЇВНА**

УДК 664.6/.7

**ТЕХНОЛОГІЯ КОМПЛЕКСНОЇ ПЕРЕРОБКИ НАСІННЯ  
ПРОМИСЛОВИХ КОНОПЕЛЬ**

05.18.02 – технологія зернових, бобових, круп'яних продуктів і комбікормів,  
олійних і луб'яних культур

**Автореферат**  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

ХЕРСОН – 2019

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано на кафедрі технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції Дніпровського державного аграрно-економічного університету Міністерства освіти і науки України.

**Науковий керівник**

кандидат технічних наук, доцент  
**Луценко Марина Василівна,**  
Дніпровський державний аграрно-економічний університет Міністерства освіти і науки України, доцент кафедри технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції.

**Офіційні опоненти:**

доктор технічних наук, професор  
**Шаповаленко Олег Іванович,**  
Національний університет харчових технологій Міністерства освіти і науки України, завідувач кафедри технології зберігання і переробки зерна;

кандидат технічних наук,  
старший науковий співробітник  
**Коропченко Сергій Петрович,**  
Інститут луб'яних культур Національної академії аграрних наук України, завідуючий відділом інженерно-технічних досліджень.

Захист відбудеться 05 червня 2019 р. о 10:00 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 67.052.02 у Херсонському національному технічному університеті за адресою: 73008, м. Херсон – 8, Бериславське шосе, 24, корпус 1.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Херсонського національного технічного університету за адресою: 73008, м. Херсон – 8, Бериславське шосе, 24, корпус 1.

Автореферат розісланий «03» травня 2019 р.

Учений секретар  
спеціалізованої вченої ради

Н. Є. Субботіна

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Харчування сприяє нормальному росту, розвитку, активному довголіттю та здоров'ю людини; підвищує стійкість організму до несприятливих впливів довкілля та є ключовою умовою прогресу та життєдіяльності.

В Україні спостерігаються стійкі несприятливі зміни в структурі харчування населення. За різних причин сталось різке зниження споживання біологічно цінних продуктів: м'яса, молока, яєць, риби, овочів, фруктів, нерафінованих рослинних олій при одночасному, відносно стабільно високому рівні споживання хлібопродуктів, картоплі, рафінованих та гідрогенізованих жирів. Це обумовлює так званий «прихований голод» внаслідок дефіциту в харчовому раціоні українців вітамінів, особливо антиоксидантного ряду, макро- і мікроелементів.

Відомо, що їжа – це складний комплекс речовин, кожна з яких має певну міру біологічної активності. А «суперїжа» (superfood) – це природна сировина рослинного походження, яка відрізняється підвищеним вмістом білків, вітамінів, мінералів, незамінних кислот, антиоксидантів, інших корисних речовин та має мінімум калорій. Такі «суперфуди» або продукти їх переробки, відносять до біологічно активних добавок до їжі для здорового харчування людини.

Одним із представників «суперфудів» є насіння промислових конопель, що має функціональні та оздоровчі властивості за рахунок вмісту ненасичених жирних кислот (Омега-3, -6, -9), незамінних амінокислот, клітковини, вітамінів, макро- та мікронутрієнтів.

Коноплярство України на сучасному етапі розвитку зазнає процесів трансформації його до ринкових умов і переживає період становлення, що пов'язаний із збільшенням посівних площ промислових конопель та обсягів виробництва лубоволокнистої сировини й насіння; активізацією наукових установ, що займаються селекцією та насінництвом; впровадженням на підприємствах технологій виробництва трести конопель та переробки насіння конопель у харчові оздоровчі продукти та парфумерно-косметичні препарати.

Однак, дотепер в Україні відсутні дослідження показників якості та складу насіння вітчизняних сортів цієї білково-олійної культури, а також продуктів його переробки. Представляє інтерес наукове обґрунтування технологічних параметрів переробки насіння промислових конопель для отримання з усіх його анатомічних частин таких продуктів: обрушеного насіння, олії, «протеїну», борошна та висівок.

Таким чином, створення науково обґрунтованої технології комплексної переробки насіння промислових конопель, яка забезпечить виробництво харчових конопляних продуктів з мінімальною кількістю відходів – є актуальним науково-практичним завданням, що вирішується в дисертаційній роботі.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційна робота пов'язана з науково-дослідною тематикою кафедри технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції Дніпровського державного аграрно-економічного університету (ДДАЕУ). Здобувач був відповідальним виконавцем окремих етапів молодіжної держбюджетної теми МОН України: «Організаційно-

економічні та агроекологічні основи виробництва органічної продукції» (ДР 0016U007413).

**Мета і задачі дослідження.** Метою роботи є розробка маловідходної технології комплексної переробки насіння промислових конопель.

Для досягнення зазначеної мети поставлено наступні задачі:

- на основі аналізу науково-технічної літератури і патентної інформації сформулювати робочу гіпотезу щодо комплексної переробки насіння промислових конопель з отриманням харчових продуктів;

- експериментально визначити органолептичні, фізико-хімічні, мікробіологічні показники якості, показники безпеки, жирнокислотний, амінокислотний, мінеральний склад насіння промислових конопель сортів української селекції та продуктів його переробки;

- дослідити технологічні параметри виробництва обрушеного насіння конопель та отримати математичні моделі залежності виходу та чистоти готового продукту від основних режимів процесу обрушування;

- виконати порівняльний аналіз апаратурних умов виробництва, оцінити органолептичні, фізико-хімічні показники якості та жирнокислотний склад (ЖКС) олії конопляної, експериментально встановити раціональні умови її зберігання;

- розробити структурні схеми виробництва насіння конопель обрушеного, олії конопляної та сипких конопляних продуктів;

- розробити технологічну схему маловідходної технології комплексної переробки насіння промислових конопель, що забезпечує енергоресурсозбереження; провести техніко-економічні розрахунки запропонованої технології;

- провести дослідно-промислову апробацію запропонованої технології;

- визначити технологічні властивості продуктів комплексної переробки насіння промислових конопель та можливість їх використання в рецептурах харчових продуктів; впровадити результати дисертаційного дослідження в освітній процес;

- розробити технічні умови на продукти переробки насіння промислових конопель (на олію конопляну; борошно конопляне, висівки конопляні, протеїн конопляний; насіння конопель обрушене);

- визначити вплив післязбиральної обробки на показники якості насіння промислових конопель.

*Об'єкт дослідження* – технологія комплексної переробки насіння промислових конопель.

*Предмет дослідження* – фізико-хімічні, технологічні властивості насіння конопель та продуктів його переробки; технологічні параметри процесу обрушування насіння конопель; показники біологічної, поживної та енергетичної цінності конопляних продуктів.

**Методи дослідження.** Органолептичні, фізико-хімічні, мікробіологічні показники, мінеральний склад, показники безпеки, наявність генетично модифікованих організмів (ГМО) в насінні промислових конопель та продуктах його переробки визначено за стандартними методиками; амінокислотний аналіз конопляних продуктів – методом іонообмінної рідинно-колоночної хроматографії; наявність пігментів в конопляній олії – спектрофотометричним методом; ЖКС

конопляної олії – методом газорідинної хроматографії; окиснювальну стабільність конопляної олії – прискореним методом на приладі Oxitest. Визначення фізико-хімічних та органолептичних показників зернових батончиків та кексів проведено згідно ДСТУ 2903:2005 та ДСТУ 4505:2005. Отримані дані з метою оптимізації оброблено за допомогою програмного забезпечення Microsoft Excel та Statistica.

**Наукова новизна одержаних результатів** полягає в тому, що:

- на основі виконаних комплексних теоретичних та експериментальних досліджень поглиблено знання і одержано нові дані щодо переробки насіння промислових конопель в харчові продукти (обрушене насіння, олія, «протеїн», борошно та висівки);

*вперше:*

- одержано нові дані щодо фізико-хімічних, мікробіологічних показників якості, показників безпеки, амінокислотного, жирнокислотного, мінерального складу насіння промислових конопель сортів «Глесія» і «Гляна» та продуктів його переробки. Дані досліджень узгоджуються з інформацією літературних джерел, що насіння конопель є «суперфуд»;

- визначено вміст ненасичених жирних кислот (ННЖК) в олії з насіння конопель сортів «Глесія» і «Гляна», а також співвідношення лінолевої до альфа-ліноленової кислоти – 3,0:1÷3,7:1, що відповідає вимогам Всесвітньої організації охорони здоров'я Організації Об'єднаних Націй (ВООЗ ООН) для забезпечення організму людини ННЖК;

- запропоновано метод пакування конопляної олії – в удосконалені саше-пакети, що дозволяє уповільнити процеси окиснення ННЖК;

*дістало подальший розвиток:*

- наукове обґрунтування технологічних параметрів одержання обрушеного насіння конопель;

- виявлення параметрів одержання олії конопляної у виробничих умовах та впливу технологічних параметрів цього процесу на якість готового продукту;

- уточнення вмісту каротиноїдів та хлорофілів в пресовій конопляній олії та вмісту в ній вітамінів А та Е (токоферолів);

- застосування сипких конопляних продуктів в технологіях кексів та зернових батончиків. Це сприяє підвищенню їхньої біологічної, енергетичної та поживної цінності за рахунок збагачення ННЖК та незамінними амінокислотами;

- виявлення впливу технологічних параметрів післязбиральної обробки насіння промислових конопель на показники його якості.

**Практичне значення одержаних результатів** для харчової промисловості полягає в розробці маловідходної технології комплексної переробки насіння промислових конопель. Використання на практиці запропонованої технології дозволяє:

- отримати обрушене насіння конопель, конопляну олію, конопляний «протеїн», конопляне борошно та конопляні висівки встановленої якості відповідно до розроблених технічних умов на ці конопляні продукти;

- удосконалити процес отримання обрушеного насіння конопель для збільшення виходу на 7,2 %; зменшити енерго- та ресурсовитрати за рахунок виключення таких стадій, як волого-теплова обробка необрушеного насіння

конопель, його калібрування та сушіння готового продукту (заявка на патент на корисну модель № u 2018 11936 від 03.12.2018);

- забезпечити технохімконтроль процесів виробництва та зберігання конопляних продуктів.

Розроблено нормативну документацію на готову продукцію: ТУ У 10.4-39224310-001:2019 «Олія конопляна. Технічні умови», ТУ У 10.4-39224310-002:2019 «Борошно конопляне, висівки конопляні, протеїн конопляний. Технічні умови» і ТУ У 10.3-39224310-003:2019 «Насіння конопель обрушене. Технічні умови».

Проведено дослідно-промислову апробацію запропонованої технології на підприємстві «Десналенд» Сумської обл. (акт дослідно-промислових випробувань від 25 липня 2018 р.). Запропонована технологія комплексної переробки насіння промислових конопель може бути рекомендована до застосування в агропромисловому комплексі та харчовій промисловості.

У виробничій випробувальній лабораторії ПрАТ «Дніпропетровський хлібзавод №9» (м. Дніпро) проведено дослідження, які підтвердили можливість використання конопляного борошна як інгредієнту борошняних кондитерських виробів (акт випробування від 25.01.2019 р.).

Результати дисертаційної роботи використовуються в освітньому процесі кафедри технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції ДДАЕУ під час викладання дисциплін «Технологія оздоровчих харчових продуктів» та «Зернознавство», в науково-дослідній роботі здобувачів вищої освіти спеціальності 181 «Харчові технології», а також на виставках (довідка про впровадження в освітній процес від 11.02.2019 р.).

**Особистий внесок здобувача.** Положення і результати дисертаційної роботи, що винесено на захист, отримано здобувачем особисто. Серед них: обґрунтування планів і програм експериментів, їх реалізація, аналіз та обробка одержаних результатів. На основі аналізу науково-технічних джерел здобувачем систематизовано дані щодо властивостей насіння конопель, характеристики конопляних продуктів та технологій їх виробництва. Особиста участь здобувача полягає в експериментальному підтвердженні робочої гіпотези щодо комплексної переробки насіння промислових конопель з отриманням харчових продуктів; обробці даних досліджень за допомогою математично-статистичного аналізу та узагальненні отриманих результатів; у формулюванні основних висновків; розробці технічних умов на олію конопляну, насіння конопель обрушене, борошно конопляне, висівки конопляні, «протеїн» конопляний. Внесок автора в роботи, що опубліковані в співавторстві полягає в реалізації досліджень, безпосередній участі в аналізі та інтерпретації даних, підготовці публікацій і проведенні дослідно-промислових випробувань. Постановка мети та задач дослідження, обговорення та аналіз одержаних результатів виконано разом з науковим керівником.

**Апробація результатів дисертації.** Основні положення та результати дисертаційної роботи обговорювались на:

- XIII-му міжнародному форумі молоді «Молодь і сільськогосподарська техніка в XXI столітті» (м. Харків, 2017 р.);

- II міжнародній науково-практичній конференції до 85-річчя Таврійського державного агротехнологічного університету та 50-річчя Харківського державного університету харчування та торгівлі «Інноваційні аспекти розвитку обладнання харчової і готельної індустрії в умовах сучасності» (м. Харків – м. Мелітополь – Кирилівка, 2017 р.);
- V міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційний розвиток харчової індустрії» (м. Київ, 2017 р.);
- II міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні тенденції розвитку науки» (м. Ужгород, 2018 р.);
- міжнародній науково-практичній конференції «Аграрна наука та освіта в XXI столітті: проблеми, перспективи та інновації» (м. Ніжин, 2018 р.);
- VI міжнародній науково-практичній конференції «Органічне виробництво і продовольча безпека» (м. Житомир, 2018 р.);
- XI всеукраїнській науково-практичній конференції молодих учених та студентів з міжнародною участю «Проблеми формування здорового способу життя у молоді» (м. Одеса, 2018 р.);
- II міжнародній науково-практичній конференції «Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва», (м. Харків, 2018 р.);
- науково-практичній конференції молодих вчених «Наукові аспекти підвищення врожайності, ефективності селекції та переробки технічних культур» (м. Глухів, 2018 р.);
- другому курсі підготовки в рамках проекту «Конопляний університет» (м. Київ, 2019 р.);
- 85 ювілейній міжнародній науковій конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті» (м. Київ, 2019 р.);
- на виставках: науково-популярний фестиваль «Ніч науки» (м. Дніпро, 2016 р.), науково-популярний фестиваль «Ніч науки – 2018» (м. Дніпро, 2018 р.).

**Публікації за темою дисертації.** Основні положення дисертаційної роботи опубліковано у 17 наукових працях, серед них: 6 статей у наукових фахових виданнях, затверджених Міністерством освіти і науки України, в тому числі 1 стаття у виданні, що входить до міжнародної науково-метричної бази (Emerging Sources Citation Index), 1 патент України на корисну модель; 9 – у матеріалах конференцій, 1 – в інших наукових виданнях.

**Структура і обсяг дисертації.** Дисертаційна робота включає вступ, 5 розділів, висновки, список використаних джерел та додатки. Основний зміст дисертації викладено на 206 сторінках, вона містить 41 рисунок, 53 таблиці за текстом; список використаних джерел із 188 найменувань на 21 сторінці; 17 додатків на 123 сторінках.

## **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

У **вступі** обґрунтовано актуальність та доцільність дисертаційної роботи, сформульовано її мету і задачі, визначено об'єкт, предмет і методи дослідження,

наукову новизну та практичну значущість роботи. Наведено структуру та обсяг роботи, відомості щодо апробації роботи і публікацій, зазначено особистий внесок здобувача та кількість публікацій.

У **першому розділі** «Наукові і практичні аспекти розробки технології комплексної переробки насіння промислових конопель» проведено аналіз джерел вітчизняної та закордонної літератури, який дозволив обґрунтувати актуальність теми дисертаційної роботи. У даному розділі проаналізовано досвід вирощування та переробки насіння конопель, розглянуто асортимент конопляних продуктів та охарактеризовано їх властивості. Актуальним є дослідження показників якості та технологічних властивостей насіння конопель української селекції, теоретично визначено, що ефективним і перспективним є спосіб переробки насіння конопель, що включає виробництво з усіх його анатомічних частин харчових продуктів: обрушеного насіння конопель і конопляних олії, борошна, «протеїну», висівок.

У **другому розділі** «Характеристика сировини та методологія експериментальних досліджень» представлено загальну схему проведення дисертаційного дослідження (рис. 1).

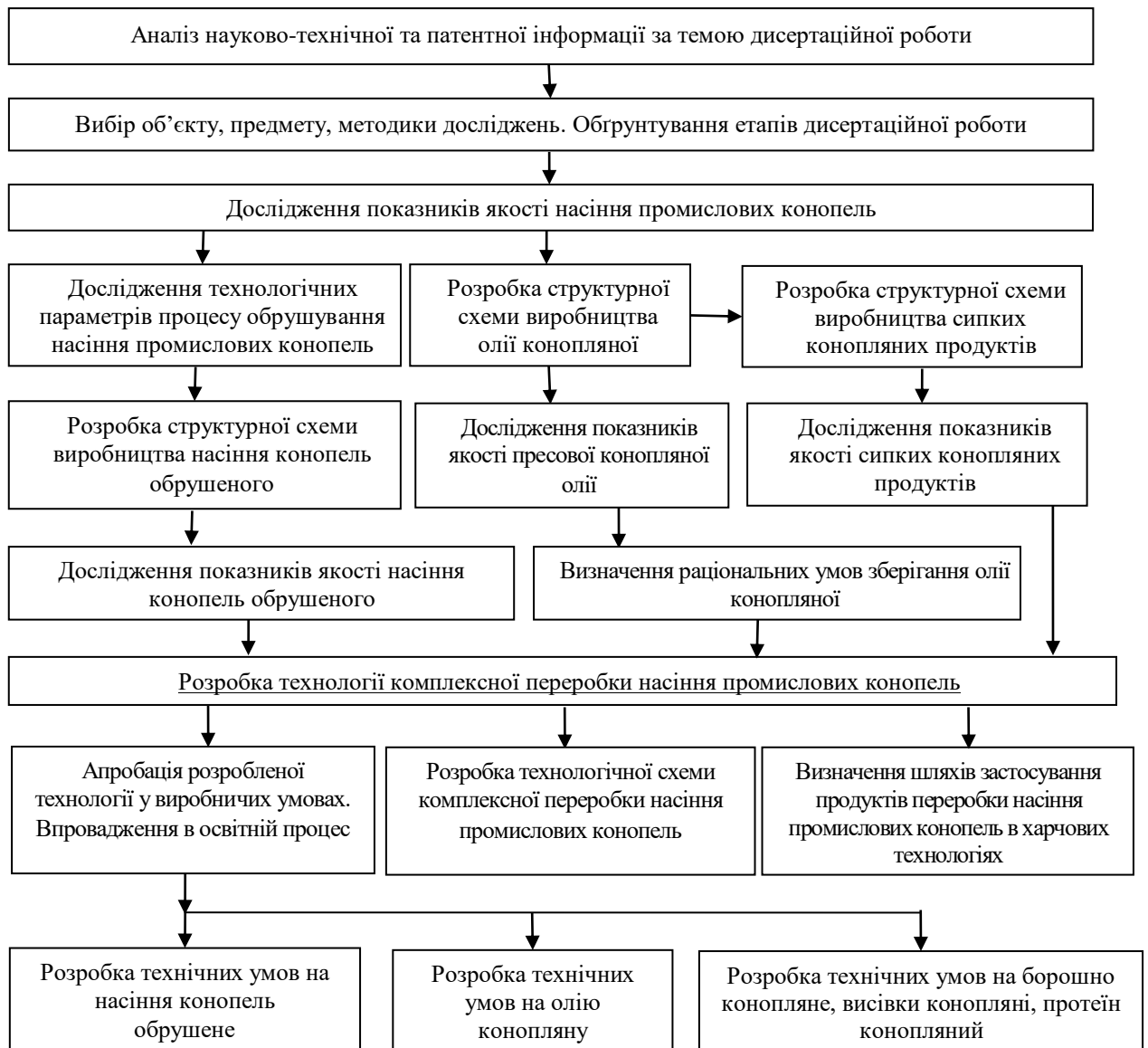


Рис. 1. Загальна схема дисертаційного дослідження



Наведено характеристики сировини та допоміжних матеріалів, методики та обладнання, що використані в роботі. Представлено методики, за якими визначали органолептичні, фізико-хімічні, мікробіологічні показники якості, амінокислотний, мінеральний, жирнокислотний склад, показники безпеки, біологічну, поживну, енергетичну цінність сировини та готової продукції. Охарактеризовано методики планування та обробки результатів експериментальних досліджень.

У **третьому розділі** «Дослідження технологічних процесів обрушування насіння конопель, отримання конопляної олії та сипких конопляних продуктів» наведено характеристику насіння промислових конопель сорту «Глесія» як сировини для одержання конопляних продуктів (табл. 1). Встановлено його показники безпеки, мінеральний та вітамінний склад.

Таблиця 1

### Показники якості насіння промислових конопель сорту «Глесія»

№ з/п	Назва показника	Зразок №1 *	Зразок №2*	За ДСТУ 7695:2015
1.	Масова частка вологи, %	8,36	8,38	≤ 11,00
2.	Чистота насіння, %	98,63	96,68	≥ 90,00
3.	Масова частка олії, %**	33,62	33,33	≥ 30,00
4.	Кислотне число, мг КОН/г	2,80	3,30	≤ 3,00
5.	Вміст насіння рицини	не виявлено		не дозволено
6.	Вміст насіння отруйних бур'янів	не виявлено		не дозволено
7.	Зараженість шкідниками зерна	не виявлено		не дозволено
Показники, що не передбачені в ДСТУ 7695:2015				Літературні дані
8.	Насипна маса, г/л	556,50	535,00	513,00
9.	Маса 1000 насінин, г	18,23	17,92	17,72
10.	Шпаруватість, %	34,35	41,76	82,33
11.	Масова частка золи, %**	4,99	5,91	2,5 – 7,0
12.	Масова частка протеїну, %**	24,70	22,54	17,0 – 28,0
13.	Масова частка клітковини, %**	36,85	32,25	14,0 – 38,8
14.	Вміст вітамінів, мг/100 г:		не визначали	
	В <sub>1</sub>	1,21		0,90
	В <sub>2</sub>	0,07		1,10
	В <sub>3</sub> (PP)	4,10		2,50
	В <sub>9</sub>	36,10		-
	С	7,20		1,40
15.	Масова частка мінеральних речовин**:			
	Фосфор, г/кг	8,35	8,90	-
	Кальцій, г/кг	0,82	0,86	1,44 – 9,55
	Магній, г/кг	2,57	2,42	2,37 – 6,94
	Ферум, мг/кг	87,68	74,71	113,30 – 240,00
	Цинк, мг/кг	58,16	56,08	4,20 – 9,40
	Кобальт, мг/кг	0,51	0,52	-
	Манган, мг/кг	69,51	59,38	6,30 – 11,00

\*зразок №1 – насіння конопель, вирощене в умовах Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН України (с. Сад Сумської області);

зразок №2 – насіння конопель, вирощене в умовах Інституту луб'яних культур НААН України (м. Глухів Сумської області).

\*\*в перерахунку на сухі речовини.

Визначено амінокислотний склад насіння промислових конопель, мг/100 мг насіння: Валіну (0,351 – 0,445), Ізолейцину (0,323 – 0,374), Лейцину (0,791 – 0,913), Лізину (0,661 – 0,788), Метіоніну (0,263 – 0,302), Треоніну (0,438 – 0,555), Триптофану (0,390), Фенілаланіну (0,525 – 0,653).

Експериментально визначено ЖКС олії з органічного та конверсійного насіння промислових конопель сорту «Гляна»: 54,8 – 55,0 % лінолевої (Омега-6) кислоти, 16,2 % олеїнової (Омега-9) кислоти, 14,7 – 14,8 % альфа-ліноленової (Омега-3) та 2,3 % гамма-ліноленової кислоти. Співвідношення Омега-6 та Омега-3 в конопляній олії з насіння сорту «Гляна» становить 3,7 : 1.

Визначено показники безпеки органічного і конверсійного насіння промислових конопель сорту «Гляна» (табл. 2). Дані досліджень свідчать, що вміст Pb, Cd та As не перевищував норм, а от вміст Cu та Zn не відповідав вимогам ДСТУ 7695:2015. Це свідчить про дійсно потужну здатність рослини конопель до фітореMediaції. За вмістом токсинів дослідні зразки відповідали допустимим нормам за ДСТУ 7695:2015.

Таблиця 2

**Вміст токсичних елементів у насінні промислових конопель сорту «Гляна»**

№ з/п	Масова частка токсичного елементу, мг/кг	Вміст в насінні промислових конопель		Норми за ДСТУ 7695:2015
		органічному	конверсійному	
1	Плюмбум	<0,22	<0,22	<0,50
2	Кадмій	0,005	0,003	<0,10
3	Арсен	<0,10	<0,10	<0,20
4	Купрум	12,36	12,49	<10,00
5	Цинк	55,43	51,57	<50,00

Протоколами випробувань №PCR-4094 і №PCR-4095 від 26.09.2018 р. підтверджено, що генетичної модифікації в зразках насіння промислових конопель сорту «Глесія» не виявлено.

Визначено вплив технологічних параметрів процесу обрушування насіння конопель на чистоту і вихід готового продукту – ядра. Отримано математичні моделі цього процесу.

Регресійна залежність чистоти обрушеного насіння від основних параметрів процесу отримана на основі експериментальних даних має наступний вигляд:

$$Y = 2,221 - 0,638X_1 - 1,467X_2 - 0,171X_3 + 0,362X_{12} + 0,130X_{23}, \quad (1)$$

де  $X_1$  – частота обертання колеса, об./хв;  $X_2$  – чистота насіння, %;  $X_3$  – фракція насіння (товщина), мм.

Аналіз одержаного рівняння (1) показав, що на засміченість готового ядра впливають всі три фактори, про що свідчать відповідні коефіцієнти. Зі зменшенням чистоти насіння, що поступає на обрушування, зі зменшенням частоти обертання робочого органу та зменшенням фракції насіння, засміченість готового ядра збільшується. Для встановлених значень зміни факторів найбільший вплив на кількість сміттєвих домішок в готовому продукті має чистота насіння ( $X_2$ ), яке поступає на обрушування. Далі за ступенем впливу слідує частота обертання робочого органу ( $X_1$ ). Фактор – фракція насіння ( $X_3$ ) має найменший вплив на

засміченість серед досліджуваних параметрів. Графічні зображення поверхонь відгуку та зон раціональних значень показано на рис. 2.

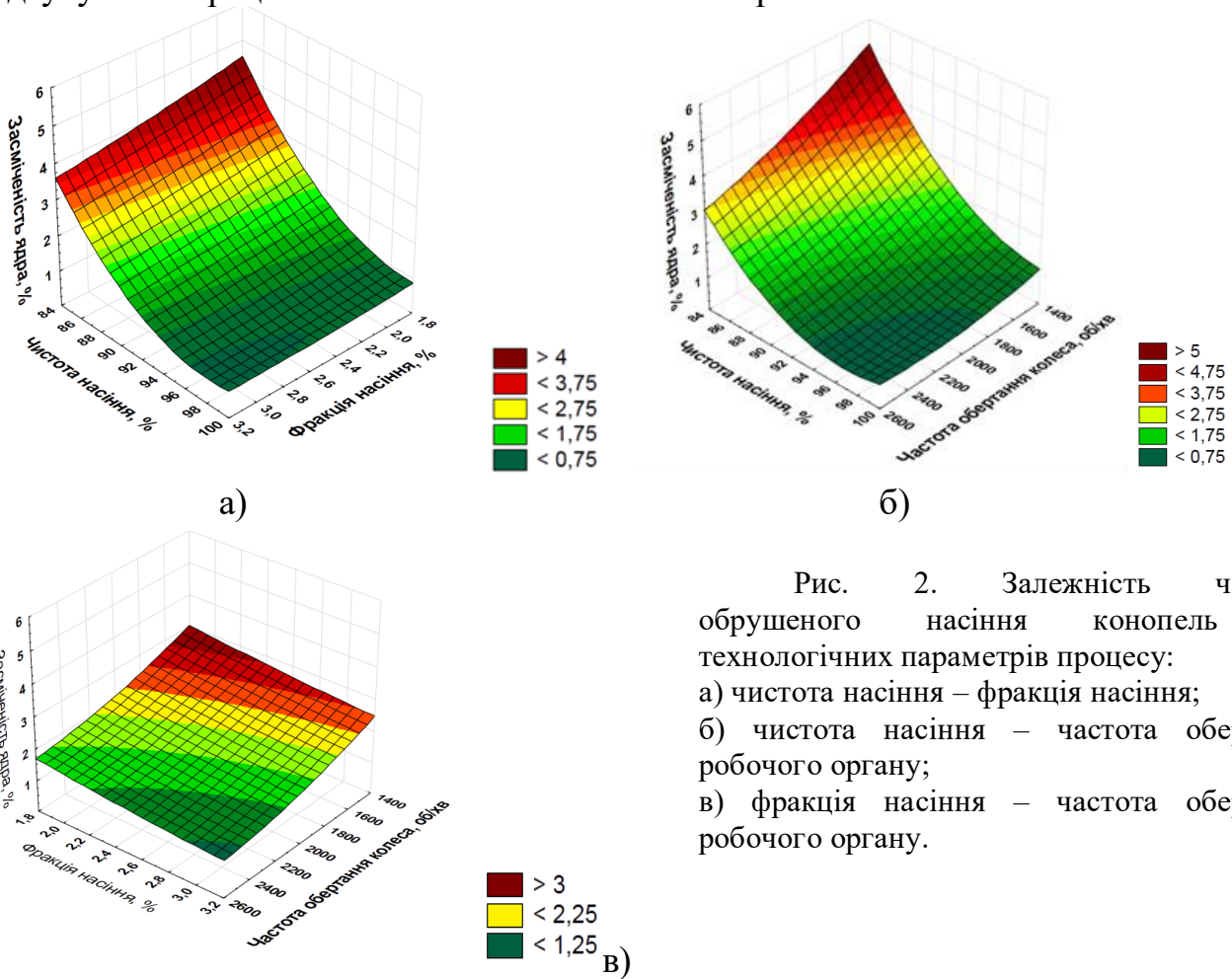


Рис. 2. Залежність чистоти обрушеного насіння конопель від технологічних параметрів процесу:  
 а) чистота насіння – фракція насіння;  
 б) чистота насіння – частота обертання робочого органу;  
 в) фракція насіння – частота обертання робочого органу.

Максимальну чистоту готового продукту (99,0 %) отримано при засміченості сировини – 1,0 %, частоті обертання робочого органу – 1500 – 2500 хв<sup>-1</sup>. Попереднє фракціонування за розмірами насіння конопель має найменший вплив на чистоту ядра. Регресійна залежність виходу обрушеного насіння конопель від основних параметрів процесу на основі даних експериментів має наступний вигляд:

$$Y = 35,250 + 5,575 X_1 + 0,350 X_2 + 0,275 X_3 + 0,225 X_1 X_2 + 0,550 X_1 X_3 - 0,225 X_2 X_3, \quad (2)$$
 де  $X_1$  – вологість сировини, %;  $X_2$  – частота обертання робочого органу, об./хв;  $X_3$  – чистота насіння промислових конопель.

Найбільший вихід ядра – 37 % досягли при початковій вологості від 6,0 до 11,0 % та чистоті насіння конопель 99,0 %, а також частоті обертання робочого органу пристрою для обрушування – 1850 хв<sup>-1</sup>. Залежності виходу обрушеного насіння конопель від вказаних параметрів наведено на рис. 3, 4, 5.

Наведені на рис. 3 дані свідчать, що збільшення вологості насіння промислових конопель з 7,0 до 21,0 % сприяє підвищенню виходу готового ядра з 30,1 до 41,8 %. Так, як насіння на обрушування надходить зі стадії зберігання з вологістю 8,0 – 11,0 %, то для проведення досліджень здійснювали додаткове його зволоження. Подальше зволоження насіння більше 21,0 % не призводить до збільшення виходу готового продукту.

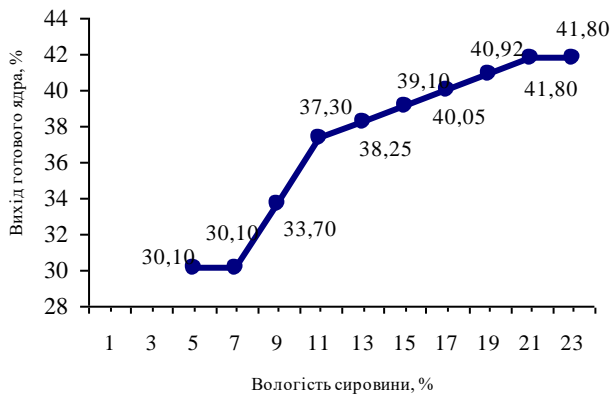


Рис. 3. Залежність виходу обрушеного насіння конопель від вологості сировини



Рис. 4. Залежність виходу обрушеного насіння конопель від частоти обертання робочого органу

Як відомо, процес обрушування заснований на тому, що насінина під дією відцентрової сили ударяється об відбійну деку, оболонка розколюється і вивільняється ядро.

Відповідно, чим швидше рухається робочий орган пристрою для обрушування, тим очікується більший вихід обрушеного насіння конопель. Це підтверджують дані, наведені на рис. 4. Так, як насіння конопель має високий вміст олії, і його ядро досить м'яке, то збільшення кількості обертів робочого органу призводить до значних руйнувань отриманого ядра і відповідно підвищує втрати готового продукту.



Рис. 5. Залежність виходу обрушеного насіння конопель від чистоти сировини

Наведені на рис. 5 дані показують, що чистота сировини значного впливу на вихід обрушеного насіння конопель не має за умови, що вона повинна знаходитися в межах 97 – 99 %. Розроблено структурну схему виробництва обрушеного насіння конопель.

За виконаними комплексними дослідженнями отримано продукти: обрушене насіння конопель (36,02 %),

січку (1,40 %), ціле та недоручене насіння (4,80 %), відходи (оболонки, частинки розмеленого ядра, 57,78 %).

Органолептичні показники обрушеного насіння конопель наступні:

- зовнішній вигляд та колір – половинки та частинки ядер білого або світло-бежевого кольору, половинки та частинки ядер з насінневими оболонками зеленого кольору;

- запах та смак – горіховий, характерний здоровому насінню конопель, вільний від стороннього присмаку та запаху.

В таблиці 3 наведено фізико-хімічні показники якості обрушеного насіння конопель.

## Фізико-хімічні показники якості обрнушеного насіння конопель

№ з/п	Назва показника	Значення показника			
		за даними дослідження		за ТУ У 10.3-16304966-412:2015	за даними «HempFlax»
		обрнушене насіння конопель	ціле насіння конопель		
1.	Масова частка вологи, %	7,01	8,38	≤16,00	≤7,00
2.	Масова частка сміттєвих домішок, %	0,36	3,32	≤5,00	-
3.	Кислотне число, мг КОН/г	3,10	3,30	-	-
4.	Вміст шкідників	не виявлено	не виявлено	не дозволено, крім ураженості кліщем не вище II ступеня	-
5.	Масова частка олії, %*	54,02	33,33	-	48,00
6.	Масова частка золи, %*	6,47	5,91	-	-
7.	Масова частка клітковини, %*	5,45	32,25	-	6,00
8.	Масова частка протеїну, %*	32,78	22,54	-	34,00
9.	Масова частка мінеральних речовин*:				
	Фосфор, г/кг	13,48	8,90		13,82
	Кальцій г/кг	0,54	0,86		0,004
	Магній, г/кг	2,73	2,42	-	5,57
	Ферум, мг/кг	94,10	74,71		76,00
	Цинк, мг/кг	111,78	56,08		85,00
	Кобальт, мг/кг	1,00	0,52		-
	Манган, мг/кг	38,34	59,38		57,00

\* в перерахунку на сухі речовини

За даними досліджень вміст в обрнушеному насінні конопель незамінних амінокислот становить, мг/100 мг продукту: Валіну – 0,667, Ізолейцину – 0,587, Лейцину – 1,426, Лізину – 1,084, Метіоніну – 0,618, Треоніну – 0,769, Фенілаланіну – 0,984. Отримані дані показують, що насіння конопель є «суперфуд», тому що воно містить незамінні амінокислоти. Також очевидним є, що процес обрнушення підвищує біологічну цінність насіння конопель як харчового продукту за рахунок відокремлення малоцінних оболонок.

Бактерій групи кишкова паличка, пліснявих грибів, дріжджів та патогенних мікроорганізмів роду *Salmonella* в дослідних зразках обрнушеного насіння конопель не виявлено. Важливим є дотримання умов зберігання обрнушеного насіння конопель для уникнення розвитку патогенної мікрофлори, яка може розвинути в білкових складових ядра, не захищеного оболонкою, при збільшенні вологості та температури. Рекомендовано фасувати обрнушене насіння конопель в умовах вакууму.

Проаналізовано процеси отримання конопляної олії з насіння сорту «Глесія» у виробничих умовах. Пресування та фільтрування олії мають параметри: вихід пресової нефільтрованої олії становить від 22,8 % до 29,7 %; температура олії на виході з пресу – від 32,0 до 55,0 °С; вихід макухи від 50,1 до 66,0 %; температура макухи на виході від 45,0 до 48,0 °С; олійність макухи – 12,0±0,5 %; вологість

макухи –  $7 \pm 0,3$  %; час фільтрування 24 – 48 год; вихід фільтрованої олії – від 14,6 до 19,7 %; вміст олії в осаді на фільтрі – від 60,0 до 65,0 %; вологість осаду –  $4,0 \pm 0,2$  %, вміст фосфоровмісних речовин –  $6,0 \pm 0,3$  %; виробничі втрати – від 2,0 до 4,2 %. Розроблено структурну схему виробництва олії конопляної.

В таблиці 4 наведено фізико-хімічні показники якості зразків конопляної олії, в таблиці 5 – їх ЖКС.

Таблиця 4

#### Фізико-хімічні показники зразків фільтрованої конопляної олії

№ з/п	Назва показника	Олія №1 *	Олія №2*	За ТУ У 10.4-3922410-001:2017
1.	Кислотне число, мг КОН/г	2,60	1,60	не більше 2,30
2.	Пероксидне число, $\frac{1}{2}$ О ммоль/кг	14,34	8,61	-
3.	Йодне число, г йоду / 100 г олії	158,51	152,00	не менше 145,00
4.	Вміст вологи та легких речовин, %	0,14	0,15	не більше 0,15
5.	Вміст нежирових домішок, %	0,07	0,06	не більше 0,10
6.	Вміст фосфоровмісних речовин, мг/кг в перерахунку на стеароолеолецитин, %	88,5	69,26	-
		0,23	0,18	не більше 0,3
7.	Вміст загальної золи, %	0,05	0,05	не більше 0,05
8.	Вміст вітамінів, мг/кг:			
	А	78,0	82,0	
	Е,	562,8	582,2	
	у тому числі:			-
	α-токоферол	234,0	246,2	
	β-токоферол+γ-токоферол	316,0	322,0	
	δ-токоферол	12,8	14,0	

\* Олія №1 – конопляна олія, отримана на пресі ПШ-250;  
Олія №2 – конопляна олія, отримана на пресі ММШ-60.

Таблиця 5

#### Порівняльна характеристика ЖКС рослинних олій

№ з/п	Назва кислоти	Вміст жирної кислоти у % по відношенню до загальної кількості кислот		
		Олія №1	Олія №2	Ляна олія
1	С 16:0 пальмітинова	5,7	6,3	5,6
2	С 18:0 стеаринова	3,0	3,2	5,4
3	С 18:1 олеїнова (Омега-9)	13,6	13,3	17,9
4	С 18:2 лінолева (Омега-6)	54,8	56,9	15,5
5	С 18:3 альфа-ліноленова (Омега-3)	18,5	16,0	55,3
6	С 18:2 гамма-ліноленова (Омега-6)	1,3	2,8	0,0
7	С 20:0 арахінова	2,4	0,8	0,2

Як видно з таблиці 5, спосіб отримання конопляної олії з насіння сорту «Глесія» в умовах експерименту практично не впливає на її ЖКС. Вміст основних жирних кислот в отриманій олії не відрізняється від даних опублікованої інформації щодо співвідношення в ній есенційних жирних кислот Омега-6 і Омега-3 –  $3,0:1 \div 3,6:1$ , тоді як в олії лляній –  $1:3,5$ .

Конопляна олія містить гамма-ліноленову кислоту, яка досить рідко зустрічається в рослинній сировині та має унікальний вміст ННЖК в порівнянні

з відомими рослинними оліями. Вченими світу проведені дослідження, що підтверджують необхідність ННЖК Омега-3, Омега-6 та Омега-9 для організму людини. Згідно рекомендацій ВООЗ ООН людині потрібно від 1 до 3 г Омега-3 і 4 г Омега-6 жирних кислот у складі олій. Це досягається вживанням по  $20 \pm 5$  мл конопляної олії за добу. Енергетична та поживна (харчова) цінності конопляної олії становлять 8,98 ккал/г та 99,86 г/100 г відповідно.

Підтверджено наявність каротиноїдів та хлорофілів в пресовій конопляній олії з насіння сорту «Глесія», які володіють антиоксидантними та оздоровчими властивостями.

Запропоновано для збереження властивостей конопляної олії метод пакування готового продукту – в саше-пакети. Це дозволить вживати щоденно в їжу рекомендовану норму ННЖК та захистити біологічно активну конопляну олію від окиснення.

Досліджено окиснювальну стабільність конопляної олії на приладі Oxitest: термін зберігання для олії, розфасованої в саше-пакети становить 6 місяців, тоді як термін зберігання конопляної олії ТОВ «Десналенд», розфасованої в пляшки – 4 місяці.

Визначено органолептичні, фізико-хімічні (табл. 6), мікробіологічні показники якості, мінеральний та амінокислотний склад конопляного «протеїну», борошна, висівок.

Таблиця 6

#### Фізико-хімічні показники якості сипких конопляних продуктів

№ з/п	Назва показника	Насіння конопель	«Протеїн»	Борошно	Висівки
1.	Масова частка вологи, %	8,36	7,00	6,50	7,17
2.	Масова частка протеїну, %*	24,70	52,14	44,01	22,65
3.	Масова частка олії, %*	33,62	15,68	11,65	10,62
4.	Масова частка золи, %*	4,99	9,55	8,84	5,05
5.	Масова частка клітковини, %*	36,85	5,51	13,88	44,94
6.	Зараженість шкідниками, %	не виявлено			

\* в перерахунку на сухі речовини

За даними таблиці 6, фракція конопляний «протеїн» багата на вміст протеїну, олії, мінеральних речовин, що робить її найбільш цінною для вживання серед представлених сипких продуктів. Біологічна цінність конопляного «протеїну» становить 81,7 %.

Так, як при виробництві сипких конопляних продуктів не використовують термообробку, досліджено наявність патогенної мікрофлори. Бактерій групи кишкова паличка, пліснявих грибів, дріжджів та патогенних мікроорганізмів роду *Salmonella* в дослідних зразках сипких конопляних продуктів не виявлено.

Порівняльний аналіз вмісту протеїну, олії, золи, клітковини в конопляному борошні та «протеїні» показав, що ці продукти мають практично однаковий склад, але відрізняються за розміром часток. Амінокислотний склад сипких конопляних продуктів підтверджує унікальність насіння промислових конопель як джерела всіх незамінних амінокислот, вміст яких, в порівнянні з іншими рослинними джерелами (наприклад гречана крупа) значно більший. Отримані продукти рекомендовано використовувати: «протеїн» – для спортивного харчування, борошно –

для збагачення кондитерських та хлібобулочних виробів білками та ННЖК, висівки – як джерело клітковини.

У **четвертому розділі** «Розробка технологічної схеми комплексної переробки насіння промислових конопель та дослідно-промислове випробування конопляних продуктів» представлено технологічну схему комплексної переробки насіння промислових конопель (рис. 6), основними елементами якої є обладнання для обрушування насіння конопель, одержання конопляної олії та сипких конопляних продуктів. В схемі передбачено як виробництво тільки обрушеного насіння, або тільки олії та макухи, чи олії та сипких конопляних продуктів.

Проведено дослідно-промислову апробацію запропонованої технології на підприємстві «Десналенд» Сумської обл. (акт дослідно-промислових випробувань від 25 липня 2018 р.). Запропонована технологія комплексної переробки насіння промислових конопель може бути рекомендована до застосування в агропромисловому секторі та харчовій промисловості. На одержані продукти (олія конопляна; борошно конопляне, висівки конопляні, протеїн конопляний; насіння конопель обрушене) розроблено та затверджено технічні умови.

За результатами проведених техніко-економічних розрахунків собівартість 1 кг обрушеного насіння конопель становить – 226,49 грн, 1 кг конопляної олії – 206,65 грн, 1 саше-пакета конопляної олії – 4,13 грн, 1 кг конопляного «протеїну» – 503,78 грн, 1 кг конопляного борошна – 16,23 грн, 1 кг конопляних висівок – 39,64 грн; рівень рентабельності становить 42,1 %, період окупності – 2,1 роки.

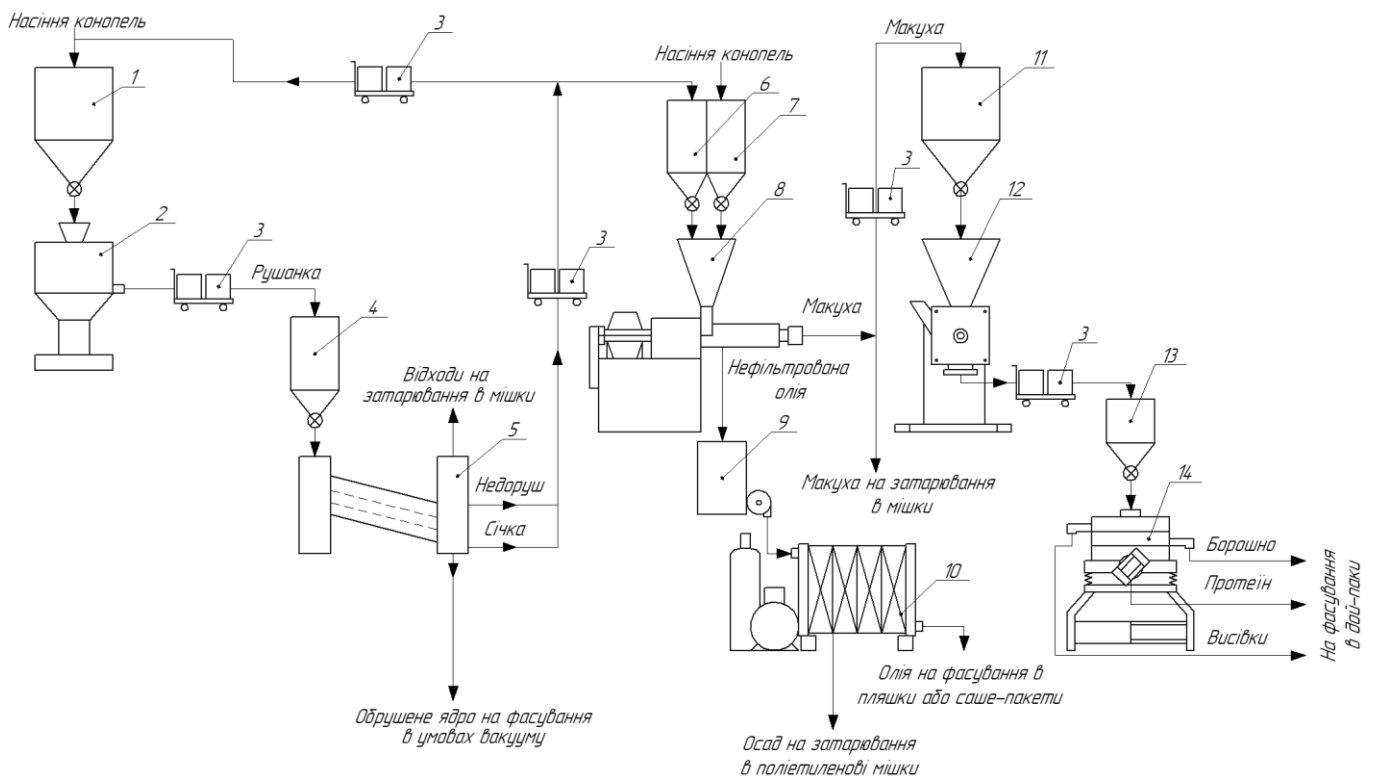


Рис. 6. Технологічна схема комплексної переробки насіння промислових конопель: 1, 4, 6, 7, 11, 13 – накопичувальні бункери, оснащений дозаторами; 2 – пристрій для обрушування; 3 – рухома платформа з ємкостями; 5 – повітряно-ситовий сепаратор; 8 – шнековий прес; 9 – ємкість з насосом; 10 – фільтрпрес; 12 – мікромлин; 14 – вібраційне сито.



З метою встановлення технологічних властивостей конопляних продуктів, досліджено використання обрушеного насіння конопель та конопляного борошна в технологіях зернових батончиків та кексів. Рецептурні співвідношення запропонованого зернового батончика наведено в табл. 7.

Таблиця 7

## Рецептури зернових батончиків

№ з/п	Сировина	Вміст в рецептурі	
		прототипу	дослідного зразку
1	Курага, г	100	100
2	Чорнослив, г	100	100
3	Родзинки, г	50	50
4	Горіхи (грецькі, кеш'ю, мигдаль або арахіс), г	50	50
5	Банани, г	200	200
6	Цукор-пісок, г	10	10
7	Сіль, г	2	2
8	Обрушене насіння соняшника, г	50	-
9	Вівсяні пластівці, г	140	<b>20</b>
10	Рослинна олія (соняшникова), мл	80	-
11	Обрушене насіння конопель, г	-	<b>150</b>
12	Конопляні висівки, г	-	<b>20</b>
Вихід готового продукту, г		500	500

Енергетична цінність розробленого зернового батончика становить 477,31 ккал/100 г. Виконано порівняння вмісту білків, жирів і вуглеводів в дослідному зразку з прототипом (рис. 7).

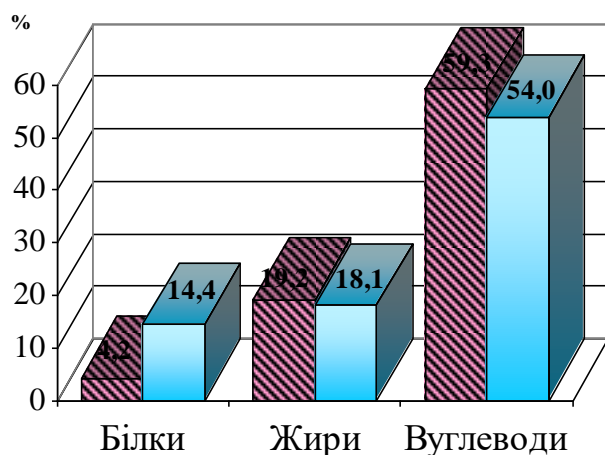


Рис. 7. Порівняльний вміст поживних речовин зернових батончиків

Дані діаграми свідчать, що вміст білків в зерновому батончику збільшено майже в 4 рази за рахунок додавання обрушеного насіння конопель. Заміна таких інгредієнтів як обрушене насіння соняшнику, соняшникова олія та вівсяні пластівці (в сумі 230 г) на обрушене насіння конопель (150 г) призвело до зменшення вмісту жирів. Також зменшення кількості вівсяних пластівців в дослідному зразку в порівнянні з прототипом призвело до зменшення вмісту вуглеводів.

Порівняно з пшеничним борошном, конопляне – багате на цінні білки, жири та мінеральні речовини, що є властивим для продуктів переробки макухи. Запропоновано в рецептурі кексів «Столичний» замінити частину пшеничного борошна на конопляне. Було виготовлено 5 зразків кексів: зразок №1 –

контрольний – кекс «Столичний»; №2 – кекс з повною заміною пшеничного борошна вищого сорту на конопляне; №3, №4, №5 – кекс із заміною 50 %, 25 %, 10 % пшеничного борошна вищого сорту на конопляне відповідно.

Так, як конопляне борошно містить 10,89 % олії, то у всіх рецептурах дослідних зразків кексів було зменшено кількість вершкового масла пропорційно кількості конопляного борошна.

Органолептичні показники якості кексів встановлювали за коефіцієнтами важливості з використанням профільного методу. Фізико-хімічні показники всіх зразків відповідають вимогам ДСТУ 4505:2005, окрім зольності 2, 3 і 4 зразків. Відповідно органолептичного профілю найкращою рецептурою конопляних кексів обрано зразок №5. Енергетична цінність обраного конопляного кексу становить 409,18 ккал/100 г, поживна цінність – 83,25 г/100 г.

У виробничій випробувальній лабораторії ПрАТ «Дніпропетровський хлібзавод №9» (м. Дніпро) проведено дослідження, які підтвердили можливість використання конопляного борошна як інгредієнту кексів (акт випробування від 25.01.2019 р.).

У п'ятому розділі «Дослідження технологічних параметрів післязбиральної обробки насіння промислових конопель» представлено уточнені дані щодо характеристик насіння конопель до закладання на зберігання, а також процесів, що відбуваються в цей час, описано процеси післязбиральної обробки насіння конопель.

Досліджено органолептичні показники, вологість, чистоту насіння, вміст насіння отруйних бур'янів, зараженість шкідниками, масову частку олії, кислотне та пероксидне числа олії з насіння конопель на стадіях післязбиральної обробки (рис. 8): «зі стебла» (зразок №1), «з бункера зернозбирального комбайну» (зразок №2), «після первинної очистки на зерноочисній машині ОВС-25» (зразок №3), «після сушіння на стаціонарній зерносушарці» (зразок №4), «після сортування на машині PETKUS K531 GIGANT» (зразок №5).

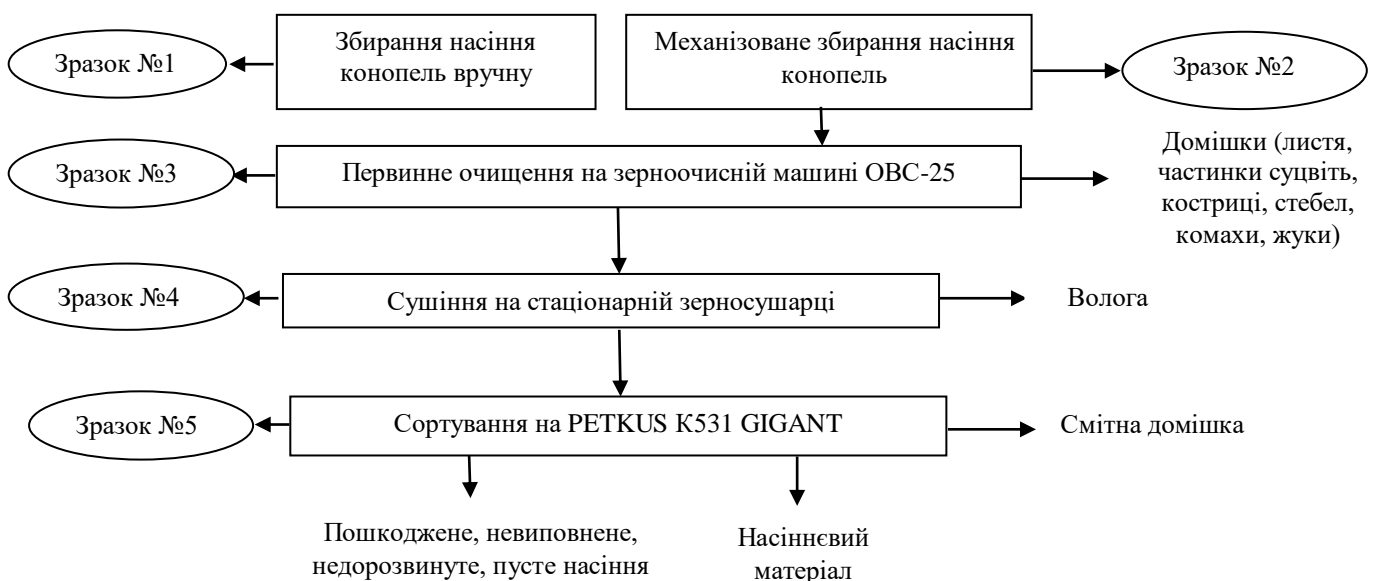


Рис. 8. Структурна схема післязбиральної обробки насіння промислових конопель

**Показники якості насіння промислових конопель**

№ з/п	Назва показника	Зразок №1	Зразок №2	Зразок №3	Зразок №4	Зразок №5	За ДСТУ 7695:2015
1	Масова частка вологи, %	17,10	19,60	13,70	8,53	9,06	≤11,00
2	Чистота насіння, %	99,68	98,90	99,36	99,45	99,75	≥90,00
3	Масова частка олії в перерахунку на суху речовину, %	33,63	32,93	32,88	33,73	32,99	≥30,00
4	Кислотне число, мг КОН/г	0,34	0,56	0,70	0,75	0,65	≤3,00
5	Пероксидне число, ½ Омоль/кг	1,21	1,86	1,65	10,63	2,63	-
6	Вміст насіння рицини	не виявлено					не дозволено
7	Вміст насіння отруйних бур'янів, %	не виявлено					не дозволено
8	Зараженість шкідниками зерна, %	не виявлено					не дозволено
9	Маса 1000 насінин, г	18,93	18,50	18,14	17,68	17,74	-

Спосіб збирання насіння конопель впливає на зміну фізико-хімічних показників. Так, показник рівня вологи насіння зібраного вручну та насіння зібраного комбайном відрізнявся на 2,5 %. Масова частка олії в перерахунку на суху речовину у досліджених зразках зменшилася на 0,7 %. У результаті механізованого збирання насіння конопель, виявлено підвищення його кислотного та пероксидного чисел на 0,22 мг КОН/г та 0,65 ½ О ммоль/кг відповідно. Виявлено також необхідність контролю технологічних операцій сушіння та сортування насіння конопель.

У додатках наведено протоколи визначення: показників якості насіння промислових конопель та продуктів його переробки, вітамінного складу насіння конопель, показників безпеки насіння конопель, обрушеного насіння конопель та сипких конопляних продуктів, наявності ГМО в насінні промислових конопель; хроматограми ЖКС олії з насіння конопель; технічні умови на отримані за удосконаленою технологією конопляні продукти; акт дослідно-промислових випробувань технології комплексної переробки насіння промислових конопель; акт випробування конопляного борошна у виробництві кексів; довідка про впровадження основних результатів досліджень дисертаційної роботи в освітній процес.

**ВИСНОВКИ**

У дисертаційній роботі представлено розв'язання науково-практичного завдання щодо розробки комплексної технології переробки насіння промислових конопель. На підставі аналізу науково-технічних та патентних джерел інформації, узагальнення теоретичних та експериментальних досліджень сформульовано наступні висновки:

1. Експериментально підтверджено робочу гіпотезу щодо комплексної переробки насіння промислових конопель в харчові продукти: обрушене насіння конопель, конопляні олію, борошно, «протеїн» та висівки.

2. Вперше отримані дані щодо органолептичних, фізико-хімічних, мікробіологічних показників якості, показників безпеки, жирнокислотного, амінокислотного, мінерального складу насіння промислових конопель сортів «Глесія» і «Гляна» та продуктів його переробки. Дані досліджень узгоджуються з інформацією літературних джерел, що насіння конопель є «суперфуд».

3. Визначено вплив технологічних параметрів обрушування насіння конопель на вихід і чистоту готового продукту – ядра. Отримано математичні моделі цього процесу. Найбільший вихід ядра – 37 % досягли при початковій вологості від 6,0 до 11,0 % та чистоті насіння конопель 99,0 %, а також частоті обертання робочого органу пристрою для обрушування – 1850 хв<sup>-1</sup>. Максимальну чистоту готового продукту (99,0 %) отримано при засміченості сировини – 1,0 %, частоті обертання робочого органу – 1500 – 2500 хв<sup>-1</sup>. Попереднє фракціонування за розмірами насіння конопель має найменший вплив на чистоту ядра.

4. Проаналізовано процеси отримання конопляної олії з насіння сорту «Глесія» у виробничих умовах. Пресування та фільтрування олії мають параметри: вихід пресової нефільтрованої олії становить від 22,8 % до 29,7 %; температура олії на виході з пресу від 32,0 до 55,0 °С; вихід макухи – від 50,1 до 66,0 %; температура макухи на виході – від 45,0 до 48,0 °С; олійність макухи – 12±0,5 %; вологість макухи – 7±0,3 %; час фільтрування 24 – 48 год; вихід фільтрованої олії – від 14,6 до 19,7 %; вміст олії в осаді на фільтрі – від 60,0 до 65,0 %; вологість осаду – 4,0±0,2 %, вміст фосфоровмісних речовин – 6,0±0,3 %; виробничі втрати – від 2,0 до 4,2 %. Визначено її органолептичні, фізико-хімічні показники якості та ЖКС, а також співвідношення лінолевої до альфа-ліноленової кислоти – 3,0:1÷3,6:1.

Згідно рекомендацій ВООЗ ООН людині потрібно від 1 до 3 г Омега-3 і 4 г Омега-6 жирних кислот у складі олії. Це досягається вживанням по 20±5 мл конопляної олії за добу. Поживна (харчова) та енергетична цінності конопляної олії становлять 98,86 г/100 г та 8,98 ккал/г відповідно. Підтверджено наявність каротиноїдів, хлорофілів в пресовій конопляній олії з насіння сорту «Глесія». Вміст вітаміну А в конопляній олії становить 78 мг/кг, вітаміну Е (токоферолів) – 562,8 мг/кг. Запропоновано для збереження властивостей конопляної олії метод пакування готового продукту – в саше-пакети. Це сприяє захисту біологічно активної конопляної олії від окиснення. Досліджено окиснювальну стабільність конопляної олії на приладі Oxitest: термін зберігання для олії, розфасованої в саше-пакети становить 6 місяців.

5. Розроблено структурні схеми виробництва насіння конопель обрушеного, олії конопляної та сипких конопляних продуктів.

6. Розроблено технологічну схему маловідходної комплексної переробки насіння промислових конопель, основними елементами якої є обладнання для обрушування та пресування насіння, розмелювання макухи та просіювання продуктів розмелу. За результатами техніко-економічних розрахунків собівартість 1 кг обрушеного насіння конопель становить – 226,49 грн, 1 кг конопляної олії – 206,65 грн, 1 саше-пакета конопляної олії – 4,13 грн, 1 кг конопляного «протеїну» –

503,78 грн, 1 кг конопляного борошна – 16,23 грн, 1 кг конопляних висівок – 39,64 грн; рівень рентабельності становить 42,1 %, період окупності – 2,1 роки.

7. Проведено дослідно-промислово апробацію запропонованої технології на підприємстві «Десналенд» Сумської обл. (акт дослідно-промислових випробувань від 25 липня 2018 р.). Запропонована технологія комплексної переробки насіння промислових конопель може бути рекомендована до застосування в агропромисловому секторі та харчовій промисловості.

8. Визначено технологічні властивості продуктів комплексної переробки насіння промислових конопель і обґрунтовано можливість використання в рецептурах зернових батончиків обрушеного насіння конопель; в рецептурах кексів – конопляного борошна. Позитивні результати дозволяють рекомендувати використання обрушеного насіння конопель в технології зернових батончиків. У виробничій випробувальній лабораторії ПрАТ «Дніпропетровський хлібзавод №9» (м. Дніпро) проведено дослідження, які підтверджують можливість використання конопляного борошна як інгредієнту кексів (акт випробування від 25.01.2019 р.). Результати дисертаційної роботи впроваджено в освітній процес.

9. На продукти переробки насіння промислових конопель розроблено та затверджено технічні умови:

- ТУ У 10.4-39224310-001:2019 «Олія конопляна. Технічні умови»;
- ТУ У 10.4-39224310-002:2019 «Борошно конопляне, висівки конопляні, протеїн конопляний. Технічні умови»;
- ТУ У 10.3-39224310-003:2019 «Насіння конопель обрушене. Технічні умови».

10. Представлено уточнені дані щодо характеристик насіння промислових конопель до закладання на зберігання. Встановлено необхідність контролю впливу технологічних операцій сушіння та сортування на показники якості насіння.

## **СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ**

### ***Статті у виданнях, що включені до міжнародних наукометричних баз:***

1. Sova N. Research of Physical and Chemical Parameters of Oil Obtained from Organic and Conversion Hemp Seeds Varieties “Hliana” / N. Sova, M. Lutsenko, A. Korchmaryova, K. Andrusevych // Ukrainian Food Journal. – 2018. – Vol. 7 (2). – P. 244 – 252 (Index Copernicus, EBSCO, Google Scholar, UlrichsWeb, CABI full text, Online Library of University of Southern Denmark, Directory of Research Journals Indexing, Directory of Open Access scholarly Resources, European Reference Index for the Humanities and the Social Sciences, Directory of Open Access Journals, InfoBase Index, Chemical Abstracts Service Source Index, Food Science and Technology Abstracts, Emerging Sources Citation Index). *Дисертанту належить виконання органолептичного аналізу дослідних зразків конопляної олії. Здійснення порівняльної характеристики фізико-хімічних показників та жирнокислотного складу олії з органічного та конверсійного насіння конопель.*

### ***Статті у виданнях, що входять до затвердженого МОН переліку наукових фахових видань України з технічних наук:***

2. Сова Н. А. Насіння ненаркотичних конопель – перспективна біологічно активна сировина для харчової промисловості / Н. А. Сова, М. В. Луценко,

Н. Ю. Єніна, Л. Д. Васараб-Кожушна // *Хранение и переработка зерна*. – 2017. – №9 (217). – С. 16 – 19. *Дисертанту належить узагальнення інформації та аналітична характеристика насіння конопель і продуктів його переробки (конопляна олія, конопляне борошно, конопляний «протеїн», конопляні висівки та обрешене насіння конопель).*

3. Сова Н. А. Дослідження показників якості та безпеки насіння органічних промислових конопель сорту «Гляна» / Н. А. Сова, М. В. Луценко, К. В. Андрусевич, А. В. Корчмарьова // *Вісник Херсонського національного технічного університету*. – 2018. – №2 (65). – С. 155 – 159 (Google Scholar). *Дисертанту належить наукове обґрунтування результатів дослідження фізико-хімічних показників якості насіння органічних промислових конопель сорту «Гляна» та вмісту в ньому важких металів і токсинів.*

4. Сова Н. А. Характеристика сипких конопляних продуктів / Н. А. Сова, М. В. Луценко, В. Г. Єфімов, С. М. Кургалін // *Вісник Національного технічного університету «ХП»*. Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – 2018. – №45 (1321). – С. 207 – 213 (Index Copernicus, OCLC WorldCat, Google Scholar). *Дисертанту належить розробка технології одержання сипких конопляних продуктів.*

5. Сова Н. А. Використання конопляної олії в технології майонезу / Н. А. Сова, М. В. Луценко, А. О. Лобанова, Н. В. Грекова // *Вісник Національного технічного університету «ХП»*. Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – 2019. – №5 (1330). – С. 152 – 159 (Index Copernicus, OCLC WorldCat, Google Scholar). *Дисертанту належить розробка рецептури майонезу «Конопляний», визначення органолептичних та фізико-хімічних показників якості готового продукту, узагальнення отриманих результатів.*

6. Сова Н. А. Особливості післязбиральної обробки насіння промислових конопель / Н. А. Сова, Д. І. Войтанішек, М. В. Луценко, Д. О. Петраченко // *Вісник Херсонського національного технічного університету*. – 2019. – №1 (68). – С. 129 – 135 (Google Scholar). *Дисертанту належить проведення визначення фізико-хімічних показників якості насіння промислових конопель на всіх стадіях післязбиральної обробки та наукове обґрунтування отриманих результатів.*

#### **В інших наукових виданнях:**

7. Сова Н. А. Перспективи переробки насіння безалкалоїдних конопель для отримання харчових продуктів / Н. А. Сова, М. В. Луценко: Матеріали XIII-го міжнародного форуму молоді [«Молодь і сільськогосподарська техніка в XXI столітті»], (Харків, 6 – 7 квітня 2017 р.) / Міністерство освіти і науки України, Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка. – Х.: Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка, 2017. – 383 с. *Дисертанту належить обґрунтування перспектив переробки насіння конопель для отримання харчових продуктів.*

8. Сова Н. А. Технологічна характеристика насіння безалкалоїдних конопель / Н. А. Сова, М. В. Луценко: Матеріали II міжнародної науково-практичної конференції до 85-річчя Таврійського державного агротехнологічного університету та 50-річчя Харківського державного університету харчування та торгівлі

[«Інноваційні аспекти розвитку обладнання харчової і готельної індустрії в умовах сучасності»], (Харків – Мелітополь – Кирилівка, 05 – 07 вересня 2017 р.) / Міністерство освіти і науки України, Харківський державний університет харчування і торгівлі, Таврійський державний агротехнологічний університет. – Х.: Харківський державний університет харчування і торгівлі, 2017. – 334 с. *Дисертанту належить характеристика насіння конопель як інноваційного інгредієнта харчових продуктів функціонального призначення.*

9. Сова Н. А. Досвід сертифікації органічних ненаркотичних конопель агропромисловою групою «Арніка» / Н. А. Сова, М. В. Луценко, К. В. Андрусевич, О. І. Максак // Молодий Вчений. – 2017. – №11 (51). – С. 1071 – 1077 (Index Copernicus, Google Scholar). *Дисертанту належить аналітичний огляд діяльності міжнародних організацій, що займаються сертифікацією органічних продуктів.*

10. Сова Н. А. Характеристика олії з насіння ненаркотичних конопель / Н. А. Сова, М. В. Луценко, О. В. Вертецький: Збірник наукових праць за матеріалами V міжнародної науково-практичної конференції [«Інноваційний розвиток харчової індустрії»], (Київ, 14 грудня 2017 р.) / Національна академія аграрних наук України, Інститут продовольчих ресурсів. – К.: Інститут продовольчих ресурсів НААН, 2017. – 163 с. *Дисертанту належить характеристика фізико-хімічних показників якості та жирнокислотного складу конопляної олії. Порівняння виходу олії з органічного та конверсійного насіння конопель і формулювання висновків.*

11. Сова Н. А. Обрушене насіння ненаркотичних конопель – інноваційний інгредієнт зернових батончиків / Н. А. Сова, М. В. Луценко: Матеріали II міжнародної науково-практичної конференції [«Сучасні тенденції розвитку науки»], (Ужгород, 23 – 24 лютого 2018 р.). – Херсон: Видавництво «Молодий вчений», 2018. – Ч. 2. – 160 с. *Дисертанту належить характеристика обрушеного насіння конопель як інноваційного інгредієнта зернових батончиків.*

12. Сова Н. А. Дослідження технологічних властивостей обрушеного насіння промислових конопель / Н. А. Сова, М. В. Луценко, Т. В. Терещенко // Збірник наукових праць «Аграрна наука та освіта в XXI столітті: проблеми, перспективи та інновації». 17 – 18 травня 2018 року, м. Ніжин». – 2018. – №9. – С. 248 – 253. *Дисертанту належить розробка рецептури зернового батончика, розрахунок його енергетичної цінності.*

13. Сова Н. А. Хімічний склад органічного і конверсійного насіння ненаркотичних конопель / Н. А. Сова, М. В. Луценко, А. В. Корчмарьова, К. В. Андрусевич: Збірник доповідей учасників VI Міжнародної науково-практичної конференції [«Органічне виробництво і продовольча безпека»], (Житомир, 23 – 25 травня 2018 р.) / Міністерство освіти і науки, Житомирський національний агроекологічний університет, Федерація органічного руху України, Поліський центр органічного виробництва «Полісся Органік». – Житомир: Житомирський національний агроекологічний університет, 2018. – 605 с. *Дисертанту належить обґрунтування результатів визначення фізико-хімічних показників якості насіння промислових конопель.*

14. Сова Н. А. Дослідження мікробіологічних показників якості продуктів переробки насіння промислових конопель / Н. А. Сова, А. О. Лобанова: Збірник

матеріалів XI Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених та студентів з міжнародною участю [«Проблеми формування здорового способу життя у молоді»], (Одеса, 4 – 6 жовтня 2018 р.) / Міністерство освіти і науки, Одеська національна академія харчових технологій. – Одеса, ОНАХТ, 2018. – 360 с. *Дисертанту належить визначення мікробіологічних показників якості конопляних продуктів.*

15. Сова Н. А. Проблеми зберігання насіння промислових конопель / Н. А. Сова, Д. І. Войтанішек: Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції [«Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва»], (Харків, 25 – 26 жовтня 2018 р.) / Міністерство освіти і науки України, Харківський національний університет імені В. В. Докучаєва. – Харків: ХНАУ, 2018. – 332 с. *Дисертанту належить обґрунтування умов зберігання насіння промислових конопель.*

16. Мосійко Д. Використання конопляного борошна для збагачення макаронних виробів / Д. Мосійко, А. Чехранов, Н. Сова, М. Луценко: Матеріали 85 Ювілейної Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів [«Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті»], (Київ, 11 – 12 квітня 2019 р.) / Міністерство освіти і науки України, Національний університет харчових технологій. – Київ: НУХТ, 2019. – Ч. 1. – 527 с. *Дисертанту належить обґрунтування результатів визначення фізико-хімічних показників якості дослідних зразків макаронних виробів.*

#### **Патенти:**

17. Заявка на патент України на корисну модель МПК А 23Р В02В/03В. Спосіб обрушування насіння промислових конопель / Сова Н. А., Петраченко Д. О., Луценко М. В.: власник Дніпровський державний аграрно-економічний університет – № 2018 11936; заявл. 03.12.2018. *Дисертанту належить участь у дослідженні параметрів процесу обрушування насіння промислових конопель.*

#### **АНОТАЦІЯ**

*Сова Н. А. Технологія комплексної переробки насіння промислових конопель. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.*

*Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук (доктора філософії) за спеціальністю 05.18.02 – технологія зернових, бобових, круп'яних продуктів і комбікормів, олійних і луб'яних культур. – Дніпровський державний аграрно-економічний університет МОН України. – Херсонський національний технічний університет МОН України, Херсон, 2019.*

*Дисертаційна робота присвячена розробці технології комплексної переробки насіння промислових конопель. Показано, що наукове обґрунтування та створення вказаної технології забезпечує виробництво харчових конопляних продуктів (обрушеного насіння, олії, «протеїну», борошна та висівок) з мінімальною кількістю відходів. Теоретично та експериментально досліджено органолептичні, фізико-хімічні, мікробіологічні показники якості, показники безпеки, амінокислотний, жирнокислотний, мінеральний склад насіння промислових конопель та продуктів його переробки. Розроблено та затверджено технічні умови на готові продукти.*



Досліджено технологічні параметри виробництва обрушеного насіння конопель. Визначено органолептичні, фізико-хімічні показники якості, жирнокислотний склад конопляної олії з насіння сорту «Глесія», а також співвідношення лінолевої до альфа-ліноленової кислоти – 3,0:1÷3,6:1. Запропоновано для збереження властивостей конопляної олії метод пакування готового продукту – в саше-пакети. Здійснено оптимізацію технологічних параметрів процесу одержання сипких конопляних продуктів і виконано порівняльний аналіз вмісту в них протеїну, олії, золи та клітковини. Амінокислотний склад сипких конопляних продуктів підтверджує унікальність насіння промислових конопель як джерела незамінних амінокислот, вміст яких, в порівнянні з іншими рослинами значно більший.

Розроблено структурні схеми виробництва обрушеного насіння конопель, конопляної олії та сипких конопляних продуктів. Обґрунтовано можливість використання в рецептурі зернових батончиків обрушеного насіння конопель, а в рецептурі кексів – конопляного борошна.

Сукупність результатів досліджень дозволила розробити технологічну схему комплексної переробки насіння промислових конопель і тим самим розширити асортимент продукції зернопереробної галузі. Економічно обґрунтовано та доведено доцільність використання запропонованої технології на підприємствах агропромислового комплексу.

*Ключові слова:* технологія, насіння промислових конопель, переробка, олія, борошно, обрушене насіння, протеїн, висівки, показники якості.

## АННОТАЦІЯ

*Сова Н. А.* Технология комплексной переработки семян промышленной конопли. – Квалификационная научная работа на правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук (доктора философии) по специальности 05.18.02 – технология зерновых, бобовых, крупяных продуктов и комбикормов, масличных и лубяных культур. – Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет МОН Украины. – Херсонский национальный технический университет МОН Украины, Херсон, 2019.

Диссертационная работа посвящена разработке технологии комплексной переработки семян промышленной конопли. Показано, что научное обоснование и создание указанной технологии обеспечивает производство пищевых конопляных продуктов (обрушенных семян, масла, «протеина», муки и отрубей) с минимальным количеством отходов. Теоретически и экспериментально исследованы органолептические, физико-химические, микробиологические показатели качества, показатели безопасности, аминокислотный, жирнокислотный, минеральный состав семян промышленной конопли и продуктов их переработки. Разработаны и утверждены технические условия Украины на готовые продукты.

Исследованы технологические параметры производства обрушенных семян конопли, подтверждено патентом на полезную модель. Определены органолептические, физико-химические показатели качества и жирнокислотный состав конопляного масла из семян сорта «Глесия», а также соотношение

линолевой к альфа-линоленовой кислоте – 3,0:1÷3,6:1. Предложено для сохранения свойств конопляного масла метод упаковки готового продукта – в саше-пакеты. Осуществлена оптимизация технологических параметров процесса получения сыпучих конопляных продуктов и выполнен сравнительный анализ содержания в них протеина, масла, золы и клетчатки. Аминокислотный состав сыпучих конопляных продуктов подтверждает уникальность семян промышленной конопли как источника незаменимых аминокислот, содержание которых, по сравнению с другими растениями значительно больше.

Разработаны структурные схемы производства обрушенных семян конопли, конопляного масла и сыпучих конопляных продуктов. Обоснована возможность использования в рецептуре зерновых батончиков обрушенных семян конопли; в рецептуре кексов – конопляной муки.

Совокупность результатов исследований позволила разработать технологическую схему комплексной переработки семян промышленной конопли и тем самым расширить ассортимент продукции зерноперерабатывающей отрасли. Экономически обоснована и доказана целесообразность использования предложенной технологии на предприятиях агропромышленного комплекса.

*Ключевые слова:* технология, семена промышленной конопли, переработка, масло, мука, обрушенные семена, протеин, отруби, показатели качества.

## ABSTRACT

*Sova N. A.* Technology of complex processing of industrial hemp seeds. – Qualifying scientific work as a manuscript.

Thesis for the degree of a Candidate of Technical Sciences (Ph. D.) in specialty 05.18.02 – technology of grain, legumes, cereal products and mixed fodders, oilseeds and bast crops. – Dnipro State Agrarian and Economic University of MES of Ukraine. – Kherson National Technical University of MES of Ukraine, Kherson, 2019.

The thesis is devoted to the development of complex processing technology of industrial hemp seeds. It has been shown that the scientific justification and creation of this technology ensures the production of food hemp products with a minimum amount of waste. The possibility of production of innovative biologically active products from industrial hemp seeds "superfood": collapsed seed, oil, "protein", flour and bran has been proved.

The organoleptic, physical and chemical, microbiological quality indices, safety indexes, amino acid, fatty acid, mineral composition of industrial hemp seeds and products of its processing have theoretically and experimentally been investigated. The obtained data were used for the development of normative documentation for finished products, namely SC U 10.4-39224310-001:2019 "Hemp oil. Commodity Specification", SC U 10.4-39224310-002:2019 "Hemp flour, hemp bran, hemp protein. Commodity Specification" and SC U 10.3-39224310-003:2019 "Milled hemp seeds. Commodity Specification".

The research of technological parameters of the production of collapsed hemp seeds which is confirmed by the patent for the utility model has been carried out. The highest yield of the core is 37 % has been reached at an initial moisture content of hemp seeds

from 6.0 to 11.0 %, a purity of 99.0 %, and a rotational speed of the working body of the device for collapse – 1850 min<sup>-1</sup>. The maximum purity of the finished product (99.0 %) was obtained with clogging of raw materials – 1.0% and the rotation frequency of the working body – 1500 – 2500 min<sup>-1</sup>.

Oil pressing and filtration processes have parameters: the output of the press unfiltered oil is from 22.8 % to 29.7 %; the oil temperature at the outlet of the press is from 32.0 to 55.0 °C; the yield of the cake is from 50.1 % to 66.0 %; the temperature of the cake at the outlet is from 45.0 to 48.0 °C; the oil content of the cake is – 12.0±0.5 %; the moisture content of the cake is – 7.0±0.3 %; the filtration time is 24 – 48 hours.; the output of the filtered oil is from 14.6 to 19.7 %; oil content in the sludge on the filter is from 60.0 % to 65.0 %; sludge moisture is – 4.0±0.2 %, the content of phosphorus-containing substances is – 6.0±0.3 %; production losses are from 2.0 to 4.2 %. It was determined the organoleptic, physical and chemical quality, fatty acid composition of hemp oil from the seeds of the variety "Hlesiya" as well as the ratio of linoleic to alpha-linolenic acid – 3.0:1÷3.6:1, which meets the requirements of the UN WHO to provide the human body with unsaturated fatty acids. The nutritional (food) and energy values of hemp oil are 98.86 g/100 g and 8.98 kcal/g, respectively. Confirmed the presence of carotenoids and chlorophylls in pressed hemp oil. The content of vitamin A in hemp oil is 78 mg/kg, vitamin E tocopherols is 562.8 mg/kg. The method of the finished product packing in sachet-packages is offered for preservation of the hemp oil properties. This will allow you to eat the recommended daily rate of omega fatty acids and protect biologically active hemp oil from oxidation.

The optimization of technological parameters of the production process of friable hemp products and a comparative analysis of the content of protein, oil, ash and fiber have been carried out. Thus, the content of protein in terms of dry substance in flour is 44.01 %, in "protein" is 52.14 %, in bran is 22.65 %; accordingly oil content in terms of dry substance is 11.65 %, 15.68 %, 10.16 %; fiber content in terms of dry substance is 13.88 %, 5.51 %, 44.94 %; the ash content is 8.84 %, 9.55 %, 5.05 %. The amino acid composition of friable hemp products confirms the uniqueness of industrial hemp seeds as a source of essential amino acids, the content of which, in comparison with other plants is significantly higher.

On the basis of the experimental data obtained by the doctoral student, structural schemes for the production of collapsed hemp seeds, hemp oil and loose hemp products have been developed. The technological properties of the products of complex processing of industrial hemp seeds have also been determined and the possibility of the use of collapsed hemp seeds in the grain bars recipe; hemp flour in the muffins recipe has been substantiated.

The set of research results allowed to develop a technological scheme of complex processing of industrial hemp seeds and thereby expand the range of products of the grain processing industry. It has been economically justified and proved the feasibility of using the proposed technology at the enterprises of the agro-industrial complex.

*Key words:* technology, industrial hemp seeds, processing, oil, flour, collapsed seed, protein, bran, quality indicators.

Відповідальна за випуск Субботіна Н. Є.  
Підписано до друку 02.05.2019 р.  
Формат 60x90/16. Папір офсетний.  
Умовн. друк. аркушів 1,51  
Наклад 100 прим. Замовлення №1145

Надруковано з готового оригінал-макету.  
Книжкове видавництво ФОП Вишемирський В.С.  
Свідоцтво про внесення до державного реєстру суб'єктів видавничої справи:  
серія ХС №48 від 14.04.2005  
видано Управлінням у справах преси та інформації  
73000, Україна, м. Херсон, вул. Соборна, 2  
Тел. (050) 133-10-13, (050) 514-67-88  
e-mail: printvvs@gmail.com