

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА**



ЛЮБИЧ ВІТАЛІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ

УДК664.64.016:664.71–11+664.76

**ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ЗЕРНА
ПШЕНИЦЬ І ПРОДУКТІВ ЙОГО ПЕРЕРОБЛЕННЯ**

06.01.15 – первинна обробка продуктів рослинництва

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора сільськогосподарських наук

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Уманському національному університеті садівництва Міністерства освіти і науки України.

Науковий консультант – доктор сільськогосподарських наук, професор **Господаренко Григорій Миколайович**, Уманський національний університет садівництва, професор кафедри агрохімії і ґрунтознавства.

Офіційні опоненти: доктор сільськогосподарських наук, професор **Ковальов Віталій Борисович**, Житомирський національний агроекологічний університет, завідувач кафедри технології зберігання і переробки продукції рослинництва;

доктор сільськогосподарських наук, професор **Кирпа Микола Якович**, державна установа «Інститут зернових культур НААН України», завідувач лабораторії методів збереження та стандартизації зерна;

доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник **Леонов Олег Юрійович**, Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва, завідувач лабораторії селекції та фізіології пшениці м'якої.

Захист відбудеться «14» червня 2018 р. о 10⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 74.844.01 у конференц-залі адміністративного корпусу Уманського національного університету садівництва за адресою: вул. Інститутська, 1, м. Умань, Черкаська обл., 20305.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Уманського національного університету садівництва за адресою: вул. Інститутська, 1, м. Умань, Черкаська обл., 20305.

Автореферат розісланий «11» травня 2018 р.

Вчений секретар спеціалізованої вченої ради



О. П. Герасимчук

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Обґрунтування вибору теми дослідження. Одним із пріоритетних завдань харчової промисловості є виробництво продуктів підвищеної біологічної цінності. Серед провідних сільськогосподарських культур пшениця посідає чільне місце і є основою харчового раціону населення багатьох країн. Вирішити проблему виробництва рослинного білка, цінного для хлібопекарського й кондитерського виробництва, можна за використання зерна малопоширених видів, інтрогресивних, міжвидових сортів і ліній пшениць.

Світовою і вітчизняною практикою визнано, що якість зерна пшениці залежить від селекційно-генетичних особливостей сорту, удобрення, особливо азотного, а зернопродуктів, крім цього, від параметрів його перероблення.

Реалізація адаптивного потенціалу сорту визначає стійкість пшениці до абіотичних і біотичних чинників навколишнього природного середовища. Колективом Уманського НУС (Парій Ф. М., Новак Ж. М., Полянецька І. О.) гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. виведено сорти пшениці спельти Зоря України, Європа та високобілковий сорт пшениці м'якої Артемісія. Зерно пшениці ефіопської має високі антиоксиданту активність та вміст білка, а пшениця щільноколоса – високу продуктивність, екологічну стабільність і пластичність, проте для зерна цих видів не встановлено ефективних напрямів його використання.

У зерні пшениці м'якої міститься білок глютен, який у 5 % населення викликає алергію. Його менше в зерні пшениці спельти, тому вітчизняні й закордонні виробники успішно задовольняють зростаючий попит на нього. При цьому в науковій літературі відсутні дані щодо оптимальних режимів водотеплового оброблення такого зерна для виробництва борошна і круп'яних продуктів.

Проблема полягає в тому, що існуюче нині вітчизняне виробництво зерна пшениці не задовольняє зростаючий попит на високоякісні продукти з нього. На основі узагальнення наукового, методичного й економіко-маркетингового аналізів означеної проблеми нами сформульовано концепцію дисертаційної роботи, яка полягає в теоретичному обґрунтуванні формування якості зерна видів пшениць (м'яка, спельта, щільноколоса, ефіопська) залежно від абіотичних і біотичних чинників, удобрення, якості зернопродуктів залежно від параметрів первинного перероблення.

Наукове обґрунтування та практична реалізація поставлених завдань сприятиме максимальному використанню потенціалу зерна малопоширених видів пшениць.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, грантами. Тема дисертації пов'язана з науково-дослідною роботою, що виконувалась упродовж 2008–2017 рр. згідно з програмою наукових досліджень Уманського національного університету садівництва за напрямом «Оптимальне використання природного і ресурсного потенціалу агроєкосистем Правобережного Лісостепу України» за завданням «Визначити адаптивні реакції нових сортів і гібридів сільськогосподарських культур на природну та ефективну родючість ґрунтів і удобрення» (№ ДР 0101U004495), «Розробка

сучасних конкурентоспроможних технологій виробництва харчових продуктів рослинного походження» підпрограми «Технологічна оцінка зерна нових сортів зернових та круп'яних культур з метою визначення придатності їх до переробки» за завданням «Розроблення конкурентоспроможних технологій післязбиральної обробки, зберігання та переробки зерна і насіння з урахуванням природних умов вирощування та технологій виробництва» (№ ДР 0101U004498), «Розробка технологій зберігання і переробки продуктів рослинництва» тематики науково-дослідної роботи кафедри технології зберігання і переробки зерна «Розробка інноваційних і конкурентоспроможних технологій післязбиральної обробки, зберігання і переробки зерна та насіння залежно від умов вирощування і технологій виробництва» (№ ДР 0116U003208), «Розробка та впровадження у виробництво інноваційних продуктів із зерна пшениці спельти» (№ ДР 0117U000493), де автор був безпосереднім виконавцем досліджень.

Мета і завдання дослідження. Мета дослідження – встановити закономірності й теоретично обґрунтувати формування якості зерна видів пшениць (м'яка, спельта, щільноколоса, ефіопська) залежно від умов вирощування, оптимізувати процеси первинного перероблення для отримання високоякісних зернопродуктів.

Для досягнення мети поставлено такі **завдання**:

- визначити врожайність та якість зерна нових сортів і ліній досліджених видів пшениць залежно від абіотичних і біотичних чинників;
- оцінити урожайність і технологічні властивості зерна нових сортів пшениці м'якої й пшениці спельти залежно від умов мінерального живлення;
- провести екотоксикологічне оцінювання зерна пшениці м'якої після тривалого (50 років) застосування різних доз добрив і систем удобрення в польовій сівозміні;
- встановити особливості формування врожайності зерна пшениці м'якої, накопичення в ньому білка й клейковини залежно від попередника за тривалого (50 років) застосування добрив у польовій сівозміні;
- провести технологічний аналіз зерна нових сортів і ліній різних видів пшениць та продуктів його перероблення;
- розробити методики визначення якості зернопродуктів;
- удосконалити методики визначення вмісту ендосперму та клейковиноутворювальних білків у зерні пшениці;
- комплексно оцінити зерно малопоширених видів пшениць (м'яка, спельта, щільноколоса, ефіопська) і запропонувати рішення ефективного використання їх зерна;
- удосконалити технологічний процес луцення зерна пшениці м'якої різної твердості;
- встановити вплив водотеплового оброблення на вихід і якість борошна із зерна пшениці спельти;
- розробити оптимальні параметри зволоження й відволоження зерна для виробництва крупи з пшениці спельти №1 і круп з пшениці спельти подрібнених № 1, 2, 3;
- дослідити вплив режимів пропарювання на вихід і якість крупи плющеної з пшениці м'якої й пшениці спельти;
- удосконалити технології виробництва круп'яних продуктів із зерна пшениці спельти;

– розробити нормативні документи з виробництва крупи з пшениці спельти №1, круп з пшениці спельти подрібнених № 1, 2, 3 і крупи плющеної;

– встановити економічну ефективність виробництва круп'яних продуктів із зерна пшениці м'якої й пшениці спельти;

– провести промислову апробацію нових параметрів первинного перероблення зерна пшениці спельти.

Об'єкт дослідження – процеси формування врожаю та якості зерна різних видів пшениць (м'яка, спельта, щільноколоса, ефіопська) залежно від умов вирощування та вихід і якість зернопродуктів – від технології його перероблення.

Предмет дослідження – зерно різних видів пшениць, його хіміко-технологічні властивості залежно від погодних умов, сорту й удобрення, формування якості зернопродуктів залежно від елементів технології первинного перероблення.

Методи дослідження. Проблему вирішували поєднанням теоретичних та експериментальних досліджень. Для реалізації визначених завдань дослідження використано комплекс загальноприйнятих і спеціальних методів, спрямованих на отримання об'єктивних і вірогідних результатів: польові, хімічні, фізико-хімічні, аналітичні, органолептичні, інформаційні, статистичні, а також економічний, метод експертального оцінювання та математичного моделювання, що виконано із використанням сучасних принципів і технологій. Хімічні та фізико-хімічні аналізи зерна проводили стандартизованими і загальноприйнятими методами з використанням сертифікованих приладів та обладнання.

Наукова новизна отриманих результатів. Теоретична новизна роботи полягає у вирішенні науково-прикладної проблеми та виявленні загальних закономірностей формування якості зерна видів пшениць (м'яка, спельта, щільноколоса, ефіопська) залежно від абіотичних і біотичних чинників, селекційно-генетичних особливостей сорту, удобрення, а зернопродуктів – від параметрів первинного перероблення.

Вперше:

– на основі комплексного оцінювання хіміко-технологічних властивостей зерна розроблено моделі сортів пшениці м'якої та спельти для визначення його придатності для перероблення;

– встановлено, що за перероблення зерна пшениці спельти і ліній пшениці м'якої, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L./*Triticum spelta* L., забезпечується висока кулінарна якість готових продуктів, а зерна пшениці щільноколосої та ефіопської – високі хлібопекарські та круп'яні властивості;

– з'ясовано механізм впливу абіотичних і біотичних чинників на формування якості зерна нових сортів і ліній різних видів пшениць; встановлено позитивну залежність між вмістом білка і високорослістю сорту пшениці спельти та негативний вплив листових хвороб на його вміст у зерні пшениці м'якої;

– встановлено різний вплив тривалого (50 років) застосування добрив у польовій сівозміні на вміст радіоактивних нуклідів і важких металів у зерні пшениці м'якої; вищу якість зерна забезпечують мінеральна й органо-мінеральна системи удобрення, нижчу – органічна;

– оцінено технологічні та хлібопекарські властивості зерна нових сортів

пшениці м'якої залежно від мінерального живлення; встановлено, що зерно сорту Артемісія, отриманого гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L., за вмістом білка (22,3 % проти 13,9 %) має вищу біологічну цінність порівняно із зерном сорту Тронка при внесенні $N_{60} S_{70} + N_{60}$ на фоні $P_{60} K_{60}$;

– проаналізовано технологічні властивості зерна різних сортів пшениці спельти залежно від мінерального живлення; встановлено, що зерно пшениці спельти сорту Зоря України має вищу біологічну цінність за вмістом мінеральних елементів, вітамінів та есенційних амінокислот порівняно із зерном пшениці м'якої; застосування азотних добрив підвищує у зерні вміст білка – від 18,7–19,9 до 23,2–25,1 %; застосування комплексу $P_{60} K_{60} + N_{60} S_{70} + N_{60}$ істотно поліпшує технологічні властивості зерна сортів пшениці спельти ;

– уточнено основні технологічні параметри виробництва крупи і борошна із зерна пшениці м'якої та спельти; встановлено, що в технології виробництва крупи цілої зволоження зерна пшениці до вологості 15,0–15,5 % з відволоженням упродовж 30–60 хв забезпечує підвищення виходу крупи на 40 %; ефективніше пропарювати крупу з пшениці № 1 упродовж 10–15 хв і відволожувати 5–10 хв; зволоження зерна до вологості 15,0–15,5 % з відволоженням упродовж 15–20 год забезпечує вихід борошна односортового помелу із зерна пшениці спельти до 86 %.

Дістало подальший розвиток:

– наукове обґрунтування і практичне підтвердження можливості перероблення зерна малопоширених видів пшениці для виробництва продуктів високої біологічної цінності зі збалансованим хімічним складом;

– експериментальне обґрунтування впливу параметрів вальцьового верстата та способів водотеплового оброблення на вихід і якість зернопродуктів.

Практичне значення отриманих результатів полягає в розробленні рекомендацій щодо визначення придатності зерна нових сортів і ліній різних видів пшениць (м'яка, спельта, щільноколоса, ефіопська) для перероблення, а також визначення оптимальних параметрів водотеплового оброблення зерна пшениці м'якої і спельти, які забезпечують отримання крупи високої якості. Розроблено технологічні інструкції з виробництва крупи із зерна пшениці спельти: № 1, подрібнених № 1, 2, 3 і плющених, що використовують у технологічному процесі підприємств малої продуктивності.

Удосконалено методики визначення: вмісту ендосперму – «Спосіб визначення вмісту ендосперму в зерні тритикале та пшениці» (пат. № 112304), клейковиноутворювальних білків – «Спосіб визначення вмісту клейковиноутворювальних білків у зерні тритикале і пшениці» (пат. № 113900), кондитерських властивостей зерна – «Спосіб визначення кондитерських властивостей зерна тритикале і пшениці» (пат. № 118968), лабораторного випікання хліба й кондитерських виробів – «Спосіб лабораторного випікання хліба із пшеничного борошна зі спельти» (пат. № 109225), «Спосіб лабораторного виготовлення та оцінки кексу з борошна тритикале і пшениці» (пат. № 118060), «Спосіб лабораторного виготовлення та кулінарної оцінки печива цукрового з борошна тритикале і пшениці» (пат. № 118361), «Спосіб лабораторного виготовлення бісквіта з борошна тритикале і пшениці та його оцінка» (пат. № 118362), кулінарного оцінювання продуктів – «Спосіб оцінки якості хліба зі

спельти» (пат. № 110269), «Спосіб кулінарної оцінки екструдату із зерна тритикале та пшениці або круп'яних продуктів» (пат. № 112841), «Спосіб кулінарної оцінки крупи манної із зерна тритикале та пшениці» (пат. № 112842), «Спосіб кулінарної оцінки круп'яних продуктів із зерна тритикале і пшениці» (пат. № 104152), «Спосіб оцінювання хліба з обойного борошна тритикале і пшениці» (пат. № 115922).

Розроблено «Спосіб відокремлення плівок від зерна пшениці спельти» (пат. № 115355), «Спосіб отримання крупи цілої зі спельти» (пат. № 115198), «Спосіб виробництва крупи з пшениці спельти № 1 і подрібнених із пшениці спельти № 1, 2, 3» (пат. № 118059), «Спосіб виробництва крупи плющеної із зерна пшениці спельти» (пат. № 115765), «Спосіб отримання круп'яних продуктів швидкого приготування із зерна пшениці та тритикале» (пат. № 118058), «Спосіб лабораторного розмелювання зерна пшениці та тритикале» (пат. № 116324).

Розроблену технологію очищення зерна пшениці спельти описано в навчальному посібнику «Технологія зберігання зерна з основами захисту від шкідників» (Осокіна Н. М., Мостов'як І. І., Герасимчук О. П., Любич В. В. та ін., Київ, 2016).

Основні результати досліджень впроваджені в технологічному процесі зернопереробних підприємств: навчально-виробничого відділу Уманського національного університету садівництва (акт від 26.10.2016 р.), ТОВ «Надія» Тальнівського району Черкаської області (акт від 24.11.2016 р.), ФГ «Світоч-2006» Монастирищенського району Черкаської області (акт від 12.04.2017 р.), ТОВ «Агресс-М» Уманського району Черкаської області (акт від 18.05.2017 р.), ПрАТ «Лебединський насінневий завод» Шполянського району Черкаської області (акт від 13.07.2017 р.), філії ПрАТ «Зернопродукт МХП» «Елеваторний комплекс» Тульчинського району Вінницької області (акт від 14.09.2017 р.), «Краснопілочка» ФОП Федько Д. О. Уманського району Черкаської області (акт від 24.10.2017 р.), СТОВ ім. Б. Хмельницького Тростянецького району Вінницької області (акт від 21.11.2017 р.), а також використовуються в навчальному процесі Уманського національного університету садівництва (акт від 15.12.2017 р.).

Особистий внесок здобувача. Автор опрацював і узагальнив вітчизняні й закордонні джерела літератури, на основі чого визначив проблему, обґрунтував важливість її вирішення для поліпшення забезпечення населення високоякісним зерном і сформулював концепцію комплексних досліджень, провів польові досліді і лабораторні дослідження, проаналізував експериментальний матеріал, сформулював основні положення, висновки та рекомендації виробництву, забезпечив впровадження результатів досліджень у виробництво, особисто та у співавторстві опублікував статті за темою дисертації. Разом із І. О. Полянецькою вивчив технологічні властивості окремих ліній пшениці спельти, з В. В. Возіян і В. В. Новіковим – проаналізував та обґрунтував особливості перероблення зерна пшениці спельти, що підтверджено представленими документами і науковими публікаціями.

Апробація матеріалів дисертації. Основні результати виконаних досліджень доповідались і обговорювались на наукових конференціях науково-педагогічних працівників Уманського НУС (Умань, 2012–2017), Міжнародній науковій конференції, присвяченій 125-річчю з дня народження М. І. Вавилова (Велика Бакта, 2012), Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених «Інноваційно-інвестиційний розвиток рослинницької галузі – стан і перспективи» (Харків, 2012),

Міжнародній науково-практичній конференції «Стан і перспективи формування сортових рослинних ресурсів в Україні» (Київ, 2012), Міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційні агротехнології за умов зміни клімату» (Мелітополь-Кирилівка, 2013), Міжнародній науково-практичній конференції «Фітосанітарна безпека та контроль сільськогосподарської продукції» (Бояни, 2013), Всеукраїнській науково-практичній конференції «Інноваційний потенціал української науки – XXI століття» (Запоріжжя, 2013, 2014), Міжнародній науково-практичній конференції «Селекція і насінництво в умовах сучасного зерновиробництва» (Миронівка, 2013), Міжнародній науково-практичній конференції «Научное обеспечение картофелеводства, овощеводства и бахчеводства: перспективы и достижения» (Алматы, 2013), Міжнародній науково-практичній конференції «Перспективи розвитку рослинницької галузі в сучасних економічних умовах» (Скадовськ, 2013), Всеукраїнській науково-практичній конференції «Рациональне використання земельних ресурсів, збереження і підвищення родючості ґрунтів» (Рівне, 2014), Всеукраїнській науковій конференції молодих вчених «Інновації в сучасній селекції та генетиці сільськогосподарських культур» (Одеса, 2014), Міжнародній науково-практичній конференції «Нові ідеї в харчовій науці – нові продукти харчовій промисловості» (Київ, 2014), Міжнародній науково-практичній конференції «Зберігання та переробка продукції рослинництва: освіта, наука, інновації» (Київ, 2015), II International conference «Agrobiodiversity for improving nutrition, health and life quality» (Nitra, 2015), Міжнародній науково-практичній конференції «Харчові технології, хлібопродукти і комбікорми» (Одеса, 2015), Міжнародній науково-практичній конференції «Природне агропромислове виробництво в Україні: проблеми становлення, перспективи розвитку» (Дніпропетровськ (нині Дніпро), 2015), Міжнародній науково-практичній конференції «Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур» (Вінниця, 2016), International conference for young researchers «Multidirectional research in agriculture, forestry and technology» (Krakow, 2016), Міжнародній науково-практичній конференції «Наукове забезпечення інноваційного розвитку агропромислового комплексу в умовах змін клімату» (Дніпро, 2017), Міжнародній науково-практичній конференції «Наукові пошуки молоді у третьому тисячолітті» (Біла Церква, 2017), Міжнародній науковій конференції «Геноміка та біохімія сільськогосподарських рослин» (Одеса, 2017), Міжнародній науковій конференції «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI ст.» (Київ, 2017).

Публікації. Основні положення дисертації викладено у 129 наукових працях, із них: три монографії; 45 статей (19 – у наукових фахових виданнях України, з яких сім публікацій входять до міжнародних наукометричних баз, дві – у періодичних виданнях інших держав, 24 – в інших виданнях); 18 патентів України на корисну модель; 63 тези доповідей.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційну роботу викладено на 680 сторінках, з яких 308 – основного тексту, що складається з анотації, вступу, семи розділів, висновків, рекомендацій виробництву, включає 242 таблиці та 74 рисунки. У додатках 145 таблиць і три рисунки, технологічні інструкції, патенти, акти впровадження та список опублікованих праць за темою дисертації. Список використаних джерел містить 736 найменувань, з яких – 183 латиницею.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРАКТИЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ЗЕРНА ВИДІВ ПШЕНИЦЬ І ПРОДУКТІВ ЙОГО ПЕРЕРОБЛЕННЯ (огляд літератури)

Проаналізовано хіміко-технологічні властивості зерна пшениці м'якої залежно від погодних умов, удобрення та біологічних особливостей сорту. Встановлено, що його технологічні властивості змінюються в широкому діапазоні залежно від умов вирощування, що істотно впливає на якість зернопродуктів. Проведено огляд технологій перероблення зерна злакових культур.

У літературі недостатньо висвітлені процеси формування технологічних властивостей зерна сортів пшениці м'якої та спельти, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L., залежно від удобрення. Відсутні раціональні напрями перероблення зерна малопоширених видів пшениць (спельта, щільноколоса, ефіопська). Крім цього, вітчизняні технології виробництва круп'яних продуктів характеризуються низьким виходом готового продукту, високими енерговитратами, недостатнім асортиментом готової продукції, недостатньо вивчено вплив водотеплового оброблення на вихід та якість круп із зерна пшениці м'якої різних типів і борошна зі спельти, що зумовлює необхідність додаткових досліджень.

УМОВИ, ПРОГРАМА, СХЕМА, МАТЕРІАЛ І МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

У дисертацію включено матеріали досліджень, які виконувалися впродовж 2008–2017 рр. у науково-дослідній лабораторії «Оцінювання якості зерна та зернопродуктів» кафедри технології зберігання і переробки зерна, лабораторії масових аналізів (свідоцтво про реєстрацію № А 06–203) Уманського національного університету садівництва.

У блок-схемі наведено загальну структуру виконаних досліджень із формування якості зерна видів пшениць і продуктів його перероблення за комплексом хіміко-технологічних показників залежно від абіотичних і біотичних чинників, особливостей сорту, удобрення, технологічних параметрів перероблення, залежностей між властивостями зерна та якістю готових продуктів (рис. 1).

Дослідження 1. Урожайність та якість зерна нових сортів і ліній різних видів пшениць залежно від абіотичних і біотичних чинників

Дослід 1.1. Урожайність і хіміко-технологічне оцінювання зерна різних видів пшениць (м'яка, щільноколоса, ефіопська), 2011–2015 рр.

Досліджували зерно районованих сортів і ліній пшениць, вирощених в умовах Правобережного Лісостепу України (рис. 2). Контроль (st) – районований сорт пшениці м'якої озимої Подолянка.

Визначали урожайність та якість зерна сортів і ліній пшениці спельти, походження яких ілюструється на рис. 3. Контроль (st) – районований сорт пшениці спельти Зоря України. Сорти закордонного походження Schwabekorn (Австрія), NSS 6/01 (Сербія), Шведська 1 (Швеція) не є оригінальними, проте адаптовані до вирощування в умовах Правобережного Лісостепу України.

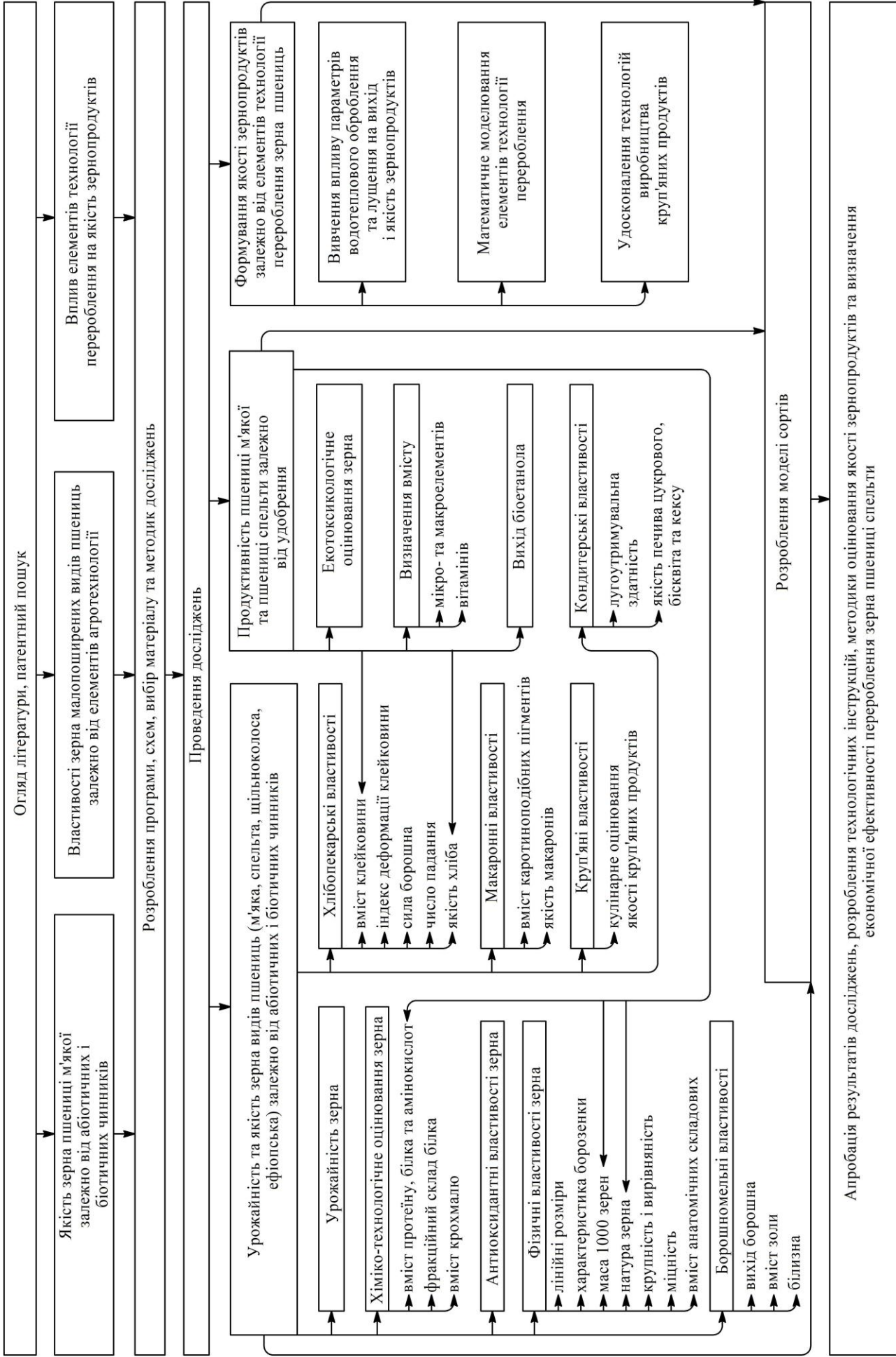


Рис. 1 Блок-схема проведення досліджень

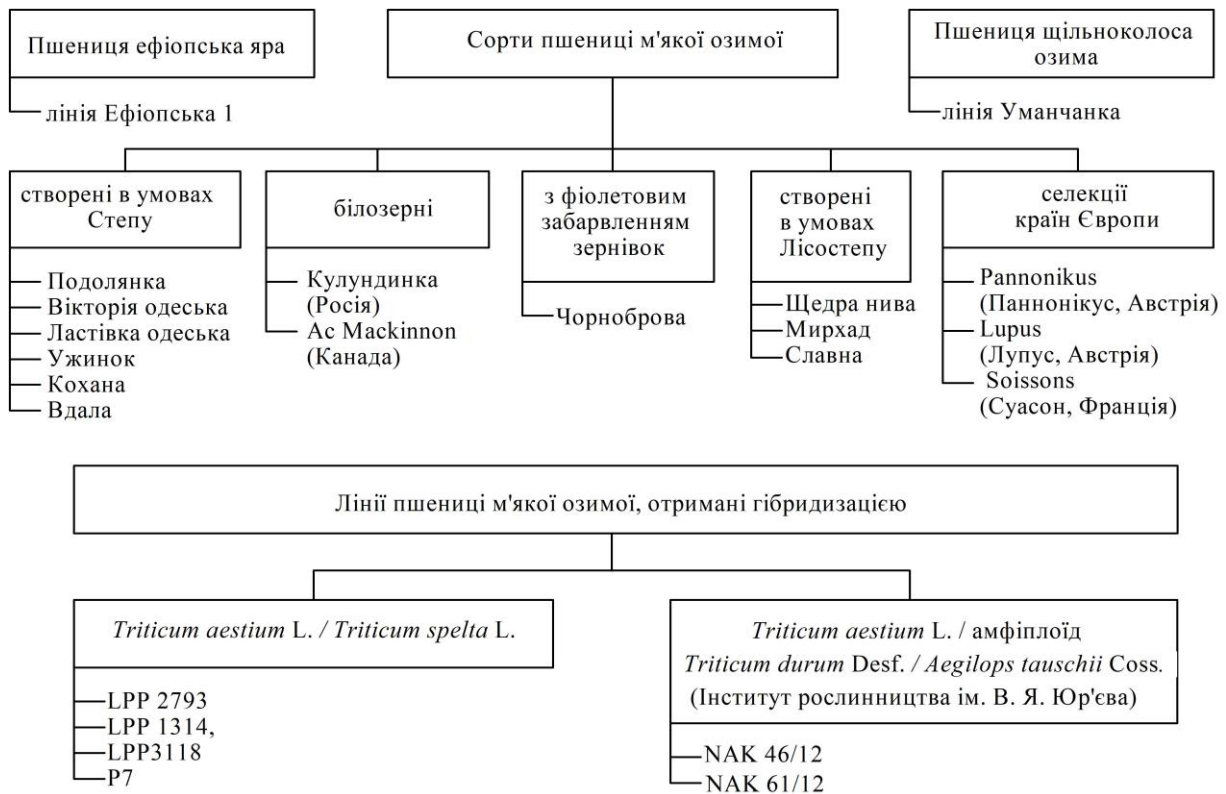


Рис. 2 Сорти і лінії видів пшениць (м'яка, щільноколоса, ефіопська)
Дослід 1.2. Урожайність та якість зерна пшениці спельти, 2013–2016 рр.

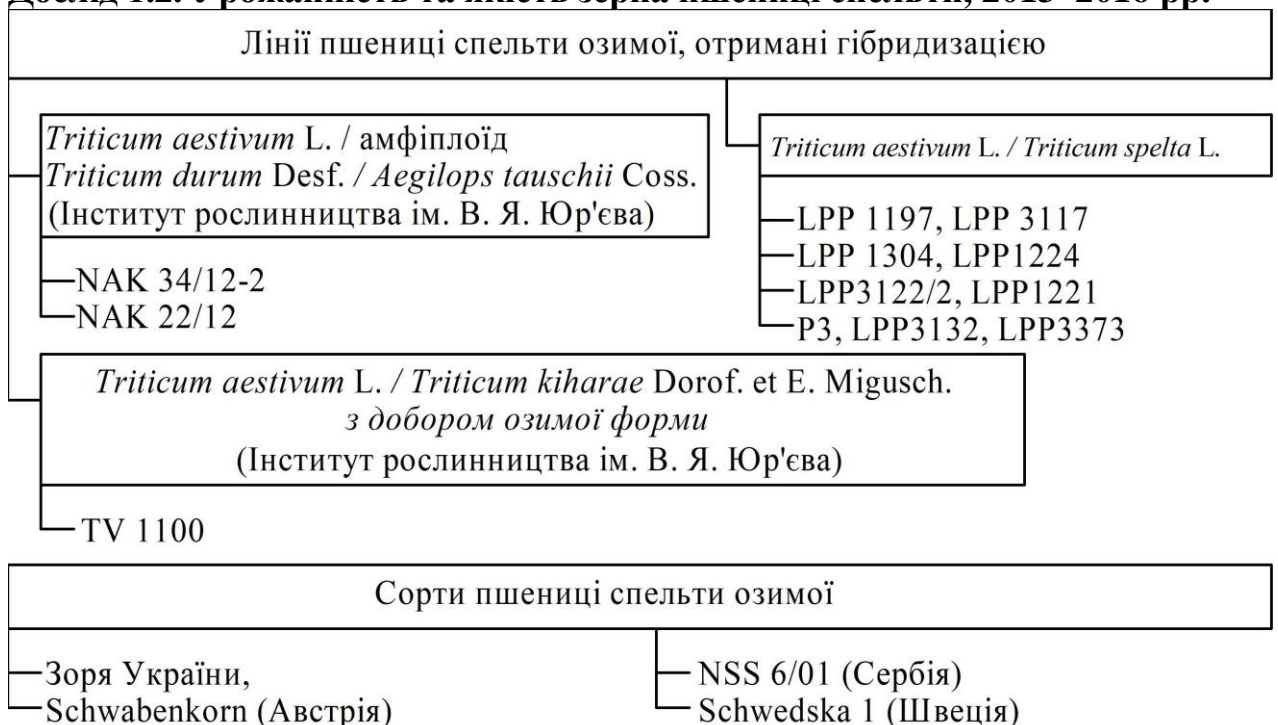


Рис. 3 Сорти і лінії пшениці спельти

У дослідженнях агротехнологія вирощування озимих форм видів пшениць (м'яка, спельта, щільноколоса) була загальноприйнятою для регіону і включала лущення стерні після збирання попередника (викоовес на зелений корм) в 1–2 сліди, проміжні культивуації (за потреби), передпосівну культивуацію і сівбу. Спосіб розміщення ділянок систематичний. Площа дослідної ділянки 10 м², повторність чотириразова.

Дослід 1.3. Урожайність та якість зерна спельтоподібних і неспельтоподібних ліній різних видів пшениць (м'яка, спельта), 2008–2010 рр.

Вивчали спельтоподібні й неспельтоподібні номери, відібрані методом індивідуально-родинного багаторазового добору з гібридної популяції, отриманої гібридизацією *Triticum aestivum* L. із зразком *Triticum spelta* L., їх висівали у селекційному розсаднику. Спельтоподібними вважали номери з довгим колосом щільністю до 17 шт. колосків на 10 см колосового стрижня і плівкове зерно, неспельтоподібними – колос щільністю понад 17 шт. колосків на 10 см колосового стрижня.

Площа ділянки становила 5 м², повторність чотириразова, попередник – викоовес на зелений корм. Стандартні сорти висівали через кожні шість номерів. Густота рослин – 400 тис. шт/га.

Дослідження 2. Урожайність і якість зерна пшениці м'якої та пшениці спельти залежно від удобрення

Дослід 2.1. Продуктивність пшениці м'якої за тривалого (з 1965 р.) застосування добрив у польовій сівозміні

Експериментальна робота виконана в тривалому стаціонарному досліді у польовій сівозміні з набором традиційних для регіону культур (атестат НААН № 88). Його основа – 10-пільна сівозміна, що реалізується на 10 фонах: без застосування добрив та з органічною, мінеральною й органо-мінеральною системами удобрення трьох рівнів. Розміщення полів і варіантів систематичне.

Пшеницю м'яку озиму вирощували після конюшини, гороху та кукурудзи на силос. Азотні добрива вносили навесні, фосфорні та калійні – під основний обробіток ґрунту (табл. 1).

Таблиця 1

Схема застосування добрив під пшеницю озиму в тривалому (з 1965 р.) польовому досліді

Варіант досліду (насиченість 1 га площі сівозміни)	Удобрення пшениці озимої, кг/га д. р.			
	N		P ₂ O ₅	K ₂ O
	1	2		
Без добрив (контроль)	–	–	–	–
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	45	–	45	45
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	45	45	90	90
N ₁₃₅ P ₁₃₅ K ₁₃₅	90	45	135	135
Гній 9 т	–	–	–	–
Гній 13,5 т	–	–	–	–
Гній 18 т	–	–	–	–
Гній 4,5 т + N ₂₃ P ₃₄ K ₁₈	23	–	34	18
Гній 9 т + N ₄₆ P ₆₈ K ₃₆	46	–	68	36
Гній 13,5 т + N ₆₉ P ₁₀₂ K ₅₄	69	–	102	54

Примітка. Підживлення: 1 – напровесні, 2 – у фазу початку виходу в трубку.

Площа дослідної ділянки становила 170 м², облікової – 100 м², повторність триразова. У досліді застосовували такі добрива, як напівперепрілий підстилковий солом'яний гній великої рогатої худоби, аміачна селітра,

суперфосфат гранульований, калій хлористий.

Дослід 2.2. Урожайність і технологічні властивості зерна пшениці м'якої та пшениці спельти залежно від удобрення, 2013–2015 рр.

Вивчали сорти пшениці м'якої озимої: Тронка, отриманий міжсортною гібридизацією, Артемісія – гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L., сорти пшениці спельти озимої: Зоря України, отриманий методом індивідуально-родинного добору з місцевого сорту Буковинський 1, Європа – гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. Пшеницю м'яку і спельту вирощували за такими системами удобрення: 1) без добрив (контроль); 2) P₆₀ + N₁₂₀; 3) K₆₀ + N₁₂₀; 4) P₆₀K₆₀ – фон; 5) фон + N₁₂₀; 6) фон + N₆₀ + N₆₀; 7) фон + N₆₀ S₇₀ + N₆₀.

Для удобрення використовували аміачну селітру, сульфат амонію, суперфосфат гранульований, калій хлористий. Площа дослідної ділянки становила 72 м², облікової – 40 м², повторність досліду триразова, розміщення ділянок послідовне. Попередник – викоовес на зелений корм. Закладання польових дослідів, спостереження і дослідження проводили згідно загальноприйнятих методик.

Дослідження 3. Формування якості зернопродуктів залежно від складових технологій перероблення зерна видів пшениць (м'яка, спельта), 2015–2017 рр.

Дослід 3.1. Вихід і якість крупи залежно від водотеплового оброблення зерна видів пшениць

Досліджували зерно сортів пшениці м'якої Емеріно (твердозерний тип), Ужинок (м'якозерний тип), пшениці спельти Зоря України, вирощених за однакових умов.

Технологічна схема виробництва крупи із пшениці спельти №1 у лабораторних умовах передбачала додаткове очищення зернової суміші пропусканням через ситовий сепаратор та аспіраційну колонку. Маса досліджуваних зразків становили 100 г. Зволожували зерно крапельним зрошуванням від 13,0 до 16,0 % вологості з інтервалом 0,5 %. Відволожували зерно в герметичних посудинах. Тривалість відволожування – 30, 60, 90 і 120 хв. Круп'яні продукти отримували лушенням зерна впродовж 20–180 с з інтервалом 20 с.

Зволожене зерно лушили у лабораторному луцильнику УШЗ-1, призначеному для оброблення поверхні зерна методом інтенсивного стирання оболонки, у процесі якого видалялись плодове й насінневі оболонки, алейроновий шар і частково зародки. Основними робочими органами машини є диск з абразивною поверхнею, що обертається зі швидкістю 3000 об/хв та сітчастий барабан із діаметром отворів 2,0 мм. Маса досліджуваного зразка – 100 г. Круп'яні продукти отримували лушенням зерна пшениці спельти з наступним сепаруванням продуктів на лабораторному ситовому сепараторі.

Крупу з пшениць подрібнену отримували з крупи цілої на універсальній крупорушці УКР-2. Технологічні результати оцінювали за виходом цілого зерна (схід сита Ø 2,0 мм), вмістом мучки кормової (прохід сита № 063) відповідно до вимог ДСТУ 7699:2015 «Крупи пшеничні. Технічні умови».

Дослід 3.2. Вплив зволоження й відволожування зерна пшениці спельти на вихід і якість борошна

Зерно пшениці спельти розмелювали на лабораторному вальцьовому верстаті МВР-000342.90. Вивчали вихід і якість борошна залежно від водотеплового

оброблення. Досліджували зерно вологістю від 13,0 до 17,0 % з інтервалом 0,5 %, яке відволожували від 5 до 30 год з інтервалом 5 год. Якість борошна визначали відповідно до вимог ДСТУ 46.004–99 «Борошно пшеничне. Технічні умови».

Дослід 3.3. Вплив пропарювання на вихід крупи плющеної із зерна пшениць

Крупу плющену отримували з крупи пшениці м'якої № 1 з індексом лущення 8–10 % для сорту Емеріно, 13–15 – для сорту Ужинок, 0–12 % – для пшениці спельти сорту Зоря України, а також із лущеного зерна з різним індексом лущення. Лущене зерно (початкова вологість 14,1 %) пропарювали упродовж 5, 10, 15 хв за сталого тиску насиченої пари $0,15 \pm 0,01$ МПа в лабораторному пропарювачі періодичної дії (ППД-1), спроектованому й розробленому на кафедрі технології зберігання і переробки зерна Уманського НУС. Крупу отримували на вальцьовій плющилиці марки ВПК-200.

Методи досліджень. Антиоксиданти із зерна екстрагували 80 %-м розчином етанолу впродовж 18–20 год з наступним центрифугуванням упродовж 15 хв за 3000 об/хв. Вміст каротиноподібних пігментів і лугоутримувальну здатність визначали за методикою, описаною І. І. Василенко і В. І. Комаровим (1987).

Індекс розміру часточок визначали за кількістю подрібненого зерна, отриманого проходом сита № 008 і виражали у відсотках до маси аналізованої проби.

Вміст ендосперму знаходили за вдосконаленою методикою, описаною в патенті на корисну модель «Спосіб визначення вмісту ендосперму в зерні тритикале та пшениці» (пат. №112304), вміст зародків та оболонки – розраховували. Вміст фракцій білка встановлювали за вдосконаленою методикою, описаною в патенті на корисну модель «Спосіб визначення вмісту клейковиноутворювальних білків у зерні тритикале та пшениці» (пат. №06340).

Силу борошна знаходили за стійкістю кульки тіста у воді, газоутримувальну здатність – за зміною об'єму тіста в мірному циліндрі за температури 30 °С, відносної вологості повітря 75 %-ї у термостаті до моменту втрати газу (Василенко І. І., 1987).

У зерні й продуктах пшениць визначали: вологість – за ДСТУ 29144:2009; вміст плівок – за ГОСТ 10843–76; геометричну характеристику й анатомічні складові – лабораторним і розрахунковим методами за методикою, описаною Г. О. Єгоровим (1985); міцність зернівок – зусиллям, необхідним для руйнування зернівки стисненням і сколюванням; питому активність радіоактивних нуклідів – спектрометричним методом; вміст мікроелементів – методом атомно-абсорбційної спектрометрії за ГОСТ 30178–96; вітамінів – методом рідинної хроматографії на аналізаторі Хромос ЖХ-301; протеїну – за кількістю загального азоту (коефіцієнт перерахунку 6,25) (МВВ 31–497058–019–2005); білка – за ДСТУ 4117:2007; вміст амінокислот у сумі фракцій білка – методом іонообмінної рідинної хроматографії на аналізаторі Т-339; крохмалю – за ГОСТ 10845–98; золи – за ДСТУ 4252:2003; білизну борошна – за ГОСТ 26361–2013; масу 1000 зерен – за ДСТУ ISO 520:2015; натуру зерна – за ГОСТ 10840–64; склоподібність зерна – за ГОСТ 10987–76; число падання – за ГОСТ 30498–97; вміст і якість клейковини – за ДСТУ ISO 21415–1:2009; вихід спирту – методом бродильної проби за ГСТУ 46.045–2003.

Виготовляли та кулінарно оцінювали хліб за вдосконаленою методикою,

описаною в патенті на корисну модель «Спосіб оцінки якості хліба зі спельти» (пат. №12030), «Спосіб лабораторного випікання хліба із пшеничного борошна зі спельти» (пат. №109225), з обойного борошна – «Спосіб оцінювання хліба з обойного борошна тритикале і пшениці» (пат. №115922), макаронів – за «Методичні рекомендації з оцінки якості зерна» (Харків, 2011), печива цукрового – за методиками «Спосіб лабораторного виготовлення та кулінарної оцінки печива цукрового з борошна тритикале і пшениці» (пат. №118361), бісквіта – «Спосіб лабораторного виготовлення бісквіта з борошна тритикале і пшениці» (пат. №118362), кексу – «Спосіб лабораторного виготовлення та оцінки кексу з борошна тритикале і пшениці» (пат. №118060), крупи манної – «Спосіб кулінарної оцінки крупи манної із зерна тритикале та пшениці» (пат. №112842), екструдату – «Спосіб кулінарної оцінки екструдату з круп'яних продуктів тритикале та пшениці» (пат. №112841).

Середню оцінку в балах визначали як середньоарифметичне значення за всіма показниками, у відсотках – за методом відносних величин J. Azzi (1959), де за 100 % брали найбільше значення кожного показника.

Економічну ефективність виробництва круп і борошна розраховували за реалізаційними цінами IV кварталу 2017 р. (Мостенська Т. Л. та ін., 2006).

Результати досліджень узагальнювали методами математичної статистики із застосуванням програм «Statistica 10» і «Microsoft Office 2010». Щільність зв'язку між показниками оцінювали коефіцієнтом кореляції за шкалою R. E. Chaddock: 0,1–0,3 – незначний зв'язок; 0,3–0,5 – помірний; 0,5–0,7 – істотний; 0,7–0,9 – високий; 0,9–0,99 – дуже високий; 1,00 – функціональний.

УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНА НОВИХ СОРТІВ І ЛІНІЙ РІЗНИХ ВИДІВ ПШЕНИЦЬ ЗАЛЕЖНО ВІД АБІОТИЧНИХ І БІОТИЧНИХ ЧИННИКІВ

Урожайність та якість зерна різних видів пшениць (м'яка, щільноколоса, ефіопська). Урожайність білозерних сортів пшениці становила від 7,27 (сорт Кулундинка) до 10,28 т/га (сорт Ас Mackinnon). Високу врожайність зерна формували також рослини лінії пшениці щільноколосої – 10,18 т/га, сорту пшениці м'якої Чорноброва – 9,64 т/га, створені гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. (9,46–10,69 т/га), що на 20–35 % більше порівняно з сортом Подолянка (st).

За п'ять років досліджень вміст білка в зерні пшениці м'якої змінювався в широкому діапазоні – від 11,2 до 18,6 % (табл. 2). За цим показником переважало зерно ліній, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L., оскільки вміст білка в ньому був на 23–58 % вищий порівняно із сортом Подолянка (st) (13,3 %). У зерні лінії Уманчанка цей показник становив 14,6 %, лінії Ефіопська 1 – 20,3 %.

Вміст білка в зерні сортів і ліній різних видів пшениці змінювався залежно від абіотичних і біотичних чинників. Найсприятливіші погодні умови у фази колосіння–воскова стиглість зерна пшениці склались у 2012 р. – температура повітря відповідала оптимальній (22–25 °С) і випало лише 12 мм опадів. Залежно від сорту і лінії пшениці вміст білка в зерні змінювався від 12,6 до 22,1 %, тоді як

за менш сприятливих погодних умов 2011 р. – від 11,3 до 21,4 %. Температура повітря в 2013–2015 рр. була нижчою від оптимальної, крім цього, у фази колосіння–воскова стиглість зерна випало 66–144 мм опадів.

Таблиця 2

Вміст білка в зерні сортів і ліній різних видів пшениць, %

Сорт, лінія	Рік дослідження					Середнє за п'ять років	Індекс стабільності
	2011	2012	2013	2014	2015		
Подольянка (st)	15,3	16,4	11,8	10,0	12,8	13,3	1,64
Славна	11,6	13,0	12,1	9,1	10,0	11,2	1,43
Кохана	14,7	15,8	13,3	12,6	15,1	14,3	1,25
Емеріно	16,8	16,2	11,7	11,2	13,3	13,8	1,50
Паннонікус	17,6	18,1	13,5	12,2	18,0	15,9	1,48
Ас Maskinno	12,2	12,8	11,4	10,3	10,7	11,5	1,24
Чорноброва	14,2	15,3	13,1	11,8	13,0	13,5	1,30
Уманчанка	15,6	15,9	14,3	13,5	13,8	14,6	1,18
Кулундинка	18,7	20,0	18,2	16,1	19,9	18,6	1,24
Ефіопська 1	19,6	19,8	18,5	20,9	22,9	20,3	1,24
Р 7	18,7	19,1	14,9	13,7	18,0	16,9	1,39
LPP 3118	21,4	22,1	20,8	20,5	20,3	21,0	1,09
NAK 46/12	16,7	17,1	17,9	14,5	15,9	16,4	1,23
<i>НІР₀₅</i>	0,7	0,7	0,4	0,5	0,6	0,7	–

Вміст білка в зерні залежав також від ураження рослин пшениці збудниками листових хвороб. Високий розвиток септоріозу листків (46,7–76,4 %) у 2014 р. зумовив найнижчий вміст білка в зерні – 8,0–12,2 %. Встановлено обернений дуже високий кореляційний зв'язок між індексом розвитку хвороб і вмістом білка в зерні пшениці сортів Славна, Паннонікус, Ас Maskinno, ліній Ефіопська 1, Р 7, NAK 46/12 ($r = -0,91 \pm 0,01 \dots -0,99 \pm 0,01$), у зерні решти сортів і ліній – обернений високий ($r = -0,78 \pm 0,01 \dots -0,89 \pm 0,01$). Дуже високий вміст білка (18,2–23,5 %) у зерні пшениці ефіопської, очевидно, пов'язаний з наявністю генів синтезу великої кількості азотовмісних сполук, дефіцитом вологи та високою температурою в період формування зернівки. Вміст клейковини у зерні сортів пшениці м'якої істотно змінювався – від 22,6 до 40,6 %, у зерні ліній, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L., – від 34,6 до 44,9 % залежно від року досліджень.

Зерно пшениці є природним джерелом антиоксидантів. Найвищу антиоксидантну активність серед досліджених зразків пшениці м'якої мало зерно сортів Подольянка, Кохана, Емеріно, Кулундинка – 26,7–31,5 % (рис. 4). У зерні пшениці щільноколосої цей показник досягав 36,5 %, тобто був істотно більшим (на 9,2 %) порівняно зі стандартом. З усіх досліджених сортів і ліній видів пшениці найвищу антиоксидантну активність мало зерно з фіолетовим забарвленням (сорт Чорноброва, лінія Ефіопська 1) – 70,2–71,3 % або на 42,9–44,0 % більше порівняно зі стандартом.

Продуктивність різних видів пшениць (м'яка, спельта). Урожайність сортів пшениці спельти становила 3,48–3,71 т/га або на 57–68 % менше, ніж

сорту Зоря України (st) (5,47 т/га). Урожайність ліній, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L., була на 0,51–3,31 т/га вищою порівняно зі стандартом. Істотно вищу врожайність формували лінії Р 3 і LPP 1221, найнижчу – лінія LPP 3122/2. Лінії, отримані гібридизацією *Triticum aestivum* L. / амфіплоїд (*Triticum durum* Desf. / *Aegilops tauschii* Coss.), формували врожай зерна на рівні 4,58–4,99 т/га або на 10–19 % менший від стандарту. Найменш урожайними були рослини лінії TV 1100, отримані гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum kiharae* – 2,89 т/га або на 2,58 т/га менше від стандарту.

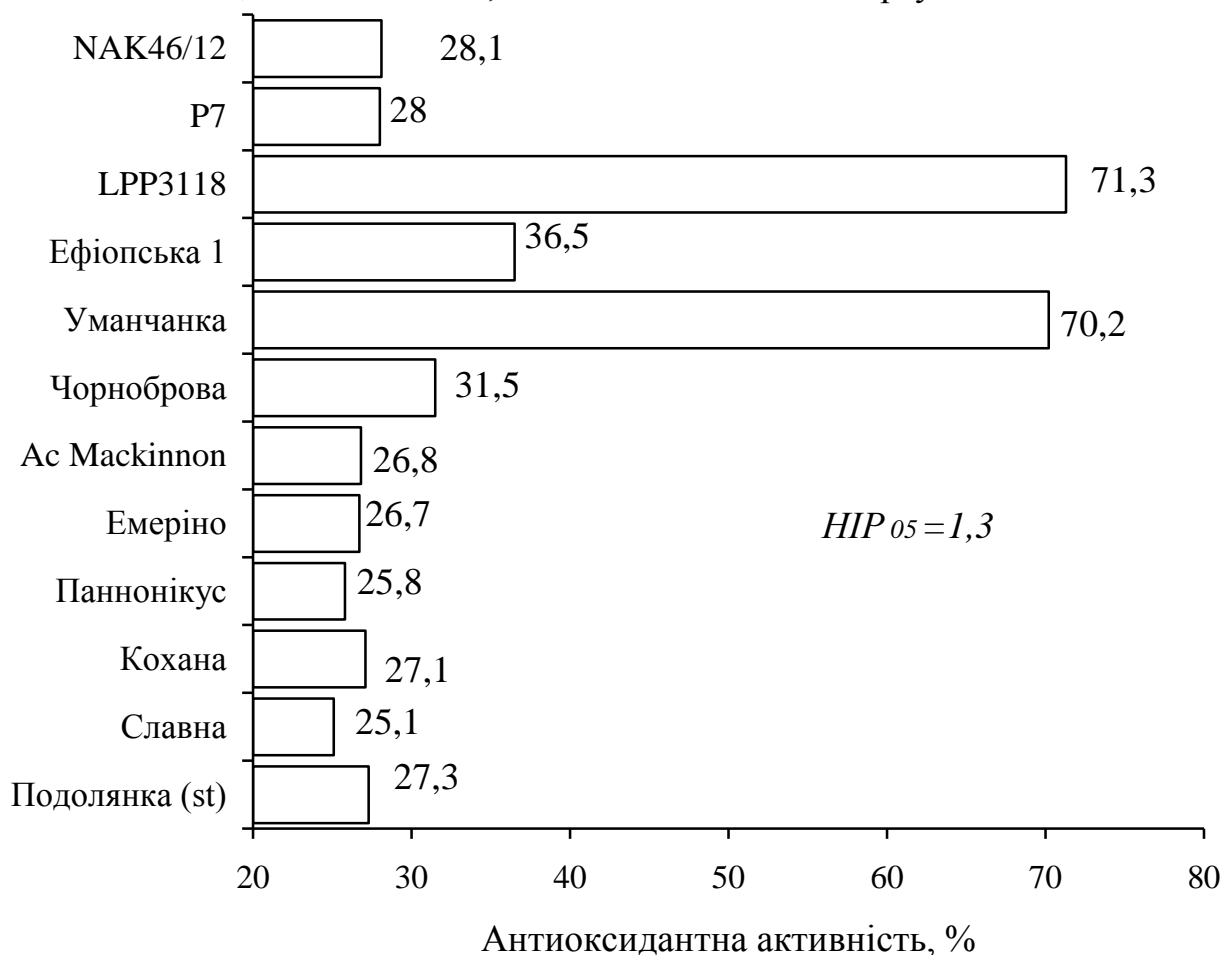


Рис. 4 Антиоксидантна активність зерна сортів і ліній різних видів пшениць (2013–2015 рр.), %

Маса 1000 зерен сортів пшениці спельти змінювалась від 39,1 до 51,0 г, ліній – від 43,6 до 53,1 г, а натура зерна – відповідно від 704 до 767 г/л і від 707 до 770 г/л у різні роки досліджень. Ці показники залежали від висоти рослин, їх стійкості до вилягання й ураження збудниками хвороб.

Найвищий вміст білка був у зерні пшениці спельти сорту Зоря України (21,1 %), у зерні ліній, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L., він на 8–47 % нижчий порівняно зі стандартом (табл. 3). Найвищий вміст білка в зерні ліній Р 3 і LPP 1221 – 16,3–19,5 %, найнижчий – у зерні ліній LPP 1224 і LPP 1197 – 13,3–14,7 %. Індекс стабільності вмісту білка також змінювався в широкому діапазоні – від 1,09 до 1,46.

Вміст білка в зерні сортів і ліній пшениці спельти залежав від абіотичних

чинників, які змінювались упродовж років дослідження. Між висотою рослин і вмістом білка в зерні сорту Schwabekorn, ліній LPP 1197, P 3, LPP 1221 встановлено прямий дуже високий кореляційний зв'язок відповідно $r = 0,98 \pm 0,01$; $r = 0,94 \pm 0,00$; $r = 0,89 \pm 0,00$; $r = 0,83 \pm 0,01$, сорту Зоря України – істотний зв'язок $r = 0,65 \pm 0,01$, сорту Шведська 1, лінії TV1100 помірний – відповідно $r = 0,47 \pm 0,01$; $r = 0,41 \pm 0,01$.

Між вмістом білка в зерні та висотою рослин встановлено прямий дуже високий кореляційний зв'язок. Очевидно, що зі збільшенням висоти рослин зростала частка азоту, реутилізованого з вегетативної маси. Тимчасове вилягання рослин істотно не впливало на вміст білка, оскільки рослини пшениці спельти здатні відновлювати вертикальне положення стебла.

Таблиця 3

Вміст білка в зерні сортів і ліній пшениці спельти, %

Сорт, лінія	Рік дослідження				Середнє за чотири роки	Індекс стабільності
	2013	2014	2015	2016		
Зоря України (st)	20,7	21,9	19,3	22,5	21,1	1,17
Шведська 1	10,7	11,3	15,0	13,4	12,6	1,40
Schwabekorn	16,8	18,3	17,6	18,8	17,9	1,12
LPP 1224	12,4	13,5	14,5	12,6	13,3	1,17
LPP 1197	13,8	14,6	14,6	15,6	14,7	1,13
P 3	15,1	16,2	16,4	17,3	16,3	1,15
LPP 1221	18,7	19,2	19,6	20,3	19,5	1,09
NAK 22/12	15,3	12,5	17,4	18,2	15,9	1,46
TV 1100	17,1	19,0	18,4	17,7	18,1	1,11
<i>HIP₀₅</i>	0,6	0,7	0,5	0,8	0,7	–

Вміст незамінних амінокислот оптимально збалансований у зерні сорту Зоря України, ліній P 3, LPP 3373, LPP 1221, NAK 22/12 і TV 1100, що підтвердив індекс комплексного оцінювання (ІКО) – 1,57–1,72. Найгірші ІКО у зерна сорту NSS 6/01, ліній LPP 1224, LPP 1197 і LPP 3117, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L., де він становив 1,06–1,16. ІКО зерна решти досліджених сортів і ліній пшениці спельти був на рівні 1,27–1,42.

Вміст фракції гліадин + глютенін у зерні сортів пшениці спельти варіював від 68,0 до 86,4 %, у зерні ліній – від 63,7 до 86,2 %. Вміст водо- і солерозчинної фракцій був обернено пропорційний вмісту клейковиноутворювальних білків. Найвищий вміст фракції лейкозин + глобулін встановлено в зерні сортів Зоря України, Шведська 1, ліній P 3, LPP 1197, LPP 3122/2, NAK 22/12 і TV 1100 – 30,7–37,8 %.

**ЯКІСТЬ ЗЕРНА Й ЗЕРНОПРОДУКТІВ НОВИХ СОРТІВ І ЛІНІЙ
РІЗНИХ ВИДІВ ПШЕНИЦЬ
(М'ЯКА, СПЕЛЬТА, ЩІЛЬНОКОЛОСА, ЕФІОПСЬКА)**

Технологічне оцінювання зерна різних видів пшениць (м'яка, щільноколоса, ефіопська) і продуктів його перероблення. Тип твердості

зерна залежав від особливостей сорту. Так, зерно пшениці м'якої сортів Славна й Емеріно було середньої твердозерності – 20,9 %, сортів Подолянка, Вікторія одеська, Вдала, Кохана, Мирхад, Суасон – низької (22,3–25,9 %), решта сортів і ліній пшениці – м'язозерного типу з індексом розміру часточок 27,3–61,6 %.

Вихід односортного борошна із зерна сортів пшениці м'якої варіював від 75,3 до 81,7 %, золи у ньому було 0,37–0,62 %, білизна – 48–65 од. п. Найбільшим було борошно, отримане із зерна білозерних сортів пшениці (62–65 од. п.). Вихід односортного борошна із зерна ліній пшениці м'якої також високий – 80,4–83,6 %, з вмістом золи – 0,54–0,65 %, білизною – 46–54 од. п.

Якість продуктів із борошна зерна пшениці м'якої залежала від її сорту та лінії. Загальна оцінка хліба з борошна вищого сорту становила 5,2–8,8 бала, з обойного – 5,0–8,3 бала або 56–96 % максимального значення (табл. 4). Найвищу загальну оцінку (7,2–8,8 бала) мав хліб із борошна зерна сортів Подолянка, Кохана, Емеріно, Паннонікус, Чорноброва, Кулундинка та ліній пшениці м'якої.

Таблиця 4

Якість продуктів із зерна сортів і ліній різних видів пшениць, 2013–2015 рр.

Сорт, лінія	Продукт									
	Хліб із борошна				Крупи		екструдований		Печиво цукрове	
	вищого сорту		обойного							
	бал	%*	бал	%*	бал	%*	бал	%*	бал	%*
Подолянка (st)	7,2	80	7,0	78	8,2	91	8,0	89	6,5	72
Славна	5,2	58	5,0	56	6,2	69	7,5	83	5,0	56
Кохана	8,2	91	7,3	81	5,8	64	7,5	83	4,5	50
Емеріно	7,8	87	7,3	81	9,0	100	8,5	94	6,0	67
Паннонікус	8,2	91	7,3	81	9,0	100	9,0	100	8,5	94
Ас Маскіннон	6,2	69	5,7	63	6,6	73	8,5	94	6,0	67
Чорноброва	7,8	86	7,3	81	7,5	83	8,0	89	6,0	67
Ефіопська 1	7,8	86	7,0	78	8,0	89	8,0	89	9,0	100
Уманчанка	8,4	93	8,0	89	8,6	96	9,0	100	6,0	67
Кулундинка	8,6	96	8,0	89	9,0	100	9,0	100	9,0	100
LPP 3118	8,6	96	8,3	93	9,0	100	9,0	100	4,5	50
P 7	8,8	98	8,3	93	9,0	100	9,0	100	6,0	67
НАК 46/12	8,0	89	7,3	81	7,0	78	9,0	100	4,5	50
<i>НІР₀₅</i>	<i>0,4</i>	–	<i>0,3</i>	–	<i>0,3</i>	–	<i>0,4</i>	–	<i>0,4</i>	–

Примітка. * Комплексний показник Ацці.

Високими показниками загальної кулінарної оцінки (8,2–9,0 бала) та коефіцієнтом розварювання (5,0–6,0) відрізнялась крупа із зерна сортів Подолянка, Емеріно, Паннонікус, Чорноброва, Кулундинка та ліній пшениці м'якої (7,5–9,0 бала). За екструдування крупи № 1 кулінарна оцінка істотно підвищувалася – на 10–30 %.

Зерно пшениці щільноколосої було наймілкішим – 2,2–2,4 мм, вирівняність сягала 48,0 % з вмістом крупної фракції 8,5 %, проте з досить високим вмістом ендосперму – 86,0 %. Таке зерно належить до м'язозерного типу, індекс розміру його часточок становив 59,3 %. Борошно з нього мало білизну 61 од. п., характеризувалось високими хлібопекарськими і круп'яними властивостями

(8,0–9,0 бала), проте якість печива була низькою (6,0 бала).

Фізико-механічні властивості (об'єм, площа зовнішньої поверхні, питома поверхня, сферичність) зерна пшениці ефіопської подібні до аналогічних показників пшениці м'якої, проте в ньому найнижчий вміст ендосперму – 79,8 %, а тому найменший вихід зернопродуктів. Борошно із зерна пшениці ефіопської використовувати для виготовлення хліба, круп цілої, подрібненої, плющеної та кондитерських виробів.

Технологічне оцінювання зерна різних сортів і ліній пшениці спельти. Встановлено, що зерно пшениці спельти може повністю або частково вимолочуватись чи бути плівковим. Вміст плівок у ньому змінювався в широкому діапазоні – від 30,4 до 64,8 % залежно від сорту та лінії. Зерно всіх сортів і ліній пшениці спельти було м'якозерним, що пов'язано з низьким індексом розміру часточок – 30,0–52,1 %.

Вміст мікроелементів заліза, цинку, міді, нікелю, за винятком кобальту і хрому, в зерні пшениці спельти у 1,7–2,8 раза вищий порівняно з пшеницею м'якою (табл. 5). Вміст досліджених елементів у борошні вищого сорту із зерна пшениці м'якої зменшувався на 0,37–15,7 мг/кг або в 1,8–2,8 раза порівняно із зерном. У борошні з пшениці спельти зниження їхнього вмісту становило лише на 0,05–5,5 мг/кг або в 1,1–1,4 раза, що свідчить про рівномірніший розподіл хімічних елементів в оболонках та ендоспермі.

Таблиця 5

Вміст мікроелементів у зерні та борошні різних видів пшениць (2014–2016 рр.), мг/кг сухої речовини

Елемент	Пшениця м'яка (сорт Подолянка)		Пшениця спельта (сорт Зоря України)	
	Зерно	Борошно	Зерно	Борошно
Fe	24,2 ± 0,53	8,5 ± 0,31	53,5 ± 0,78	48,7 ± 0,75
Zn	19,4 ± 0,47	8,9 ± 0,32	55,6 ± 0,80	50,1 ± 0,76
Cu	2,15 ± 0,16	1,13 ± 0,11	3,29 ± 0,19	2,54 ± 0,17
Co	0,90 ± 0,10	0,22 ± 0,05	0,63 ± 0,09	0,58 ± 0,08
Cr	0,82 ± 0,10	0,45 ± 0,07	0,21 ± 0,05	0,15 ± 0,04
Ni	0,91 ± 0,10	0,52 ± 0,08	1,59 ± 0,14	1,33 ± 0,12

Індекс деформації клейковини зерна сортів і ліній пшениці спельти варіював від 97 до 116 од. п., число падання – від 389 до 416 с. Хлібопекарські властивості зерна пшениці спельти відрізнялись від властивостей пшениці м'якої, оскільки максимальна газотримувальна здатність тіста наставала через 60–90 хв бродіння, після чого швидко знижувалась. Найвищу стійкість під час бродіння мало тісто з борошна сортів Зоря України, NSS 6/01 і лінії NAK 34/12–2.

Зерно пшениці спельти усіх досліджених сортів і ліній найпридатніше для виробництва круп, оскільки кулінарна якість останніх дуже висока – 9 бала. Запах і смак каші з цих круп'яних продуктів сильно виражений, колір – світло-кремовий, консистенція – розсипчаста. Каша добре розжовувалась, без хрускоту, з ніжною консистенцією.

Серед досліджених зразків пшениці спельти великий об'єм хліба (523 см³)

отримано з борошна вищого сорту із зерна стандарту, середній (454 см^3) – з борошна зерна сорту Шведська 1 (табл. 6). Істотно менший отримували з борошна зерна ліній LPP 1197 і TV 1100, що становив відповідно 380 і 384 см^3 . У решти сортів і ліній пшениці спельти він варіював від 318 до 382 см^3 , що відповідало дуже низькому показнику – $1,0$ – $3,6$ бала. Об'єм хліба з обойного борошна всіх сортів і ліній був на 10 – 20 % меншим.

Таблиця 6

Об'єм хліба з борошна різних сортів і ліній пшениці спельти, 2014–2016 рр.

Сорт, лінія	Об'єм хліба з борошна							
	вищого сорту				обойного			
	см^3	до st	бал	до st	см^3	до st	бал	до st
Зоря України (st)	523	–	7,6	–	470	–	5,8	–
Schwabenkorn	372	-151	3,6	-4,0	302	-168	1,0	-4,8
Шведська 1	454	-69	5,6	-2,0	417	-53	5,2	-0,6
LPP 1224	318	-205	1,0	-6,6	282	-188	1,0	-4,8
LPP 1221	347	-176	3,2	-4,4	294	-176	1,0	-4,8
P 3	364	-159	3,4	-4,2	300	-170	1,0	-4,8
LPP 1197	380	-143	3,6	-4,0	305	-165	1,0	-4,8
NAK 22/12	330	-193	3,0	-4,6	281	-189	1,0	-4,8
TV 1100	382	-141	3,6	-4,0	302	-168	1,0	-4,8
<i>HIP₀₅</i>	<i>21</i>	–	<i>0,2</i>	–	<i>17</i>	–	<i>0,1</i>	–

Загальна оцінка якості хліба, отриманого з борошна вищого сорту, була дуже високою із зерна трьох сортів і восьми ліній пшениці спельти – $8,0$ – $8,4$ бала або 89 – 93 % максимального значення. Нижчий рівень цього показника в ліній LPP 1197, LPP 3117, LPP 3122/2 – $7,6$ – $7,8$ бала. Оцінка хліба з борошна сорту NSS 6/01 і лінії LPP 1304 висока – $7,2$ – $7,4$ бала, проте істотно нижча від рівня показника стандарту. Такі показники, як еластичність, запах, смак, рівномірність розподілу пор у хлібі, випеченому з обойного борошна досліджених сортів і ліній, були найвищими – 9 бала.

Крупка пшениці спельти характеризувалася середніми макаронними властивостями з оцінкою $6,0$ – $7,0$ бала, оскільки індекс деформації клейковини (107 – 116 од. п. ВДК) незадовільно слабкий. Високим макаронним властивостям відповідала крупка, отримана із зерна інтрогресивної лінії NAK 34/12–2.

Встановлено, що на глянець скоринки і загальну оцінку якості хліба, отриманого з борошна вищого сорту, найбільше впливає вміст білка, оскільки між цими показниками існує пряма висока кореляційна залежність – $r = 0,83 \pm 0,01$ – $0,84 \pm 0,01$. Вплив вмісту клейковини слабкіший – $r = 0,63 \pm 0,01$ – $0,64 \pm 0,01$. Між вмістом білка та клейковини і поверхнею скоринки виявлено обернений істотний кореляційний зв'язок – $r = -0,53 \pm 0,01$... $-0,54 \pm 0,01$.

Показники якості хліба залежали від індексу деформації клейковини. Так, між ним і поверхнею скоринки, крупністю пор, загальною оцінкою встановлено обернений сильний кореляційний зв'язок – $r = -0,82 \pm 0,01$... $-0,87 \pm 0,01$, обернений істотний – з об'ємом хліба ($r = -0,57 \pm 0,01$) і прямий помірний – із глянцем скоринки ($r = 0,41 \pm 0,01$). Між об'ємом хліба і силою борошна

прямий сильний кореляційний зв'язок – $r = 0,71 \pm 0,01$, а між об'ємом хліба, поверхнею скоринки, крупністю пор і загальною оцінкою – істотний зв'язок ($r = 0,50-0,59$).

Найвищу кулінарну оцінку (9 бала) мало печиво, виготовлене з борошна зерна сортів Зоря України, Schwabekorn, NSS 6/01 і ліній LPP 1221, LPP 3373, LPP 1224, LPP 1197, LPP 1304, NAK 22/12, TV 1100. Борошно із зерна всіх сортів і ліній пшениці спельти, крім інтрогресивної лінії NAK 34/12–2, найпридатніше для виготовлення кексу й бісквіта високої кулінарної якості.

Якість екструдованого продукту із зерна пшениці спельти залежала від температури його виробництва. За підвищення температури до 180–200 °С консистенція готового продукту поліпшувалась. Для екструдування нелущеного зерна пшениці спельти за температури 100–110 °С доцільно брати зерно сортів Зоря України, Шведська 1, ліній LPP 3117, LPP 1304, LPP 3122/2, LPP 3373, LPP 1221, TV 1100, NAK 22/12, оскільки при цьому отримується продукт дуже високої якості. Для високотемпературного екструдування придатні всі досліджені сорти і лінії пшениці спельти. Продукт мав світло-кремовий колір, а із зерна лінії TV 1100 – з жовтим відтінком, сильно вираженим запахом і смаком, з дуже ніжною консистенцією.

За результатами вивчення технологічних властивостей зерна та якості продуктів його перероблення запропоновано моделі сорту пшениці м'якої й пшениці спельти для визначення напряму їх використання за вмістом білка, клейковини, індексу її деформації (табл. 7).

Таблиця 7

Модель сорту видів пшениць (м'яка, спельта)

Напрямок використання	Вміст білка, %	Вміст клейковини, %	Індекс деформації клейковини, од. п. ВДК
Пшениця м'яка			
Хлібопекарський	$\geq 13,0$	$\geq 25,0$	≤ 94
Кондитерський	не регламентується	не регламентується	105–120
Універсальний	$\geq 13,0$	$\geq 25,0$	95–104
Круп'яний	$\geq 14,0$	не регламентується	не регламентується
Пшениця спельта			
Хлібопекарський	$\geq 18,0$	$\geq 35,0$	95–110
Кондитерський	не регламентується	не регламентується	105–120
Універсальний	$\geq 18,0$	$\geq 35,0$	95–110
Круп'яний	$\geq 18,0$	не регламентується	не регламентується

УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ І ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТИ ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ

Продуктивність пшениці м'якої за тривалого (з 1965 р.) застосування добрив у польовій сівозміні. Зміна показників родючості ґрунту за тривалого застосування добрив у польовій сівозміні істотно впливала на врожайність і

якість зерна пшениці м'якої. Дотримання сівозміни та заміна екстенсивних сортів на інтенсивні сприяли формуванню найвищої врожайності пшениці м'якої у V ротатії 10-пільної сівозміни. На неудобренних ділянках після конюшини вона становила 4,02 т/га. За насичення 1 га площі сівозміни $N_{45}P_{45}K_{45}$ врожайність зростала до 5,07 т/га, $N_{90}P_{90}K_{90}$ – до 5,78, $N_{135}P_{135}K_{135}$ – до 6,03 т/га або на 26–50 % більше порівняно з варіантом без добрив.

Важливими показниками якості зерна пшениці є вміст у ньому важких металів і радіонуклідів. Згідно з результатами досліджень найвищою була питома активність ^{40}K , яка істотно змінилась після тривалого (50 років) застосування в польовій сівозміні різних доз і систем удобрення. За мінеральної системи удобрення, при вирощуванні пшениці м'якої після конюшини, питома активність радіонуклідів у зерні підвищувалась до 69,3–87,2 Бк/кг або на 2–28 % порівняно з контролем (68,1 Бк/кг). За органо-мінеральної системи удобрення показник становив 68,3–73,2 Бк/кг або перевищував контроль на 1–7 %. Найнижчою була питома активність радіонуклідів у зерні за органічної системи удобрення – 68,5–69,1 Бк/кг. Питома активність ^{232}Th , ^{137}Cs і ^{90}Sr у зерні за всіх систем удобрення не перевищувала ГДК.

За тривалого застосування добрив у зерні зменшувався вміст мангану, заліза, міді, кобальту, нікелю, кадмію та свинцю, вміст хрому – лише за органічної та органо-мінеральної систем удобрення, а вміст цинку підвищувався за тривалого внесення органічних добрив. Застосування високих доз органічних і органо-мінеральних добрив сприяло зменшенню вмісту в зерні кобальту, хрому, кадмію.

Поліпшення мінерального живлення після тривалого застосування добрив у польовій сівозміні ослаблювало вплив попередника на формування в зерні пшениці м'якої білка і клейковини. У середньому за 2005–2014 рр. вміст білка в зерні становив 13,5–14,3 % ($V = 8–13$ %) за вирощування її після конюшини, 13,5–14,4 % ($V = 5–9$ %) – після гороху, 12,9–14,4 % ($V = 7–12$ %) – після кукурудзи на силос залежно від системи удобрення. Після п'ятої ротатії сівозміни вміст клейковини у зерні підвищувався від 19,2 до 35,8 % залежно від системи удобрення і попередника. Найкращі показники якості зерна пшениці м'якої забезпечували мінеральна та органо-мінеральна системи удобрення незалежно від попередника. Частка участі добрив у формуванні в зерні пшениці м'якої вмісту білка становила 39 %, погодних умов – 41 і попередника – 19 %.

Формування врожайності та якості зерна видів пшениць (м'яка, спельта) за різного рівня мінерального живлення. У разі застосування азотних добрив вміст хімічних елементів у зерні всіх досліджених сортів пшениці м'якої змінювався. При цьому підвищувався вміст стронцію, нікелю, натрію, цинку, заліза, міді, селену – на 20–33 %, алюмінію, мангану, сірки, хлору, олова, йоду – на 10–17, магнію, кальцію, кремнію, ванадію, титану, свинцю, кадмію – на 3–9 % залежно від особливостей застосування азотних добрив.

У зерні пшениці спельти за внесення азотних добрив найбільше підвищувався вміст натрію, хлору, селену, кадмію – на 23–33 %, найменше – фосфору, калію, міді, стронцію, ванадію, свинцю, титану – на 2–5 і решти елементів – на 6–15 % порівняно з варіантом без добрив. Зерно пшениці спельти найповніше забезпечує

добову потребу дорослої людини у нікелі, цинку, залізі, кремнії, селені, а його інтегральний скор на 26–141 % вищий, ніж зерна пшениці м'якої.

За поліпшення азотного живлення інтегральний скор вітамінів зерна пшениці м'якої зростав. Так, 100 г зерна пшениці м'якої сорту Тронка на 32–40 % задовольняє біологічну потребу дорослої людини у вітамінах В₁, В₃ і лише на 0,2–0,4 % у каротині залежно від варіанта досліду. Інтегральний скор для вітамінів В₄, В₆, В₅ зростав із 16–18 до 17–37 %, для решти вітамінів – із 7–13 до 9–21 %.

Пшениця спельта на застосування азотних добрив реагувала найкраще (табл. 8). Вміст білка в зерні сорту Зоря України з 19,9 % на неудобрених ділянках збільшувався до 23,4–24,0 % за одноразового підживлення, і до 24,5–25,1 % за роздрібного застосування азотних добрив або в 1,2 раза.

Таблиця 8

Вміст білка в зерні сортів різних видів пшениць залежно від особливостей мінерального живлення, %

Варіант досліду (чинник А)	Рік дослідження						Середнє за три роки	
	2013		2014		2015			
	1	2	1	2	1	2	1	2
Без добрив (контроль)	12,3	20,0	11,5	21,1	10,5	18,5	11,4	19,9
P ₆₀ + N ₁₂₀	13,6	24,1	13,2	23,7	11,5	22,4	12,8	23,4
K ₆₀ + N ₁₂₀	13,4	24,0	13,0	23,8	11,6	22,5	12,7	23,4
P ₆₀ K ₆₀ – фон	12,1	19,8	11,5	21,0	10,2	18,6	11,3	19,8
Фон + N ₁₂₀	13,8	24,5	13,5	24,3	11,9	23,1	13,1	24,0
Фон + N ₆₀ + N ₆₀	14,2	25,2	13,6	24,7	12,2	23,7	13,3	24,5
Фон + N ₆₀ S ₇₀ + N ₆₀	14,6	25,7	14,2	25,2	12,8	24,3	13,9	25,1
NIP ₀₅	A	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	–	–
	B	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	–	–

Примітка. 1 – пшениця м'яка (сорт Тронка), 2 – пшениця спельта (сорт Зоря України) – чинник В.

У середньому за три роки досліджень вміст білка в зерні сорту Тронка зростав із 11,4 % у варіанті без добрив до 13,3 % за внесення N₆₀ + N₆₀ на фоні P₆₀K₆₀, а у варіанті фон + N₆₀ S₇₀ + N₆₀ – до 13,9 %.

Амінокислотний скор значно змінювався залежно від виду пшениці м'якої й застосування азотних добрив. Визначено, що дефіцитними амінокислотами у білку пшениці м'якої сорту Тронка є лізин, метіонін і валін, амінокислотний скор яких становив від 59 до 98 % залежно від видів добрив, їх поєднання та строків застосування азотних добрив. При цьому роздрібне внесення азотних добрив було ефективнішим за одноразове.

З урахуванням низького вмісту білка, біоетанол доцільно виробляти із зерна сорту Тронка, вирощеного за внесення добрив P₆₀K₆₀ + N₆₀ S₇₀ + N₆₀, що забезпечувало найбільший його вихід – 3147 л/га проти 2023 л/га із зерна сорту Артемісія.

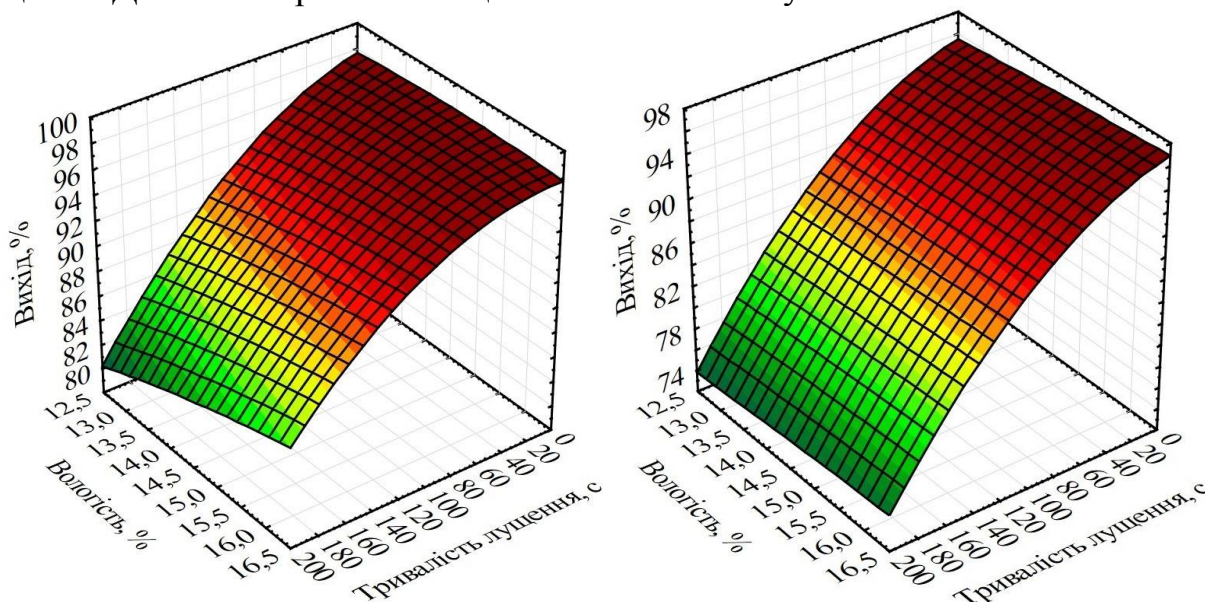
За результатами вивчення продуктивності різних сортів пшениць запропоновано моделі середньо- і високобілкових сортів за оптимального удобрення (P₆₀K₆₀ + N₆₀ S₇₀ + N₆₀) (табл. 9).

Модель сорту різних видів пшениць (м'яка, спельта) за оптимального удобрення

Показник	Сорти пшениць	
	середньобілкові	високобілкові
Урожайність, т/га	7,00–9,00	5,00–7,00
Маса 1000 зерен, г	40,0–46,0	50,0–60,0
Натура зерна, г/л	720–750	700–740
Вміст білка, %	13,0–15,0	19,0–25,0
Вміст клейковини, %	27,0–30,0	45,0–55,0

ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ЗЕРНОПРОДУКТІВ ЗАЛЕЖНО ВІД СКЛАДОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПЕРЕРОБЛЕННЯ ЗЕРНА ВИДІВ ПШЕНИЦЬ

Вихід і якість круп залежно від типу твердості зерна пшениці м'якої. Тип твердості зерна істотно впливав на вихід крупи. Статистично вірогідно вихід крупи із твердозерного типу пшениці був на 3,6 % вищим порівняно з м'якозерним (рис. 5). Для твердозерної пшениці він змінювався найбільше – від 84,1–97,2 % за 13 % до 86,8–97,8 % за вологості 15 % залежно від тривалості лушення. Для м'якозерної пшениці зміни показника були неістотними.



Твердозерний тип

М'якозерний тип

Рис. 5 Вихід крупи з пшениці спельти № 1 залежно від параметрів водотеплового оброблення і лушення різних типів зерна пшениці

Середньоарифметичні значення вибірки кулінарної оцінки за тривалості лушення 20 і 100 с рівні, тобто нульову гіпотезу не відкидали.

За тривалості лушення 20 і 120 с нульову гіпотезу між вибірками відкидали. За тривалості лушення 120 і 180 с вибірки статистично вірогідно не відрізнялись. Статистично встановлено, що для забезпечення оптимальної кулінарної якості зерно пшениці доцільно лущити впродовж 120 с незалежно від типу його твердості.

Індекс лушення зерна залежить від вмісту оболонки. Для зерна сорту

Емеріно (твердозерний тип) індекс лушення становив 8–10 %, для сорту Ужинок (м'язозерний тип) – 13–15 %, що відповідає кулінарному оцінюванню крупи у 8,2–9,0 бала. Проте варіння крупи з м'язозерної пшениці тривало 48–51 хв, а твердозерної – 61–65 хв.

Встановлено, що для виробництва плющеної крупи найефективнішим є зерно м'язозерного типу пшениці м'якої, оскільки за його пропарювання впродовж 15 хв і відволожування 5–10 хв вихід крупи найвищий – 98,2–98,5 %. До того ж застосування такого режиму пропарювання дає на 30 % вищий чистий прибуток порівняно з переробленням зерна твердозерного типу пшениці.

Вплив зволоження й відволожування зерна пшениці спелти на вихід і якість борошна. Встановлено, що вологість зерна істотно впливає на загальний вихід борошна порівняно з тривалістю відволожування, проте тільки за поєднання цих параметрів отримується найкращий результат. Для знаходження оптимального режиму виробництва борошна після перевірки правильності розподілу залишків функції були побудовані поверхні відгуку (рис. 6).

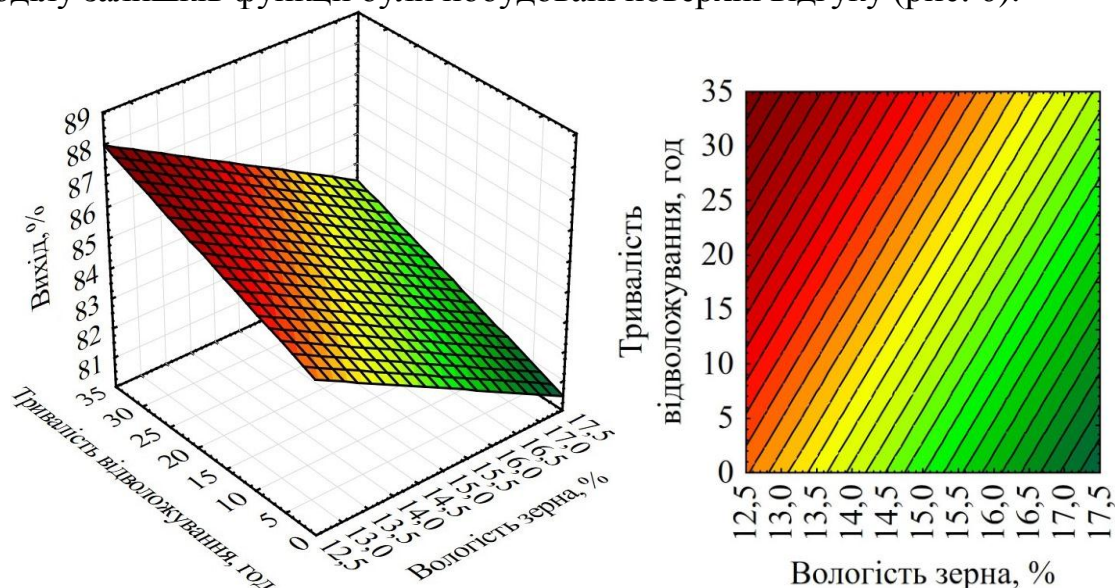


Рис. 6 Залежність між вологістю зерна пшениці, тривалістю його відволожування та виходом борошна

Рекомендований режим виробництва борошна в млинах низької продуктивності полягає у зволоженні зерна до вологості 15,0–15,5 % й відволожуванні його впродовж 15–20 год. Застосування таких параметрів водотеплового оброблення забезпечувало вихід борошна 85,0–86,0 %.

Вихід і якість круп залежно від водотеплового оброблення зерна пшениці спелти. Статистично вірогідно, що за режимів із проведенням водотеплового оброблення та без нього вихід крупи був різним, тобто нульову гіпотезу було відхилено (рис. 7). Математичне оброблення проводили з використанням непараметричної статистики (тесту Mann-Whitney та визначення коефіцієнта кореляції Spearman).

Вихід крупи з пшениці спелти № 1 залежав від тривалості лушення та зволоження. За вологості зерна 13 % вихід крупи зменшувався від 94,5 % у варіанті з найкоротшим (20 с) періодом лушення до 79,0 % – з найдовшим (180 с)

періодом лушення. З підвищенням вологості зерна вихід крупи збільшувався. Максимальним він був за вологості зерна 15,0–16,0 % й тривалості його відволожування 30–60 хв.

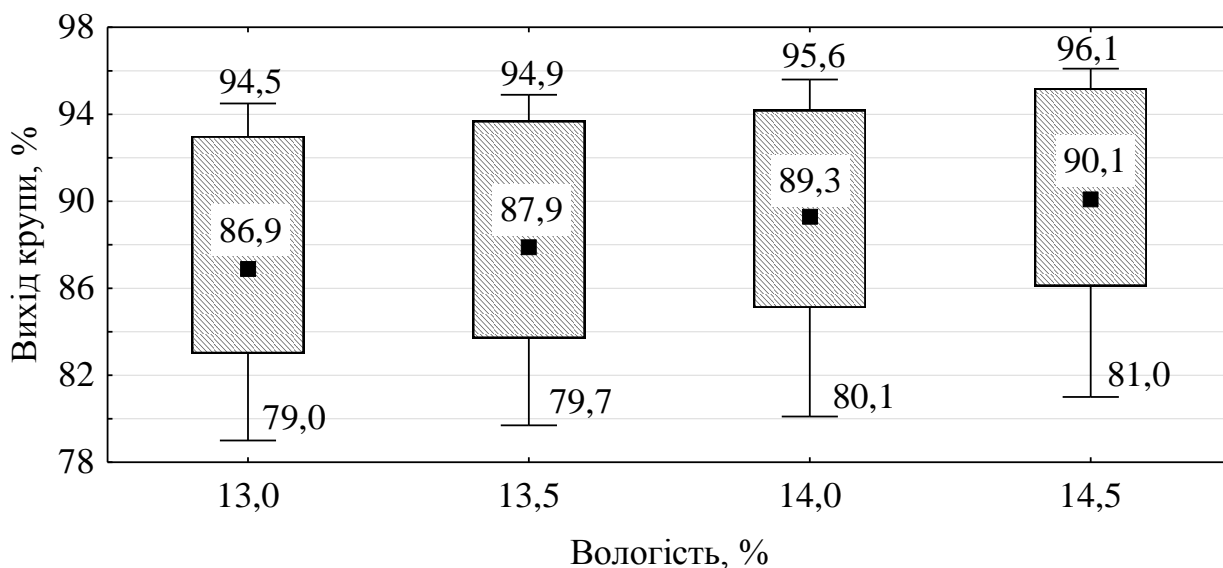


Рис. 7 Вихід крупи з пшениці спельти № 1 залежно від вологості зерна

На вихід крупи найбільше впливали тривалість лушення і зволоження зерна перед ним, оскільки коефіцієнти Spearman становили відповідно -0,95 і 0,94. Статистично підтверджено, що зволоження зерна до вологості 15,0–16,0 % і відволожування його впродовж 60–120 хв впливають неістотно.

Отже, оптимальним водотепловим обробленням за виробництва крупи № 1 є зволоження зерна до вологості 15,0–15,5 % з відволожуванням упродовж 30–60 хв.

Основний параметр якості круп – консистенція під час розжовування, оскільки вона викликає апетит у людини. Показник консистенції каші під час розжовування крупи з пшениці спельти № 1 оцінювали від 3 до 9 бала залежно від тривалості лушення. Добре розжовувалась, була дуже ніжною, без хрускоту каша (9 бала) із крупи за тривалості лушення зерна 160–180 с. Добре розжовувалась, була досить ніжною, без хрускоту каша (7 бала) за тривалості лушення зерна 120–140 с. Консистенція каші з крупи пшениці спельти № 1 під час розжовування за тривалості лушення зерна 20–100 с була жорсткою, трохи грудкуватою зі слабким хрускотом (3–5 бала).

Отже, для зерна пшениці спельти оптимальним є індекс лушення 10–12 %. Загальна оцінка каші з крупи пшениці спельти № 1 відповідає дуже високому рівню – 8,6 бала. Проте для оздоровлюваного харчування можна використовувати крупу з індексом лушення 6–8 %, оскільки загальна оцінка каші з крупи висока – 7,4 бала.

Вплив пропарювання на вихід крупи плющеної із зерна пшениці спельти. Встановлено, що вихід крупи плющеної за початкової вологості зерна 14 % залежав від тривалості лушення, пропарювання й відволожування. Найбільший вихід крупи плющеної (97 %) з пшениці спельти незалежно від тривалості пропарювання отримано за тривалості лушення зерна 20 с, що відповідало індексу лушення 2,9 %, за тривалості пропарювання 10 хв і відволожування впродовж 5 хв він становив 97,5 %, 10 хв – 97,9, 15 хв – 98,2 %. Відволожування впродовж 5 і 15 хв істотно (на 2–3 %) зменшувало вихід крупи

плющеної до 95,4–97,3 %. Проте за тривалості лущення 100–160 с (індекс лущення 9–15 %) зростала роль процесу пропарювання зерна. За тривалості лущення 120 с (індекс лущення 11 %), вихід крупи за пропарювання впродовж 5 хв становив 92,2–93,3 %, за 10 хв – 94,4–95,5, за 15 хв – 94,8–95,4 % залежно від тривалості відволожування. Подібну тенденцію спостерігали й за вищого індексу лущення (12,5–15,6 %).

Крупа плющена з пшениці спельти мала високу органолептичну оцінку. Найнижчу загальну органолептичну оцінку отримала крупа, вироблена за тривалості лущення зерна 20–40 с (індекс лущення 2,9–3,8 %) – 6,6 бала. Зі збільшенням тривалості лущення зерна вона зростала до 7,4–9,0 бала.

Вихід крупи плющеної залежав від тривалості лущення зерна пшениці спельти більше, ніж від режимів пропарювання, проте це не впливало на кулінарну якість каші. За тривалості лущення зерна 120–140 с (індекс лущення 11–13 %) економічно доцільно проводити пропарювання впродовж 10 хв із тривалістю відволожування 5–10 хв, що забезпечує вихід готового продукту 94,5–95,5 %, а тривалість варіння крупи плющеної зменшується до 17–18 хв.

Удосконалення технології виробництва круп'яних продуктів із пшениці спельти. На основі експериментальних і виробничих досліджень розроблено технологічну схему виробництва круп'яних продуктів із зерна пшениці спельти. Вихід крупи із зерна пшениці спельти за такої технології становив 80–90 %, що істотно більше на 18–25 % порівняно з відомими технологіями виробництва круп'яних продуктів із зерна пшениці м'якої.

Для виробництва крупи плющеної з пшениці спельти доцільно використовувати крупу № 1 без додаткового сортування. Крупу зволожують, пропарюють у пропарнику безперервної дії за тиску насиченої пари 0,15 МПа упродовж 5 хв і відволожують у термоізолюваному бункері впродовж 5 хв. За вологості крупи 20 %, після водотеплового оброблення, вона не потребує додаткового підсушування. Після темперування, зерно плющать на плющильному верстаті за диференціалу 1:1. Крупу плющену сушать до вологості 14 % й отримують проходом сита Ø 6,5 мм і сходом сита Ø 3,5 мм на розсійнику. Перед аспіраційною мережею встановлюють магнітний сепаратор.

Така технологія отримання крупи плющеної з пшениці спельти скорочує тривалість варіння каші на 5 хв порівняно з технологією виробництва швидкокорозварюваних пшеничних круп. Крім цього, технологія має скорочену схему виробництва з меншими енергосиловими витратами.

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА ЗЕРНОПРОДУКТІВ ІЗ ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТИ

Економічні розрахунки підтвердили доцільність впровадження розроблених технологій виробництва круп із пшениці спельти № 1 і подрібнених № 1, 2, 3, оскільки термін окупності капіталовкладень із щорічним прибутком 27,85 млн грн, становить 2,5–3 місяців за рівня рентабельності 41–48 %, для круп плющених із пшениці спельти – 11,35 млн грн із терміном окупності 7,5 місяців за рівня рентабельності 8 %, для борошна з пшениці спельти – 13,54 млн грн із терміном окупності 8,5 місяців за рівня рентабельності 22 %.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі теоретично обґрунтовано й по новому вирішено проблему формування якості зерна різних видів пшениць (м'яка, спельта, щільноколоса, ефіопська) і продуктів його перероблення, яке здійснено за комплексом встановлених нами хіміко-технологічних показників залежно від абіотичних і біотичних чинників, особливостей сорту, удобрення, кореляційних залежностей між властивостями зерна і параметрами його перероблення. На основі цього розроблено моделі сорту та рекомендації з визначення придатності зерна різних видів, сортів і ліній для перероблення, запропоновано технологічні схеми отримання зернопродуктів із високими натуральними та споживними властивостями.

1. На основі проведеного огляду наукової літератури встановлено, що процес формування технологічних властивостей зерна сортів пшениці м'якої та спельти, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L., залежно від абіотичних і біотичних чинників вивчений недостатньо. Відсутні раціональні напрями перероблення зерна малопоширених видів пшениць (спельта, щільноколоса, ефіопська). Крім цього, вітчизняні технології виробництва круп'яних продуктів характеризуються низьким виходом готового продукту, високими енерговитратами, недостатнім асортиментом готової продукції, недостатньо вивчено вплив водотеплового оброблення на вихід і якість круп із зерна пшениці м'якої різних типів і борошна зі спельти.

2. За результатами досліджень теоретично обґрунтовано особливості формування якості зерна сортів і ліній різних видів пшениць залежно від абіотично-біотичних чинників. Урожайність пшениці м'якої досліджених сортів становить 5,03–12,45 т/га, маса 1000 зерен – 38,1–51,8 г, натура зерна – 700–809 г/л, вміст білка – 10,9–18,6 %, вміст клейковини – 22,6–40,6 %. Вміст амінокислот у зерні, амінокислотний та інтегральний скор сортів і ліній пшениці м'якої також залежать від їх селекційно-генетичного походження. Найбільш збалансований вміст амінокислот має зерно пшениці м'якої сорту Кулундинка, в решти сортів одна або більше (4–5) амінокислот лімітовані. Найвища антиоксидантна активність зерна пшениці м'якої сорту Чорноброва з фіолетовим забарвленням зернівок – 70,2 %, у решти сортів низька – 22,9–31,5 %.

Урожайність ліній пшениці м'якої, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L., у середньому за п'ять років становить 9,46–10,69 т/га, маса 1000 зерен – 41,8–54,4 г, натура зерна – 621–785 г/л, вміст білка – 16,9–21,0 %, що на 23–58 % вище від стандарту, зі збалансованим амінокислотним складом та антиоксидантною активністю 28,0–31,1 %. Пшениця м'яка інтрогресивних ліній за врожайності 6,68–8,92 т/га формує натуру зерна 772–774 г/л, масу 1000 зерен – 43,2–45,2 г, вміст білка – 13,9–16,4 %, клейковини – 20,6–23,9 %, має антиоксидантну активність 31,8–32,4 %, проте вміст метіоніну й лізину в зерні лімітований (амінокислотний скор 41–79 %).

3. Продуктивність пшениці щільноколосої залежить від абіотичних чинників: урожайність – 9,01–11,05 т/га, маса 1000 зерен – 38,1–42,9 г, натура зерна – 750–788 г/л, вміст білка – 13,5–15,9 %, клейковини – 20,7–25,6 %. У зерні вищий вміст глютамінової, аспарагінової кислот, проліну, аргініну,

гліцину, лейцину, валіну. Вміст вільних амінокислот – 0,81 %, метіонін і лізин – лімітовані. Антиоксидантна активність зерна – 36,5 %.

4. У зерні пшениці ефіопської маса 1000 зерен – 39,2–43,7 г, натура зерна – 766–793 г/л, високий вміст білка – 18,5–20,3 % і клейковини – 38,4–45,2 % залежно від абіотичних і біотичних чинників. При цьому врожайність її становить 3,24–5,39 т/га. Амінокислотний скор бездефіцитний, з високим індексом комплексного оцінювання вмісту есенційних амінокислот. Зерно містить 1,03 % вільних амінокислот, має найвищу антиоксидантну активність (71,3 %) з еквівалентом хлорогенової кислоти 1002 мкг/г.

5. Комплексним оцінюванням встановлено, що сорти пшениці спельти формують урожайність зерна 3,71–5,47 т/га, масу 1000 зерен – 39,1–51,0 г, лінії – відповідно 7,62–8,78 т/га і 43,6–53,1 г. Натура зерна від 704–767 до 707–770 г/л, вміст білка – від 12,6–21,1 до 12,0–19,5 %. Біологічна цінність зерна пшениці спельти вища порівняно з пшеницею м'якою за високого амінокислотного скору (108–309 %) і забезпечує біологічну потребу дорослої людини в ізолейцині (28–46 %), триптофані (16–43), проліні (16–40), глутаміновій кислоті (22–35), валіні (21–36), лейцині (17–30 %). У зерні сортів і ліній пшениці спельти різний вміст небілкових азотовмісних сполук – від 2 до 18 %. Вміст клейковини істотно залежить від селекційно-генетичного походження сортів і ліній, у зерні сортів становить 26,2–46,3 %, ліній – 25,5–42,8 %. Технологічні властивості зерна інтрогресивних ліній подібні до властивостей зерна міжвидових ліній пшениці спельти.

6. Вихід борошна за односторного помелу із зерна сортів і ліній пшениці м'якої варіює від 75,3 до 81,7 %, середньозважений показник вмісту золи – від 0,59 до 0,62 %, білизна – від 48 до 65 од. п. Найвищу білизну (65 од. п.) має борошно, отримане із зерна білозерних сортів пшениці (Ac Mackinnon, Кулундинка). Об'єм хліба з борошна вищого сорту – від 303 до 520 см³, що відповідає 1,0–7,6 бала, з обойного борошна останній на 15–20 % менший. Загальна оцінка хліба з борошна вищого сорту становить 5,0–8,8, а з обойного – 4,7–8,3 бала. Екструдовання крупи № 1 підвищує її кулінарну оцінку на 10–30 %. Найвища оцінка (9 бала) каші за кольором у екструдованого продукту з нелущеного зерна сортів білозерної пшениці м'якої. Найкращі показники має печиво з борошна вищого сорту за клейковини з індексом деформації понад 100 од. п. ВДК.

7. Зерно пшениці щільноколосої має найменші крупність (2,2–2,4 мм), вирівняність (48,0 %) і вміст крупної фракції (8,5 %), проте досить високий вміст ендосперму – 86,0 %. Борошно з нього має високу білизну – 61 од. п., характеризується високими хлібопекарськими і круп'яними властивостями. Фізико-механічні властивості зерна пшениці ефіопської подібні до властивостей зерна пшениці м'якої, проте вміст ендосперму в ньому найнижчий – 79,8 %. Зерно належить до м'якозерного типу. У борошні вміст золи 0,62 %, білизна – 30 од. п. З нього доцільно виготовляти хліб, цілу, подрібнену, плющену крупи і кондитерські вироби.

8. Геометричні параметри зернівок пшениці спельти варіюють у широкому діапазоні порівняно з пшеницею м'якою. Борошно з пшениці спельти сорту Зоря України містить у 2,6–5,7 раза більше мікроелементів, ніж з пшениці

м'якої, має середньозважений вміст золи 0,61–0,84 %, показник білизни – 43–51 од. п. Максимальна газотримувальна здатність тіста з борошна пшениці спельти настає після 60–90 хв бродіння, після чого швидко знижується. Якість хліба висока – 7,2–8,4 бала або 80–93 % максимального значення. Макаронні властивості борошна середні (5–6 бала). Борошно із зерна всіх сортів і ліній пшениці спельти, крім інтрогресивної лінії НАК 34/12–2, має високі кондитерські властивості.

9. Застосування системного підходу для оцінювання зерна досліджуваних видів, сортів і ліній пшениць дає підставу визначати його придатність для хлібопекарських потреб за трьома показниками (вміст білка, клейковини, індекс її деформації), для круп'яних і кондитерських – за одним (відповідно вміст білка та індекс деформації клейковини), оскільки між цими показниками та якістю готового продукту встановлено високий кореляційний зв'язок.

10. Найвища врожайність (5,07–6,11 т/га) і найкраща якість зерна (вміст білка 13,5–14,3 %, вміст клейковини 28,1–30,0 %) формуються за мінеральної та органо-мінеральної систем удобрення ($N_{135}P_{135}K_{135}$ і гній 13,5 т + $N_{68}P_{101}K_{54}$) в польовій сівозміні незалежно від попередника. Встановлено, що в умовах Правобережного Лісостепу, віднесеного до IV зони радіоактивного забруднення, питома активність радіоактивних нуклідів у зерні пшениці м'якої після тривалого (50 років) застосування цих систем удобрення в сівозміні підвищена, при чому найвища активність (69,3–87,2 Бк/кг) ^{40}K . Водночас у зерні менший вміст мангану, заліза, міді, кобальту, нікелю, кадмію, свинцю, хрому. За органічної й органо-мінеральної систем удобрення в зерні зростає вміст цинку. Питома активність ^{137}Cs і ^{90}Sr у зерні не перевищує ГДК.

11. У результаті застосування азотних добрив у середньому за три роки врожайність зерна пшениці м'якої сорту Тронка збільшується від 6,64 до 8,69 т/га, сорту Артемісія – від 4,39 до 5,79 т/га. Урожайність зерна пшениці спельти сорту Зоря України підвищується від 4,55 до 5,44 т/га, сорту Європа – від 3,27 до 4,95 т/га. У зерні зріс уміст стронцію, нікелю, натрію, цинку, заліза, міді, селену – на 20–33 %, алюмінію, мангану, сірки, хлору, олова, йоду – на 10–17, магнію, кальцію, кремнію, ванадію, титану, свинцю, кадмію – на 3–9 %. У зерні пшениці спельти найбільше підвищується вміст натрію, хлору, селену, кадмію – на 23–33 %, найменше – фосфору, калію, міді, стронцію, ванадію, свинцю, титану – на 2–5, решти елементів – на 6–15 % порівняно з варіантом без добрив, а вміст кобальту і хрому не змінюється. Зерно пшениці спельти найбільше забезпечує добову потребу людини у нікелі, цинку, залізі, кремнії, селені, оскільки інтегральний скор на 26–141 % вищий порівняно з пшеницею м'якою.

12. Встановлено, що 100 г зерна пшениці м'якої сорту Артемісія найбільше задовольняє біологічну потребу дорослої людини у вітамінах B_1 , B_3 (на 32–40 % більше порівняно із сортом Тронка), пшениці спельти сорту Зоря України – у вітамінах B_6 , B_1 , B_7 – на 30–60 %, а найменше каротином – на 0,3–0,6 % залежно від удобрення. Інтегральний скор решти вітамінів становить 10–42 %. Найбільше зростає інтегральний скор вітамінів B_6 , B_1 , B_7 , B_5 , B_3 (12–30 % порівняно з контролем), найменше – вітамінів E , B_9 , B_2 , B_4 (на 0,3–4 %).

13. При застосуванні азотних добрив вміст білка в зерні пшениці м'якої

твердозерної сорту Тронка підвищується з 11,4 % у варіанті без добрив до 13,1 % у варіанті з $P_{60}K_{60} + N_{120}$, а в зерні сорту Артемісія – відповідно з 17,3 до 21,1 %. За таких умов вміст білка в зерні пшениці спельти сорту Зоря України зростає відповідно з 19,9 до 24,0 %, у зерні сорту Європа – з 18,7 до 22,3 %. Роздрібне застосування азотних добрив забезпечує вищі показники вмісту білка, особливо за внесення $P_{60}K_{60} + N_{60} S_{70} + N_{60}$ – унаслідок кращого забезпечення рослин азотом і сіркою. Зерно сорту Тронка, вирощене на фоні внесення $P_{60}K_{60} + N_{60} S_{70} + N_{60}$, забезпечує максимальний вихід біоетанолу – 3147 л/га.

14. Виявлено тенденцію щодо ефективності водотеплового оброблення зерна пшениці м'якої різного типу твердості. Вихід крупи найбільше варіює для твердозерного зерна – від 84,1–97,2 за вологості 13 % до 86,8–97,8 % за вологості 15 % залежно від тривалості луцення, а для зерна червонозерного м'язозерного типу – змінюється неістотно. Доведено, що економічно доцільно зволожувати зерно до 15,0–15,5 % незалежно від типу його твердості.

15. У технології підготовлення зерна пшениці спельти для виробництва борошна за односортного помелу оптимально його зволожувати до вологості 15,0–15,5 % з відволожуванням упродовж 15–20 год. Це забезпечить вихід борошна 85,0–86,0 % з вмістом золи 0,65–0,72 % і білизною 48–50 од. п.

16. Вихід крупи з пшениці спельти № 1 залежить від тривалості луцення, зволожування й відволожування. Оптимальним водотепловим обробленням є зволожування зерна до вологості 15,0–15,5 % з відволожуванням упродовж 30–60 хв з індексом луцення 11–13 %. Вихід крупи (87 %) з пшениці спельти № 1 вищий на 24,6 %, круп подрібнених (78 %) – на 14,1–19,3 % порівняно з існуючою технологією виробництва круп із пшениці м'якої подрібненої. При цьому крупа швидко вариться (18–25 хв) і має дуже високу загальну кулінарну оцінку (8,6–9,0 бала).

17. Встановлено, що для виробництва крупи плющеної найефективнішими є сорти м'язозерного типу пшениці м'якої, що забезпечує її вихід 98,2–98,5 %. Для отримання крупи плющеної з пшениці спельти ефективно пропарювати зерно впродовж 10 хв і відволожувати його 5–10 хв, що дає вихід готового продукту 94,5–95,5 %.

18. Водотеплове оброблення зерна на заводі продуктивністю 24 т/добу з виробництва круп з пшениці спельти № 1 і подрібнених № 1, 2, 3 скорочує термін окупності капіталовкладень до 2,5–3 місяців, дає щорічний прибуток 27,85 млн грн за рівня рентабельності 41–48 %, для круп плющених із пшениці спельти – 11,35 млн грн з терміном окупності 7,5 місяців за рівня рентабельності 8 %, для борошна з пшениці спельти – 13,54 млн грн з терміном окупності 8,5 місяців за рівня рентабельності 22 %.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЕРЖАВНИМ, НАУКОВО-ДОСЛІДНИМ УСТАНОВАМ І ВИРОБНИЦТВУ

Державному підприємству «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» внести пшеницю спельту, пшеницю щільноколосу та пшеницю ефіопську до типового складу пшениці.

Селекціонерам використовувати розроблені моделі сортів пшениці м'якої й пшениці спельти.

Науково-дослідним установам застосовувати способи визначення ендосперму, клейковиноутворювальних білків, кондитерських властивостей зерна та методики визначення якості зернопродуктів пшениці.

Аграрним і зернопереробним підприємствам використовувати зерно пшениці м'якої сортів Подолянка, Ужинок, Щедра нива, Суасон, Емеріно, Лупус, Чорноброва для виробництва круп, екструдованого продукту та борошна хлібопекарського, а сорту Паннонікус, крім того, – для виготовлення кондитерських виробів.

Із зерна пшениці щільноколосої виробляти хліб і крупи, з пшениці ефіопської – борошно хлібопекарське і кондитерське та круп'яні продукти.

Продукти високої біологічної цінності виготовляти із зерна пшениці спельти сортів Зоря України, Європа, пшениці м'якої сорту Артемісія, біоетанол – із зерна сорту Тронка. При вирощуванні пшениці м'якої й пшениці спельти застосовувати модель агротехнології, що забезпечує отримання врожаю високої якості.

У технологічному процесі круп'яних заводів використовувати розроблені нормативні матеріали: «Технологічна інструкція на виробництво крупи з пшениці спельти № 1 і крупи подрібнених № 1, 2, 3» (2017 р.), «Технологічна інструкція на виробництво крупи плющеної з пшениці спельти» (2017 р.).

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Монографії

1. Пшениця спельта / Господаренко Г. М., Костогриз П. В., Любич В. В., Парій Ф. М., Полторецький С. П., Полянецька І. О., Рябовол Л. О., Рябовол Я. С., Сухомуд О. Г. / За заг. ред. Господаренка Г. М. Київ: ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА». 2016. 312 с. (Розроблення схем дослідів, проведення експерименту, оформлення розділів монографії – частка участі 35 %).

2. Любич В. В., Полянецкая И. О., Возиян В. В. Использование *Triticum aestivum* L. для повышения продуктивности пшеницы. Saarbrücken, Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing. 2016. 252 с. (Ведення експерименту, оформлення тексту монографії – частка участі 65 %).

3. Liubych V. V., Hospodarenko H. M., Poltoretskyi S. P. Quality features of spelt wheat grain. Saarbrücken, Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing. 2017. 108 p. (Участь у розробленні програми досліджень, проведення експерименту, аналіз даних, готування тексту монографії – частка участі 75 %).

Статті у наукових фахових виданнях України

4. Сухомуд О. Г., Любич В. В., Полянецька І. О. Проблема підвищення вмісту білка в зерні пшениці та шляхи її вирішення // Зб. наук. пр. Уманського НУС. Умань. 2012. Вип. 80. С. 106–112 (статистична обробка даних, формування висновків – частка участі 65 %).

5. Любич В. В. Технологічні властивості зерна спельтоподібних гібридів F₃₋₅, одержаних від схрещування *Triticum aestivum* L./*Triticum spelta* L. [Електронний

ресурс] // Електронне наукове видання: Наукові доповіді НУБіП. Київ. 2013. №4. Режим доступу до журналу: http://nd.nubip.edu.ua/2013_4/index.html.

6. Сухомуд О. Г., Любич В. В., Возіян В. В. Якість зерна сортів пшениці м'якої різного еколого-географічного походження // Зб. наук. пр. Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. Київ. 2013. Вип. 17. С. 309–311 (статистична обробка даних, формування висновків – частка участі 60 %).

7. Полянецька І. О., Любич В. В., Сухомуд О. Г. Вміст білка та його вихід з урожаєм зерна пшениці м'якої залежно від сорту // Зб. наук. пр. Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. Київ. 2014. Вип. 21. С. 235–240 (проведення досліджень, аналіз даних, формування висновків – частка участі 70 %).

*8. Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Новак Л. Л., Руденко Л. Д., Возіян В. В. Якість крупи із зерна спельти та її зв'язок з вмістом білка // Вісник Дніпропетровського ДАЕУ. Дніпро. 2015. №4 (38). С. 11–15 (проведення дослідів, узагальнення результатів, формування висновків – частка участі 60 %).

*9. Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Возіян В. В. Хлібопекарські властивості зерна спельти залежно від удобрення // Вісник Уманського НУС. Умань. 2015. № 1. С. 11–16 (проведення досліджень, узагальнення результатів – частка участі 60 %).

10. Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Возіян В. В. Хлібопекарські властивості зерна спельти залежно від вуглеводно-амілазного комплексу // Зб. наук. пр. Агробіологія. Біла Церква. 2015. № 2 (121). С. 57–61 (статистична обробка даних, готування до друку – частка участі 35 %).

*11. Любич В. В., Полянецька І. О. Якість цілої крупи із зерна спельти залежно від індексу лушіння та водно-теплової обробки. Вісник Уманського НУС. Умань. 2015. № 2. С. 34–39 (проведення досліджень, готування до друку – частка участі 65 %).

12. Любич В. В. Біологічна цінність білка пшениці спельти залежно від походження сорту та лінії // Зб. наук. пр. Уманського НУС. Умань. 2016. Вип. 89. С. 199–206.

*13. Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О. Амінокислотний склад білка пшениці спельти залежно від сорту та лінії. Вісник Уманського НУС. Умань. 2016. № 2. С. 44–48 (аналіз результатів, формування висновків – частка участі 65 %).

14. Господаренко Г. М., Полторецький С. П., Любич В. В., Полянецька І. О., Воробйова Н. В., Капрій М. М. Оцінювання борошномельних властивостей зерна різних сортів і ліній пшениці спельти // Вісник Сумського НАУ. Суми. 2017. № 2. С. 140–145 (отримання результатів, готування до друку – частка участі частка участі 65 %).

*15. Господаренко Г. М., Любич В. В., Новіков В. В., Полянецька І. О., Возіян В. В. Вплив типу зерна пшениці на техніко-економічні показники круп'яного виробництва та кулінарну оцінку готового продукту // Вісник Уманського НУС. Умань. 2017. №1. С. 38–44 (огляд літератури, готування до друку – частка участі 55 %).

16. Осокіна Н. М., Любич В. В., Возіян В. В. Вихід і якість крупи плющеної з пшениці спельти залежно від елементів технології переробки // Зб. наук. пр. Уманського НУС. Умань. 2017. Вип. 90. С. 91–98 (проведення експерименту, аналіз даних, готування до друку – частка участі 30 %).

17. Господаренко Г. М., Полторецький С. П., Любич В. В., Воробйова Н. В., Улянич І. Ф., Капрій М. М. Характеристика твердості та міцності зернівок пшениці спельти залежно від сорту та лінії // Вісник аграрної науки Причорномор'я. Миколаїв. 2017. Вип. 93. С. 86–94 (проведення експерименту, готування до друку – частка участі 60 %).

18. Господаренко Г. М., Любич В. В., Листопад Ф. К. Вихід біоетанолу з урожаю зерна сортів пшениці м'якої залежно від видів, норм і строків застосування азотних добрив

// Вісник аграрної науки Причорномор'я. Миколаїв. 2017. Вип. 94. С. 74–85 (проведення експерименту, готування до друку – частка участі 65 %).

*19. Господаренко Г. М., Мартинюк А. Т., Любич В. В., Полянецька І. О. Круп'яні властивості зерна різних сортів і ліній пшениці спельти // Вісник Дніпропетровського ДАЕУ. Дніпро. 2017. №1. С. 12–16 (співавторство в розробленні програми досліджень, формування висновків – частка участі 60 %).

20. Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Новіков В. В. Геометричні параметри зернівок пшениці спельти залежно від походження сорту та лінії // Зб. наук. пр. Агробіологія. Біла Церква. 2017. №1. С. 105–111 (отримання результатів, готування до друку – частка участі 60 %).

*21. Любич В. В. Хлібопекарські властивості зерна сортів пшениці м'якої залежно від видів, норм і строків застосування азотних добрив // Вісник Дніпропетровського ДАЕУ. Дніпро. 2017. №2. С. 35–41.

22. Любич В. В. Кондитерські властивості зерна пшениці спельти залежно від походження сорту та лінії // Зб. наук. пр. Уманського НУС. Умань. 2017. Вип. 91. С. 46–54.

Примітка. * Публікації 8, 9, 11, 13, 15, 19 і 21 включено до міжнародних наукометричних баз.

Публікації у наукових періодичних виданнях інших держав

23. Киселева М. И., Жемчужина Н. С., Любич В. В. Устойчивость к бурой ржавчине сортов озимой пшеницы, возделываемых в Правобережной Лесостепи Украины // Защита и карантин растений. Москва. 2015. № 4. С. 45–47 (проведення досліджень, оброблення даних, формування висновків – частка участі 30 %).

24. Киселева М. И., Коломиец Т. М., Пахолкова Е. В., Жемчужина Н. С., Любич В. В. Дифференциация сортов озимой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) по устойчивости к наиболее вредоносным возбудителям грибных болезней // Сельскохозяйственная биология. Москва. 2016. № 3. С. 299–309 (проведення досліджень, аналіз даних – частка участі 40 %).

Статті в інших наукових виданнях

25. Сухомуд О. Г., Любич В. В., Войтовська В. І., Бех Н. С., Недяк Т. М. Перспективи використання крохмалевмісних культур для отримання біоетанолу // Зб. наук. пр. Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. Київ. 2011. Вип. 12. С. 279–284 (узагальнення даних, написання тексту – частка участі 60 %).

26. Сухомуд О. Г., Любич В. В. Формування якості зерна пшениці м'якої за різних норм добрив і застосування фунгіциду Фалькон 460 ЕС, к.е. та стійкість її до ураження бурюю листковою іржею // Зб. наук. пр. Агробіологія. Біла Церква. 2011. Вип. 6. С. 114–119 (отримання результатів, готування до друку – частка участі 65 %).

27. Любич В. В., Жекова О. І., Сухомуд О. Г., Парій Ф. М. Успадкування вмісту білка та клейковини гібридами F_{4-5} *Triticum aestivum* – *Triticum spelta* // Вісник Львівського НАУ. Львів. 2012. №16. С. 74–81 (проведено дослідження, написання тексту – частка участі 60 %).

28. Любич В. В., Жекова О. І., Сухомуд О. Г., Парій Ф. М. Стійкість спельтоїдних гібридів, одержаних від схрещування *Triticum aestivum* – *Triticum spelta*, проти шкідників і хвороб // Зб. наук. пр. Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. Київ. 2012. Вип. 14. С. 474–477 (узагальнення даних, написання тексту – частка участі 60 %).

29. Любич В. В., Жекова О. І., Сухомуд О. Г., Парій Ф. М. Вміст клейковини та її якість в зерні спельтоїдних гібридів F_{3-5} , одержаних від схрещування *Triticum aestivum* – *Triticum spelta* // Зб. наук.

пр. Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. Київ. 2012. Вип. 15. С. 243–246 (отримання даних, їх аналіз, готування до друку – частка участі 65 %).

30. Сухомуд О. Г., Любич В. В., Жекова О. І., Парій Ф. М. Якість зерна спельтоподібних гібридів *F₃₋₅*, одержаних від схрещування *Triticum aestivum*/*Triticum spelta* // Зб. наук. пр. Уманського НУС. Умань. 2012. Вип. 81. С. 183–189 (планування та проведення досліджень – частка участі 65 %).

31. Сухомуд О. Г., Любич В. В., Возіян В. В. Якість зерна сортів пшениці м'якої різного еколого-географічного походження // Вісник Сумського НАУ. Суми. 2013. Вип. 3. С. 176–178 (аналіз результатів, написання рукопису статті – частка участі 60 %).

32. Возіян В. В., Сухомуд О. Г., Любич В. В. Технологічні властивості зерна сортів пшениці м'якої різного еколого-географічного походження // Зб. наук. пр. Вінницького НАУ. Вінниця. 2013. Вип. 1. С. 121–125 (участь у розробленні програми досліджень, формування висновків – частка участі 65 %).

33. Любич В. В. Вміст білка в зерні спельтоїдних гібридів *F₃₋₅*, одержаних від схрещування *Triticum aestivum* L./*Triticum spelta* L. [Електронний ресурс] // Електронне наукове видання: Наукові доповіді НУБіП. Київ. 2013. №3. Режим доступу до журналу: http://nd.nubip.edu.ua/2013_3/index.html.

34. Любич В. В., Полянецька І. О. Оцінка сортів пшениці м'якої за хлібопекарськими властивостями та врожайністю зерна // Вісник Сумського НАУ. Суми. 2013. Вип. 11. С. 118–121 (узагальнення матеріалу, готування до друку – частка участі 65 %).

35. Осокіна Н. М., Полянецька І. О., Любич В. В., Возіян В. В. Оцінка сортів пшениці м'якої за виходом борошна з урожаєм зерна пшениці м'якої // Зб. наук. пр. Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. Київ. 2014. Вип. 22. С. 142–145 (статистична обробка даних, проведення досліджень – частка участі 60 %).

36. Martyniuk A. T., Rudenko L. D., Sukhomud O. G., Lubich V. V., Voziyan V. V. The assessment of technological properties of grain depending on winter wheat variety // Вестник Прикаспия. Астрахань. 2014. № 4. С. 24–28 (проведення експерименту, оброблення отриманих даних, формування висновків – частка участі 60 %).

37. Карпенко В. П., Мостов'як І. І., Любич В. В., Полянецька І. О., Петренко В. В. Технологічна оцінка клейковини зерна спельтоподібних форм пшениці (*Triticum aestivum* L./*Triticum spelta* L.) // Зб. наук. пр. ННЦ Інститут землеробства НААН. Чабани. 2015. Вип. 2. С. 192–199 (опрацювання літератури, аналіз даних, формування висновків – частка участі 60 %).

38. Любич В. В., Полянецька І. О., Возіян В. В. Енергетична оцінка зерна пшениці спельти залежно від сорту // Корми і кормовиробництво. Вінниця. 2015. № 81. С. 116–120 (проведення експерименту, аналіз результатів, формування висновків – частка участі 40 %).

39. Осокіна Н. М., Любич В. В., Возіян В. В., Петренко В. В. Борошномельні показники якості зерна спельти залежно від сорту // Вісник ЖНАЕУ. Житомир. 2015. № 2 (50), т.1. С. 296–305 (обробка даних, формування висновків, готування рукопису – частка участі 20 %).

40. Petrenko V. V., Osipova T. Y., Lyubich V. V., Homenko L. A. Relation between Hagberg-Perten falling number and acidity of wheat flour according to storage and agricultural systems // Ratarstvo i povrtarstvo. Field and Vegetable Crops Research 2015. Vol. 52. 120–124 (аналіз даних, формування висновків – частка участі 40 %).

41. Любич В. В., Новиков В. В. Сравнительная характеристика физических свойств зерна тритикале озимого и пшеницы озимой // Вестник Прикаспия. Астрахань. 2015. №4. С. 21–24 (участь у розробленні програми досліджень,

проведення експерименту – частка участі 65 %).

42. Osokina N., Liubych V., Voziyan V. Influence of unhusking, humidifying and softening degree for spelt grain on yield and its quality of cereal // Ukrainian Journal of Food Science. Kyiv. 2015. № 1 (3). P. 23–32 (узагальнення матеріалу, опрацювання літератури, формування висновків – частка участі 35 %).

43. Любич В. В., Полянецька І. О., Возіян В. В. Хімічний склад зерна пшениці спельти залежно від сорту // Agrobiodiversity for improving nutrition, health and life quality. Nitra. 2015. Vol. 1. P. 450–454 (участь у проведенні дослідів, формування висновків – частка участі 30 %).

44. Осокіна Н., Любич В., Возіян В. Вихід і якість крупи із зерна пшениці спельти залежно від індексу луцення // Agrobiodiversity for improving nutrition, health and life quality. Nitra. 2016. Vol. 1. С. 341–345 (статистична обробка даних, формування висновків, готування до друку – частка участі 40 %).

45. Liubych V., Voziian V. The influence of origin on spelt wheat grains properties // Episteme czasopismo naukowo-kulturalne. Krakow. 2016. Vol. 30. Tom II. P. 111–122. (проведення дослідів, узагальнення даних, формування висновків – частка участі 50 %).

46. Любич В. В. Аминокислотная характеристика зерна различных сортов и линий пшеницы спельты // Вестник Прикаспия. Астрахань. 2016. № 4. С. 34–37.

47. Petrenko V., Liubich V., Bondar V. Baking quality of wheat grain as influenced by agriculture systems, weather and storing conditions // Romanian Agricultural Research. 2017. № 34. P. 69–76 (узагальнення та оброблення даних, формування висновків – частка участі 35 %).

48. Рябовол Л. О., Кисельова М. І., Любич В. В., Полянецька І. О., Рябовол Я. С. Формування врожайності та вмісту білка в зерні спельтоподібних гібридів F_{3-5} , одержаних гібридизацією *Triticum aestivum* L./*Triticum spelta* L. // Селекція і насінництво. Харків. 2017. Вип. 111. С. 107–114 (отримання даних, їх узагальнення – частка участі 50 %).

Патенти

49. Спосіб кулінарної оцінки круп'яних продуктів із зерна тритикале і пшениці: пат. 104152 Україна, МПК А23L 1/10 / Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Новіков В. В., Возіян В. В.; заявник і власник УНУС. – № u 2015 07630; заявл. 30.07.2015., чинний з 12.01.2016, Бюл. № 1 (проведення експерименту, готування заявки – частка участі 35 %).

50. Спосіб кулінарної оцінки крупи манної із зерна тритикале та пшениці: пат. 112842 Україна МПК G01N 33/02 / Любич В. В., Господаренко Г. М., Полянецька І. О., Воробйова Н. В., Новіков В. В., Возіян В. В.; заявник і власник УНУС. – № u 2016 08016; заявл. 19.07.2016; чинний з 26.12.2016, Бюл. № 24 (проведення експерименту, оформлення заявки – частка участі 55 %).

51. Спосіб визначення вмісту ендосперму в зерні тритикале та пшениці: пат. 112304 Україна, МПК G01N 33/02 / Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Воробйова Н. В., Новіков В. В., Возіян В. В.; заявник і власник УНУС. – № u 2016 06341; заявл. 10.06.2016., чинний з 12.12.2016, Бюл. № 23 (участь у проведенні експерименту, готування заявки – частка участі 35 %).

52. Спосіб кулінарної оцінки екструдату із зерна тритикале та пшениці або круп'яних продуктів: пат. 112841 Україна МПК G01N 33/02 / Любич В. В., Господаренко Г. М., Полянецька І. О., Воробйова Н. В., Новіков В. В., Возіян В. В.; заявник і власник УНУС– № u 2016 08014; заявл. 19.07.2016; чинний з 26.12.2016, Бюл. № 24 (виконання досліджень, готування заявки – частка участі 55 %).

53. Спосіб лабораторного випікання хліба із пшеничного борошна зі спельти: пат. 109225 Україна МПК А21D 8/00 / Господаренко Г. М., Осокіна Н. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Петренко В. В., Возіян В. В.; заявник і власник УНУС. – № u 2015 11532; заявл. 23.11.2015; чинний з 10.08.2016, Бюл. № 15 (проведення експерименту, формування заявки – частка участі 55 %).

54. Спосіб оцінки якості хліба зі спельти: пат. 110269 Україна МПК А21D 8/00 / Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Возіян В. В.; заявник і власник УНУС. – № u 2015 12030; заявл. 04.12.2015; чинний з 10.10.2016, Бюл. № 19 (проведення експерименту, готування заявки – частка участі 55 %).

55. Спосіб виробництва крупи плющеної із зерна пшениці спельти: пат. 115765 Україна, МПК А23L 7/00 / Любич В. В., Возіян В. В.; заявник і власник УЕУС. – № u 2016 11569; заявл. 16.11.2016., чинний з 25.04.2017, Бюл. № 8 (проведення експерименту, оформлення заявки – частка участі 50 %).

56. Спосіб оцінювання хліба з обойного борошна тритикале і пшениці: пат. 115922 Україна, МПК А21D 8/00 / Любич В. В.; заявник і власник УНУС. – № u 2016 13218; заявл. 23.12.2016., чинний з 25.04.2017, Бюл. № 8.

57. Спосіб визначення вмісту клейковиноутворювальних білків у зерні тритикале та пшениці: пат. 113900 Україна, МПК G01N 27/00 / Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Воробйова Н. В., Новіков В. В., Возіян В. В.; заявник і власник УНУС. – № u 2016 06340; заявл. 10.06.2016., чинний з 27.02.2017, Бюл. № 4 (проведення експерименту, перевірка гіпотези, готування заявки – частка участі 55 %).

58. Спосіб відокремлення плівок від зерна пшениці спельти: пат. 115355 Україна, МПК А23L 7/00 / Любич В. В., Возіян В. В., Довгун Р. В.; заявник і власник УНУС. – № u 2016 11499; заявл. 14.11.2016., чинний з 10.04.2017, Бюл. № 7 (проведення експерименту, готування заявки – частка участі 35 %).

59. Спосіб отримання крупи цілої зі спельти: пат. 115198 Україна, МПК А23L 7/00 / Любич В. В., Возіян В. В.; заявник і власник УНУС. – № u 2016 10000; заявл. 30.09.2016., чинний з 10.04.2017, Бюл. № 7 (виконання досліджень, виробниче випробування, готування заявки – частка участі 50 %).

60. Спосіб лабораторного розмелювання зерна пшениці та тритикале: пат. 116324 Україна, МПК В02С 4/00 / Любич В. В., Новіков В. В., Возіян В. В.; заявник і власник УНУС. – № u 2016 13207; заявл. 23.12.2016., чинний з 10.05.2017, Бюл. № 9 (проведення експерименту, готування заявки – частка участі 60 %).

61. Спосіб лабораторного виготовлення та оцінки кексу з борошна тритикале і пшениці: пат. 118060 Україна, МПК А 21D 8/02 / Любич В. В.; заявник і власник УНУС. – № u 2016 13216; заявл. 23.12.2016., чинний з 25.07.2017, Бюл. № 14.

62. Спосіб визначення кондитерських властивостей зерна тритикале і пшениці: пат. 118968 Україна, МПК А 21D 8/00 / Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Новіков В. В., Возіян В. В., Кротик А. С.; заявник і власник УНУС. – № u 2016 13205; заявл. 23.12.2016., чинний з 11.09.2017, Бюл. № 17 (розроблення схеми досліду, проведення досліджень, оформлення заявки – частка участі 55 %).

63. Спосіб лабораторного виготовлення та кулінарної оцінки печива цукрового з борошна тритикале і пшениці: пат. 118361 Україна, МПК А 21D 8/00 / Любич В. В.; заявник і власник УНУС. – № u 2016 13200; заявл. 23.12.2016., чинний з 10.08.2017, Бюл. № 15.

64. Спосіб виробництва крупи з пшениці спельти № 1 і подрібнених із пшениці спельти № 1, 2, 3: пат. 118059 Україна, МПК А 23L 7/00 / Любич В. В., Новіков В. В., Возіян В. В.; заявник і власник УНУС. – № u 2016 13208; заявл. 23.12.2016., чинний з 25.07.2017, Бюл. № 14 (розроблення технології, виробнича перевірка, готування заявки – частка участі 55 %).

65. Спосіб отримання круп'яних продуктів швидкого приготування із зерна пшениці та тритикале: пат. 118058 Україна, МПК А 23L 7/00 / Любич В. В., Новіков В. В., Возіян В. В.; заявник і власник УНУС. – № u 2016 13208; заявл. 23.12.2016., чинний з 25.07.2017, Бюл. № 14 (проведення лабораторних дослідів, готування заявки – частка участі 65 %).

66. Спосіб лабораторного виготовлення бісквіта з борошна тритикале ті пшениці та його оцінка: пат. 118362 Україна, МПК А 21D 8/00 / Любич В. В.; заявник і власник УНУС. – № u 2016 13202; заявл. 23.12.2016., чинний з 10.08.2017, Бюл. № 15.

Тези доповідей

67. Жекова О. І., Сухомуд О. Г., Любич В. В., Парій Ф. М. Використання *Triticum spelta* в селекції сортів пшениці м'якої // Стан і перспективи формування сортових рослинних ресурсів в Україні: матеріали I Міжн. наук.-пр. конф. Київ. 2012. С. 77–79 (участь в експерименті, готування до друку – частка участі 65 %).

68. Жекова О. І., Сухомуд О. Г., Любич В. В., Парій Ф. М. Формування хлібопекарських властивостей зерна гібридами F_{4-5} *Triticum aestivum* – *Triticum spelta* // Інноваційно-інвестиційний розвиток рослинницької галузі стан та перспективи: зб. тез V Міжн. наук.-пр. конф. молодих вчених. Харків. 2012. С. 36–37 (проведення експерименту, аналіз даних – частка участі 65 %).

69. Жекова О. І., Любич В. В. Урожайність та якість зерна гібридів F_{3-5} *Triticum aestivum* – *Triticum spelta* // Матеріали Всеукр. наук. конф. молодих учених. Умань. 2012. С. 47–49 (аналіз даних, готування до друку – частка участі 70 %).

70. Полянецька І. О., Сухомуд О. Г., Любич В. В. Урожай та якість зерна спельтоїдних гібридів F_{3-5} , одержаних від схрещування *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. // Біологія: від молекули до біосфери: матеріали VII Міжн. конф. молодих учених. Харків. 2012. С. 150 (формування тез – частка участі 65 %).

71. Любич В. В., Сухомуд О. Г., Полянецька І. О. Господарсько-цінні ознаки пшениці спельти // Інноваційний потенціал української науки XXI сторіччя: матеріали XX Всеукр. наук.-пр. конф. Запоріжжя. 2013. С. 25–26 (участь в експерименті, готування до друку – частка участі 65 %).

72. Новіков В. В., Сухомуд О. Г., Любич В. В. Оптимізація технологічного процесу переробки зерна методами гарячого кондиціонування // Інноваційний потенціал української науки XXI сторіччя: матеріали XX Всеукр. наук.-пр. конф. Запоріжжя. 2013. С. 31–32 (опрацювання літератури, готування до друку – частка участі 65 %).

73. Любич В. В., Сухомуд О. Г., Возіян В. В. Формування технологічних властивостей зерна сортів пшениці м'якої // Інноваційні агротехнології за умов зміни клімату: матеріали тез Міжн. наук.-пр. конф. Мелітополь-Кирилівка. 2013. С. 70–73 (узагальнення матеріалу, формування тез – частка участі 65 %).

74. Любич В. В. Лінійні розміри зернівки сортів пшениці м'якої різного еколого-географічного походження // Інноваційний шлях розвитку суспільства: проблеми, досягнення та перспективи: зб. наук. пр. Міжн. наук.-пр. інтернет-конференції. Кам'янець-Подільський. 2013. С. 16–18.

75. Сухомуд О. Г., Любич В. В., Полянецька І. О., Парій Ф. М. Порівняльна продуктивність сортів пшениці м'якої, створених методами внутрішньовидової та міжвидової гібридизації // Селекційно-генетична наука і освіта: тези доповідей Міжн. наук. конф. Умань. 2013. С. 107–109 (аналіз даних, участь в експерименті, готування до друку – частка участі 65 %).

76. Любич В. В., Новіков В. В. Зміна показників склоподібності та вмісту золи в зерні тритикале залежно від геометричних розмірів зернівки // Селекція і насінництво в умовах

сучасного зерновиробництва: зб. тез доповідей Міжн. наук.-пр. конф. молодих вчених. Миронівка. 2013. С. 42 (участь в експерименті, формування тези – частка участі 65 %).

77. Любич В. В. Натура зерна пшениці м'якої залежно від сорту // Селекція і насінництво в умовах сучасного зерновиробництва: зб. тез доповідей Міжн. наук.-пр. конф. молодих вчених. Миронівка. 2013. С. 43.

78. Полянецька І. О., Любич В. В., Сухомуд О. Г. Використання внутрішньовидової та міжвидової гібридизації в селекції пшениці м'якої // Роль науки у підвищенні технологічного рівня і ефективності АПК України: матеріали III Всеукр. наук.-пр. конф. з міжнародною участю. Тернопіль. 2013. С. 96–98 (планування експерименту, готування до друку – частка участі 65 %).

79. Любич В. В., Полянецкая И. О., Сухомуд О. Г., Возиян В. В. Урожайность и физические показатели некоторых сортов пшеницы мягкой озимой // Підвищення ефективності ресурсозберігаючих технологій на зернопереробних підприємствах: тези доповідей Всеукр. наук. конф. Умань. 2013. С. 74–75 (ведення дослідів, оформлення тез – частка участі 65 %).

80. Твердохліб О. В. Любич В. В., Полянецька І. О. Стійкість інтрогресивних ліній пшениці м'якої до ураження основними грибовими хворобами // Матеріали Всеукр. конф. молодих учених. Умань. 2013. С. 122–123 (участь в проведенні експерименту, оформлення тексту – частка участі 65 %).

81. Любич В. В. Вихід борошна з урожаю зерна пшениці м'якої залежно від сорту // Перспективи розвитку рослинницької галузі в сучасних економічних умовах: зб. тез Міжн. наук.-пр. конф. присвяченої 50-й річниці від початку розвитку рисівництва в Україні. Скадовськ. 2013. С. 194.

82. Любич В. В., Полянецкая И. О., Сухомуд О. Г., Возиян В. В. Урожайность и основные качественные показатели пшеницы мягкой озимой в зависимости от сорта // Актуальні питання сучасної аграрної науки: матеріали Міжн. наук.-пр. конф. Умань. 2013. С. 63–64 (виконання досліджень, аналіз даних – частка участі 55 %).

83. Любич В. В., Полянецька І. О. Прояв господарсько-цінних ознак нових зразків пшениці в Правобережному Лісостепу // Теоретичні та прикладні аспекти збереження біорізноманіття: матеріали наук. конф. молодих дослідників. Умань. 2013. С. 75–77 (проведення досліджень, готування до друку тез – частка участі 65 %).

84. Сухомуд О. Г., Любич В. В., Возиян В. В. Оцінка хлібопекарських властивостей пшениці м'якої залежно від сорту // Фитосанитарная безопасность и контроль сельскохозяйственной продукции: материалы Междунар. науч.-пр. конф. Бояны. 2013. С. 267–277 (участь в експерименті, готування до друку – частка участі 65 %).

85. Любич В. В. Выход муки из сортов пшеницы озимой разного эколого-географического происхождения // Сборник науч. тр. Междун. науч.-пр. конф., посвященной 85-летию со дня рождения Л. Г. Боброва. Алматы. 2013. С. 364–365.

86. Lubysh V. V. Physical characteristics of winter wheat grain quality depending on the variety // Інноваційний потенціал української науки XXI сторіччя: матеріали Всеукр. наук.-пр. конф. Запоріжжя. 2013. С. 22–24.

87. Любич В. В. Оцінка технологічних властивостей зерна безплівкового сорту спельти залежно від рівня азотного живлення // Раціональне використання земельних ресурсів, збереження і підвищення родючості ґрунтів: матеріали I Всеукр. наук.-пр. конф. молодих учених. Рівне. 2014. С. 50–52.

88. Любич В. В., Возиян В. В. Плівчастість спельти залежно від сорту // Матеріали Всеукр. наук. конф. молодих учених, присвяченій 170-й річниці від дня заснування Уманського НУС. Умань. 2014. С. 48–49 (участь у розробленні програми

досліджень, готування до друку – частка участі 65 %).

89. Любич В. В. Вміст анатомічних частин в зерні спельти озимої залежно від сорту // Інновації в сучасній селекції та генетиці сільськогосподарських культур: тези доповідей Всеукр. наук. конф. молодих учених. Одеса. 2014. С. 22–23.

90. Возіян В. В., Любич В. В. Технологічні властивості зерна спельти залежно від удобрення // Інноваційний потенціал світової науки XXI сторіччя: зб. статей учасників 26 Міжнар. наук.-пр. конф. Запоріжжя. 2014. С. 19–20 (проведення досліджень, аналіз даних – частка участі 70 %).

91. Lubuch V. V., Polynetska I. O. Physical properties of grain of triticale depending on sort and different factions // Інноваційний потенціал світової науки XXI сторіччя: зб. статей учасників 26 Міжн. наук.-пр. конф. Запоріжжя. 2014. С. 30–31 (участь в експерименті, готування до друку – частка участі 65 %).

92. Lubych V. V. The estimated output of flour grain yield of winter wheat depending on varieties // Проблемы и перспективы развития современной аграрной науки: материалы Междун. науч.-пр. интернет-конференции. Николаев. 2014. С. 7.

93. Осокіна Н. М., Любич В. В., Возіян В. В. Вміст крохмалю в зерні спельти залежно від удобрення // Актуальні питання сучасної аграрної науки: матеріали Міжн. наук.-пр. конф. Умань. 2014. С. 161–163 (проведення експерименту, готування до друку тез – частка участі 65 %).

94. Любич В. В., Возіян В. В. Урожайність та якість зерна безплівкового сорту спельти залежно від норм азотних добрив // Агрохімічна служба України: роль і місце в розвитку агропромислового комплексу держави: матеріали Міжн. наук.-пр. конф. Київ. 2014. С. 182–183 (участь у плануванні та проведенні експерименту, готування до друку – частка участі 65 %).

95. Любич В. В., Сухомуд О. Г., Полянецкая И. О., Любич В. В. Использование спельты в селекции сортов пшеницы мягкой для улучшения качества зерна // Генетика і селекція: досягнення і проблеми: тези доповідей Міжн. наук. конф. Умань. 2014. С. 136–137 (участь в експерименті, готування до друку – частка участі 70 %).

96. Любич В. В. Количество и качество клейковины пшеницы озимой в зависимости от сорта // Сучасні технології вирощування зернових, бобових та технічних культур: матеріали Міжн. наук.-пр. інтернет-конференції. Херсон. 2014. С. 212–215.

97. Осокіна Н. М., Любич В. В., Возіян В. В. Содержание белка и клейковины в зерне спельты в зависимости от сорта // Нові ідеї в харчовій науці – нові продукти харчовій промисловості: матеріали Міжн. наук.-пр. конф. Київ. 2014. С. 193 (участь в проведенні експерименту, аналіз даних, готування до друку – частка участі 35 %).

98. Osokina N. M., Lubich V. V., Polyanetska I. A., Voziyan V. V. The effect of gluten content on the gas-holding ability of spelt flour // Актуальні питання сучасної аграрної науки: матеріали III Міжн. наук.-пр. конф. Умань. 2015. С. 175–177 (ведення дослідів, готування до друку тез – частка участі 45 %).

99. Любич В. В., Возіян В. В. Органолептична оцінка каші з плющеної крупи спельти залежно від сорту // Зб. наук. пр. молодих учених, аспірантів та студентів. Одеса, 2015. С. 378–379 (проведення досліджень, готування до друку тез – 50 %).

100. Осокіна Н. М., Любич В. В., Полянецкая И. О., Возіян В. В. Proteins fractions in grain of spelt wheat depending on the variety // Стратегія збалансованого використання економічного, технологічного та ресурсного потенціалу країни: матеріали Міжн. наук.-пр. інт.-конф. Кам'янець-Подільський, 2015. С. 41–43 (участь в експерименті, готування до друку – частка участі 30 %).

101. Любич В. В., Возіян В. В. Оценка зерна спельты по основным физическим

показателям качества // Агротехнологии XXI века: материалы Всерос. научн.-практ. конф. с международным участием. Пермь. 2015. С. 221–226 (ведення експерименту, готування до друку тез – частка участі 50 %).

102. Любич В. В., Возиян В. В. Влияние степени шелушения зерна спельты на выход крупы и ее качество // Развитие биотехнологических и постгеномных технологий для оценки качества с.-х. сырья и создания продуктов здорового питания: 18 Межд. научн.-пр. конф., посвященная памяти В. М. Горбатова. Москва. 2015. С. 306–309 (проведення лабораторних аналізів, готування тексту – частка участі 50 %).

103. Любич В. В., Полянецкая И. О., Возиян В. В. Вихід борошна із зерна спельти залежно від його зволоження та відволоження // Зберігання та переробка продукції рослинництва: освіта, наука, інновації: Міжн. наук.-практ. конф. до 100-річчя Лесика Б. В. Київ. 2015. С. 38–39 (проведення експерименту, аналіз та узагальнення досліджень – частка участі 65 %).

104. Господаренко Г. М., Любич В. В., Ткаченко І. Ю. Вплив норм і строків внесення азотних добрив на вміст білка в зерні пшениці спельти озимої // Природне агропромисловість в Україні: проблеми становлення, перспективи розвитку: Міжн. наук.-пр. конф. Дніпропетровськ. 2015. С. 103–104. (проведення експерименту, готування до друку тез – частка участі 65 %).

105. Господаренко Г. М., Любич В. В., Ткаченко І. Ю. Продуктивність пшениці спельти озимої залежно від строків внесення азотних добрив // Агрохімічні та агроекологічні проблеми підвищення родючості ґрунтів і використання добрив: матеріали Міжн. наук.-пр. інтернет-конференції. Дубляни. 2015. С. 240–247 (проведено дослідження, проаналізовано та узагальнено експериментальні дані – частка участі 65 %).

106. Карпенко В. П., Любич В. В., Возиян В. В. Вплив вмісту білка на кулінарну оцінку плющеної крупы, отриманої із зерна спельти залежно від сорту // Збереження біорізноманіття в контексті сталого розвитку: матеріали Всеукр. наук. конф. Черкаси. 2015. С. 75–77 (проведення експерименту, готування до друку тез – частка участі 65 %).

107. Осокіна Н. М., Любич В. В., Возиян В. В. Вихід цілої крупы із зерна спельти залежно від його зволоження та тривалості відволоження // Харчові технології, хлібопродукти і комбікорми: матеріали Міжн. наук.-пр. конф. Одеса. 2015. С. 17–18 (участь у проведенні досліджень – частка участі 40 %).

108. Любич В. В., Полянецкая И. О., Возиян В. В. Хлебопекарные свойства зерна спельты в зависимости от сорта // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования: материалы Междун. науч.-пр. интернет-конференции. Астрахань. 2016. С. 1908–1914 (проведення експерименту, узагальнення даних – частка участі 75 %).

109. Liubych V. V. Influence of unhusking, humidifying and softening degree for spelt grain on cereal yield and its quality // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования: материалы Междун. науч.-пр. интернет-конференции. Астрахань. 2016. С. 2462–2470.

110. Любич В. В., Полянецкая И. О., Возиян В. В. Вплив вологості та тривалості відволоження на вихід цілої крупы із зерна спельти // Актуальні проблеми садівництва в сучасній аграрній науці: матеріали Всеукр. наук. конф. молодих учених. Умань. 2016. С. 150–151 (виконання досліджень, готування до друку тез – частка участі 30 %).

111. Любич В. В., Новіков В. В., Полянецкая И. О. Вміст есенціальних амінокислот у зерні пшениці спельти залежно від походження сорту та лінії // Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур: тези доповідей V Міжн. наук.-пр. конф.

молодих вчених. Київ. 2016. С. 60–61 (аналіз та узагальнення даних, готування до друку тез – частка участі 65 %).

112. Любич В. В., Полянецька І. О., Зайчук О. М. Оцінка на якість зерна у гібридних популяцій *F₄* і *F₅* *T. aestivum*/*T. spelta* // Матеріали Міжн. наук. конф. 16–18.03.2016 р. пам'яті Парія Ф. М. Умань. 2016. С. 215–216 (проведення експерименту, готування тексту тез – частка участі 75 %).

113. Любич В. В. Оцінювання круп'яних властивостей зерна спельти за якістю каші з плющеної крупи // Імпортозамінні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва та рослинництва: матеріали Міжн. наук.-пр. конф. Умань. 2016. С. 59–62.

114. Liubych V., Voziiian V. Cereal properties of spelt wheat grains depending on the variety // Multidirectional research in agriculture, forestry and technology: 5th International conference for young researchers. Krakow. 2016. P. 72 (проведення експерименту, готування до друку тез – частка участі 40 %).

115. Любич В. В., Возіян В. В. Натура зерна спельти // Селекція, генетика та технології вирощування с-г культур: матеріали IV Міжн. наук.-пр. конф. молодих вчених і спеціалістів. Центральне, 2016. С. 72 (проведення лабораторних дослідів, оформлення тексту тез – частка участі 50 %).

116. Господаренко Г. М., Полторецький С. П., Любич В. В., Воробйова Н. В., Улянич І. Ф., Капрій М. М. Характеристика хлібопекарських властивостей зерна різних сортів і ліній пшениці спельти // Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур: матеріали V Міжн. наук.-пр. конференції молодих вчених і спеціалістів. Центральне. 2017. С. 34–35 (проведення експерименту, готування до друку тез – частка участі 50 %).

117. Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Киселева М. І. Вплив гібридизації *Tr. aestivum*/*Tr. spelta* на геометричну характеристику зернівок пшениці спельти // Селекційно-генетична наука і освіта: матеріали VI Міжн. наук. конф. Умань. 2017. С. 157–158 (аналіз даних, статистичне оброблення – частка участі 65 %).

118. Liubych V. V., Vorobiova N. V., Polynetska I. O. Formation of baking properties of spelt wheat grain depending on the variety and strains // Світові рослинні ресурси: стан та перспективи розвитку: матеріали III Міжн. наук.-пр. конф. Київ. 2017. С. 170–171 (виконання лабораторних досліджень, готування до друку тез – частка участі 75 %).

119. Любич В. В. Экономическая эффективность переработки зерна пшеницы спельты // Инновационное развитие АПК: социально-экономические проблемы и пути решения: материалы Междун. науч.-пр. конф. Новосибирск. 2017. С. 165–166.

120. Господаренко Г. Н., Любич В. В. Влияние удобрения пшеницы спельты на формирование белка и клейковины в зерне // Екологічно безпечне, високопродуктивне використання ґрунту та застосування добрив: матеріали Всеукр. наук.-пр. конф. Умань. 2017. С. 41–42 (проведення експерименту, готування до друку тез – частка участі 65 %).

121. Любич В., Полянецька І., Новіков В., Воробйова Н., Возіян В., Довгун Р. Розробка технології відокремлення зерна пшениці спельти від плівок // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI ст.: матеріали 83 Міжн. наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів. Київ. 2017. С. 174 (участь у проведенні експерименту, готування до друку тез – частка участі 65 %).

122. Господаренко Г. Н., Любич В. В. Фізичні властивості зерна сортів пшениці м'якої залежно від видів, норм і строків застосування азотних добрив // Актуальні проблеми підвищення родючості ґрунтів та застосування агрохімічних засобів в

агрофітоценозах: матеріали Міжн. наук.-пр. конф. Дубляни. 2017. С. 276–282 (проведення експерименту, готування до друку тез – частка участі 65 %).

123. Любич В. В. Формування вмісту білка в зерні сортів і ліній пшениці спельти // Геноміка та біохімія сільськогосподарських рослин: матеріали Міжн. наук. конф. Одеса. 2017. С. 92–94.

124. Любич В. В., Полянецька І. О., Новіков В. В., Возіян В. В. Вплив видів, норм і строків застосування азотних добрив на вихід біостанолу з урожаю зерна сортів пшениці м'якої // Новітні агротехнології: теорія та практика: матеріали Міжн. наук.-пр. конф. Київ. 2017. С. 112–113 (проведення польових і лабораторних досліджень, готування тез до друку – частка участі 65 %).

125. Любич В. В. Вплив видів, норм і строків внесення азотних добрив на вміст білка та клейковини в зерні пшениці спельти // Теорія і практика інноваційних розробок молодих вчених у ґрунтово-агрохімічній науці: матеріали Всеукр. наук.-пр. конф. Харків. 2017. С. 40–41.

126. Liubych V. V., Polianetska I. O., Florenko M.P. Evaluation of milling grain characteristics of different varieties and strains spelt wheat // Проблеми і сучасність аграрної науки та продовольства: матеріали V наук.-пр. інтернет-конф. Полтава. 2017. С. 97–98 (розроблення та проведення експерименту, готування до друку тез – частка участі 65 %).

127. Господаренко Г. Н., Любич В. В. Вміст амінокислот у зерні сортів і ліній пшениць в умовах органічного виробництва // Органічне виробництво і продовольча безпека: матеріали V Міжн. наук.-пр. конф. Житомир. 2017. С. 27–32 (закладання та проведення польових досліджень, оформлення тексту тез – частка участі 65 %).

128. Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Воробйова Н. В., Новіков В. В., Возіян В. В. Вміст вітамінів у зерні сортів пшениці спельти залежно від мінерального живлення // Реалізація потенціалу сортів зернових культур – шлях до вирішення продовольчої безпеки: матеріали Міжн. наук.-пр. конф. Центральне. 2017. С. 113–114 (ведення експерименту, оформлення тексту тез – частка участі 65 %).

129. Господаренко Г. Н., Любич В. В., Кисельова М. І., Полянецька І. О., Новіков В. В., Возіян В. В. Техніко-економічні показники круп'яного виробництва залежно від типу зерна пшениці м'якої // Імпортозамінні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва та рослинництва: матеріали Міжн. наук.-пр. конф. Умань, 2017. С. 76–77 (участь у розробленні схеми досліду та проведенні експерименту, готування до друку – частка участі 65 %).

АНОТАЦІЯ

Любич В. В. Теоретичне обґрунтування формування якості зерна пшениць і продуктів його перероблення. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.01.15 – первинна обробка продуктів рослинництва. Уманський національний університет садівництва, Умань, 2018.

У дисертації представлено результати фундаментального вивчення хіміко-технологічних властивостей зерна різних видів пшениць (м'яка, спельта, щільноколоса, ефіопська), якості продуктів його перероблення залежно від умов вирощування та впливу технологічних параметрів.

Встановлено, що зерно ліній пшениці м'якої має високу якість готових продуктів, а пшениці щільноколосої та ефіопської – високі хлібопекарські та круп'яні властивості. З'ясовано механізм впливу абіотичних і біотичних чинників

на формування якості зерна різних видів, сортів і ліній пшениць.

Уточнено основні технологічні параметри виробництва круп і борошна із зерна пшениці м'якої та спельти. У технології виробництва круп цілої оптимальним є зволоження зерна до вологості 15,0–15,5 % з відволоженням упродовж 30–60 хв, що підвищує вихід круп на 40 %. Для отримання плющеної круп з пшениці спельти ефективно пропарювати зерно впродовж 10 хв і відволожувати його впродовж 5–10 хв, що дає вихід готового продукту 94,5–95,5 %. Зволоження зерна до вологості $15,0 \pm 0,5$ % з відволоженням упродовж 15–20 год забезпечує 85,0–86,0 % вихід борошна односортового помелу із зерна пшениці спельти.

Ключові слова: зерно, пшениця м'яка, пшениця спельта, пшениця щільноколоса, пшениця ефіопська, хімічний склад, хлібопекарські властивості, круп'яні властивості, кондитерські властивості, макаронні властивості, лушення, водотеплове оброблення, зернопродукти.

ANNOTATION

Liubych V. V. Theoretical substantiation of quality formation of wheat grain and its processing products. – Qualifying scientific work as manuscript.

Thesis for a Doctor of Agriculture science by specialty 06.01.15 – primary processing of crop products. Uman National University of Horticulture, Uman, 2018.

The thesis presents the results of studying biochemical and technological properties of wheat grain (soft wheat, spelt wheat, club wheat and Ethiopian wheat), quality of products of its processing, depending on the conditions of cultivation and technological parameters on the output and quality of grain products.

It is found that protein content in soft wheat grain varies in a wide range – from 10.9 % to 18.6 %. According to this indicator, grain of strains obtained by hybridization of *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. has the advantage, as the protein content is 23.58 % higher than the check variant (Podolianka variety) – 13.3 %. This indicator of grain of Umachanka strain is 14.6 % and of Ethiopian 1 grain strain is 20.3 %. The protein content depends on the weather conditions in the period of caryopsis maturation. In addition, it depends on the damage to plants by pathogens of leaf diseases. Grain of strains obtained by hybridization of *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. and grain of introgressive strains have the best balanced amino acid content.

The protein content in spelt wheat grain varies also in a wide range: from 12.6 % to 21.1 % in varieties and from 12.0 % to 19.5 % in strains. Technological properties of grain of introgressive lines are similar to grain of interspecific strains of spelt wheat.

The culinary quality of products from winter wheat flour depends on its variety and strain. It is found that the protein content most strongly influences gloss, elasticity, taste, bread consistency during chewing and general evaluation and the gluten deformation index influences elasticity, bread consistency during chewing.

Club wheat grain has the smallest size (2.2–2.4 mm) with evenness of 48.0 % and coarse content of 8.5 % but with the high endosperm content of 86.0 %. Grain is soft. Flour has high whiteness (61 units) which is characterized by high baking and cereal properties, since quality of the finished product is very high (8.0–9.0 points). However, the quality of pasta and cookies is low (5.5–6.0 points).

Physical and mechanical properties of Ethiopian wheat grain are similar to those of soft wheat but it has the lowest endosperm content (79.8 %), and therefore, it provides the lowest yield of grain products. Its flour has worse quality: the ash content is 0.62 % and whiteness is 30 units. It is best used for making bread, whole, milled, rolled groats and confectionery, as they have the highest quality (7.0–9.0 points). Pasta properties and semolina quality are low (4.3–5.7 points).

The highest culinary assessment (9 points) was of cookies obtained from Zoria Ukrainsky, Schwabenkorn and NSS 6/01 varieties, LPP 1221, LPP 3373, LPP 1224, LPP 1197, LPP 1304, NAK 22/12 and TV 1100 strains. It is recommended to use developed levels-parameters to determine the suitability of spelt wheat flour in the production of cookies. Flour obtained from grain of all spelt wheat varieties and strains, except NAK34 / 12–2 introgressive strain is best suited for making cupcakes and biscuits of high quality culinary quality.

Improvement of mineral nutritional conditions after the prolonged use of fertilizers in the field crop rotation reduces the effect of the predecessor on the formation of protein and gluten content in winter wheat grain. Mineral and organic-mineral fertilizer systems provide the best indicators of grain quality, regardless of the predecessor.

The protein content in grain of Zoria Ukrainsky variety grown in non-fertilized areas is 19.9 % and increases to 23.4–24.0 % for single use N_{120} or by 18–21 % and to 24.5–25.1 % for retail use of nitrogen fertilizers ($N_{60} + N_{60}$) or by 23–26 %. In grain of Europa variety it grows from 18.7 % to 21.7–22.3 % and to 22.6–23.2 %, respectively. Grain of Zoria Ukrainsky spelt wheat has higher biological value by the content of essential amino acids because their score is deficient.

The output of soft wheat groats and effectiveness of water and heat treatment depends on the type of grain hardness. This indicator for hard grain varies most – from 84.1–97.2 % at 13 % humidity to 86.8–97.8 % at 15 % humidity, depending on the dehulling duration. The output of groats from soft wheat No. 1 is 7.9–95.2 and 78.6–96.1 %, respectively. Regardless of the hardness type, grain is economically efficient moisturized to 15.0–15.5 %.

The groats yield of spelt wheat No.1 depends on the duration of dehulling, humidification and softening. The optimum water-heat treatment is grain moistening to the humidity of 15.0–15.5 % with softening for 30–60 minutes. The groats yield of spelt wheat No.1 varies from 93.4 to 97.1 % when dehulling for 20 seconds and from 79.0 to 85.5 % in case of the longest grain dehulling.

Keywords: grain, soft wheat, spelt wheat, club wheat, Ethiopian wheat, biochemical composition, baking properties, cereal properties, confectionery properties, pasta properties of grain, dehulling, water-heat treatment, grain products.